

TATHIANE SANTI SARCINELLI

**MUÇUNUNGAS: ENCLAVES DE VEGETAÇÃO ARENÍCOLA NA FLORESTA
ATLÂNTICA DE TABULEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S243m
2010

Sarcinelli, Tathiane Santi, 1980-
Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta
Atlântica de Tabuleiro / Tathiane Santi Sarcinelli. – Viçosa,
MG, 2010.
xvii, 186f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Elpidio Inácio Fernandes Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Solos - Classificação - Bahia. 2. Muçununga.
3. Térmita. 4. Biodiversidade. 5. Plantas e solo.
6. Tabuleiros costeiros. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

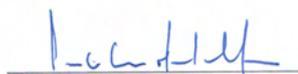
CDD 22.ed. 631.44

TATHIANE SANTI SARCINELLI

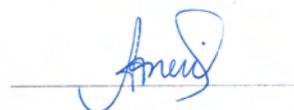
MUÇUNUNGAS: ENCLAVES DE VEGETAÇÃO ARENÍCOLA NA FLORESTA
ATLÂNTICA DE TABULEIRO

Tese apresentada à Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

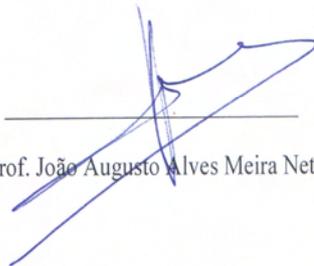
APROVADA: 20 de abril de 2010.



Prof. Carlos Ernesto G.R. Schaefer
(Coorientador)



Prof.^a Andreza Viana Neri
(Coorientadora)



Prof. João Augusto Alves Meira Neto



Prof. Amilcar Walter Saporetti Junior



Prof. Elpídio Inácio Fernandes Filho
(Orientador)

“– Foi o tempo que perdeste com tua rosa que fez tua rosa tão importante.

– Foi o tempo que eu perdi com a minha rosa... – repetiu o príncipezinho, a fim de se lembrar.

– Os homens esqueceram essa verdade – disse a raposa. – Mas tu não a deves esquecer. Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas. Tu és responsável pela rosa...

– Eu sou responsável pela minha rosa... – repetiu o príncipezinho, a fim de se lembrar.”

Trecho de “O pequeno príncipe”

Antoine de Saint-Exupéry

Dedico este trabalho aos meus pais, José Geraldo e Maria Lucia, e a minha irmã Roberta, que acreditaram que eu venceria mais esta etapa na minha vida e em quem eu sei que sempre posso confiar.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos, por permitirem estender minha vivência em Viçosa como pós-graduanda, pela minha formação profissional e pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que me concedeu uma bolsa de doutorado por um ano e dois meses.

À Fibria Celulose S.A., pelo apoio financeiro e logístico em importantes etapas do presente trabalho, que foi realizado em áreas protegidas desta empresa.

Ao meu orientador, Elpídio, pela amizade, pelos muitos ensinamentos que me transmitiu e pela parceria em almoços e congressos “animados”. Obrigada também por me alertar a respeito da dificuldade de se conciliar trabalho e doutorado, e desculpa a minha teimosia. Sou grata por me apoiar mesmo tendo contrariado sua vontade, e também por ter sido meu “pai” em Viçosa, entre outras coisas, me socorrendo na ocasião de uma torção no pescoço e uma pedra nos rins.

Ao meu coorientador, Carlos Ernesto, pelas excelentes aulas e viagens de campo das disciplinas, e por dividir comigo um pouco de suas experiências durante as coletas de dados, as análises e a redação desta tese. Seu entusiasmo pelo saber científico contagia.

À minha coorientadora, Andreza, pela receptividade em momento bastante oportuno deste trabalho, pelos ensinamentos “botânicos” em geral e pela prestatividade sem precedentes.

Ao professor Amilcar (Sapo), por ter me aturado durante sete dias no campo, partilhando comigo estes momentos e conhecimentos acerca da florística das Muçunungas. Também agradeço imensamente pelas suas contribuições durante a defesa desta tese.

Ao professor João Meira, pela participação e contribuições interessantes no exame de qualificação e na defesa de tese.

Ao professor Og, pela identificação dos cupins e orientações muito úteis para o segundo capítulo desta tese.

Às secretárias do DPS, Lú e Claudinha, pelo pronto-atendimento e pela simpatia.

Ao professor João Carlos Ker, pelas conversas elucidativas e ajuda na classificação dos solos deste estudo, e ao professor Lani, pelas contribuições valiosas na qualificação.

Ao parobotânico Domingos Folli, pelo conhecimento que só ele possui das espécies arbóreas das florestas do norte do Espírito Santo e sul da Bahia.

Aos estagiários Karol Del Pupo e Maurílio, pela simpatia, prestatividade e ajuda no preparo de “incontáveis” amostras de solo.

Ao pessoal dos Laboratórios de Rotina e Física do Solo do DPS, em especial à Claudinho, Janilson e Helderson.

Aos colegas da Botânica, Walnir, Virgínia e Gilberto, que de uma forma ou outra contribuíram com este trabalho.

À Ana Paula Corrêa do Carmo, Luciano Lisbão Jr., Juliano Dias e João Augusti, por compreenderem o qual importante para mim era cumprir mais esta etapa em minha vida, permitindo que me ausentasse algumas vezes do trabalho para as coletas de campo e por negociarem minhas férias para idas a Viçosa.

Ao pessoal da Silvicultura da Regional Florestal Bahia, Fibria, que contribuiu com diferentes etapas relacionadas ao trabalho de campo: Valmir, Vinícius, Marcelo, João Ângelo; Eduardo; e, especialmente, ao Rildo (coordenador da Silvicultura na Bahia e ex-aluno UFV). Agradeço também aos empregados de uma empresa prestadora de serviço, por providenciarem a escavação de inúmeras trincheiras: Ezequias, Zé Mário e os ajudantes de campo Ronaldo, Jorge, Léo e outros.

Aos doutores Luciano Lisbão Jr. e Antônio do Nascimento Gomes, pelas cobranças constantes com relação à tese nos corredores da Fibria. Tenham certeza de que isso me motivou, pois sabia que confiavam em mim.

Ao pessoal do Centro de Tecnologia da Fibria: Reginaldo Mafia, pela ajuda fundamental na realização das análises estatísticas; Sebastião da Fonseca e Robert Sartorio, pelas sugestões no projeto inicial desta tese; Carlos Eduardo, Edmundo, Carlinhos Forechi e Paraíba, pelo apoio no preparo e encaminhamento das amostras de solo; Rodolfo Loos e Tiago Rizzo, pelo fornecimento de dados espaciais e de estações meteorológicas da Fibria; e Marcos Aires, pela ótima companhia e por ser meu “guia” na primeira viagem de reconhecimento de campo.

Aos colegas do “ex-laboratório” do Paulo de Marco Jr., Chico e Flávia, por me ensinarem estatística e ajudarem a solucionar algumas questões a este respeito.

Aos amigos de graduação e pós-graduação: Helga, Carol, Janela, Leila, Giulio, Lúcio, mães Michelle’s, Fernanda, Fábio, Gilberto, Dalton, Kleber, Karina, Guilherme, Helton, Elton, Laudicéio, Ivanilda, Arlicéio, Bruno, Pedro, Everton, Dalana, Lorena, Gigi, Diana, Roberto, André, Sandra, Igor, Ivan, David e outros tantos, pela parceria em trabalhos, no laboratório, em viagens de campo, congressos e festas.

Às amigas de ex-república Alyne, Camila, Jacqueline, Nayara, Renata, Luana, Kelem e Bruna, e à Michelle, por me acolherem nas idas à Viçosa “sem teto”.

Ao pessoal da Florestal da Fibria, Lú, Diomar, Ana, Juliano, Renato, Aroldo e Tais, e também ao Gustavo, que agora saiu da empresa, pela amizade e pela companhia constante, no escritório, no restaurante e em reuniões oficiais e extra-oficiais.

Às amigas Renata, Cíntia (Caneta), Pamila, Lidiamara, Flávia Pandolfi e à minha prima Monique, pelas conversas incessantes e interessantes e pela companhia em noitadas “desestressantes”.

Aos meus amigos de infância, Bárbara, Jefinho, Giza, Surla e Giselle, por compartilharem comigo a melhor época de nossas vidas, pelas crises de riso e por estarem sempre presentes.

À mãe, pai, Rô e Barney, pelo amor e carinho. A vocês agradeço também pela paciência e por me ouvirem e suportarem em momentos de estresse.

À Deus, pela proteção, sobretudo nas estradas da vida, pela saúde, por ter me concedido força de vontade para não desistir no meio do caminho, e por ter colocado todas estas pessoas especiais em minha vida.

BIOGRAFIA

TATHIANE SANTI SARCINELLI, filha de José Geraldo Sarcinelli e Maria Lucia Santi Sarcinelli, nasceu em João Neiva-ES, em 15 de maio de 1980.

Em 1998, concluiu curso técnico em Processamento de Dados na antiga Escola Técnica Federal do Espírito Santo, em Colatina-ES. No ano seguinte, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa. De 2000 a 2003 realizou projetos de iniciação científica na área de Recuperação de Áreas Degradadas e, nos dois últimos semestres da graduação, realizou um intercâmbio na Universidade da Flórida, em Gainesville-FL, Estados Unidos.

Graduou-se em julho de 2004, mesmo ano em que deu início ao curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Defendeu a dissertação de mestrado em maio de 2006, quando iniciou o doutorado no mesmo Departamento.

Em agosto de 2007, começou a trabalhar na área de Meio Ambiente Florestal da Fibria Celulose S.A., passando a conciliar o trabalho com a pesquisa e os estudos para a conclusão desta tese.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPÍTULO I - GRADIENTES DE SOLOS SOB VEGETAÇÕES DE MUÇUNUNGA E PLANTIOS DE EUCALIPTO NO SUL DA BAHIA	4
RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1. Descrição das áreas de estudo	8
2.2. Descrição de perfis do solo e amostragem por pedoambiente	10
2.3. Análises físicas e químicas de solo	10
2.4. Análises estatísticas	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1. Características morfológicas e classificação dos solos	11
3.1.1. <i>Gradiente de Juerana</i>	12
3.1.2. <i>Gradiente de Aparaju</i>	14
3.2. Características físicas dos solos	15
3.3. Características químicas dos solos	17
3.4. Correlações entre propriedades do solo em Espodossolos e Argissolos	19
4. CONCLUSÕES	21
5. AGRADECIMENTOS	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

CAPÍTULO II - PEDOBOTURBAÇÃO E SELEÇÃO DE PARTÍCULAS DE SOLO POR CUPINS EM AMBIENTES OLIGOTRÓFICOS E ARENOSOS DE MUÇUNUNGAS	38
RESUMO	38
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1. Descrição das áreas de estudo	44
2.2. Separação de ambientes	45
2.3. Amostragem de solos superficiais e de montículo	45
2.4. Amostragem de térmitas, identificação e definição do grupo funcional	46
2.5. Número de montículos e seu volume de solo	46
2.6. Análises estatísticas	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1. Classificação de solos nos ambientes de estudo	48
3.2. Diversidade de térmitas e grupo funcional	49
3.3. Textura de solos superficiais e de montículos	50
3.4. Características químicas de solos superficiais e de montículos	52
3.4.1. <i>Carbono orgânico</i>	52
3.4.2. <i>Nutrientes</i>	55
3.4.3. <i>Acidez e Capacidade de Troca Catiônica</i>	57
3.5. Pedobioturbação: densidade de montículos e seu volume de solo	58
4. CONCLUSÕES	60
5. AGRADECIMENTOS	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

CAPÍTULO III - MUÇUNUNGAS FLORESTADAS: ECOSSISTEMA ARENÍCOLA EM DOMÍNIO DA FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA	76
RESUMO	76
ABSTRACT	78
1. INTRODUÇÃO	80
2. MATERIAL E MÉTODOS	83
2.1. Descrição das áreas de estudo	83
2.2. Coleta e análise de dados da vegetação	84
2.3. Similaridade florística	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
3.1. Composição florística	86
3.2. Estrutura da vegetação.....	86
3.2.1. <i>Distribuição vertical e diamétrica</i>	88
3.3. Diversidade e equabilidade florística	89
3.4. Similaridade florística	91
3.4.1. <i>Similaridade entre os ambientes de Aparaju e Juerana ...</i>	91
3.4.2. <i>Similaridade com outros ecossistemas florestais</i>	92
3.5. Conservação das Muçunungas Florestadas	96
4. CONCLUSÕES	98
5. AGRADECIMENTOS	98
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
7. MATERIAL SUPLEMENTAR	114
CAPÍTULO IV - A VEGETAÇÃO SAVÂNICA DAS MUÇUNUNGAS E SUAS LIGAÇÕES FLORÍSTICAS COM ÁREAS DE CAMPO RUPESTRE E RESTINGA NÃO FLORESTADA	126
RESUMO	126
ABSTRACT	127
1. INTRODUÇÃO	128
2. MATERIAL E MÉTODOS	131

2.1. Descrição das áreas de estudo	131
2.2. Coleta e análise de dados da vegetação	133
2.2.1. <i>Estrutura da Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju</i>	133
2.3. Similaridade florística	135
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	135
3.1. Composição florística e formas de vida	135
3.2. Diversidade e conservação	136
3.3. Estrutura da Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju	137
3.4. Similaridade florística	138
3.4.1. <i>Vegetação savânica de Muçununga: corredor entre Campo Rupestre e Restinga?</i>	140
4. CONCLUSÕES	143
5. AGRADECIMENTOS	143
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
CAPÍTULO V - RELAÇÃO ENTRE SOLO E VEGETAÇÃO EM AMBIENTES DE MUÇUNUNGA FLORESTADA ADJACENTES À RESTINGA E NO INTERIOR DA FLORESTA ATLÂNTICA DE TABULEIRO	163
RESUMO	163
ABSTRACT	164
1. INTRODUÇÃO	165
2. MATERIAL E MÉTODOS	167
2.1. Descrição das áreas de estudo	167
2.2. Coleta e análise de dados da vegetação	168
2.3. Amostragem e análise de solos	168
2.4. Correlação de espécies e variáveis ambientais	169
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	169
3.1. Características do solo superficial das muçunungas florestadas	169
3.2. Influência das variáveis ambientais na distribuição de espécies	170

4. CONCLUSÕES	174
5. AGRADECIMENTOS	174
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
ANEXOS	185
Anexo I	185
Anexo II	186

RESUMO

SARCINELLI, Tathiane Santi, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2010.

Muçunungas: Enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Orientador: Elpídio Inácio Fernandes Filho. Coorientadores: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer e Andreza Viana Neri.

As muçunungas constituem enclaves de vegetação savânica e florestal inseridos em áreas peculiares dos Tabuleiros Costeiros, onde processos pedogenéticos resultaram em arenização do solo. Este trabalho foi realizado em duas áreas de Muçununga nos municípios de Caravelas e Alcobaça, sul do estado da Bahia. Em Caravelas, a área de estudo, denominada Juerana, está localizada a aproximadamente 35 km do mar em linha reta. Nesta área, seis ambientes de muçununga e plantios de eucalipto foram separados: (i) Muçununga florestada; (ii) Borda da Muçununga florestada; (iii) Muçununga arborizada aberta (iv) Muçununga graminóide; (v) Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide e (vi) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros. Já a área do município de Alcobaça, denominada Aparaju, encontra-se adjacente à Restinga, à aproximadamente 10 km do mar. Nesta área, foram separados cinco ambientes: (i) Muçununga gramíneo-lenhosa; (ii) Capão de Muçununga florestada; (iii) Borda da Muçununga florestada; (iv) Muçununga florestada; (v) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros. A tese foi dividida em cinco capítulos. No Capítulo I foi testada a hipótese de que variações nas fitofisionomias de Muçununga estão relacionadas a diferentes propriedades do solo. Foram descritos os gradientes de solos de Juerana e Aparaju, caracterizando os solos e determinando as alterações em suas propriedades como resultado dos processos de podzolização e translocação de argila. Em cada pedoambiente foi descrito um perfil de solo e foram abertas duas trincheiras adicionais para coleta de amostras de solo de 20 em 20 cm até a profundidade de um metro. As amostras de solo foram submetidas a análises físicas e químicas. Foram realizados testes de correlação por postos de Spearman entre as propriedades dos solos e as camadas de profundidade em cada pedoambiente, e foi obtida a correlação entre estas propriedades para Espodossolos e Argissolos, em diferentes profundidades. De maneira geral, os solos dos gradientes são arenosos, distróficos, ácidos e álicos, com maior concentração de nutrientes à superfície. A matéria orgânica assume importante papel na capacidade de troca catiônica destes ambientes oligotróficos e arenosos das Muçunungas, e o acúmulo de carbono orgânico nos horizontes espódicos apresenta correlação com maiores teores de argila. As formações graminóides, gramíneo-lenhosas e a muçununga arborizada aberta ocorrem

nos locais onde o processo de podzolização foi mais intenso, ao passo que as muçunungas florestadas ocorrem sobre Espodossolos ou Argissolos mais profundos, ou sobre solos transicionais, com teores de argila maiores em subsuperfície. No Capítulo II, foram testadas as seguintes hipóteses: (i) os térmitas alteram as propriedades físicas e químicas dos solos na construção de seus montículos, agindo seletivamente; e (ii) a ação seletiva dos térmitas é maior em solos mais pobres e arenosos. Em cada ambiente de Muçununga, foram coletadas amostras de solo superficial e da parede externa de montículos, com cinco repetições cada. As amostras foram submetidas a análises físicas e químicas de solo e foram testados modelos de regressão entre o acréscimo ou decréscimo das variáveis de solo nos montículos (delta) com relação à quantidade existente no solo superficial. Os teores de argila, silte, bases, fósforo, fósforo remanescente, carbono orgânico, bem como a capacidade de troca catiônica efetiva e total e a acidez potencial foram, de maneira geral, maiores nos montículos que nos solos superficiais dos ambientes estudados. Por outro lado, a saturação por alumínio foi significativamente menor nos montículos da maioria dos ambientes. Houve maior acréscimo do teor de argila, carbono orgânico, fósforo, soma de bases e alumínio trocável nos montículos em relação aos solos superficiais quando estes solos possuíam menores valores destas variáveis, demonstrando que existe maior ação seletiva dos térmitas em solos mais pobres e arenosos. Conclui-se que os cupins atuam melhorando as propriedades edáficas nos ambientes arenosos estudados, representando verdadeiros engenheiros de ecossistemas arenícolas. O Capítulo III teve como foco cinco ambientes de Muçununga florestada das duas áreas de estudo. Foram testadas as seguintes hipóteses: (i) as muçunungas florestadas adjacentes às restingas apresentam diversidade florística distinta daquelas circundada pela Floresta de Tabuleiro; (ii) a Muçununga florestada é floristicamente mais relacionada com a Floresta de Restinga do que com a Floresta Atlântica. Em cada ambiente, foram plotadas três parcelas de 20×20 m. Foi avaliada a estrutura da vegetação, a composição florística e aos índices de diversidade de Shannon-Weaver e de equabilidade de Pielou nos ambientes de Aparaju e Juerana, e foi realizada análise de similaridade florística de Sørensen entre estes ambientes e outros ecossistemas florestais. As muçunungas arbóreas adjacentes às restingas apresentam diversidade florística similar àquelas circundadas pela Floresta de Tabuleiro. A análise de similaridade entre as vegetações separou as áreas de Juerana e de Aparaju, que apresentaram 41% de similaridade, significando que existe uma heterogeneidade florística entre as manchas de vegetação estudadas. Ademais, apesar da flora da muçununga florestada possuir maior similaridade com áreas de Floresta de

Restinga, o nível de similaridade é baixo, significando que as muçunungas arbóreas apresentam flora diferenciada. O Capítulo IV visa testar a hipótese de que as muçununga não florestadas são floristicamente mais relacionadas com as restingas que com os campos rupestres. Para testar esta hipótese, os três ambientes de Muçununga não florestada foram comparados floristicamente com outras formações não florestais de Muçununga e Restinga, e com áreas de Campo Rupestre. Para o estudo da estrutura da comunidade, foi utilizada a escala de valor de cobertura de Braun-Blanquet. As espécies identificadas foram classificadas quanto à forma de vida de Raunkiaer. As famílias com maior riqueza específica foram Melastomataceae, Asteraceae, Cyperaceae e Poaceae. Em todos os ambientes predomina a forma de vida caméfito. A análise de similaridade apresentou três grupos principais, demonstrando maior similaridade das muçunungas não florestadas com áreas de Restinga. Porém, esta similaridade é baixa, levando a concluir que apesar da proximidade das áreas de Muçununga com algumas áreas de Restinga e de características edáficas e ambientais similares, as muçununga não florestadas constituem um ecossistema diferenciado. Finalmente, no Capítulo V, foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA) entre as parcelas das Muçunungas florestadas e variáveis de solo. Foi coletada uma amostra de solo superficial (0-10 cm) por parcela. As amostras de solo foram submetidas a análises físicas e químicas de rotina. A CCA final foi rodada com as variáveis teores de cálcio (Ca^{2+}), fósforo (P), alumínio trocável (Al^{3+}) and organic carbon, e a capacidade de troca catiônica total. Com as mesmas variáveis, foi realizada uma nova CCA incluindo a distância dos ambientes estudados da linha da costa. O teste de permutação de Monte Carlo foi utilizado para verificar a significância das correlações espécie-ambiente. Apesar dos solos superficiais apresentarem em geral textura arenosa, pH fortemente ácido, baixa fertilidade e caráter álico, alguns grupos de espécies se correlacionaram à maior capacidade de troca catiônica total, maiores teores de carbono orgânico, Ca^{2+} e Al^{3+} . Contudo, a CCA realizada incluindo a distância do mar explicou maior parte da variância total, contribuindo de forma mais significativa que as variáveis edáficas isoladamente para a distribuição e abundância de espécies arbóreas nas muçunungas florestadas.

ABSTRACT

SARCINELLI, Tathiane Santi, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2010.

Muçunungas: Enclaves of arenicola vegetation in the Coastal Atlantic Forest.

Adviser: Elpídio Inácio Fernandes Filho. Co-Advisers: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer and Andreza Viana Neri.

The muçunungas are enclaves of savannic and forested vegetation placed in peculiar areas of the Coastal Plains, where pedogenetic processes have resulted in arenization of the soils. This work was conducted in two areas of Muçununga in Caravelas and Alcobaça, South Bahia, Brazil. In Caravelas, the study area (called Juerana) is located at approximately 35 km from the sea. In this area, six environments of muçununga and eucalyptus plantations were separated: (i) Forested Muçununga; (ii) Edge of the Forested Muçununga; (iii) Open Shrub Muçununga; (iv) Grassland Muçununga; (v) Eucalyptus plantation on the edge of the Grassland Muçununga; and (vi) Eucalyptus plantation on a typical Coastal Plains soil. In Alcobaça, the studied area (called Aparaju), lies adjacent to the quaternary sandbank, approximately 10 km distant from the sea. In this area, were separated five environments: (i) Grassland Muçununga with shrubs; (ii) Forested Muçununga Island; (iii) Border of the Forested Muçununga; (iv) Forested Muçununga; and (v) Eucalyptus plantation on a typical Coastal Plains soil. The thesis was divided into five chapters. In Chapter I we tested the hypothesis that variations in vegetation types of Muçununga are related to different soil properties. The soil gradients of Juerana and Aparaju were described, characterizing the soils and determining the changes in their properties as a result of the processes of podzolization and translocation of clay. In each environment we described a soil profile and two additional trenches were dug to collect soil samples from 20 to 20 cm until the depth of one meter. Soil samples were subjected to physical and chemical routine analysis. Tests of Spearman correlation were performed between soil properties and depth layers in each environment, and the correlation was obtained between these properties to Spodosols and Ultisols, at different depths. In general, the soils of the toposequences are sandy, dystrophic, acidic and with high Al saturation, with a higher concentration of nutrients on the surface. Organic matter plays an important role in the cation exchange capacity of these oligotrophic and sandy environments of the Muçunungas, and the accumulation of organic carbon in spodic horizons correlates with higher levels of clay. The non-forested Muçunungas occurred in places where the podzolization process was stronger, whereas forested Muçunungas were over deeper Spodosols or Ultisols, or

under transitional soils, with higher clay content in subsurface layers. In Chapter II, we tested the following hypotheses: (i) the termites alter the physical and chemical properties of soil in the construction of their mounds, acting selectively; and (ii) the selective action of termites is greater in poorer and sandy soils. In each Muçununga environment, we collected samples of surface soil (0 - 10 cm) and the outer wall of mounds, with five replicates each. The samples were submitted to physical and chemical soil analysis and we runned regression models between the increase or decrease of soil properties values in the mounds (Δ) in relation to their quantity in the soil surface. The levels of clay, silt, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and Na^+ , P, organic carbon and P-rem, and the total and effective cation exchange capacity and potential acidity were, in general, higher in mounds than in surface soils of the environments studied. On the other hand, the Al saturation was significantly lower in the mounds of most environments. There was a greater increase in the clay and organic carbon, phosphorus, total bases and exchangeable aluminum in soil mounds in relation to surface soil when these soils had lower values of these variables, demonstrating that selective action by termites assumes greater importance the more the soil is poor and sandy. We conclude that the termites work improving soil properties on the sandy environment studied, representing truly arenized ecosystem engineers. Chapter III focused on five environments of forested Muçununga of the two fields of study. We tested the following hypotheses: (i) Forested Muçunungas adjacent to the restingas have distinct floristic diversity of those surrounded by the Coastal Atlantic Forest; (ii) the Forested Muçununga is floristically more related to the Forest of Restinga than with the Atlantic Forest. In each environment, were plotted three samples of 20 × 20 m. We evaluated the vegetation structure, floristic composition, vertical and diametric distribution, the Shannon-Weaver diversity and evenness in the environments of Aparaju and Juerana. An analysis of similarity was performed comparing the study areas with other forest ecosystems, using the similarity index of Sørensen. The forested muçunungas adjacent to the restingas (Aparaju) present floristic diversity similar to those surrounded by the Coastal Atlantic Forest (Juerana). The similarity analysis separated the areas of Juerana and Aparaju, which showed 41% of similarity, meaning that there is a floristic heterogeneity among the forested muçunungas vegetations. Moreover, though the flora of the forested Muçunungas has higher similarity to the Forests of Restinga, the similarity level is low, meaning that forested muçunungas presents a differentiated flora. Chapter IV is designed to test the hypothesis that non-forested muçunungas are floristically more related to the restingas areas than to rock montane fields. To test this

hypothesis, three environments of non-forested Muçununga were compared floristically with other non-forest formations of Muçununga and Restinga, and with areas of Rock Montane Fields. To study the community structure, the scale of cover value and abundance of Braun-Blanquet was used. The species were classified in the Raunkiaer life form of plants. The families with highest species richness were Melastomataceae, Asteraceae, Cyperaceae and Poaceae. In all environments predominated the chamaephytes life form. The similarity analysis returned three main groups, demonstrating a greater similarity of the non-forested Muçunungas with areas of Restinga. However, this similarity is low, leading to the conclusion that despite the proximity of the muçunungas with some restinga areas and similar environmental and soil properties between them, the non-forested muçunungas constitute a distinct ecosystem. Finally, in Chapter V, we runned a canonical correspondence analysis between the plots of forested Muçunungas and soil variables. A soil sample was collected on the surface (0-10 cm) inside each plot. Soil samples were subjected to physical and chemical routine analysis. The final CCA was runned with the variables contents of calcium (Ca^{2+}), phosphorus (P), exchangeable aluminium (Al^{3+}) and organic carbon, and total cation exchange capacity (total CEC). With the same variables, another CCA was performed including the distance of the study sites from the coastline. The Monte Carlo Permutation Procedure was used to test the significance of species-environment correlations. Despite the surface soils generally present sandy texture, strongly acidic pH, low nutrient content and high aluminium saturation, some groups of species were significantly correlated with higher total cation exchange capacity, higher levels of organic carbon, Ca^{2+} and Al^{3+} . However, the CCA held including the distance from the sea comprised most of the variance, contributing more significantly than the soil characteristics alone for the distribution and abundance of tree species in the forested muçunungas.

INTRODUÇÃO GERAL

O verbete Muçununga, de origem tupiguarani, refere-se à terra arenosa, úmida e fofa (Ferreira, 1986). As muçunungas são enclaves de vegetação estabelecidos sobre estes solos arenosos, apresentando formações desde campestres até florestais (Meira Neto et al., 2005; Saporetti Junior, 2009). Elas ocorrem em domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991), conhecida também como Floresta de Tabuleiro, por ocorrer sobre os Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987).

No Espírito Santo, as formações de Muçununga com predomínio de espécies herbáceas são conhecidas como campos nativos, ou apenas “nativos” (Araujo et al., 2008). Segundo os mesmos autores, os campos nativos parecem exclusivos da Floresta de Tabuleiro do norte do Espírito Santo e sul da Bahia. Contudo, Barbosa (1996) cita também a existência de áreas de solo arenoso onde se desenvolve uma formação vegetal fisionomicamente diferente da Floresta de Tabuleiro de seu entorno, no estado da Paraíba.

As formações florestais de Muçununga muitas vezes confundem-se com a floresta circundante, principalmente em seus estágios iniciais de sucessão (Simonelli, 2007). Contudo, existem diferenças florísticas e estruturais entre a Floresta de Tabuleiro e as Muçunungas florestadas. Conforme demonstrado por Simonelli (1998), as muçunungas apresentam árvores de menor porte e diâmetro, e a sua composição florística se assemelha mais com áreas de Floresta de Restinga. As causas apontadas para tal semelhança são relativas às propriedades do solo, de maneira geral arenoso e pobre em nutrientes (Simonelli, 1998).

Sendo as classes de solo predominantes nas muçunungas e nas restingas os Espodossolos e os Neossolos Quartzarênicos (Oliveira, 2007), suspeita-se que pode haver semelhanças florísticas entre estes ecossistemas. Também os campos rupestres e as campinas e campinaranas amazônicas apresentam características edáficas semelhantes àquelas encontradas nas restingas e nas muçunungas (Martins & Matthes, 1978; Veloso et al., 1991; Dias et al., 2003; Rebelo & Williamson, 1996), podendo compartilhar espécies em comum.

São escassos os trabalhos sobre a flora das muçunungas (Simonelli, 1998; Meira Neto et al., 2005; Araujo et al., 2008; Saporetti Junior, 2009), mas seus solos já foram mais estudados, em trabalhos realizados por autores que avaliaram toposequências ou

realizaram levantamentos de solo em áreas dos Tabuleiros Costeiros, a citar: Abrahão (1995), Embrapa (2000), Moureau et al. (2006), Oliveira (2007) e Saporetti Junior (2009). Visando contribuir para enriquecer os conhecimentos acerca da vegetação das Muçunungas e seus solos, este trabalho possui os seguintes objetivos, que serão tratados em diferentes capítulos:

- Realizar o levantamento dos solos em dois gradientes sob fitofisionomias de Muçununga e plantios de eucalipto na região dos Tabuleiros Costeiros do sul da Bahia, e determinar as alterações nas propriedades edáficas como resultado do processo de podzolização (Capítulo I);

- Investigar as alterações nas propriedades edáficas e a seleção de partículas de solo proporcionadas pela pedobioturbação ocasionada por térmitas na construção de seus montículos, em diferentes vegetações de Muçununga e plantios de eucalipto adjacentes (Capítulo II);

- Determinar a estrutura, a composição e a diversidade florística de ambientes de muçununga florestada e realizar análises de similaridade florística com outros ecossistemas florestais (Capítulo III);

- Avaliar a composição, a cobertura vegetal e a diversidade florística de ambientes de muçununga não florestada e realizar análises de similaridade florística com áreas de Campo Rupestre e Restinga (Capítulo IV);

- Estabelecer relações entre as propriedades edáficas e a distribuição de espécies em ambientes de muçununga florestada (Capítulo V).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de Camadas Adensadas em Solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.

Araujo, D.S.D.; Pereira, O.J.; Peixoto, A.L. 2008. Campos Nativos at the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 365-388.

Barbosa, M.R.V. 1996. **Estudo florístico e fitossociológico da mata do buraquinho, remanescente de mata atlântica em João Pessoa, PB**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.

Dias, H.C.T.; Schaefer, C.E.G.R.; Fernandes Filho, E.I.; Oliveira, A.P.; Michel, R.F.M.; Lemos Jr., J.B. 2003. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no

- Parque Estadual do Ibitipoca (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27: 469-481.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2000. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 111 p.
- Ferreira, A.B.H. 1986. **Novo dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro. Nova Fronteira.
- Martins, F.R.; Matthes, L.A.F. 1978. Respiração edáfica e nutrientes na Amazônia (Região de Manaus): floresta arenícola, campinarana e campina. **Acta Amazonica** 8 (2): 233-244.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza, A.L.; Lana, J.M.; Valente, G.E. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Mussununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore** 29 (1): 139-150.
- Moreau, A.M.S.S.; Ker, J.C.; Costa, L.M.; Gomes, F.H. 2006. Caracterização de solos de duas toposequências em Tabuleiros Costeiros do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1007-1019.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 102 f.
- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548 p.
- Rebello, C.F.; Williamson, G.B. 1996. Driptips vis-a-vis soil types in Central Amazonia. **Biotropica** 28 (2): 159-163.
- Saporetto Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Simonelli, M. 1998. **Comparação florística e estrutura do estrato arbóreo de uma muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101 p.
- Simonelli, M., 2007. Diversidade e Conservação das Florestas de Tabuleiros no Espírito Santo. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. p. 21-32. Vitória: EDUFES.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124 p.

CAPÍTULO I

GRADIENTES DE SOLOS SOB VEGETAÇÕES DE MUÇUNUNGA E PLANTIOS DE EUCALIPTO NO SUL DA BAHIA

RESUMO

Gradientes típicos de áreas dos Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras iniciam-se com Latossolos e Argissolos Amarelos nas partes mais altas do relevo, passando a Argissolos Acinzentados e Espodossolos Hidromórficos nas áreas deprimidas. É nestas áreas abaciadas do terreno que ocorrem as muçunungas, sobre solo arenoso originado do processo de extrema dissolução de argila e iluviação de matéria orgânica. Para testar a hipótese de que variações nas fitofisionomias de Muçununga estão relacionadas a diferentes propriedades do solo, este trabalho teve como objetivo descrever dois gradientes de solos sob ambientes de Muçununga e plantios de eucalipto, na região sul da Bahia, caracterizando os solos e determinando as alterações em suas propriedades como resultado dos processos de podzolização e translocação de argila. Foram separados seis pedoambientes no gradiente denominado Juerana e cinco no gradiente da área de Aparaju. Em cada pedoambiente foi descrito um perfil de solo e foram abertas duas trincheiras adicionais para coleta de amostras de solo de 20 em 20 cm até a profundidade de um metro. As amostras de solo foram submetidas a análises físicas e químicas. Foram realizados testes de correlação por postos de Spearman entre as propriedades dos solos e as camadas de profundidade em cada pedoambiente, e foram obtidas as correlações entre estas propriedades para Espodossolos e Argissolos, em diferentes profundidades. De maneira geral, os solos dos gradientes são arenosos, distróficos, ácidos e álicos, com maior concentração de nutrientes à superfície. A matéria orgânica assume importante papel na capacidade de troca catiônica destes ambientes oligotróficos e arenosos das muçunungas, e o acúmulo de carbono orgânico nos horizontes espódicos está relacionado com maiores teores de argila. Resta nestes horizontes a matéria orgânica mais recalcitrante, pois os ambientes hidromórficos, apesar de proverem condições para acúmulo de matéria orgânica, também constituem áreas de perda de carbono por meio da drenagem através do perfil de complexos organometálicos de maior mobilidade, principalmente ligados a Al. As muçunungas não florestadas ocorrem nos locais onde o processo de podzolização foi mais intenso, ao passo que as muçunungas florestadas ocorrem sobre Espodossolos ou Argissolos mais profundos, ou sobre solos transicionais, com teores de argila maiores em subsuperfície.

Palavras-chave: classificação de solos; Tabuleiros Costeiros; podzolização.

CHAPTER I
GRADIENTS OF SOILS UNDER MUÇUNUNGA VEGETATION AND
EUCALYPTUS PLANTATION IN SOUTH BAHIA, BRASIL

ABSTRACT

Typical toposequence of the Coastal Plains begin with Yellow Oxisols and Ultisols in the highest parts of the relief, passing through Grayish Ultisols and Hydromorphic Spodosols in depressed areas. It is in these depressed areas that the muçunungas occur, over sandy soil originated from the process of extreme clay dissolution and illuviation of organic matter. To test the hypothesis that the Muçununga's physiognomies are related to distinct soil properties, this paper aims to describe two soil toposequences over environments of Muçununga and adjacent eucalyptus plantations, in south Bahia, characterizing the soils and determining the changes in their properties as the result of the processes of podzolization and translocation of clay. Six environments were separated in the gradient of Juerana and five in Aparaju. In each environment a soil profile was described and two additional trenches were dug to collect soil samples from 20 to 20 cm until a depth of one meter. Soil samples were subjected to physical and chemical routine analysis. Tests of Spearman correlation were performed between soil properties and depth layers in each environment, and correlation values were obtained between these properties to Spodosols and Ultisols, at different depths. In general, the soils of the gradients are sandy, dystrophic, acidic and with high Al saturation, with a higher concentration of nutrients on the surface. Organic matter plays an important role in the cation exchange capacity of these oligotrophic and sandy environments where muçunungas occur, and the accumulation of organic carbon in spodic horizons is related with higher levels of clay. The more recalcitrant organic matter remains in the spodic horizons, because hydromorphic environments, besides contribute to accumulate organic matter, may also lead to carbon loss through drainage along the profile of organometallic complexes of greater mobility, mainly linked with Al. The non-forested muçunungas occurred in places where the podzolization process was stronger, whereas forested Muçunungas were over deeper Spodosols or Ultisols, or under transitional soils, with higher clay content in subsurface layers.

Keywords: soil classification; Coastal Plains; podzolization.

1. INTRODUÇÃO

As muçunungas constituem um tipo peculiar de vegetação que ocorre em meio à Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (classificação de Veloso et al., 1991), mais popularmente conhecida como Floresta de Tabuleiro, por ocorrer sobre depósitos do Grupo Barreiras denominados Tabuleiros Costeiros (RadamBrasil, 1987). A origem dos sedimentos do Grupo Barreiras é fluvial, sendo sua fonte atribuída ao desmonte de estruturas geomorfológicas continentais. Estes sedimentos areno-argilosos de idade Terciária a Quaternária foram depositados sobre o Embasamento Cristalino antes do Holoceno - época mais recente do Quaternário -, em pleno período das glaciações (RadamBrasil, 1987). No Nordeste, Mabesoone (1972) sugeriram que a deposição do Grupo Barreiras tenha envolvido eventos desde o Oligoceno até antes do Holoceno. Contudo, existe grande controvérsia acerca da idade deste Grupo, devido ao seu pobre conteúdo fossilífero (Arai, 2006).

Os sedimentos do Grupo Barreiras são tipicamente pobres em ferro, caulíníticos e com esqueleto quartzoso mal selecionado (UFV, 1984). A uniformidade de atributos químicos, físicos e mineralógicos dos sedimentos não propicia grandes variações pedológicas sobre esse material previamente intemperizado, sendo as variações pedológicas determinadas por diferenças na granulometria e na drenagem (UFV, 1984). Como resultado da pedogênese atuando sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, seus solos possuem fração arenosa onde se destaca o quartzo como mineral dominante, e fração argila onde predomina a caulinita, com teores muito baixos de óxidos de Fe, sendo geralmente bastante pobres em bases mesmo onde o teor de argila é maior (Abrahão, 1995).

A ocorrência de Argissolos Acinzentados e Espodossolos Hidromórficos, bem como Plintossolo ou Argissolo plíntico em áreas mais abaciadas dos Tabuleiros Costeiros, podem apresentar papel importante no armazenamento de água (Corrêa, 2005). Ucha et al. (2002) afirmam que estas áreas deprimidas foram formadas de fraturas nos sedimentos do Grupo Barreiras. Contudo, a arenização não segue alinhamento preferencial, uma vez que as muçunungas apresentam-se na forma de manchas que variam desde circulares e amebóides até alongadas, acompanhando a drenagem (Saporetti Junior, 2009; Schaefer et al., dados não publicados). Outra hipótese, segundo Jacomine (1974) e Abrahão (1995), é de que a drenagem subterrânea nos corpos calcários subjacentes ao Grupo Barreiras tenha formado cavernas que, após abatimento de seus tetos, originou pseudo-dolinas. O entupimento da drenagem

subterrânea teria permitido a elevação do lençol freático, condicionando o ambiente à possibilidade de desenvolvimento de Espodosolos Hidromórficos. Porém, no sul da Bahia, os depósitos de calcário estão localizados na faixa litorânea de idade mais recente (RadamBrasil, 1987).

De acordo com Saporetti Junior (2009), as muçunungas parecem estar relacionadas a locais com maior precipitação, podendo indicar climas atuais ou pretéritos úmidos ou superúmidos, com prevalência de processos pedogenéticos que levaram à destruição de argilas, mobilidade de complexos organo-minerais e perdas acentuadas de nutrientes. O acúmulo de água em porções rebaixadas do relevo ou pequenas depressões de platôs (Schwartz, 1988) ocasionaria um ambiente propício à ocorrência de ferrólise (Brinkman, 1970), promovendo a gênese dos Espodosolos no domínio dos Tabuleiros Costeiros.

A podzolização é um processo que responde pelos solos que se caracterizam por mudanças texturais em função da migração de argilas e/ou matéria orgânica. Já a ferrólise é mencionada na literatura como um importante mecanismo para explicar a destruição de argilas e o contraste textural de alguns solos (Van Ranst & De Coninck, 2002) tendo, portanto, papel não apenas na gênese de Espodosolos, como também de Argissolos. No processo de ferrólise, seqüências de ciclos alternados de redução e oxidação levam à lixiviação de cátions solúveis e parte do alumínio, na forma de polímeros solúveis, e à destruição de parte do argilomineral, tornando a textura do perfil diferenciada. A acidólise, com intensa destruição de argila e migração lateral de ácidos húmicos, também é um importante processo na gênese dos Espodosolos (Moreau et al., 2006a).

A presença de material mais grosseiro no solo facilita o processo de eluviação pelo baixo efeito de cargas, dando origem a horizontes minerais subsuperficiais cimentados, denominados duripã e fragipã, resultante da migração de compostos organometálicos e compostos de alumínio, ferro e sílica amorfos (Embrapa, 2006). Ucha et al. (2002) determinaram, por meio de datação com ^{14}C , que o processo de formação dos duripãs data de cerca de 27.100 anos AP, que corresponde ao período Quaternário.

Como resultado do processo de podzolização, os solos tornam-se mais pobres em bases trocáveis e mais arenosos. É nestas áreas de predominância de Espodosolos, nas porções abaciadas do terreno, que se encontram as Muçunungas. A vegetação natural das Muçunungas é adaptada às particularidades do ambiente. Segundo Corrêa

(2005), as áreas popularmente referenciadas como Muçunungas (solos arenosos que acumulam água) ocupam extensão de terra expressiva no Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, mas devido à baixa produtividade, vêm sendo restringidas para exploração agrícola e florestal.

Este trabalho testa a hipótese de que as variações nas fitofisionomias de Muçununga estão relacionadas a diferentes propriedades do solo. O objetivo foi realizar o levantamento dos solos em dois gradientes sob fitofisionomias de Muçununga e plantios de eucalipto adjacentes, na região dos Tabuleiros Costeiros do Sul da Bahia, e determinar as alterações nas propriedades edáficas como resultado do processo de podzolização. Também foram avaliadas as alterações nas propriedades do solo em profundidade nas fitofisionomias estudadas e estabelecidas correlações entre estas propriedades a diferentes profundidades em Argissolos e Espodosolos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição das áreas de estudo

As áreas de estudo estão localizadas em propriedade da Fibria nos municípios de Caravelas e Alcobaça, extremo sul do estado da Bahia (Figura 1). A Fibria Unidade Aracruz possui 173 mil ha de área total em sua regional no Sul da Bahia, sendo aproximadamente 98 mil ha de plantios de eucalipto e 63 mil de áreas protegidas. Em suas áreas protegidas, a vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Velooso et al., 1991), e possui ecossistemas associados como Restinga e Muçununga em suas fisionomias florestais, arbustivas e herbáceas. Segundo Saporetti Junior (2009), apesar da Muçununga não ser oficialmente reconhecida como um ecossistema associado à Floresta Atlântica, existem evidências florísticas e estruturais para isso.

A Empresa possui diversas áreas de Muçununga mapeadas no Extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo com a denominação de Muçununga herbáceo-arbustiva, nomenclatura que abrange formações tanto campestres quanto arbustivas e combinações na forma de ilhas de arbustos em áreas de campo. Esta fitofisionomia de Muçununga ocupa pouco mais de 12 mil ha das áreas da empresa na Regional Florestal Bahia, o que corresponde a aproximadamente 19,5 % de sua área protegida e 7 % de sua base territorial nesta regional (Base de uso do solo Fibria / setembro de 2009). Nesta Regional, foram mapeados cerca de 2.580 polígonos de Muçununga não florestada, com

área variando entre 0,01 e 780 ha, quase 84 % com área inferior a 5 ha, resultando numa média de área de 4,75 ha (Base de uso do solo Fibria / setembro de 2009). A Muçununga florestada é atualmente mapeada como Floresta Atlântica, possivelmente em seus estágios iniciais de regeneração. Está sendo realizado um trabalho de atualização da base de vegetação da Fibria Unidade Aracruz, onde se prevê o mapeamento de duas fitofisionomias gerais de Muçununga, separando-se as florestadas das não florestadas.

No município de Caravelas-BA, a área de estudo possui aproximadamente 150 ha e está localizada a aproximadamente 35 km do mar em linha reta (coordenadas UTM 24 S: 444976 / 8048515). Por estar próxima a localidade de Juerana, este foi o nome escolhido para a área. Nesta área, foram separadas quatro vegetações de Muçununga e duas áreas de plantio de eucalipto em diferentes condições ambientais: (i) Muçununga florestada (MF-J); (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-J); (iii) Muçununga arborizada aberta; (MAA-J) (iv) Muçununga graminóide (MG-J); (v) Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide (PEB-J) e (vi) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-J) (Anexo I).

Já em Alcobaça-BA, a área de estudo possui cerca de 110 ha e encontra-se próxima da localidade de Aparaju (coordenadas UTM 24 S: 469428 / 8051937). Constitui uma área de transição com a Restinga, localizando-se a aproximadamente 10 km do mar em linha reta. Na área de Aparaju, foram separados cinco pedoambientes, sendo quatro sob vegetações de Muçununga e um em plantio de eucalipto: (i) Muçununga gramíneo-lenhosa (MGL-A); (ii) Capão de Muçununga florestada (CMF-A); (iii) Borda da Muçununga florestada (BMF-A); (iv) Muçununga florestada (MF-A); (v) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-A) (Anexo II).

Pela classificação de Köppen, na região sul da Bahia, o clima que corresponde à parte leste até o litoral é Af – tropical quente e úmido em que o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm - e a oeste, pelo traçado que corta municípios como o de Teixeira de Freitas é Am - tropical chuvoso de monção, com inverno seco, onde o mês menos chuvoso acusa precipitação inferior a 60 mm (Embrapa, 2000). Os seguintes dados foram levantados de 1988 a 2009 na estação meteorológica mais próxima da Fibria (coordenadas UTM 24 S: 467581 / 8057786; altitude de 71,4 m), localizada no município de Alcobaça-BA: temperatura média anual de 24,7°C; amplitude térmica entre as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro – temperatura média máxima de 31,3°C) e mais frio (agosto

– temperatura média mínima de 18,1°C) de 4,4°C; e precipitação média anual de 1.589,4 mm, sendo o mês mais chuvoso novembro (média de 238,4 mm) e menos chuvoso agosto (média de 87,1 mm).

2.2. Descrição de perfis de solo e amostragem por pedoambiente

Em cada pedoambiente foi descrito um perfil de solo e foram coletadas amostras de solo de seus horizontes genéticos. Em Juerana, os perfis encontram-se num gradiente que começa na Muçununga florestada (MF-J) e vai até os plantios de eucalipto: MF-J (P1); BMF-J (P2); MAA-J (P3); MG-J (P4); PEB-J (P5) e PET-J (P6). Em Aparaju, o gradiente inicia-se na Muçununga gramíneo-lenhosa e termina em plantio de eucalipto próximo: MGL-A (P7); CMF-A (P8); BMF-A (P9); MF-A (P10); PET-A (P11).

Os locais de coleta dos perfis foram georreferenciados por GPS (“Global Positioning System”). A classificação levou em consideração informações sobre material de origem, clima, relevo, descrição morfológica e análises físico-químicas (segundo Embrapa, 1997; 2006). Foram abertas duas trincheiras adicionais por pedoambiente para a coleta de três amostras de solo de 20 em 20 cm até a profundidade de um metro, totalizando 90 amostras em Juerana e 75 amostras em Aparaju.

2.3. Análises físicas e químicas de solo

O material coletado foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneira de malha de 2 mm para se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises físicas e químicas de rotina, segundo Embrapa (1997), para a determinação dos teores de areia grossa, areia fina, silte e argila, de pH em água (relação solo:solução de 1:2,5); fósforo, sódio e potássio trocáveis (Extrator Mehlich-1); cálcio, magnésio e alumínio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹ na relação 1:10); H + Al (Extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ na relação 1:10 e pH 7,0); carbono orgânico (método de Walkley-Black) e fósforo remanescente (Alvarez et al., 2000). Foi calculada a soma de bases (SB = Ca + Mg + K + Na); a saturação por bases ($V = 100 \text{ SB/T}$); as capacidades de troca catiônica total ($T = \text{SB} + \text{Al} + \text{H}$) e efetiva ($t = \text{SB} + \text{Al}$); e a saturação por alumínio ($m = 100 \text{ Al/t}$).

2.4. Análises estatísticas

Foram realizados testes de correlação de Spearman (Siegel, 1975) entre propriedades físicas e químicas dos solos com as camadas de profundidade do solo em cada pedoambiente. Esta correlação também foi calculada entre as propriedades de solo

pH, Al³⁺, Fe, SB, t, T, Corg e % de argila para Espodosolos e Argissolos a diferentes profundidades. Estas análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características morfológicas e classificação dos solos

No gradiente de Juerana, a classificação dos solos no primeiro nível categórico variou de Argissolos à Espodosolos (perfis P1 a P6) (Figura 2; Tabelas 1 e 2). Os primeiros ocorreram nos plantios de eucalipto da borda com a Muçununga graminóide (PEB-J) e de solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-J) e na Muçununga florestada (MF-J). Já os Espodosolos ocorreram nos demais pedoambientes: Muçununga graminóide (MG-J), Muçununga arborizada aberta (MAA-J) e borda da Muçununga florestada (BMF-J).

Em Aparaju ocorreram as mesmas classes de solo (perfis P7 a P11), com algumas diferenças nas características morfológicas, físicas e químicas (Tabelas 1 e 2). Os Argissolos ocorreram no topo, sob plantio de eucalipto (PET-A) e a Muçununga florestada (MF-A) e sua borda (BMF-A), enquanto os Espodosolos ocorreram sob o Capão de Muçununga florestada (CMF-A) e Muçununga gramíneo-lenhosa (MGL-A) (Figura 3; Tabelas 1 e 2). Ucha et al. (2002) explicam que, no passado, as depressões ocasionadas por fraturas nos sedimentos do Grupo Barreiras constituíram o foco de transformações pedológicas em direção aos solos das bordas, transformando Latossolos Amarelos em Argissolos e Argissolos em Espodosolos com duripã.

Gradiente semelhante de Argissolos a Espodosolos foi descrito por Moreau et al. (2006a), que verificaram nítida variação textural, com incremento de areia no sentido do Espodosolo, atribuído à possível destruição de argila por acidólise. Segundo a autora, outras hipóteses para a gênese dos Espodosolos nos Tabuleiros são: (i) desenvolvimento a partir de material das fácies de granulometria grosseira do próprio Barreiras; (ii) deposição de material arenoso do Quaternário sobre o Barreiras.

As características morfológicas dos solos, como cor, consistência e estrutura, variaram entre os diferentes perfis nos dois gradientes estudados (Tabela 1).

3.1.1. Gradiente de Juerana

Do centro da Muçununga florestada (MF-J) para a borda (BMF-J) observa-se a transição de um Argissolo Acinzentado Distrófico típico (P1) para um Espodosolo Ferrihumilúvico Hidromórfico espessarênico (P2) (Tabela 1). No primeiro, ocorre um princípio de podzolização, evidenciado pelos horizontes E e EBh, porém seguidos de horizontes texturais (Bt1 e Bt2), estes com morfologia latossólica. No P2, houve eluviação de Fe e matéria orgânica no perfil do solo gerando os horizontes EBh, Bhs e Bs a partir de 40 cm de profundidade até 105 cm, seguido de outro horizonte eluvial (2 EC) e com formação de ortstein (2 Bs). Estes dois níveis de eluviação e a ocorrência de nódulos em Bhs e Bs evidenciam um rebaixamento recente do lençol freático nesta área e um princípio de podzolização. Em ambos os perfis, as raízes se concentram no horizonte A.

O perfil P3, sob a Muçununga arborizada aberta (MAA-J), foi classificado como um Espodosolo Ferrihumilúvico Hidromórfico dúrico, denotando a eluviação de Fe e matéria orgânica facilitada pela estrutura em grãos simples nos horizontes A (Tabela 1). Isto implica em baixo efeito de cargas e facilidade de movimentação de matéria orgânica ligada a Fe e/ou Al. A partir de 80 cm de profundidade, este perfil sofre um impedimento físico pela presença de duripã, camada muito dura que não esboroa quando imersa em água, situação em que se encontrava no campo, com água de coloração escura do lençol freático nesta profundidade. Segundo Saporetti Junior (2009), a presença de horizontes cimentados nos Espodosolos condiciona um acúmulo muito grande de água, fazendo com que os solos das muçunungas funcionem como importantes reservatórios de água. Por isso, preservar este tipo de vegetação é fundamental para garantir a qualidade e quantidade do suprimento de água na sua região de ocorrência.

Moreau et al. (2006b) encontrou maiores valores de Si e Al extraídos por oxalado em relação à DCB (ditionito-citrato-bicarbonato de sódio) em Espodosolo com caráter dúrico no Sul da Bahia, o que revela a participação de sílica e alumínio amorfos como agentes cimentantes, sendo constatada menor participação de Fe no material amorfo extraído neste Espodosolo. Corrêa (2005) também verificou que, devido às suas maiores concentrações, as formas de baixa cristalinidade de Al e Si desempenham um papel relevante na gênese dos fragipãs estudados, principalmente naqueles presentes nos Espodosolos.

A flutuação do lençol freático em nível elevado limita o desenvolvimento de espécies arbóreas na MAA-J, de modo que as raízes das plantas são raras a partir de 25 cm da superfície e inexistentes a partir de 70 cm (Tabela 1). A condição de hidromorfismo local favorece a formação de horizonte A húmico. Segundo Guerra et al. (2008), independente da textura dos solos, a condição de hidromorfismo leva ao acúmulo de grande quantidade de matéria orgânica em função da lenta transformação dos resíduos orgânicos em ambiente anaeróbio. A presença abundante de cupinzeiros de coloração escura denuncia a presença de elevada concentração de carbono orgânico no solo.

No pedoambiente da Muçununga graminóide em Juerana (MG-J), com predomínio plantas herbáceas e arbustos esparsos, o solo foi classificado como Espodossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico espessarênico (Tabela 1), uma vez que não foi verificada a presença de duripã até 1 m de profundidade, como no P3. O ambiente hidromórfico limita o desenvolvimento de raízes a partir de cerca de 80 cm de profundidade (Tabela 1). Apesar da mesma classificação que o P2, este solo é menos profundo, com horizonte C a 90 cm de profundidade. Observaram-se dois níveis de “*pipping*”, demonstrando destruição de argila em fluxo lateral, o que indica rebaixamento do lençol freático. Todos os Espodossolos deste gradiente (P2, P3 e P4) apresentaram transição do horizonte eluvial para o espódico subjacente clara e ondulada (Tabela 1), o que sugere variações dos fluxos de água no solo.

As vegetações de porte mais baixo (MG-J e MAA-J) estão relacionadas aos Espodossolos onde o lençol freático atinge níveis mais elevados. Similarmente, em região de ocorrência de areias brancas no Nordeste do Amazonas, a identificação dos Espodossolos é facilitada pela presença de vegetação de campina, que ocorre nos locais de cotas mais baixas e com freqüentes exposições de saprolito e do Arenito Manaus próximo à superfície (Horbe et al., 2003).

Os horizontes E, EBh e Bhs do P2 apresentam coloração úmida e seca de cinzento-escura a preta, com valor menor ou igual a 4 e croma igual a 1 (Tabela 1). Ao contrário, os horizontes eluviais do P3, E1 e E2, apresentam coloração úmida cinzento-clara e seca branca, com valores maiores ou iguais a 7 e croma 1 (Tabela 1). Por apresentar E alábico, o pedoambiente P3 (MAA-J) é regionalmente conhecido como Muçununga branca, de acordo com Oliveira (2007), ao passo que P1 (MF-J) e P2 (BMF-J) seriam conhecidos como Muçunungas pretas.

Os perfis P5 e P6 encontram-se sob plantios de eucalipto, sendo o P5 na borda com o MG-J, apresentando um Argissolo Acinzentado Distrocoeso típico (Tabela 1). Este solo representa uma transição do Espodossolo do MG-J para o Argissolo Amarelo Distrocoeso abruptico do P6. Evidência clara desta situação de transição é o horizonte Bh em P5, bem como indícios de forte ferrólise e segregação de ferro no horizonte C (> 200 cm). Os mosqueados dos horizontes BC e C demonstram que o nível de flutuação do lençol freático alcança 120 cm tanto em P5 quanto em P6, e não ocorrem concreções (Tabela 1). O P5 apresenta forte coesão no Bt, de 70 a 120 cm, razão pela qual as raízes são raras a partir desta profundidade. No P6, a partir de 40 cm da superfície do solo ocorrem poucas raízes, em consequência do caráter abruptico. A estrutura fraca média e/ou grande em blocos subangulares observada nos horizontes B do P5 e do P6 torna-se tributária para a evolução do quadro de adensamento de camadas subsuperficiais (Tabela 1).

3.1.2. Gradiente de Aparaju

No pedoambiente do MGL-A (P7), a estrutura do solo em grãos simples nos três primeiros horizontes facilitaram a eluviação de matéria orgânica e ferro para a formação dos horizontes espódicos subjacentes e duripã, a 100 cm da superfície (Tabela 1). Observou-se a presença de dois níveis de migração de Fe, em Bhs e Bs, havendo nódulos abundantes, grandes, duros e irregulares em Bhs e mosqueados comuns, médios e grandes proeminentes em Bs, indicando flutuação do lençol freático. As raízes das plantas deste pedoambiente tornam-se raras a partir do Bhs, a 55 cm de profundidade, e inexistentes no Bs, a partir de 80 cm (Tabela 1). Os horizontes eluviais E e EBh do Espodossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico dúrico (Tabela 1) deste pedoambiente apresentam coloração cinzento muito escura em solo úmido e cinzenta em solo seco, ambos com croma 1, assim como constatado para os horizontes eluviais dos Espodossolos da Muçununga graminóide e da Muçununga arborizada aberta de Juerana (MG-J e MAA-J), mas apresentando valor intermediário ao destes pedoambientes (Tabela 1). Também ocorrem abundantes cupinzeiros escuros neste pedoambiente.

O solo seguinte no gradiente é um Espodossolo Humilúvico Órtico espessarênico (P8), onde há acumulação completa de matéria orgânica intergranular, formando horizontes Bh cumulativos, dada a coloração escurecida até 140 cm de profundidade (Tabela 1). Os valores da coloração em solo úmido são menores ou iguais a 3, e no solo seco menores ou iguais a 4. Em todos os casos o croma não passa de 2 (Tabela 1). Em função da ausência de impedimentos físicos no solo até 70 cm de

profundidade, as raízes se tornam poucas apenas a partir desta profundidade, mas ocorrem em todo o perfil (Tabela 1).

O P7 apresentou transição abrupta ondulada de EBh para Bh e clara ondulada de E para EBh, à semelhança dos Espodosolos do gradiente de Juerana (Tabela 1). Já o P8 não apresentou horizonte eluvial e a transição do horizonte A2 para o Bh1 foi gradual ondulada, refletindo a pedogênese incipiente e a homogeneidade do material do perfil.

O Argissolo Acinzentado Distrófico típico (P9) da borda da Muçununga florestada (BMF-A) marca a transição para ambientes de maior porte da vegetação. Este solo apresenta um horizonte espódico abaixo de horizonte eluvial, seguido de horizontes texturais (Tabela 1). O lençol freático encontra-se a 150 cm de profundidade, sendo sua evidência a presença de mosqueados comuns grandes difusos em BC. As raízes tornam-se raras a esta profundidade (Tabela 1).

Os solos da Muçununga florestada (MF-A) e do plantio de eucalipto (PET-A) foram classificados como Argissolo Amarelo Distrocoeso abrupto (P10 e P11). À aproximadamente 75 cm de profundidade ocorre forte coesão nestes dois perfis, de modo que a partir deste ponto as raízes tornam-se raras (Tabela 1). Associado à flutuação do lençol freático, a dureza do material pode manter a água por mais tempo no local, levando à ocorrência do processo de ferrólise. Contudo, não foram observados mosqueados ou concreções nestes perfis (Tabela 1).

Sob mata, o maior teor de carbono orgânico nos horizontes superficiais possibilita a formação de estrutura granular média e grande no horizonte superficial (Tabela 1). P10 e P11 apresentam horizontes eluviais (E) e horizonte EBh, resultado da incipiente iluviação de matéria orgânica da superfície.

3.2. Características físicas dos solos

Na maioria dos horizontes de solo predominou a fração areia grossa (Tabela 2), da mesma forma que nos perfis de solo dos trabalhos de Saporetti Junior (2009) e Oliveira (2007), também realizados em áreas de muçununga no sul da Bahia. Em perfis com predomínio de areia grossa é facilitada a migração de compostos organometálicos para camadas mais profundas pelo baixo efeito de cargas nas camadas superiores, condicionando à formação de horizonte B espódico. Nos pedoambientes de plantio de eucalipto (P5, P6 e P11) e de Muçununga de porte florestal (P1, P2, P8, P9 e P10) nos gradientes de Juerana e Aparaju, a proporção da fração argila aumentou

significativamente com a profundidade, o oposto ocorrendo com a proporção de areia (Tabela 3).

O acréscimo de argila em profundidade resultou na formação de horizontes coesos, sendo observado caráter abrupto nos Argissolos do P6, P10 e do P11 (Tabela 2). Moreau et al. (2006b) refutam a hipótese de que os horizontes coesos têm sua gênese associada à presença Si e Al amorfos, uma vez que não houve tendência de aumento destes nos horizontes coesos dos solos por ela estudados. Corrêa (2005) também encontrou teores de Fe, Si e Al extraídos por DCB (ditionito-citrato-bicarbonato de sódio) e oxalato que sugerem que a gênese dos horizontes coesos não se deve à presença de agentes cimentantes. Outras hipóteses tentam explicar a coesão destes solos, como: herança do próprio sedimento de origem dos solos aliada à compressão causada pelo peso estático da camada superior (Anjos, 1985; Fonseca, 1986); ajuste face-a-face de argilominerais do tipo caulinita em ambiente com baixos teores de óxidos de ferro e alumínio (UFV, 1984); entulhamento de partículas de argila oriundas dos horizontes superiores, que preencheriam poros (Achá-Panoso, 1976). Mais recentemente, Corrêa (2005) confirmou este último modelo, porém demonstrou, por meio de análise micromorfológica, que a movimentação maior é de argilas muito finas (principalmente menores que 0,2 µm) translocadas na forma de argila dispersa.

A eluviação da argila para camadas mais profundas é característica determinante para o enquadramento dos solos na classe dos Argissolos, mas também foi observado incremento de argila nos horizontes espódicos, sobretudo nos horizontes Bhs e Bs, em relação aos eluviais. No P2, localizado na BMF-J, este incremento foi maior no segundo nível de podzolização (horizonte 2 Bs).

A correlação das frações areia e argila com a profundidade não foi significativa para os ambientes de muçununga não florestada (P3, P4 e P7) (Tabela 3), onde o processo de destruição de argila já foi mais intenso, resultando na arenização de toda a extensão dos perfis até um metro de profundidade, com pequeno incremento de argila apenas nos horizontes espódicos. A textura arenosa destes perfis leva à perda de carbono orgânico do solo, formando as águas escurecidas ricas em ácidos orgânicos. De acordo com Reeve & Fergus (1982), as areias quartzozas brancas do horizonte A da área de Espodosolos por eles estudada não possui capacidade de sorção de matéria orgânica, de modo que uma porção da água escurecida é direcionada por horizontes B semipermeáveis em direção a depressões locais e alcançam a drenagem subterrânea. Schaefer et al. (2008), ao quantificarem os estoques de carbono em ecossistemas

intactos do oeste da Amazônia, encontraram um decréscimo consistente de carbono na biomassa vegetal em relação ao aumento do índice pluviométrico e da proporção de areia, em função da menor proteção do carbono orgânico em solos arenosos submetidos à lixiviação e podzolização.

3.3. Características químicas dos solos

O pH dos solos, em todos os horizontes, foi sempre inferior à 5,12 nos pedoambientes de Muçununga em Juerana (P1, P2, P3 e P4) e à 5,03 em Aparaju (P7, P8, P9, P10) (Tabela 2), indicando que horizontes destes solos variam de extremamente a fortemente ácidos (Embrapa, 2006). Estes baixos valores de pH estão consistentes com os encontrados em solos de muçununga no sul da Bahia (Oliveira, 2007; Saporetti Junior, 2009) e norte do Espírito Santo (Simonelli, 1998). Nos plantios de eucalipto, o pH foi maior nos primeiros horizontes do solo, em torno de 6,30 em Juerana (P5 e P6) e 5,25 em Aparaju (P11) (Tabela 2).

O material de origem dos solos do Grupo Barreiras são muito pobres em P, de modo que os maiores valores deste nutriente nos horizontes superficiais estudados, salvo algumas exceções, devem-se ao aporte de material orgânico no solo pela vegetação (Tabela 2). Isso também foi observado em áreas de muçununga por Saporetti Junior (2009), Oliveira (2007) e Simonelli (1998). Não se observou boa relação entre os teores de argila e o P-rem. Isto pode ser devido ao fato de que o material de origem do Barreiras, que deu origem a estes solos, são muito cauliniticos e pobres em óxidos de Fe (Tabela 2). Também não se constatou relação entre os teores de carbono orgânico e o P-rem, apesar da atividade dos ácidos orgânicos na inibição da cristalinidade de óxidos de ferro (Anjos et al., 2008) poder resultar em maiores teores de P-rem nos horizontes espódicos e superficiais. Esta inibição é normalmente mais evidente nos horizontes superficiais (Ker & Rezende, 1990).

O carbono orgânico apresentou correlação negativa com a profundidade em todos os pedoambientes, à exceção do P2 (Tabelas 2 e 3), onde foram verificados dois níveis de formação de horizonte espódico: Bhs e 2 Bs, coincidentes com maiores teores de argila (Tabela 2). Apesar da correlação significativa do carbono orgânico com a profundidade, no P7 seu teor foi maior no horizonte Bhs que no A, e no P8, o carbono orgânico do horizonte A foi idêntico àquele do Bh2 (Tabela 2). Os maiores teores superficiais de carbono orgânico foram encontrados nos solos das áreas de Muçununga de menor porte em Juerana (P3 e P4), o que é função do hidromorfismo mais acentuado

observado nestas áreas (Tabela 2). Além disso, a formação de complexos estáveis de alumínio ligado à matéria orgânica a torna mais resistente à oxidação (Mendonça, 1995). Assim, estes solos apresentam elevado estoque de carbono, a exemplo do que foi encontrado em ambientes altimontanos estudados por Dias et al. (2003) e Benites et al. (2003), sendo o acúmulo de carbono orgânico nestes solos resultado da baixa disponibilidade de nutrientes, da toxidez de alumínio e das baixas temperaturas. O baixo teor relativo de carbono orgânico no P7 em relação à P3 e P4 pode ser devido ao fato dos pedoambientes de Aparaju serem geologicamente mais recentes, resultando em menor acúmulo de carbono orgânico no solo.

A matéria orgânica também assume importante função na atividade redox do solo (Canellas et al., 2008). Segundo Van Ranst & De Coninck (2002), o processo de ferrólise é resultado da atividade microbiana e está ligada à decomposição da matéria orgânica. Em virtude de restrições físicas, como horizontes coesos e pães, alguns horizontes dos perfis dos solos deste estudo ficam encharcados por tempo suficiente para que ocorra a redução do ferro, reação esta favorecida pela grande concentração de matéria orgânica (Schwertmann & Taylor, 1989). Os mosqueados e nódulos foram as evidências do processo de ferrólise (Brinkman, 1970) encontradas em alguns Argissolos (P5, P6 e P9) e Espodossolos (P2 e P7) (Tabela 1). Este processo é evidenciado pelos teores de Fe^{2+} que, sobretudo nos horizontes subsuperficiais, supera os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} somados (Tabela 2), conforme também demonstrado por Benites et al. (2003). Em alguns casos, também o índice de saturação por Fe foi elevado, o que é indicativo de ferrólise (Tabela 2). Este índice foi maior em horizontes subsuperficiais do P1, P2, P5 e P6, e menores nos Espodossolos dos pedoambientes P3, P4 e P7, em função da perda de ferro intensa já ocorrida nestes pedoambientes de menor porte (Tabela 2).

As maiores concentrações de matéria orgânica na superfície na maior parte dos pedoambientes deve-se ao aporte por parte da cobertura vegetal presente. Acompanham esta tendência os teores de P, a soma de bases, o teor de Al trocável (Al^{3+}), e as Capacidades de Troca Catiônica (CTC) efetiva e total de forma significativa na maior parte dos pedoambientes (Tabelas 2 e 3). Desta maneira, a ciclagem de nutrientes a partir do aporte vegetal contribui para o pequeno estoque de nutrientes existente nestes pedoambientes muito oligotróficos, cuja saturação por bases não ultrapassa 13,7 % (Tabela 2). Esta pobreza em nutrientes nos solos deve-se tanto ao material de origem, que são sedimentos pré-intemperizados do Grupo Barreiras, quanto às perdas de bases por lixiviação nestas áreas onde há alto índice pluviométrico e solos com predomínio da

fração areia grossa. Nos plantios de eucalipto de Juerana (P5 e P6), os solos são eutróficos no horizonte A, o que se deve à realização de adubações. Em Aparaju, apesar de distrófico, o horizonte A do P11, sob eucalipto, apresenta saturação por bases de 17 %, maior que aquela dos demais solos desta área (Tabela 2).

Nos plantios de eucalipto o solo apresentou-se álico a partir de 20 cm de profundidade em P5, 40 cm em P6 e 10 cm em P11 (Tabela 2). Nos demais pedoambientes, sob diferentes fitofisionomias de Muçununga, a maioria dos horizontes apresentou-se álico, não chegando, entretanto, a apresentar caráter alumínico (valores de Al^{3+} maiores que $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 2), como foi reportado por Oliveira (2007) no horizonte espódico de alguns perfis de solo da região. Segundo Saporetti Junior (2009) são conhecidas cerca de 45 famílias botânicas que apresentam espécies acumuladoras de alumínio; 32 delas pertencentes à família Rubiaceae. Algumas destas famílias ocorrem em áreas de muçununga, como Celastraceae, Melastomataceae, Polygalaceae e Rubiaceae (Saporetti Junior, 2009; Sarcinelli, 2010¹).

O valor da saturação por alumínio menor à superfície é devido à presença de maiores teores de bases. Os maiores valores da CTC efetiva, por sua vez, ocorrem na superfície e, em alguns casos, nos horizontes texturais, em função do maior teor de argila, e nos horizontes espódicos, em virtude da concentração de compostos orgânicos iluviais (Tabela 2).

Em P6 e P11, a correlação do Al^{3+} com a profundidade foi positiva (Tabela 3). O menor teor de Al^{3+} nas camadas superiores dos plantios de eucalipto (P5, P6 e P11) e a correlação negativa do pH com a profundidade se devem a adubações e correções de pH realizadas pela empresa Fibria nestes plantios. A CTC efetiva aumentou em profundidade no P11 devido ao aumento do Al^{3+} , diferentemente do que aconteceu no P6, uma vez que este apresentou elevada soma de bases à superfície, mantendo a t mais elevada na primeira camada (Tabela 3).

3.4. Correlações entre propriedades do solo em Espodosolos e Argissolos

Na primeira camada (0 a 20 cm) dos Argissolos, constatou-se que existe uma correlação negativa significativa entre soma de bases e Al^{3+} e não houve correlação significativa entre Al^{3+} e CTC efetiva, que por sua vez é altamente correlacionada com a soma de bases (Tabela 4 a). Isso pode estar indicando que, na primeira camada dos

¹ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

solos dos pedoambientes de plantio de eucalipto – onde predominam os Argissolos –, devido aos cuidados no preparo do solo anterior ao plantio, o Al^{3+} não é significativo no complexo de troca e a soma de bases é que domina a CTC efetiva, ao contrário do que ocorre naturalmente em ambientes dos Tabuleiros Costeiros para esta classe de solo.

Na camada superficial dos Espodosolos, classe de solo onde não ocorrem plantios de eucalipto neste estudo, o Al^{3+} e a soma de bases correlacionam-se positivamente nas mesmas proporções com a CTC efetiva (Tabela 4b). À medida que aumenta a profundidade, a contribuição do Al^{3+} passa a ser superior à da soma de bases para a CTC efetiva tanto nos Espodosolos quanto nos Argissolos, sendo as correlações Al^{3+} x CTC efetiva sempre superiores a 0,94 (Tabelas 4 c, d, e, f, g, h, i, j). Isso demonstra a menor participação da SB na CTC efetiva destes pedoambientes, sobretudo com o aumento da profundidade.

O Al^{3+} apresenta correlação positiva significativa com o carbono orgânico até 40 cm de profundidade nos Espodosolos, dada a afinidade deste elemento pela matéria orgânica, formando complexos organometálicos (Tabelas 4 b, d). De acordo com Saporetti Junior (2009), a estabilidade conferida pelas ligações alumínio-matéria orgânica retardam a mineralização da matéria orgânica, somada ao fato de que a maior parte dos nutrientes essenciais aos microorganismos encontra-se em níveis muito baixos. A inexistência de correlação entre carbono orgânico e Al^{3+} a partir de 40 cm de profundidade pode estar demonstrando que os complexos organometálicos migram até a segunda camada destes solos.

Da segunda até a quarta camada (20 a 80 cm), a correlação entre a proporção da fração argila e carbono orgânico foi significativamente positiva, o que pode ter influenciado na adsorção destes complexos nesta faixa de profundidade (Tabelas 4 b, f, h). Segundo Mokma & Evans (1999), o aumento do teor de argila em profundidade contribui para o processo de podzolização, pois pode haver adsorção dos complexos organometálicos por esta fração do solo, dificultando ou mesmo impedindo sua percolação. Nos Argissolos, apenas na primeira camada existe correlação positiva significativa entre o teor de argila e o carbono orgânico, de modo que o maior teor de argila nestes pedoambientes dificulta a eluviação dos compostos organometálicos (Tabela 4 a).

O Fe apresentou correlação significativa com o carbono orgânico apenas na segunda camada dos Espodosolos e Argissolos, indicando alguma ligação deste elemento formando complexos organometálicos, porém em menores proporções que o

Al³⁺ (Tabelas 4 c, d). Moreau et al. (2006b) demonstraram que, para o Espodosolo com caráter dúrico por eles estudado no sul da Bahia, o material amorfo extraído foi formado predominantemente por Al, com menor participação de Fe, e a fração de Si removida encontrava-se possivelmente associada ao Al.

Na primeira camada do solo, CTC efetiva e CTC total apresentam correlações positivas mais fortes com o carbono orgânico do que com a argila tanto para Espodosolos quanto para Argissolos (Tabelas 4 a, b), demonstrando que a CTC à superfície é mais atribuível à matéria orgânica nos solos pobres e arenosos das Muçunungas, à semelhança do que foi constatado por Oliveira (2007), ao obter correlação positiva dos valores de H+Al com os teores de carbono orgânico. O predomínio de caulinita na fração argila dos solos dos Tabuleiros Costeiros (Abraão, 1995; Oliveira, 2007) contribui para esta afirmativa, por tratar-se de uma argila de baixa atividade. Segundo Bayer & Mielniczuk (2008), em solos mais intemperizados, como os tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica pode representar um grande percentual da CTC total do solo, sendo vital para a retenção de nutrientes e diminuição de sua lixiviação.

Nos Argissolos, a CTC efetiva passa a correlacionar-se significativamente com a argila e não com o carbono orgânico a partir da terceira camada (40 a 100 cm) (Tabela 4 e, g, i), coincidindo com o caráter abrupto dos perfis P6, P10 e P11, que aparece a partir de 40 cm de profundidade. Já a CTC total não apresenta correlação com a argila a partir da segunda camada destes solos (Tabelas 4 c, e, g, i). Observação similar foi realizada por Canellas et al. (2008), ao afirmarem que a contribuição da matéria orgânica na densidade de cargas negativas diminui em profundidade com o decréscimo na quantidade de carbono orgânico e aumento da contribuição de minerais na CTC do solo. Já nos Espodosolos, ocorre correlação de argila com CTC total em todas as camadas, o que pode ser explicado pela relação existente entre argila e carbono orgânico nestes solos em camadas intermediárias (Tabelas 4 d, f, h).

4. CONCLUSÕES

Apesar dos solos dos pedoambientes naturais de Muçununga serem em geral arenosos, distróficos, extremamente a fortemente ácidos e álicos, com concentração de nutrientes maior à superfície, variações nas classes de solo e propriedades edáficas resultam em diferentes fitofisionomias de Muçununga. Assim, locais onde o processo de

podzolização foi mais intenso (maiores proporções de areia em toda a extensão do perfil, solos mais rasos com lençol freático elevado, e maiores teores de carbono orgânico) apresentam vegetação mais baixa e aberta. No outro extremo, as muçunungas florestadas ocorrem sobre Espodosolos ou Argissolos mais profundos, ou sobre solos transicionais, com teores de argila maiores em subsuperfície.

Nestes ambientes oligotróficos e arenosos das Muçunungas, a matéria orgânica assume importante papel na Capacidade de Troca Catiônica (CTC) total dos solos em todas as camadas e na CTC efetiva até cerca de 40 cm de profundidade. A Muçununga graminóide e a Muçununga arborizada aberta apresentaram os maiores estoques de carbono no solo, em razão do hidromorfismo condicionado pela elevação do lençol freático e dificuldade de drenagem imposta por horizontes cimentados em subsuperfície.

Existe correlação positiva entre a proporção da fração argila e o carbono orgânico de 20 a 80 cm de profundidade nos Espodosolos, o que pode estar explicando o acúmulo subsuperficial de matéria orgânica característica destes solos. O mesmo não ocorre para os Argissolos, onde esta relação ocorre apenas na camada superior. Em profundidade, o teor de carbono orgânico apresenta melhor correlação com Al que Fe nos solos dos pedoambientes estudados, demonstrando a maior contribuição do Al na formação de complexos organometálicos.

5. AGRADECIMENTOS

À Fibria, pelo apoio logístico e financeiro, em especial à Ana Paula Corrêa do Carmo, Antonio do Nascimento Gomes, Luciano Lisbão Jr., João Augusti, Juliano Dias, Sebastião da Fonseca, Vinícius Modenesi, Valmir Bispo e João Ângelo. Aos estagiários Maurílio e Carol, da Universidade Federal de Viçosa, e aos técnicos da Fibria, pelo preparo dos solos para análise. Ao Laboratório de Solos da UFV, pela realização das análises de solo. À Reginaldo Gonçalves Mafia, pela ajuda nas análises estatísticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de camadas adensadas em solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.

- Achá-Panoso, L. 1976. **Latossolo Vermelho-Amarelo de “Tabuleiro” do Espírito Santo: formação, características e classificação**. Tese de Livre Docência - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE: UFRPE. 116 p.
- Alvarez, V.V.H.; Novais, R.F.; Dias, L.E. ; Oliveira, J.A. 2000. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da SBCS** 25 27-32.
- Anjos, L.H.C. dos. 1985. **Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do Terciário na região de Campos-RJ**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí, RJ: UFRRJ. 194 p.
- Anjos, L.H.C. dos; Pereira, M.G.; Fontana, A. 2008. Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; da Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole. pp. 65-86.
- Arai, M. 2006. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP Série Científica** 6 (2): 1-6.
- Bayer, C.; Mielniczuk, J. 2008. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; da Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole. pp. 7-18.
- Benites, V.M.; Cunha, T.J.F.; Ferraz, R.P.D.; Caiafa, A.N.; Simas, F.N.; Mendonça, E.S. 2003. **Caracterização dos solos em duas toposeqüências sobre diferentes litologias em áreas altimontanas na Serra da Mantiqueira**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa. Documentos 57.
- Brinkman, R. 1970. Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process. **Geoderma** 3: 199-206.
- Canellas, L.P.; Mendonça, E.S.; Dobbss, L.B.; Baldotto, M.A.; Velloso, A.C.X.; Santos, G.A.; Amaral Sobrinho, N.M.B. 2008. Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; da Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole. pp. 45-63.
- Corrêa, M.M. 2005. **Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos Tabuleiros Costeiros**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 194 f.
- Dias, H.C.T.; Schaefer, C.E.G.R.; Fernandes Filho, E.I.; Oliveira, A.P.; Michel, R.F.M.; Lemos Jr., J.B. 2003. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no Parque Estadual do Ibitipoca (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27: 469-481.
- Embrapa. 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212 p.
- Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2000. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 111 p.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.
- Fonseca, O.O.M. 1986. **Caracterização e classificação de solos Latossólicos e Podzólicos desenvolvidos nos sedimentos do terciário no litoral Brasileiro**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí, RJ: UFRRJ. 185 p.

- Guerra, J.G.M.; Santos, G.A.; Silva, L.S.; Camargo, F.A.O. 2008. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: Santos, G.A.; da Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2^a. ed. Porto Alegre: Metrópole. pp. 19-26.
- Horbe, A.M.C.; Horbe, M.A.; Suguio, K. 2003. Origem dos depósitos de areias brancas no Nordeste do Amazonas. **Revista Brasileira de Geociências** 33(1): 41-50.
- Jacomine, P.K.T. 1974. **Fragipans em solos de tabuleiros: características, gênese e implicações no uso agrícola**. Tese Livre Docência - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife: UFPE. 12 p.
- Ker, J.C.; Rezende, M. 1990. Caracterização química e mineralógica de solos Brunos sub-tropicais do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 14: 215-225.
- Mabesoone, J.M. 1972. Sedimentos do Grupo Rio do Peixe (Paraíba). In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 26, Belém. Resumo das Comunicações... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia. Boletim 1. p. 236.
- Mendonça, E.S. 1995. Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 19: 25-30.
- Mokma, D.L.; Evans, C.V. 1999. Classification of Soils: Spodosols. In: Sumner, M.E. **Handbook of Soil Science**. CRC Press. p.E-307-E321.
- Moreau, A.M.S.S.; Costa, L.M.; Ker, J.C.; Gomes, F.H. 2006b. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1021-1030.
- Moreau, A.M.S.S.; Ker, J.C.; Costa, L.M.; Gomes, F.H. 2006a. Caracterização de solos de duas toposequências em Tabuleiros Costeiros do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1007-1019.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodossolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 102 f.
- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548 p.
- Reeve, R.; Fergus, I.F. 1982. Black and white waters and their possible relationship to the podsolization process. **Australian Journal of Soil Research** 21: 59-66.
- Saporetti Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Schaefer, C.E.G.R.; Amaral, E.F.; Mendonça, B.A.F.; Oliveira, H.; Lani, J.L.; Costa, L.M.; Fernandes Filho, E.I. 2008. Soil and vegetation carbon stocks in Brazilian Western Amazônia: relationships and ecological implications for natural landscapes. **Environmental Monitoring and Assessment** 140: 279-289.
- Schaefer, C.E.G.R.; Magnago, L.F.S.; Saporetti Junior, A.W., Sarcinelli, T.S.; Meira Neto, J.A.; Fernandes Filho, E. Mussunungas, Campos Nativos, Dunas & Restingas: Diversidade de Ecossistemas Arenosos do Espírito Santo. **Revista Ação Ambiental** (submetido).
- Schwartz, D. 1988. Some podzol on Bateke Sands and their origins, People's of Republic of Congo. **Geoderma** 43: 229-247.
- Schwertmann, U.; Taylor, R.M. 1989. Iron oxides. In: Dixon, J. B.; Weed, S. B. (Ed.). **Minerals in soils environments**. Madison: SSSA. p. 1051-1088.

Siegel, S. 1975. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 350 p.

Simonelli, M. 1998. **Comparação florística e estrutura do estrato arbóreo de uma muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101 p.

StatSoft, Inc. 2001. **Statistica (data analysis software system)**. Versão 6. www.statsoft.com.

Ucha, J.M.; Ribeiro, L.P.; Vilas Boas, G.S. 2002. **Genesis of duripans and fragipans in the coastal tablelands of the state of Bahia, Brasil**. In: 17th WCSS, 14-21, Thailand. 1418-1 - 1418-3.

Universidade Federal de Viçosa - UFV. 1984. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do Baixo Rio Doce e da Região Norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola**. Viçosa, UFV. 153 p.

Van Ranst, E.; De Conink, F. Evaluation of ferrolysis in soil formation. 2002. **European Journal of Soil Science** 53: 513-519.

Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124 p.

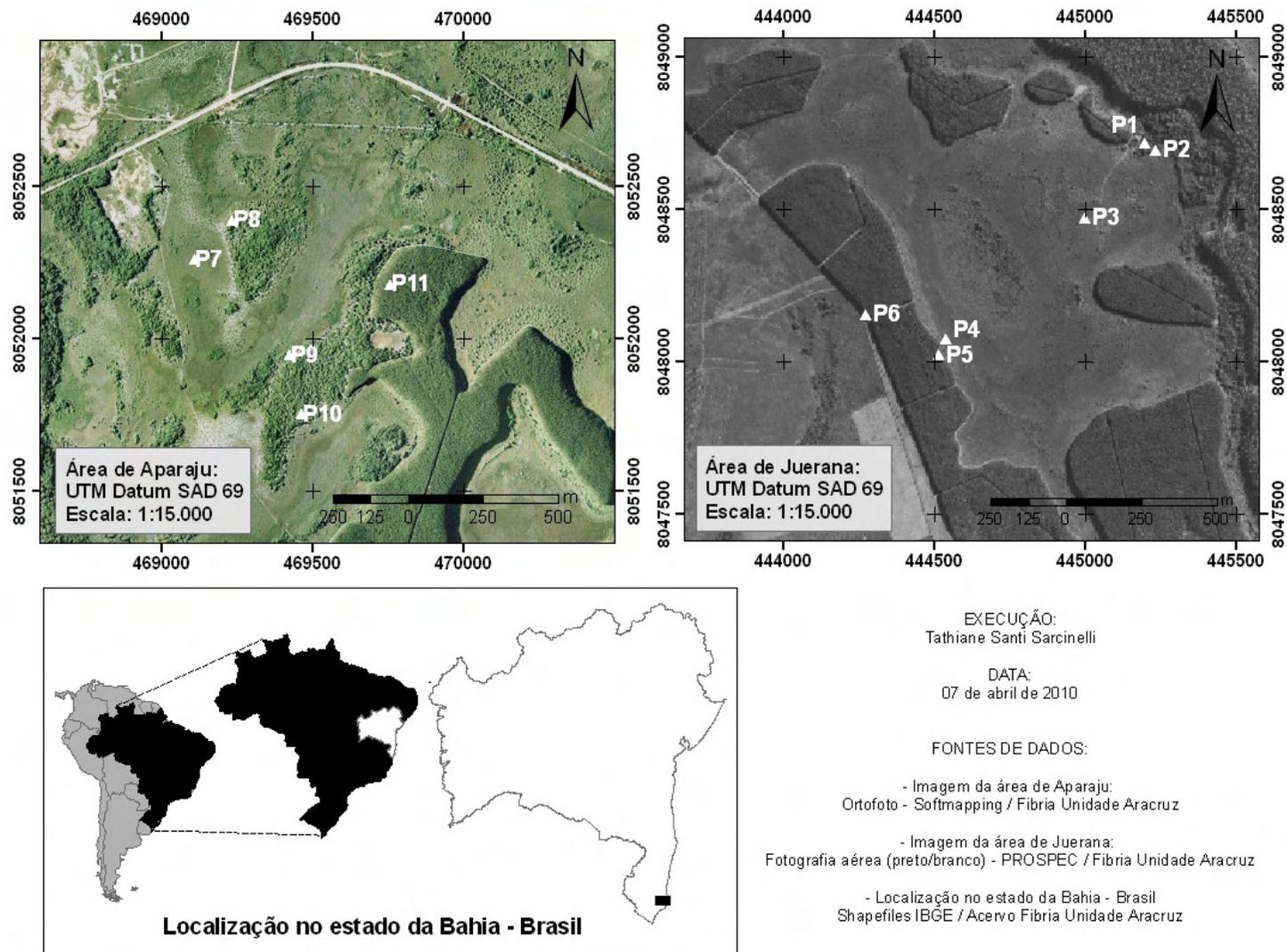


Figura 1. Localização das áreas de estudo “Juerana” e “Aparaju” e perfis de solo (P1 a P11). Descrição dos perfis na Tabela 1.

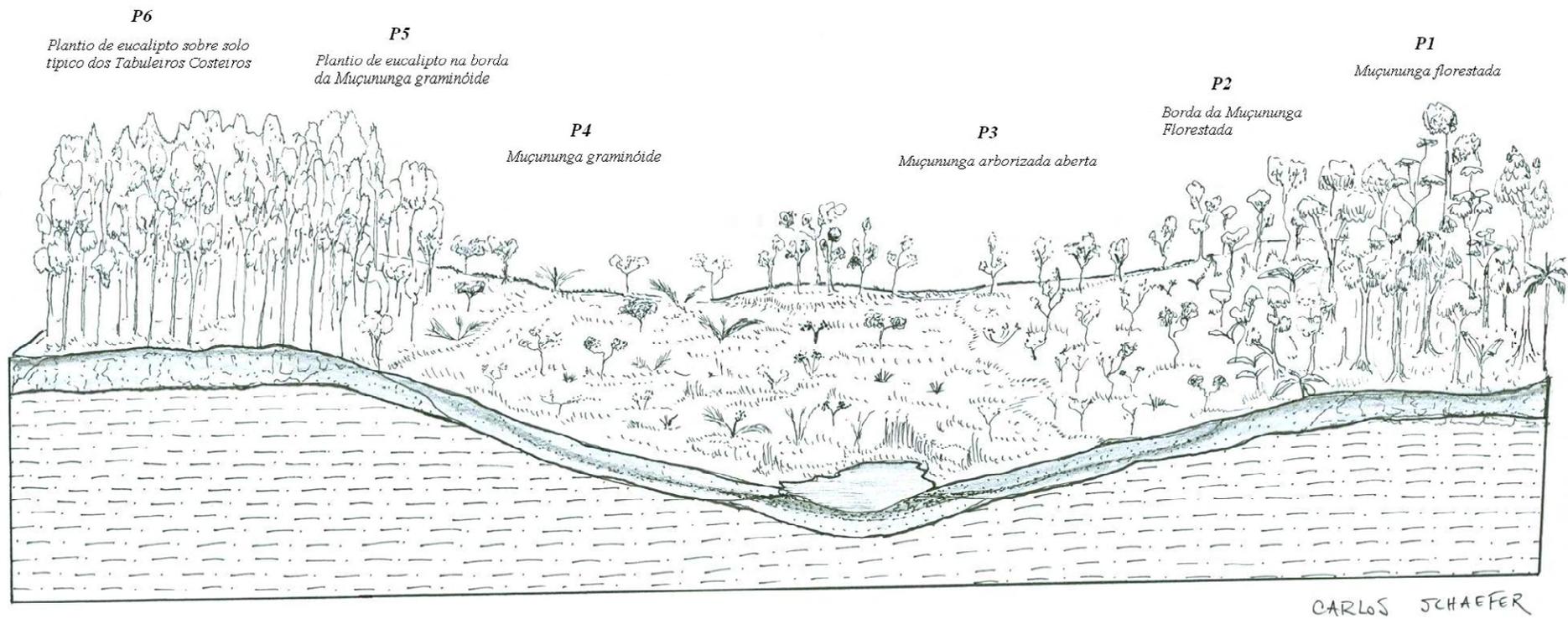


Figura 2. Blocodiagrama esquemático da área de Juerana. Descrição dos perfis P1 a P6 na Tabela 1.

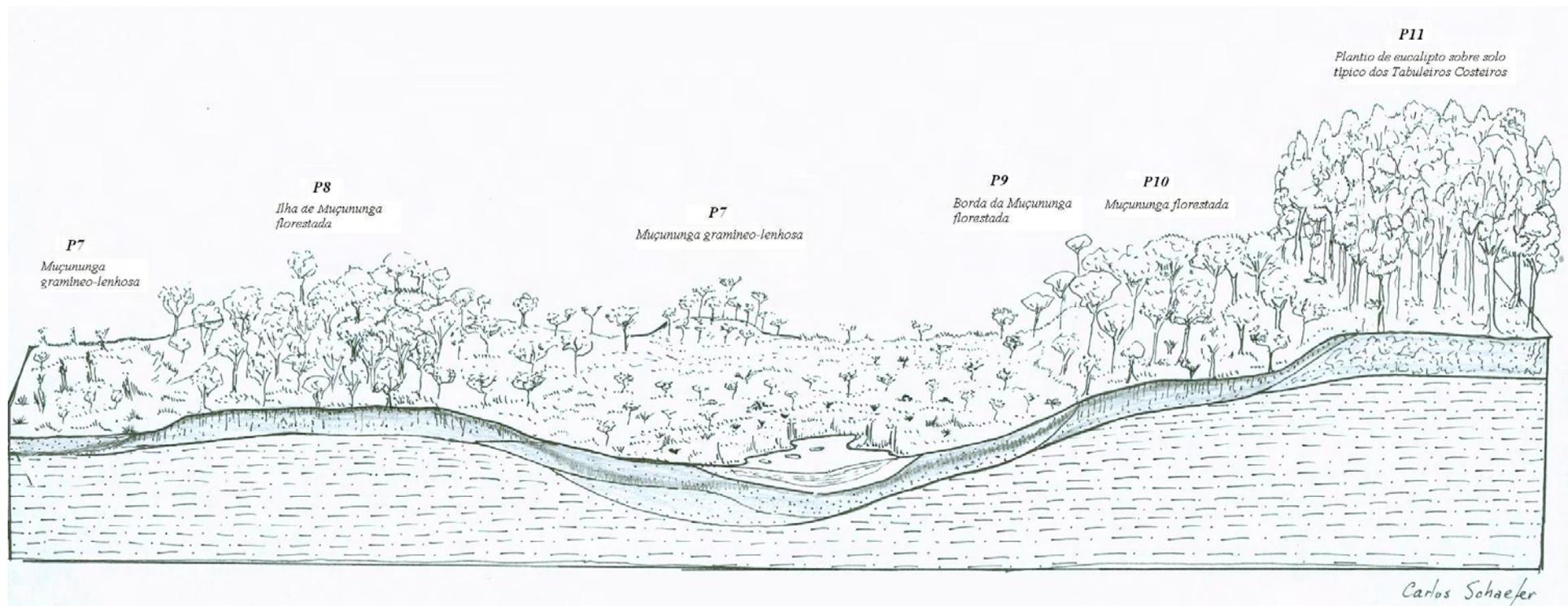


Figura 3. Blocodiagrama esquemático da área de Aparaju. Descrição dos perfis P7 a P11 na Tabela 1.

Tabela 1 - Características morfológicas dos solos descritos no gradiente de Juerana (P1 a P6) e Aparaju (P7 a P11)

Horizonte	Profundidade cm	Estrutura ^{1/}	Consistência do solo úmido ^{2/}	Cimentação ^{3/}	Transição ^{4/}	Cor (Munsell)		Nódulos ou mosqueados ^{5/}	Raízes ^{6/}
						Úmida	Seca		
P1 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico									
A	0-3	md p gn	mf	nc	cl pl	7,5 YR 2,5/2	7,5 YR 3/2	-	mt mf/f
E	3-12	md m gn	fr	nc	gr on	10 YR 2/1	10 YR 3/1	-	cm f
EBh	12-40	md m gn	f	nc	gr pl	10 YR 2/1	10 YR 4/1	-	cm m/g
Bt1	40-90	f m bs	f	nc	gr pl	7,5 YR 4/2	7,5 YR 5/3	-	cm m
Bt2	90-140+	fr m bs	fr	nc	-	10 YR 6/2	10 YR 7/1	-	pc m/g
P2 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico									
A	0-15	gs	st	nc	cl on	7,5 YR 2,5/1	7,5YR 5/1	-	mt mf/f
E	15-40	gs	st	nc	cl on	10 YR 4/1	10 YR 4/1	-	cm f/m
EBh	40-48	fr m bs	fr	nc	gr on	5 YR 2,5/1	5 YR 3/1	-	cm f
Bhs	48-80/90	fr m bs	fr	nc	gr ir	10 YR 3/1	10 YR 3/1	(nd) fq g mc/dr ef/ir	cm f/m
Bs	80/90-90/105	mç	f	fc	cl on	10 YR 7/3	10 YR 7/3	(nd) pc p mc ir	pc f/m
2 EC	90/105-150	mç	fr	nc	cl on	10 YR 7/2	10 YR 7/1	-	rr f/m
2 Bs	150-160+	mç	mf	fc	-	10 YR 6/2	10 YR 6/2	-	-
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúrico									
A1	0-8	gs	st	nc	gr on	10 YR 4/1	10 YR 4/1	-	mt mf/f/m/g cm
A2	8-18	gs	st	nc	cl on	7,5 YR 5/1	7,5 YR 5/1	-	mf/f/m/g
AE	18-25	gs	st	nc	cl on	10 YR 6/1	10 YR 6/1	-	pc mf/f/m
E1	25-55	mç	fr	nc	cl on	10 YR 7/1	10 YR 8/1	-	rr f/m
E2	55-70	mç	ef	nc	cl on	10 YR 7/1	10 YR 8/1	-	rr f/m
EB	70-80	mç	fr	nc	cl on	10 YR 6/2	10 YR 7/5	-	-
Bhs	80+	mç	f	nc	-	10 YR 3/1	10 YR 5/1	-	-
P4 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico									
A	0-5	md g gn	fr	nc	gr pl	10 YR 2/1	10 YR 2/1	-	mt mf
E	5-20/25	md gr gn / gs	fr	nc	cl on	10 YR 2/1	10 YR 4/1	-	cm mf/f
Bh	20/25-60	fr m bs	f	nc	gr on	10 YR 2/1	10 YR 3/2	-	mt f/m
Bhs	60-78	fr m bs	f	nc	gr on	10 YR 2/2	10 YR 3/2	-	pc m

(Continua)

Horizonte	Profundidade cm	Estrutura ^{1/}	Consistência do solo úmido ^{2/}	Cimentação ^{3/}	Transição ^{4/}	Cor (Munsell)		Nódulos ou mosqueados ^{5/}	Raízes ^{6/}
						Úmida	Seca		
Bs	78-90	mç	f	nc	gr on	10 YR 4/4	10 YR 6/4	-	-
C	90-120+	-	-	nc	-	10 YR 10/3	10 YR 8/1	-	-
P5 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocioso típico									
A	0-5	gs	fr	nc	gr pl	10 YR 2,5/1	7,5 YR 3/1	-	cm f
AE	5-20	gs	fr	nc	gr pl	10 YR 3/1	10 YR 4/1	-	pc m
Bh	20-40	fr m bs	f	nc	gr pl	10 YR 3/2	10 YR 4/2	-	pc m
Bt1	40-90	fr g bs	f/mf	frc	cl on	10 YR 5/3	10 YR 6/3	-	rr m
Bt2	90-120	fr g bs	f/mf	frc	gr on	10 YR 5/3	10 YR 6/3	-	-
BC	120-200	fr g bs	mf	frc	gr on	10 YR 5/4	10 YR 6/4	(mq) cm m df	-
C	200-240+	-	-	nc	-	10 YR 7/6	10 YR 8/4	(mq) ab g pr	-
P6 - ARGISSOLO AMARELO Distrocioso abrupto									
A	0-5	gs	mfr	nc	cl pl	10 YR 2/2	10 YR 2/1	-	cm f
E	5-40	gs	mfr	nc	ab pl	10 YR 2/1	10 YR 4/1	-	cm f
Bt1	40-55	fr m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 3/1	7,5YR 4/2	-	pc m
Bt2	55-90	fr m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 4/2	10 YR 5/2	-	rr m
BC	90-120/130	fr m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 5/3	10 YR 6/3	-	-
C	120/130-210	-	-	nc	-	7,5 YR 5/6	7,5 YR 6/6	(mq) ab m/g ds	-
P7 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúrico									
A	0-3	gs	mfr	nc	cl pl	10 YR 3/1	10 YR 5/1	-	cm f
E	3-23/25	gs	mfr	nc	ab on	10 YR 3/1	10 YR 5/1	-	cm mf/m
EBh	23/25-36	gs	fr	nc	cl on	7,5 YR 3/1	10 YR 5/1	-	cm f
Bh	36-55	fr m bs	fr	nc	cl on	10 YR 3/2	10 YR 4/2	-	pc f
Bhs	55-80	fr m/g bs	f	nc	cl on	10 YR 4/2	10 YR 5/2	(nd) fq g dr ir	rr f
Bs	80-100	fr m/g bs	mf	nc	-	10 YR 6/4	10 YR 6/4	(mq) cm m/g pr	-
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarenico									
A1	0-5	gs	st	nc	gr pl	10 YR 2/1	7,5 YR 4/1	-	cm mf/f
E	5-22	gs	mfr	nc	gr on	10 YR 3/1	10 YR 4/1	-	mt mf/f
Bh1	22-42	mç	fr	nc	gr on	10 YR 2/1	10 YR 3/2	-	cm mf/f
Bh2	42-70	mç	fr	nc	gr on	10 YR 3/1	10 YR 4/2	-	mt mf/f

(Continua)

Horizonte	Profundidade cm	Estrutura ^{1/}	Consistência do solo úmido ^{2/}	Cimentação ^{3/}	Transição ^{4/}	Cor (Munsell)		Nódulos ou mosqueados ^{5/}	Raízes ^{6/}
						Úmida	Seca		
Bh3	70-120	mç	fr	nc	gr on	10 YR 3/2	10 YR 4/2	-	pc f
Bh4	120-160	mç	fr	nc	-	10 YR 3/2	10 YR 4/2	-	pc f
P9 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico									
A	0-3	gs	fr	nc	cl on	2,5 YR 3/1	2,5 YR 5/1	-	cm f/m
E	3-14	gs	fr	nc	cl on	2,5 YR 3/1	10 YR 4/2	-	mt/ab f/m
EBh	14-34	fr m bs	fr	nc	gr pl	5 YR 3/1	2,5 YR 4/1	-	cm m/g
Bh	34-53	fr m/g bs	f	nc	gr pl	5 YR 3/1	2,5 YR 4/1	-	cm f/m/g
Bt1	53-75	md g bs	f	nc	gr pl	5 YR 4/1	2,5 YR 5/1	-	pc m/g
Bt2	75-110	md g bs	f	nc	gr pl	2,5 YR 6/2	10 YR 5/2	-	pc m/g
BC	110-150	md g bs	mf	nc	-	2,5 YR 6/4	10 YR 6/4	(mq) cm g df	rr m
P10 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abrupático									
A	0-5	ft m/g bs	fr	nc	cl pl	10 YR 3/1	7,5 YR 4/1	-	mt mf/f/m
E1	5-20	gs	fr	nc	cl on	10 YR 3/1	10 YR 4/2	-	ab mf/f
E2	20-45	gs	f	nc	cl on	10 YR 3/2	10 YR 5/2	-	cm mf/f
EBh	45-73	fr m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 3/2	10 YR 5/2	-	pc mf/f/m
Bt1	73-120	fr m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 4/3	10 YR 7/3	-	rr mf/f
Bt2	120-160	md m/g bs	mf	nc	gr on	10 YR 5/4	10 YR 6/3	-	rr mf/f
BC	160-220+	md m/g bs	mf	nc	-	10 YR 5/4	10 YR 6/4	-	-
P11 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abrupático									
A	0-10	gs	fr	nc	cl pl	10 YR 2/1	10 YR 5/2	-	mt mf/f/m
E	10-45	mç	fr	nc	cl on	7,5 YR 3/1	7,5 YR 4/1	-	ab mf/f
EBh	45-75	fr m bs	f	nc	gr on	7,5 YR 3/2	7,5 YR 4/2	-	pc mf/f/m
Bt1	75-120	fr m bs	mf	nc	df on	10 YR 3/3	10 YR 6/2	-	rr mf/f
Bt2	120-160	fr m bs	mf	nc	df on	7,5 YR 5/6	7,5 YR 6/4	-	rr mf/f
BC	160-220+	fr m bs	mf	nc	-	7,5 YR 5/6	7,5 YR 6/4	-	-

^{1/} Estrutura - grau de desenvolvimento: fr = fraca, md = moderada, ft = forte; tamanho: mp = muito pequena, p = pequena, m = média, g = grande, mg = muito grande; tipo: gs = grãos simples, gn = granular, bs = blocos subangulares, lm = laminar, mç = maciça. ^{2/} Consistência do solo úmido: st = solta, mfr = muito friável, fr = friável, f = firme, mf = muito firme, ef = extremamente firme. ^{3/} Cimentação - nc = não cimentado, frc = fracamente cimentado, fc = fortemente cimentado. ^{4/} Transição - nitidez e espessura: ab = abrupta, cl = clara, gr = gradual, df = difusa; topografia: pl = plana, on = ondulada, ir = irregular, ds = descontínua. ^{5/} Mosqueados (mq) - quantidade: ab = abundantes, cm = comuns, pc = poucos; tamanho: p = pequeno, m = médio, g = grande; contraste: pr = proeminentes, ds = distintos, df = difusos. Nódulos (nd) - quantidade: dm = dominantes, fq = frequentes, pc = poucos, mp = muito poucos; tamanho: p = pequeno, g = grande; dureza: mc = macios, dr = duros; forma: ef = esféricos, ir = irregulares. ^{6/} Raízes - quantidade: ab = abundantes, mt = muitas, cm = comuns; pc = poucas, rr = raras; espessura: mf = muito finas, f = finas, m = médias, g = grossas.

Tabela 2 - Características químicas e físicas dos solos dos perfis descritos no gradiente de Juerana (P1 a P6) e Aparaju (P7 a P11)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H +Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{+9/}	Na ^{+9/}	Fe ^{9/}	IsFe ^{10/}	P-rem ^{11/}	Corg ^{12/}	AG _{13/}	AF _{14/}	Silt e	Argila
		H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³							%		mg dm ⁻³				%	mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
P1 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico																							
A	0-3	4,36	3,31	0,38	0,33	1,71	13,0	1,07	2,78	14,07	7,6	61,5	3,3	67,0	43,8	40,0	1,0	24,7	27,44	64	21	3	12
E	3-12	4,46	3,55	0,15	0,08	1,24	8,0	0,34	1,58	8,34	4,1	78,5	1,6	27,0	9,7	40,0	1,7	32,8	14,85	79	10	2	9
EBh	12-40	4,83	4,25	0,00	0,04	1,05	8,3	0,42	1,47	8,72	4,8	71,4	1,3	69,0	46,8	33,1	1,3	15,0	16,30	56	22	4	18
Bt1	40-90	5,19	4,44	0,00	0,03	0,57	6,8	0,05	0,62	6,85	0,7	91,9	0,8	2,0	1,7	26,0	1,3	11,7	12,65	43	25	6	26
Bt2	90-140+	5,08	4,33	0,00	0,08	0,57	4,6	0,09	0,66	4,69	1,9	86,4	3,3	3,0	0,0	70,3	5,1	22,7	3,71	55	21	4	20
P2 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico																							
A	0-15	4,21	3,16	0,18	0,35	1,71	14,3	0,61	2,32	14,91	4,1	73,7	2,3	22,0	3,7	65,3	1,5	34,3	27,44	66	23	3	8
E	15-40	4,75	3,85	0,00	0,01	0,86	8,0	0,03	0,89	8,03	0,4	96,6	1,6	9,0	0,7	58,1	2,5	31,7	14,85	69	23	3	5
EBh	40-48	4,80	4,23	0,01	0,00	1,05	8,8	0,03	1,08	8,83	0,3	97,2	1,4	7,0	0,0	35,9	1,4	20,6	17,81	66	23	4	7
Bhs	48-80/90	4,87	4,41	0,01	0,00	0,67	10,5	0,03	0,70	10,53	0,3	95,7	1,8	7,0	0,7	44,2	1,5	8,5	21,52	67	21	3	9
Bs	80/90-90/105	5,07	4,61	0,00	0,00	0,19	3,9	0,00	0,19	3,90	0,0	100,0	3,2	0,0	0,0	265,4	19,6	33,8	3,71	74	22	2	2
2 EC	90/105-150	5,04	4,71	0,02	0,00	0,10	2,5	0,02	0,12	2,52	0,8	83,3	3,2	0,0	0,0	42,2	5,7	40,1	2,96	76	17	4	3
2 Bs	150-160+	4,76	4,56	0,00	0,00	0,48	6,8	0,00	0,48	6,80	0,0	100,0	1,2	0,0	0,0	5,6	0,3	15,7	6,67	64	19	2	15
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúbico																							
A1	0-8	4,11	3,00	0,87	0,87	1,52	12,4	1,97	3,49	14,37	13,7	43,6	3,6	36,0	32,8	3,7	0,1	54,3	44,03	60	26	4	10
A2	8-18	4,09	3,00	0,27	0,62	1,81	14,9	1,02	2,83	15,92	6,4	64,0	2,8	12,0	23,8	5,9	0,1	58,5	31,15	58	35	2	5
AE	18-25	4,40	3,00	0,03	0,10	0,57	3,8	0,14	0,71	3,94	3,6	80,3	1,6	2,0	0,0	3,1	0,3	57,6	5,22	73	24	1	2
E1	25-55	4,89	3,71	0,00	0,00	0,19	2,0	0,00	0,19	2,00	0,0	100,0	0,9	0,0	0,0	1,3	0,2	57,6	1,51	70	26	3	1
E2	55-70	5,16	4,29	0,00	0,00	0,00	1,4	0,00	0,00	1,40	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,1	0,3	60,0	1,51	59	35	4	2
EB	70-80	4,69	3,56	0,09	0,02	0,86	5,2	0,11	0,97	5,31	2,1	88,7	1,1	0,0	0,0	5,4	0,4	51,8	4,47	54	24	15	7
Bhs	80+	4,51	3,26	0,20	0,23	4,00	14,5	0,46	4,46	24,96	1,8	89,7	1,1	0,0	6,7	6,9	0,2	26,7	29,70	52	21	13	14
P4 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico																							
A	0-5	4,97	4,03	0,36	0,19	1,71	14,1	0,63	2,34	14,73	4,3	73,1	3,2	20,0	7,7	11,8	0,3	15,6	40,84	54	31	5	10
E	5-20/25	4,97	4,17	0,02	0,02	1,24	11,2	0,07	1,31	11,27	0,6	94,7	2,8	13,0	0,0	11,4	0,4	15,6	33,41	54	32	6	8
Bh	20/25-60	4,92	4,36	0,00	0,00	0,67	9,7	0,02	0,69	9,72	0,2	97,1	2,1	6,0	0,0	27,8	1,0	10,6	20,77	73	19	3	5

(Continua)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H +Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{+9/}	Na ^{+9/}	Fe ^{9/}	IsFe ^{10/}	P-rem ^{11/}	Corg ^{12/}	AG ^{13/}	AF ^{14/}	Silt e	Argila		
-	cm	H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³								%		mg dm ⁻³				%		mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
Bhs	60-78	4,93	4,89	0,00	0,00	0,00	9,1	0,02	0,02	9,12	0,2	0,0	1,9	7,0	0,0	35,0	1,4	5,3	14,85	68	19	4	9		
Bs	78-90	4,63	5,37	0,00	0,00	0,00	5,7	0,00	0,00	5,70	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	9,8	0,6	4,3	8,93	61	24	5	10		
C	90-120+	5,02	5,57	0,00	0,00	0,00	2,0	0,00	0,00	2,00	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	2,3	0,4	20,7	2,20	68	25	3	4		
P5 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso típico																									
A	0-5	6,32	5,42	7,61	1,61	0,00	5,50	9,37	9,37	14,87	63,0	0,0	8,1	42,0	8,7	12,6	0,3	35,6	15,55	40	31	10	19		
AE	5-20	5,95	4,97	3,74	0,80	0,00	6,00	4,63	4,63	10,63	43,6	0,0	4,4	29,0	3,7	18,7	0,6	37,9	10,68	60	23	6	11		
Bh	20-40	5,10	4,41	0,14	0,02	0,95	8,00	0,18	1,13	8,18	2,2	84,1	2,8	9,0	0,0	27,5	1,2	18,2	14,85	59	21	4	16		
Bt1	40-90	4,83	4,49	0,00	0,00	0,48	3,80	0,01	0,49	3,81	0,3	98,0	1,5	2,0	0,0	87,2	7,6	27,3	2,96	57	26	4	13		
Bt2	90-120	4,57	4,23	0,00	0,00	0,76	3,10	0,01	0,77	3,11	0,3	98,7	0,7	3,0	0,0	23,8	2,7	28,2	2,20	60	14	4	22		
BC	120-200	4,51	4,17	0,00	0,02	0,76	3,60	0,02	0,78	3,62	0,6	97,4	1,0	0,0	0,7	24,7	2,4	25,7	2,20	43	22	3	32		
C	200-240+	4,49	4,34	0,00	0,00	0,19	2,70	0,01	0,20	2,71	0,4	95,0	0,9	2,0	0,0	18,8	2,4	35,0	1,51	60	20	3	17		
P6 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abráptico																									
A	0-5	6,29	5,61	8,64	1,94	0,00	5,00	10,74	10,74	15,74	68,2	0,0	11,5	42,0	10,7	18,0	0,4	53,4	9,97	65	21	4	10		
E	5-40	5,70	4,69	0,80	0,25	0,10	3,10	1,07	1,17	4,17	25,7	8,5	3,4	9,0	0,0	21,4	1,8	50,2	5,22	73	21	2	4		
Bt1	40-55	5,29	4,54	0,03	0,01	0,57	8,30	0,05	0,62	8,35	0,6	91,9	1,1	5,0	0,0	135,7	5,5	24,5	7,34	50	25	5	20		
Bt2	55-90	5,26	4,56	0,00	0,00	0,29	4,70	0,02	0,31	4,72	0,4	93,5	0,8	6,0	0,0	53,6	3,9	34,2	6,67	57	23	4	16		
BC	90-120/130	5,12	4,45	0,00	0,01	0,29	3,50	0,04	0,33	3,54	1,1	87,9	0,8	12,0	0,0	58,7	5,6	29,6	3,71	66	15	3	16		
C	120/130-210	4,98	4,25	0,43	0,15	0,48	3,50	0,60	1,08	4,10	14,6	44,4	0,6	0,0	5,7	43,7	3,7	30,8	4,47	39	15	2	44		
P7 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúrico																									
A	0-3	4,77	3,78	0,10	0,06	0,38	4,20	0,19	0,57	4,39	4,3	66,7	2,1	10,0	0,0	6,8	0,6	53,8	7,42	69	26	2	3		
E	3-23/25	4,92	3,88	0,02	0,01	0,29	3,10	0,04	0,33	3,14	1,3	87,9	1,7	5,0	0,0	6,4	0,7	53,2	4,47	76	21	1	2		
EBh	23/25-36	4,38	3,95	0,03	0,05	0,48	3,80	0,09	0,57	3,89	6,9	84,2	1,8	4,0	0,0	6,2	0,6	47,8	4,47	83	13	3	1		
Bh	36-55	5,01	4,44	0,00	0,00	0,29	4,90	0,01	0,30	4,91	0,2	96,7	2,2	3,0	0,0	7,4	0,5	31,1	5,22	69	22	7	2		
Bhs	55-80	4,85	4,43	0,00	0,00	0,57	6,80	0,01	0,58	6,81	0,1	98,3	1,1	2,0	0,0	33,9	1,8	17,1	8,93	58	21	12	9		
Bs	80-100	4,76	4,19	0,00	0,12	2,19	6,10	0,13	2,32	6,23	2,1	94,4	0,8	4,0	0,7	38,8	2,2	11,9	3,71	56	5	2	37		
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico																									
A1	0-5	4,93	4,04	0,14	0,03	0,86	5,50	0,19	1,05	5,69	3,3	81,9	2,9	8,0	0,0	39,2	2,4	44,2	11,14	71	22	4	3		
E	5-22	5,03	4,29	0,00	0,00	0,57	4,90	0,01	0,58	4,91	0,2	98,3	1,7	3,0	0,0	24,8	1,8	35,4	6,67	67	27	3	3		
Bh1	22-42	5,10	4,33	0,00	0,00	0,76	5,70	0,00	0,76	5,70	0,0	100,0	1,2	1,0	0,0	22,1	1,4	29,9	8,18	59	32	5	4		

(Continua)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H ^{3/} +Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{+9/}	Na ^{+9/}	Fe ^{9/}	IsFe ^{10/}	P-rem ^{11/}	Corg ^{12/}	AG ^{13/}	AF ^{14/}	Silt e	Argila
-	cm	H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³								%	mg dm ⁻³				%	mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
Bh2	42-70	4,93	4,48	0,00	0,00	0,57	7,70	0,00	0,57	7,70	0,0	100,0	1,5	1,0	0,0	15,2	0,7	14,2	11,14	51	36	6	7
Bh3	70-120	4,95	4,62	0,01	0,00	0,19	4,70	0,02	0,21	4,72	0,4	90,5	1,1	2,0	0,0	23,7	1,8	23,7	5,92	60	31	5	4
Bh4	120-160	4,99	4,63	0,00	0,00	0,29	5,00	0,00	0,29	5,00	0,0	100,0	1,4	1,0	0,0	38,1	2,7	21,4	5,22	53	36	6	5
P9 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico																							
A	0-3	4,66	3,87	0,05	0,09	0,81	4,30	0,16	0,97	4,46	3,6	83,5	0,8	4,0	2,2	23,5	1,9	43,0	8,24	63	26	3	8
E	3-14	4,88	3,96	0,01	0,06	0,91	4,20	0,10	1,01	4,30	2,3	90,1	0,6	3,0	4,2	29,1	2,4	40,9	7,48	52	33	3	12
EBh	14-34	4,74	4,01	0,00	0,06	1,21	6,20	0,08	1,29	6,28	1,3	93,8	0,3	1,0	4,2	32,4	1,8	27,1	7,48	60	25	2	13
Bh	34-53	4,64	4,17	0,02	0,03	1,32	6,70	0,08	1,40	6,78	1,2	94,3	0,4	0,0	6,3	24,9	1,3	18,8	11,25	51	28	3	18
Bt1	53-75	4,72	4,25	0,04	0,01	1,01	5,00	0,06	1,07	5,06	1,2	94,4	0,4	0,0	3,2	23,0	1,6	20,8	9,34	51	27	3	19
Bt2	75-110	4,67	4,23	0,02	0,01	1,11	3,50	0,04	1,15	3,54	1,1	96,5	0,3	0,0	3,2	24,6	2,4	25,6	4,52	43	24	2	31
BC	110-150	4,62	4,15	0,09	0,02	0,71	2,20	0,15	0,86	2,35	6,4	82,6	0,4	0,0	8,3	10,7	1,6	25,9	3,02	39	19	1	41
P10 - ARGISSOLO AMARELO Distrocioso abráptico																							
A	0-5	4,50	3,59	0,04	0,07	0,67	5,70	0,14	0,81	5,84	2,4	82,7	1,7	12,0	0,0	25,7	1,6	47,7	12,65	66	26	3	5
E1	5-20	4,60	3,85	0,08	0,01	0,57	4,60	0,11	0,68	4,71	2,3	83,8	1,4	8,0	0,0	36,4	2,7	48,3	6,67	78	15	2	5
E2	20-45	4,78	4,23	0,00	0,00	0,57	4,40	0,01	0,58	4,41	0,2	98,3	0,8	4,0	0,0	34,0	2,7	40,7	4,47	74	16	6	4
EBh	45-73	4,93	4,24	0,01	0,00	0,76	4,10	0,01	0,77	4,11	0,2	98,7	1,7	1,0	0,0	47,9	4,0	34,2	3,71	65	19	4	12
Bt1	73-120	4,51	4,14	0,00	0,00	1,14	4,70	0,00	1,14	4,70	0,0	100,0	1,3	0,0	0,0	43,4	3,2	22,8	3,71	51	15	4	30
Bt2	120-160	4,46	4,15	0,00	0,00	1,14	3,80	0,00	1,14	3,80	0,0	100,0	0,6	1,0	0,0	10,0	0,9	23,2	2,20	48	14	3	35
BC	160-220+	4,53	4,11	0,00	0,00	0,86	3,80	0,00	0,86	3,80	0,0	100,0	0,6	1,0	0,0	4,7	0,4	23,9	2,20	48	15	3	34
P11 - ARGISSOLO AMARELO Distrocioso abráptico																							
A	0-10	5,25	4,21	0,69	0,00	0,00	3,90	0,80	0,80	4,70	17,0	0,0	2,9	11,0	17,8	30,5	2,3	51,0	8,93	71	20	3	6
E	10-45	4,87	4,01	0,00	0,00	0,76	5,50	0,05	0,81	5,55	0,9	93,8	1,0	3,0	9,7	38,5	2,4	41,3	5,92	59	23	5	13
EBh	45-75	4,69	4,06	0,00	0,00	1,14	6,30	0,02	1,16	6,32	0,3	98,3	0,7	1,0	3,7	35,5	2,0	28,8	8,18	41	23	7	29
Bt1	75-120	4,55	4,07	0,00	0,00	1,24	5,70	0,01	1,25	5,71	0,2	99,2	0,8	3,0	0,0	21,7	1,3	22,4	6,67	29	13	4	54
Bt2	120-160	4,49	4,07	0,00	0,00	1,33	5,00	0,00	1,33	5,00	0,0	100,0	0,7	1,0	0,0	6,2	0,4	17,0	5,22	24	11	2	63
BC	160-220+	4,55	4,18	0,00	0,02	0,67	4,10	0,03	0,70	4,13	0,7	95,7	0,6	3,0	0,0	4,5	0,4	19,6	3,71	32	15	4	49

^{1/} pH em água e KCl - Relação 1:2,5; ^{2/} Ca, Mg, Al - Extrator: KCl 1 mol/L; ^{3/} H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; ^{4/} SB = Soma de Bases Trocáveis; ^{5/} CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; ^{6/} CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; ^{7/} V = Índice de Saturação de Bases; ^{8/} m = Índice de Saturação de Alumínio; ^{9/} P, Na, K, Fe - Extrator Mehlich 1; ^{10/} Índice de Saturação por Fe; ^{11/} P-rem = Fósforo Remanescente; ^{12/} Carbono orgânico (Corg) = Matéria orgânica (MO)/1,724 (Walkley-Black); ^{13/} Areia grossa; ^{14/} Areia fina.

Tabela 3 - Valores de coeficiente de correlação de Pearson entre as propriedades de solo e a profundidade (camadas do solo: 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 cm) para os diferentes pedoambientes

Propriedades do solo	Pedoambientes										
	P1 ^{1/}	P2 ^{2/}	P3 ^{3/}	P4 ^{4/}	P5 ^{5/}	P6 ^{6/}	P7 ^{7/}	P8 ^{8/}	P9 ^{9/}	P10 ^{10/}	P11 ^{11/}
pH	0,78*	0,54*	0,85*	0,30	-0,52*	-0,78*	0,70*	0,09	-0,26	0,62*	-0,62*
P	-0,73*	-0,70*	-0,31	-0,10	-0,80*	-0,67*	-0,84*	-0,78*	-0,75*	-0,66*	-0,81*
Al³⁺	-0,83*	-0,86*	-0,60*	-0,79*	-0,23	0,77*	0,08	-0,27	-0,16	-0,40	0,62*
Fe	-0,50	-0,09	-0,54*	-0,33	0,02	0,23	0,34	0,19	0,08	0,57*	-0,13
SB^{12/}	-0,51	-0,62*	-0,71*	-0,69*	-0,57*	-0,68*	-0,55*	-0,31	-0,31	-0,55*	-0,09
t^{13/}	-0,87*	-0,89*	-0,68*	-0,78*	-0,70*	-0,62*	-0,01	-0,36	-0,25	-0,50	0,56*
T^{14/}	-0,77*	-0,19	-0,71*	-0,64*	-0,72*	-0,43	-0,24	-0,13	-0,68*	-0,40	-0,08
Corg^{15/}	-0,77*	-0,19	-0,72*	-0,66*	-0,77*	-0,52*	-0,55*	-0,61*	-0,77*	-0,74*	-0,64*
Areia	-0,56*	-0,62*	-0,05	0,09	-0,72*	-0,72*	-0,49	-0,53*	-0,62*	-0,81*	-0,81*
Silte	0,35	0,55*	0,29	-0,45	0,11	0,76*	0,46	0,06	0,08	0,75*	0,37
Arg^{16/}	0,54*	0,62*	-0,41	0,07	0,71*	0,62*	0,38	0,53*	0,63*	0,77*	0,78*

^{1/} Muçununga florestada de Juerana (MF-J); ^{2/} Borda da Muçununga florestada de Juerana (BMF-J); ^{3/} Muçununga arborizada aberta de Juerana (MAA-J); ^{4/} Muçununga graminóide de Juerana (MG-J); ^{5/} Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide de Juerana (PEB-J); ^{6/} Plantio de eucalipto solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Juerana (PET-J); ^{7/} Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju (MGL-A); ^{8/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju (CMF-A); ^{9/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju (BMF-A); ^{10/} Muçununga florestada de Aparaju (MF-A); ^{11/} Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Aparaju (PET-A); ^{12/} Soma de Bases; ^{13/} Capacidade de Troca Catiônica efetiva; ^{14/} Capacidade de Troca Catiônica total; ^{15/} Carbono Orgânico; ^{16/} proporção da fração argila. * Significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 4 - Correlação entre propriedades de solo nas diferentes camadas do solo

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,75*	1,00						
Fe	-0,10	0,07	1,00					
SB^{1/}	0,84*	-0,68*	-0,05	1,00				
t^{2/}	0,68*	-0,34	-0,02	0,92*	1,00			
T^{3/}	-0,04	0,42	0,04	0,26	0,55*	1,00		
Corg^{4/}	-0,11	0,39	0,04	0,23	0,50*	0,95*	1,00	
Arg^{5/}	-0,12	0,55*	0,07	-0,02	0,26	0,62*	0,53*	1,00

a. Camada 1: 0 a 20 cm dos Argissolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,28	1,00						
Fe	0,25	-0,70*	1,00					
SB^{1/}	0,28	0,35	-0,22	1,00				
t^{2/}	-0,13	0,94*	-0,66*	0,64*	1,00			
T^{3/}	0,06	0,83*	-0,47*	0,67*	0,92*	1,00		
Corg^{4/}	0,01	0,80*	-0,49*	0,58*	0,86*	0,95*	1,00	
Arg^{5/}	-0,07	0,56*	-0,29	-0,09	0,43	0,38	0,39	1,00

c. Camada 2: 20 a 40 cm dos Argissolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,60*	1,00						
Fe	0,22	-0,46	1,00					
SB^{1/}	-0,21	0,41	-0,48*	1,00				
t^{2/}	-0,58*	0,99*	-0,50*	0,55*	1,00			
T^{3/}	0,64*	-0,10	0,01	-0,02	-0,10	1,00		
Corg^{4/}	0,58*	-0,08	-0,15	0,05	-0,07	0,94*	1,00	
Arg^{5/}	-0,22	0,55*	-0,24	0,08	0,52*	-0,03	-0,11	1,00

e. Camada 3: 40 a 60 cm dos Argissolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,21	1,00						
Fe	0,42	-0,24	1,00					
SB^{1/}	-0,63*	0,44	-0,42	1,00				
t^{2/}	-0,50	0,84*	-0,39	0,85*	1,00			
T^{3/}	-0,24	0,92*	-0,40	0,62*	0,91*	1,00		
Corg^{4/}	-0,39	0,85*	-0,42	0,59*	0,85*	0,91*	1,00	
Arg^{5/}	0,26	0,62*	-0,09	-0,01	0,35	0,64*	0,50	1,00

b. Camada 1: 0 a 20 cm dos Espodosolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	0,21	1,00						
Fe	0,34	0,73	1,00					
SB^{1/}	-0,24	0,33	0,39	1,00				
t^{2/}	0,13	0,97*	0,74*	0,55*	1,00			
T^{3/}	0,39	0,88*	0,73*	0,22	0,84*	1,00		
Corg^{4/}	0,34	0,70*	0,59*	0,19	0,67*	0,94*	1,00	
Arg^{5/}	0,29	0,68*	0,78*	0,69*	0,78*	0,69*	0,58*	1,00

d. Camada 2: 20 a 40 cm dos Espodosolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,72*	1,00						
Fe	-0,54*	0,21	1,00					
SB^{1/}	-0,58*	0,47	0,08	1,00				
t^{2/}	-0,75*	0,99*	0,20	0,57*	1,00			
T^{3/}	-0,77*	0,77*	0,39	0,48	0,78*	1,00		
Corg^{4/}	-0,59*	0,47	0,46	0,28	0,48	0,88*	1,00	
Arg^{5/}	-0,56*	0,49	0,36	0,66*	0,54*	0,70*	0,66*	1,00

f. Camada 3: 40 a 60 cm dos Espodosolos

(Continua)

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,70*	1,00						
Fe	-0,10	-0,16	1,00					
SB^{1/}	-0,21	0,32	-0,31	1,00				
t^{2/}	-0,66*	0,95*	-0,24	0,59*	1,00			
T^{3/}	0,21	-0,04	-0,46	0,37	0,09	1,00		
Corg^{4/}	0,37	-0,11	-0,45	0,32	0,01	0,91*	1,00	
Arg^{5/}	-0,34	0,66*	-0,43	0,16	0,61*	-0,15	-0,20	1,00

g. Camada 4: 60 a 80 cm dos Argissolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,73*	1,00						
Fe	0,18	-0,06	1,00					
SB^{1/}	0,19	0,29	-0,44	1,00				
t^{2/}	-0,59*	0,96*	-0,16	0,49*	1,00			
T^{3/}	0,55*	-0,21	-0,35	0,66*	-0,04	1,00		
Corg^{4/}	0,42	-0,25	-0,34	0,49*	-0,13	0,81*	1,00	
Arg^{5/}	-0,52*	0,76*	-0,45	0,47*	0,82*	0,06	-0,03	1,00

i. Camada 5: 80 a 100 cm dos Argissolos

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,68*	1,00						
Fe	-0,46	0,58*	1,00					
SB^{1/}	-0,39	0,54*	0,18	1,00				
t^{2/}	-0,68*	1,00*	0,57*	0,60*	1,00			
T^{3/}	-0,83*	0,57*	0,49	0,30	0,57*	1,00		
Corg^{4/}	-0,76*	0,35	0,33	0,28	0,36	0,94*	1,00	
Arg^{5/}	-0,77*	0,73*	0,25	0,62*	0,74*	0,77*	0,73*	1,00

h. Camada 4: 60 a 80 cm dos Espodosolos.

	pH	Al ³⁺	Fe	SB ^{1/}	t ^{2/}	T ^{3/}	Corg ^{4/}	Arg ^{5/}
pH	1,00							
Al³⁺	-0,47	1,00						
Fe	-0,11	0,11	1,00					
SB^{1/}	-0,40	0,92*	0,24	1,00				
t^{2/}	-0,47	1,00*	0,12	0,93*	1,00			
T^{3/}	-0,76*	0,59*	0,26	0,57*	0,59*	1,00		
Corg^{4/}	-0,52*	0,15	0,26	0,19	0,16	0,81*	1,00	
Arg^{5/}	-0,61*	0,90*	0,04	0,85*	0,90*	0,81*	0,50	1,00

j. Camada 5: 80 a 100 cm dos Espodosolos

^{1/} Soma de Bases; ^{2/} Capacidade de Troca Catiônica efetiva; ^{3/} Capacidade de Troca Catiônica total; ^{4/} Carbono Orgânico; ^{5/} proporção da fração argila. * Significativo a 5 % de probabilidade.

CAPÍTULO II

PEDOBIOTURBAÇÃO E SELEÇÃO DE PARTÍCULAS DE SOLO POR CUPINS EM AMBIENTES OLIGOTRÓFICOS E ARENOSOS DE MUÇUNUNGAS

RESUMO

É consensual na literatura que térmitas de solo alteram as propriedades físicas e químicas dos solos na construção de seus montículos, mas praticamente não existem estudos associados a ambientes de solos arenosos, como as Muçunungas. Estas representam ilhas ou domínios arenizados inseridos em meio à Floresta de Tabuleiro. Com o objetivo de testar as hipóteses de que (i) os térmitas alteram as propriedades físicas e químicas dos solos na construção de seus montículos, agindo seletivamente; e (ii) a ação seletiva dos térmitas é maior em solos mais pobres e arenosos; foram estudados diferentes ambientes de Muçununga, desde formações campestres a florestais, e plantios de eucalipto adjacentes a eles. Em cada ambiente, foram coletadas amostras de solo superficial (0 - 10 cm) e da parede externa de montículos, com cinco repetições cada. As amostras foram submetidas a análises físicas e químicas de solo e foram testados modelos de regressão entre o acréscimo ou decréscimo das variáveis de solo nos montículos com relação à quantidade existente no solo superficial. Em três parcelas de 10 x 10 m em cada ambiente, foi contado o número de montículos e determinado seu volume, além tomadas amostras de térmitas de um montículo por parcela para sua identificação e determinação do grupo funcional. Foi constatado maior teor de argila e silte nos montículos que nos solos superficiais. Os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , P, carbono orgânico e o P-rem, bem como a CTC efetiva e total e a acidez potencial, foram maiores nos montículos que nos solos superficiais em todos os ambientes estudados, embora em certos ambientes tal diferença não tenha sido significativa. Por outro lado, a saturação por alumínio foi significativamente menor nos montículos da maioria dos ambientes. Houve maior acréscimo do teor de argila, carbono orgânico, fósforo, soma de bases e alumínio trocável nos montículos em relação aos solos superficiais quando estes solos possuíram menores valores destas variáveis, demonstrando que existe maior ação seletiva dos térmitas em solos mais pobres e arenosos. Não foram estabelecidas relações entre ambiente e grupo funcional e entre ambiente e habitat do montículo, provavelmente em virtude da amostragem restrita a térmitas de montículos. Observou-se que os cupins que constroem seus ninhos no solo ou em árvores podem pertencer a qualquer um dos grupos funcionais. Houve diferença significativa entre a densidade e o volume de solo de montículos entre os ambientes estudados, sendo a atividade dos

térmitas significativamente maior nos ambientes graminóides. A pedobioturbação causada pelos térmitas pode contribuir para a formação de um manto de solo de até aproximadamente 48 cm no período de 10.000 anos. Conclui-se que os cupins atuam melhorando as propriedades edáficas nos ambientes arenosos estudados, à semelhança do processo estudado em solos argilosos, representando verdadeiros engenheiros de ecossistemas arenícolas.

Palavras-chave: Isoptera; térmitas; montículos; vegetação tipo restinga; Tabuleiros Costeiros; Extremo Sul; Bahia; Brasil.

CHAPTER II

SOIL TURNOVER AND PARTICLE SELECTION BY MOUND-BUILDING TERMITES IN OLIGOTROPHIC AND SANDY MUÇUNUNGA ENVIRONMENTS

ABSTRACT

There is consensus in the literature that soil-feeding termites modify soil physical and chemical properties in the construction of their mounds, but there are hardly any studies in environments with sandy soils, such as the vegetation known as Muçunungas. These vegetation represent islands or arenized sites inserted in the middle of the Coastal Atlantic Forest Domain. Aiming to test the hypotheses that (i) the termites alter physical and chemical properties of soil in the construction of their mounds, acting selectively; and (ii) the selective action of termites is greater in poorer and sandy soils; different Muçununga environments were studied, from forest to grassland formations, and eucalyptus plantations adjacent to them. In each environment, we collected samples of surface soil (0 - 10 cm) and the outer wall of mounds, with five replicates each. The samples were submitted to physical and chemical soil analysis and we runned regression models between the increase or decrease of soil properties values in the mounds in relation to their quantity in the soil surface. In three plots of 10 x 10 m in each environment, we counted the number of mounds and determined their volumes. In addition, samples taken from a termite mound per parcel were collected for identification and determination of the termite feeding guild. We found higher clay and silt content in the mounds than in surface soils. The levels of Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and Na^+ , P, organic carbon and P-rem, and the total and effective cation exchange capacity and potential acidity were higher in mounds than in surface soils in all environments studied, although in certain environments such difference was not significant. Moreover, the Al saturation was significantly lower in the mounds of most environments. There was a greater increase in the clay and organic carbon, phosphorus, total bases and exchangeable aluminum in soil mounds in relation to surface soil when these soils had lower values of these variables, demonstrating that selective action by termites assumes greater importance the more the soil is poor and sandy. No clear relations were established between environment and feeding guild, and between environment and mound habitat, probably because of sampling restricted to mound-building termites. It was observed that the termites that build their nests on the ground or in trees may belong to any of the feeding guilds. There was a significant difference

between the mound density and mound soil volume among the study sites, being termite activity significantly greater in grassland environments. The soil turnover caused by termites can contribute to the formation of a soil mantle up to approximately 48 cm in a period of 10,000 years. We conclude that the termites work improving soil properties on the sandy environment studied, similar to the process that occurs in clay soils, representing truly arenized ecosystem engineers.

Keywords: Isoptera; termites; termite mounds; restinga-like vegetation; Coastal Plains; South Bahia; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos sociais da ordem Isoptera que constroem ninhos arbóreos ou superficiais na forma de montículos ou ninhos subterrâneos. Estes organismos são adaptados a diferentes condições ambientais, mas os térmitas de solo restringem-se à faixa tropical úmida e subtropical, tendo como principal limitação à baixa temperatura (Lee & Wood, 1971).

Ao contrário de outros térmitas que têm sua dieta baseada na degradação de materiais vegetais, os cupins de solo, como o próprio nome diz, consomem solo para a aquisição de nutrientes. Estes térmitas podem ser considerados os únicos insetos que habitam e se alimentam de solo (Brauman, 2000). Seu conteúdo intestinal apresenta uma grande proporção de partículas minerais e matéria orgânica, além de fragmentos de tecidos vegetais, hifas de fungos e inúmeros microorganismos (Sleaford et al., 1996).

De acordo com Howse (1970), há espécies que alteram de forma positiva algumas propriedades químicas e físicas dos solos. Espécies de térmitas de solo são algumas delas, pois utilizam quantidades consideráveis de material organomineral na construção de seus montículos, alterando suas propriedades e assim diferenciando-o dos solos adjacentes. Quando a colônia morre e o material do montículo sofre erosão, ocorre uma redistribuição do material dos montículos no solo, geralmente constituindo um solo enriquecido em matéria orgânica e nutrientes, mais favorável para o estabelecimento de plantas (Howse, 1970; Holt et al., 1980; Dangerfield et al., 1998; Konaté et al., 1999). Além disso, os térmitas promovem modificações na estrutura dos solos em função da construção dos montículos e dos sistemas de túneis subterrâneos, que resultam em aumento de porosidade e aeração (Lee & Wood, 1971, Wood & Sands, 1978).

Devido às alterações que os cupins promovem nos solos, eles assumem papel relevante nos ambientes tropicais, e por isso são chamados engenheiros do ecossistema (Jones et al., 1994). Dangerfield et al. (1998) definem os engenheiros de ecossistemas como os organismos que modificam o ambiente em que vivem, através de mudanças físicas ou químicas, provocando alterações na quantidade de recursos disponíveis no meio e, assim, influenciando na disponibilidade de recursos para outros organismos. Ademais, segundo Schaefer (2001), os cupins constituem um importante agente da gênese de solos, porém seu papel neste processo é negligenciado e, conforme Wielemaker (1984), eles são conhecidos mais como pragas agrícolas do que por seu papel ecológico.

Dependendo das características do solo, a atividade de construção dos montículos também pode concentrar material argiloso (Dangerfield, 1991). Sendo uma vegetação que ocorre sobre solos arenosos, as Muçunungas diferenciam-se de seu entorno, onde ocorre a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991) sobre solos de textura mais fina, com predomínio de Latossolos e Argissolos Amarelos. Na região de ocorrência desta Floresta, em domínio dos Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987), ocorrem em menor expressão os Espodossolos, Argissolos Acinzentados, Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos (Brasil, 1976; Oliveira et al, 1992; Embrapa, 1995; Jacomine, 1996; citados por Corrêa, 2005). Todos apresentam baixa fertilidade natural, em razão de sua origem a partir de sedimentos pré-intemperizados do Grupo Barreiras, com baixa reserva em nutrientes (Abrahão, 1995). Em porções abaciadas do terreno, onde ocorrem as Muçunungas, é comum a associação de Argissolos Acinzentados e Espodossolos Hidromórficos, onde se têm constatado horizontes cimentados e elevação do lençol freático (Corrêa, 2005).

As Muçunungas possuem grande variação fitofisionômica, apresentando formações desde florestais até campestres (Meira Neto et al., 2005), o que pode variar em função do teor de argila e nutrientes e de impedimentos físicos no solo, como fragipã e duripã (Moreau et al. 2006), que dificultam a passagem de raízes e a drenagem. Por outro lado, a atividade dos térmitas pode melhorar a aeração e a drenagem dos solos. Seus montículos tendem a ser ricos em nutrientes trazidos de camadas mais profundas do solo próximas do lençol freático, e em matéria orgânica, em virtude da incorporação de sua excreta na construção dos montículos (Howse, 1970). Ademais, em áreas de solos arenosos e pobres em nutrientes como as Muçunungas, qualquer processo que concentre minerais de argila terá impacto sobre a distribuição de plantas e a composição florística.

São escassos os estudos sobre o papel dos térmitas na ciclagem de nutrientes e na melhoria das propriedades físicas e químicas dos solos. Também são poucos os trabalhos científicos sobre a flora das Muçunungas (Simonelli, 1998; Meira Neto et al., 2005; Araujo et al., 2008; Saporetti Junior, 2009) e inexistentes os trabalhos sobre o papel dos térmitas neste tipo de vegetação. Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivo investigar as alterações nas propriedades químicas e físicas dos solos e a seleção de partículas de solo, proporcionadas pela pedobioturbação ocasionada por térmitas na construção de seus montículos, em diferentes vegetações de Muçununga e plantios de eucalipto adjacentes. Foi também objetivo estabelecer relações entre o grupo

funcional dos térmitas, o ambiente (graminóide ou florestado) e o habitat dos montículos, e verificar se existe diferença de densidade de montículo e volume de solo destes entre os ambientes. Foram testadas as seguintes hipóteses: (i) os térmitas alteram as propriedades físicas e químicas dos solos na construção de seus montículos, agindo seletivamente; e (ii) a ação seletiva dos térmitas é maior em solos mais pobres e arenosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição das áreas de estudo

Os ambientes estudados situam-se em duas áreas distintas de propriedade da Fibria Unidade Aracruz, no Extremo Sul do estado da Bahia. A primeira área, denominada Aparaju (coordenadas UTM 24 S: 469428 / 8051937), encontra-se nas proximidades da localidade de Aparaju, Alcobaça-BA, em transição para Restinga. A segunda área, chamada Juerana (coordenadas UTM 24 S: 444976 / 8048515), encontra-se próxima da localidade de Juerana, Caravelas-BA (Figura 1).

As áreas de estudo estão inseridas em região com predomínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Velooso et al., 1991), também conhecida como Floresta de Tabuleiro, por ocorrer sobre os Tabuleiros Costeiros - uma faixa costeira constituída por sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987). O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar terrígena, de idade Miocênica a pleistocênica inferior com grande ocorrência ao longo do litoral brasileiro (Vilas Bôas et al., 2001). Os terraços do Grupo Barreiras têm origem associada à progradação ocorrida no final do Terciário e início do Quaternário. Os solos predominantes nos Tabuleiros Costeiros são os Argissolos Amarelos e nos locais de ocorrência das Muçunungas são os Espodossolos (Oliveira, 2007).

Pela classificação de Köppen, o clima que corresponde à parte leste até o litoral na região sul da Bahia é Af - quente em que o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm. À medida que se encaminha à oeste, pelo traçado que corta municípios como o de Teixeira de Freitas, a classificação climática passa a Am - tropical chuvoso, de monção: inverno seco com mês menos chuvoso acusando precipitação inferior a 60 mm. Os seguintes dados foram levantados de 1988 a 2009 na estação meteorológica mais próxima da Fibria (coordenadas UTM 24 S: 467581 / 8057786; altitude de 71,4 m), localizada no

município de Alcobaça-BA: temperatura média anual de 24,7°C; amplitude térmica entre as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho e agosto) de apenas 4,4°C; e precipitação média anual de 1.589,4 mm, sendo o mês mais chuvoso novembro (238,4 mm) e menos chuvoso agosto (87,1 mm).

2.2. Separação de ambientes

Foi descrito um perfil de solo por ambiente e, em cada horizonte, coletadas as amostras de solo. Para a classificação do solo foram consideradas informações sobre material de origem, clima, relevo, descrição morfológica e análises físico-químicas (segundo Embrapa, 1997; 2006) para a classificação dos solos (Tabela 1).

Em Juerana, foram separados quatro ambientes de Muçununga e um de plantio de eucalipto: (i) Muçununga florestada (MF-J); (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-J); (iii) Muçununga arborizada aberta (MAA-J); (iv) Muçununga graminóide (MG-J); (v) Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide (PEB-J); e (vi) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-J) (Anexo I).

Na área de Aparaju, foram separados cinco ambientes, sendo quatro ambientes de Muçununga e um de plantio de eucalipto: (i) Muçununga gramíneo-lenhosa (MGL-A); (ii) Capão de Muçununga florestada (CMF-A); (iii) Borda da Muçununga florestada (BMF-A); (iv) Muçununga florestada (MF-A); e (v) Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-A) (Anexo II).

A classificação da vegetação baseou-se no proposto por Saporetto Junior (2009), que ajustou seis fisionomias de Muçununga ao sistema de classificação de Veloso et al. (1991). Na Muçununga florestada, como o próprio nome permite inferir, predomina o estrato arbóreo, apresentando maior semelhança estrutural com a Floresta Atlântica. Sua borda foi separada por conter maior proporção de elementos herbáceos e arbustivos.

2.3. Amostragem de solos superficiais e de montículo

Em cada ambiente, cinco montículos de cupins de solo foram escolhidos para a coleta de cinco amostras de solo da parede externa de montículos. Também foram coletadas de forma aleatória cinco amostras compostas de solo superficial (0-10 cm) por ambiente.

O material coletado foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneira de malha de 2 mm para se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises físicas e químicas de rotina, segundo Embrapa (1997), para a determinação dos teores de areia grossa, areia fina, silte e argila, de pH em água (relação solo:solução de 1:2,5);

fósforo, sódio e potássio trocáveis (Extrator Mehlich-1); cálcio, magnésio e alumínio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹ na relação 1:10); H + Al (extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ na relação 1:10 e pH 7,0); e carbono orgânico (método de Walkley-Black). A concentração do fósforo remanescente foi determinada após agitar 5 cm³ de solo com 50 mL de solução de 10 mmol/L de CaCl₂, contendo 60 mg/L de P, durante uma hora (Alvarez et al., 2000). Foram calculadas a soma de bases (SB = Ca + Mg + K + Na); a saturação por bases (V = 100 SB/T); as capacidades de troca catiônica total (T = SB + Al + H) e efetiva (t = SB + Al); e a saturação por alumínio (m = 100 Al/t).

2.4. Amostragem de térmitas, identificação e definição do grupo funcional

Foram alocadas aleatoriamente três parcelas de 100 m² (10x10 m) em cada ambiente. Em cada parcela, foi escolhido aleatoriamente um montículo para coleta de térmitas para identificação. Os térmitas foram mantidos em recipientes com 80 % de álcool e identificados à nível de gênero usando uma chave taxonômica (Constantino, 1999) e comparações com material do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa - Seção de Térmitas. Na ausência de montículos ou de térmitas nos montículos nas três parcelas de um mesmo ambiente, foram coletados cupins em montículos próximos, dentro do mesmo ambiente.

O grupo funcional dos térmitas adotada para este trabalho foi definido com base em quatro artigos científicos (DeSouza & Brown, 1994; Davies, 2002; Donovan et al., 2001; Freymann et al., 2008), sendo considerados os grupos que se repetissem duas ou mais vezes nestes quatro trabalhos.

2.5. Número de montículos e seu volume de solo

Foi contado o número de montículos por parcela e tomadas medidas de todos os montículos no interior das parcelas (altura e duas medidas perpendiculares - comprimento e largura -, na base dos montículos). A densidade total foi obtida contando-se os montículos nas três parcelas (300 m²) e transformando em número de montículos por hectare. Já o volume de solo trazido para a superfície para a construção da parte aérea de cada montículo foi calculado utilizando a fórmula da elipsóide, sendo o montículo considerado um meio elipsóide, conforme segue:

$V = (4/3 \times \pi \times a \times b \times c) / 2$; onde: a = altura do montículo; b = metade do comprimento; c = metade da largura.

O volume total de solo por ambiente foi calculado somando-se os volumes por parcela e dividindo-se por 10.000 m², para se obter um valor aproximado em m³ ha⁻¹.

Considerando que após aproximadamente 30 anos os montículos são abandonados e sofrem erosão e o atual volume dos montículos por hectare determinado por ambiente, obteve-se a camada de solo que retorna para a superfície nestes ambientes num período definido de 10.000 anos, segundo a metodologia proposta empregada por Sarcinelli et al. (2009).

2.6. Análises estatísticas

As variáveis físicas e químicas de solo foram comparadas entre solo superficial e material dos montículos através de um teste t pareado para amostras independentes dentro de cada ambiente (Zar, 1999). Já para comparar as variáveis de solos superficiais e de montículo, separadamente, entre os diferentes ambientes, foi realizado o teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Este teste foi utilizado devido à não homogeneidade de variâncias, constatada a partir do teste de Levene (Zar, 1999), o que impossibilita a realização de Análise de Variância entre os ambientes. O programa Statistica 6.0 foi utilizado para realizar as análises estatísticas (StatSoft, Inc., 2001). Todos os testes foram realizados em nível de significância de 5 %.

Foram ajustados modelos de regressão entre a porcentagem de acréscimo ou decréscimo dos valores de diferentes propriedades de solo nos montículos (delta) com relação à quantidade existente nos solos superficiais, empregando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Delta (adimensional)} = \frac{[\text{valor no solo superficial}] - [\text{valor nos montículos}]}{[\text{valor no solo superficial}]}$$

O cálculo de delta foi feito para as seguintes variáveis: teor de C orgânico (Corg); teor de argila; soma de bases (SB); fósforo (P) e teor de alumínio trocável (Al^{3+}). Diferentes modelos de regressão foram testados entre delta e o valor no solo superficial para cada uma destas variáveis, separando-se os ambientes naturais de Muçununga e os plantios de eucalipto. Foram escolhidos os modelos com bom ajuste no intervalo considerado através do programa CurveExpert (Hyams, 1995) e testada sua significância através do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

O número de montículos e seu volume total de solo foram comparados entre os diferentes ambientes por meio do teste de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Os ambientes foram separados em graminóides (MAA-J, MG-J e MGL-A) e florestados (MF-J, BMF-J, PEB-J, PET-J, MF-A, BMF-A, CMF-A e PET-A). A comparação do número de montículos e volume de solo dos mesmos foi feito entre os ambientes graminóides e florestados utilizando-se um teste t pareado para amostras independentes (Zar, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Classificação de solos nos ambientes de estudo

Os resultados analíticos e a classificação dos perfis de solo estudados encontram-se na Tabela 1. A grande maioria dos horizontes apresenta solo distrófico, à exceção dos horizontes superficiais dos plantios de eucalipto de Juerana (PET-J e PEB-J), o que é devido a adubações realizadas pela empresa Fibria. Também com algumas exceções, predomina a fração arenosa nos horizontes dos perfis, e saturação de Al maior que 50 %. Com relação à acidez, os solos são classificados de extremamente a fortemente ácidos.

Em Aparaju, os perfis foram classificados como Argissolos Amarelos no ambiente de plantios de eucalipto PET-A e na Muçununga florestada (MF-A). À medida que se aproxima da área mais deprimida do terreno, ocorrem Argissolos Acinzentados (na borda da Muçununga florestada – BMF-A) e, na sequência, Espodossolo Ferrihumilúvico formado em condições hidromórficas e com caráter dúrico (na Muçununga gramíneo-lenhosa – MGL-A). No Capão de Muçununga Florestada (CMF-A), localizado em meio à MGL-A, encontra-se um Espodossolo Humilúvico com caráter espessarênico, que pode ser formado a partir de resquícios de deposições eólicas oriundas de material do Quaternário, onde se localizam as Restingas.

Na área mais afastada do litoral, denominada Juerana, ocorre uma transição de Argissolo Amarelo no plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros (PET-J), apresentando caráter abrupto, passando a Argissolo Acinzentado no plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide (PEB-J) e a Espodossolos hidromórficos com migração de ferro e matéria orgânica nos ambientes de vegetação herbácea (MG-J) e herbácea-arbustiva (MAA-J) e na borda da Muçununga florestada (BMF-J). O caráter dúrico foi encontrado apenas no perfil da MAA-J. No outro extremo deste gradiente, ocorre novamente um perfil de Argissolo Acinzentado, sob a Muçununga florestada (MF-J).

Segundo Ucha et al. (2002), as áreas deprimidas dos Tabuleiros Costeiros foram formadas de fraturas nos sedimentos do Grupo Barreiras. Estes autores explicam que, no passado, estas depressões constituíram o foco de transformações pedológicas em direção aos solos das bordas, transformando Latossolos Amarelos em Argissolos e Argissolos em Espodossolos com presença de duripã. De acordo com Abraão (1995), é comum nestas áreas deprimidas a elevação do lençol freático à superfície.

3.2. Diversidade de térmitas e grupo funcional

Os térmitas coletados nos diferentes ambientes pertencem a dez espécies, oito gêneros e duas subfamílias, sendo todos da família Termitidae (Tabela 2). Os principais grupos funcionais foram os térmitas de solo (*Armitermes* spp., *Embiratermes* spp. e *Labiatermes* spp.) e de serrapilheira e madeira (três espécies de *Nasutitermes*). Também foi amostrada uma espécie considerada de solo e de madeira, uma de serrapilheira e duas de madeira (Tabela 2).

Em alguns casos foram encontradas mais de uma espécie habitando o mesmo montículo, permitindo inferir que algumas são invasoras ou inquilinas. Foi o caso das morfoespécies *Labiatermes* spp. e *Embiratermes* spp., na BMF-J, e de *Armitermes* spp. e *Velocitermes* spp. na MGL-A. Sarcinelli et al. (2009) detectou comportamento semelhante de espécie do gênero *Embiratermes*, habitando montículos de *Cornitermes* spp., em uma pastagem do município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais.

Observou-se relação entre o habitat do montículo e o ambiente nos ambientes da área de Aparaju, onde ocorreram apenas montículos de solo na MGL-A e arbóreos nos ambientes com componentes arbóreos (CMF-A, BMF-A, MF-A e PET-A) (Tabela 2). A construção de ninhos arbóreos por estes cupins pode ser uma estratégia para diminuir o risco de predação, mas também pode ser função dos grupos funcionais predominantes nestes ambientes (serrapilheira e madeira). Em Juerana, por sua vez, os cupins que construíram seus ninhos no solo ocorreram tanto nas formações campestres (MG-J, MGL-A e MAA-J) quanto nos ambientes de Muçununga florestada (BMF-J e MF-J) e plantio de eucalipto na borda com o MG-J (PEB-J) (Tabela 2).

Na BMF-J e na MF-J foram amostradas duas espécies construtoras de montículos no solo, *Embiratermes* spp. e *Labiatermes* spp.. De acordo com Constantino (1999), uma espécie de *Labiatermes* (*L. labralis*) está entre as espécies que habitam em árvores, da mesma forma que algumas espécies de *Nasutitermes* spp., *Armitermes* spp. e *Microcerotermes* spp., estas três últimas amostradas em ninhos arbóreos neste estudo. *Nasutitermes* spp., *Armitermes* spp. e *Embiratermes* spp., por sua vez, foram amostradas em ninhos no solo segundo Sarcinelli et al. (2009). Espécies de todos estes gêneros construíram ninhos no solo nas áreas de Muçununga e plantios (Tabela 2).

Também não se podem estabelecer relações entre o grupo funcional e o ambiente. Por exemplo, foram amostrados apenas térmitas que se alimentam de solo no fragmento de Muçununga florestada de Juerana (BMF-J e MF-J) (Tabela 2). A dificuldade em se estabelecer as relações ambiente x grupo funcional e ambiente x

habitat do montículo pode ser devida ao fato de terem sido amostrados apenas térmitas em montículos, quando na realidade os mesmos podem apresentar outras formas de habitat de seus ninhos além da construção de montículos, como ninhos sob o solo, no interior de árvores ou tocos (DeSouza et al., 2003) e em túneis nas árvores (Gonçalves et al., 2005), o que não foi amostrado no presente estudo. Também seria necessária uma amostragem maior em todos os ambientes para analisar estas relações através de métodos estatísticos com base na frequência de cada habitat de montículo e grupo funcional nos diferentes ambientes.

Apesar da predominância de térmitas que consomem madeira e/ou serrapilheira nos ninhos arbóreos, o que pode ter relação com a estratégia de menor gasto energético, os cupins que constroem seus ninhos no solo ou em árvores podem pertencer a qualquer uma dos grupos funcionais (solo, serrapilheira ou madeira) (Tabela 2). Desta forma, pode-se inferir que, havendo a fonte alimentar presente no ambiente, o habitat do montículo dependeria do ambiente (graminóide ou florestado), uma vez que nas áreas de campo a estratégia de se estabelecer ninhos arbóreos é restringida pela menor proporção ou inexistência de elementos arbóreos ou arbustivos.

3.3. Textura de solos superficiais e de montículos

Os ambientes estudados diferem entre si com relação a todas as propriedades físicas de solo superficial e de montículos analisadas (teste de Kruskal-Wallis: $p < 0,05$). Também houve diferenças significativas entre solos superficiais (SS) e montículos (MT) para todas as características físicas de solos analisadas, em um ou mais ambientes (Tabela 3).

Os ambientes naturais de menor porte (MAA-J, MG-J e MGL-A) apresentaram as menores quantidades de areia grossa e maiores quantidades de areia fina nos solos superficiais entre os demais ambientes estudados. Não houve diferença significativa para areia grossa entre solos e montículos nestes ambientes, porém, a quantidade da fração areia fina foi significativamente maior no solo superficial que nos montículos.

Os solos dos montículos possuem maiores quantidades de argila que os solos superficiais, sendo até cerca de 12 vezes maior no PET-J. Porém, esta diferença entre solo superficial e montículos não foi significativa na MF-J, o que pode ter ocorrido em função da textura dos solos superficiais, que é média neste solo, enquanto nos solos superficiais dos demais ambientes estudados a textura é arenosa. Em todos os ambientes, a quantidade de silte foi significativamente maior nos montículos que nos solos.

O acúmulo de argila e silte nos solos dos montículos permite inferir que os cupins selecionam estas partículas, menores que 0,05 cm de diâmetro, para construção de seus ninhos. Já que predomina a fração grosseira na textura dos solos superficiais dos ambientes estudados, presume-se que os cupins busquem partículas de textura mais fina das camadas subsuperficiais, visto que há uma tendência de aumento de argila em profundidade (Tabela 1).

Jouquet et al. (2002), em um experimento realizado para estudar a seleção de partículas por *Odontotermes* nr. *pauperans* no qual ofereceram solo superficial (15-20 cm) e subsuperficial (70-80 cm), constataram que os térmitas utilizam as partículas do solo de forma seletiva, favorecendo as partículas finas, e que estes organismos são ativos na presença dos dois tipos de solo, porém a atividade de construção dos montículos é mais estimulada quando ambos estão presentes. Outros autores têm proposto que os térmitas preferem usar partículas finas das camadas mais profundas do solo do que o solo superficial para a construção de seus montículos (Lee & Wood, 1971; Lobry de Bruyn & Conacher, 1990; Dangerfield, 1991; Lavelle et al., 1992).

Nos plantios de eucalipto (PEB-J, PET-J e PET-A) ocorreram as menores quantidades de areia fina nos montículos. Ao se considerar a quantidade de areia total, também os montículos da borda da Muçununga florestada de Aparaju (BMF-A) aparecem como os menos arenosos. Nestes ambientes, ocorre maior quantidade de argila que areia nos montículos, que apresentam textura argilosa ou muito argilosa, ao contrário do que foi constatado para os demais ambientes, nos quais os montículos apresentaram textura média. Esta diferença textural dos montículos dos eucaliptais com relação aos dos demais ambientes também pode ser reflexo do seu habitat, pois a maioria dos montículos amostrados nos eucaliptais foram arbóreos, havendo poucos cupinzeiros no solo. Também se pode citar a influência da classe de solo destes ambientes, que são Argissolos, dois deles com caráter de mudança textural abrupta, com incremento considerável de argila a partir de 40 cm da superfície (Tabela 1).

À medida que aumenta a proporção da fração argila nos solos superficiais, diminui o valor de delta nos montículos de forma significativa, ou seja, houve uma diminuição no incremento de argila nos montículos. A regressão logarítmica obteve o melhor ajuste considerando-se tanto os ambientes naturais (vegetação de Muçununga) quanto os plantios de eucalipto (Figuras 2a e 2b). Esta constatação implica que, quanto mais argila existe no solo, menor é a seleção destas partículas realizadas pelos térmitas para construção de seus montículos. Na curva obtida considerando-se apenas os

ambientes de Muçununga, quando consideramos delta igual a zero, o teor estimado de argila no solo superficial é de 18,9 % (Figura 2a). Já na curva onde se considerou os plantios de eucalipto, este valor estimado do teor de argila é de 14,02 % (Figura 2b). Assim sendo, a partir dos valores obtidos por estas estimativas, os cupins podem não mais estar selecionando as partículas de argila no solo. Porém, não se pode afirmar que há um decréscimo no teor de argila nos montículos com relação ao existente no solo.

Em solos arenosos como os das Muçunungas, a seleção de partículas de argila pelos térmitas para a construção de seus montículos pode resultar no enriquecimento das proximidades dos ninhos com estas partículas mais finas na medida em que estes ninhos sofrem erosão, após seu abandono pelos cupins. Uma das conseqüências deste incremento de partículas finas é o aumento da quantidade de água disponível para as plantas (Konaté et al., 1999).

Não existe um consenso para explicar a maior quantidade de argila nos montículos do que nos solos próximos, se é devido à seleção de partículas ou porque os solos passam por fracionamento físico no trato digestivo dos térmitas (Lee & Wood, 1971; Donovan et al., 2001). É possível que a preferência dos térmitas pelas partículas de textura menos grosseira para a construção e manutenção de seus montículos seja função da facilidade de transporte destas partículas, ou da melhor cimentação proporcionada por elas, o que confere maior estabilidade à estrutura do montículo. Segundo Lee & Wood (1971), os solos arenosos proporcionam pouca estabilidade para construção de túneis e ninhos pelos cupins, que aparentemente preferem solos mais argilosos.

3.4. Características químicas de solos superficiais e de montículos

Constatou-se diferença significativa para as propriedades químicas de solo superficial (teste de Kruskal-Wallis: $p < 0,05$) entre os diferentes ambientes. Já para os montículos, não houve diferença significativa entre os ambientes para pH em água ($H=13,11$; $p=0,22$) e alumínio trocável ($H=17,61$; $p=0,06$). Ao se comparar as propriedades do solo entre solos superficiais (SS) e de montículos (MT), encontrou-se diferenças significativas para todas as características químicas de solos analisadas, em um ou mais ambientes (Tabela 3).

3.4.1. Carbono orgânico

Houve grande concentração de carbono orgânico (Corg) no solo dos montículos em relação aos solos superficiais em todos os ambientes. Segundo Dangerfield (1991),

isso ocorre em virtude da incorporação de pelotas fecais e bucais pelos térmitas na construção dos montículos. Em Juerana, apesar da maior quantidade de Corg no solo dos ambientes de menor porte da vegetação (MAA-J e MG-J), o incremento nos montículos foi menor que nos demais ambientes. O mesmo aconteceu em Aparaju, com maiores teores de Corg no solo da MGL-A e menores incrementos relativos nos montículos deste ambiente. As áreas de muçununga graminóide ou gramíneo-lenhosa tendem a concentrar Corg em função do hidromorfismo ocasionado pela flutuação do lençol freático, que fica elevado durante o período chuvoso. Contudo, a textura arenosa em praticamente toda a extensão dos perfis destes solos possibilita a perda de matéria orgânica do sistema, o que torna as águas destes ambientes escurecidas (Tabela 1).

Em Juerana, os maiores teores de Corg foram encontrados nos montículos dos plantios de eucalipto e, em Aparaju, no PET-A seguido pela MF-A. No PET-A, os cupins chegaram a concentrar 39 vezes mais Corg nos seus montículos, com relação ao teor existente no solo superficial (Tabela 3). Sarcinelli et al. (2009) encontraram no máximo 1,3 vezes mais Corg nas paredes externas dos montículos com relação ao solo superficial, em pastagem sobre solos argilosos. Estas diferenças podem ser devido ao método de amostragem diferenciado, pois estes autores coletaram o solo imediatamente adjacente aos montículo.

Segundo Jouquet et al. (2002), os térmitas podem utilizar tanto solo superficial quanto subsuperficial para a construção das galerias, que são estruturas de condução utilizadas para forragear. Entretanto, eles preferem o solo superficial, pois gastam menos energia para obtê-lo. Já para a construção das paredes das câmaras, que são estruturas com a importante função de manter a umidade e proteger fungos e térmitas, existe uma preferência pela utilização de solo subsuperficial, com maiores quantidades de argila e matéria orgânica, devido a necessidades especiais do cupim por ele estudado (*Odontotermes*) para a exosimbiose com o fungo *Termitomyces*. Como nos solos deste estudo as maiores concentrações de argila ocorrem em subsuperfície e, de matéria orgânica, em superfície (embora haja iluviação nos Espodossolos), os térmitas podem preferencialmente estar obtendo o carbono orgânico da superfície dos solos, visto que há menor gasto energético envolvido. De acordo com Wielemaker (1984), as construções de canais e de câmaras para fungos são importantes atividades através das quais os solos são modificados. As câmaras são construídas de pelotas fecais de material orgânico macerado nos quais os térmitas cultivam certas espécies de fungos.

Os fungos decompõem o material orgânico incluindo a lignina e a celulose de modo a torná-lo digerível para os térmitas.

O modelo de regressão entre o acréscimo ou decréscimo de Corg nos montículos com relação aos solos superficiais (delta) e a concentração de Corg nos solos superficiais foi significativo ao se considerar tanto os ambientes com vegetações de Muçununga quanto os plantios de eucalipto. A regressão geométrica (ou função potência) foi escolhida por apresentar bom ajuste e ser mais bem difundida no meio acadêmico que outros modelos de bom ajuste (Figuras 3a e 3b). Na curva onde foram plotados os valores de delta e da concentração de Corg no solo superficial para os ambientes de Muçununga, a partir do ponto de 50 % no eixo x (cerca de 26,5 g/kg de Corg) existe pequeno acréscimo de Corg nos montículos à medida que aumenta sua concentração no solo superficial (Figura 3a). Já na curva considerando-se os valores de Corg nos solos dos plantios de eucalipto, observa-se que ainda não ocorre uma estabilização da curva, uma vez que o maior valor de carbono orgânico encontrado no solo superficial dos plantios é de apenas 18,6 g/kg (Figura 3b).

A constatação de que quanto menor a concentração de Corg nos solos superficiais, maior foi a proporção de seu acréscimo nos montículos pode significar que há seleção pelos térmitas de compostos ricos em material orgânico no solo. Contudo, a matéria orgânica ingerida pelos térmitas é submetida a uma série de processos químicos (hidrólise alcalina) e degradação microbiológica e é incluída como pelotas fecais nos ninhos e nas galerias que, em conjunto, constituem a termitosfera (Brauman, 2000). Segundo este autor, a matéria orgânica do solo na termitosfera é mais estável e protegida da intensa mineralização, comum nos trópicos. Em conjunto com a seleção de matéria orgânica, sua estabilização na forma de pelotas fecais pode contribuir para o maior teor de carbono orgânico nos montículos.

Sarcinelli et al. (2009) encontraram que a maior parte das paredes dos montículos é constituída por grandes agregados cimentados pelos térmitas (fração > 2 mm), que rapidamente se transformam em agregados menores que 0,5 mm. Segundo Schaefer (2001), estes agregados menores constituem a principal fração de microagregados estáveis nos latossolos, sendo a microestrutura dos montículos similar àquela destes solos, especialmente onde os montículos abandonados foram erodidos e desmantelados. A formação e estabilização de microagregados organominerais podem ser atribuídas às ligações eletroquímicas e pontes de hidrogênio formadas por cátions e compostos orgânicos durante passagem de partículas minerais no trato intestinal dos

cupins durante a digestão do húmus (Garnier-Sillam & Harry, 1995), bem como pela manipulação do solo nas mandíbulas com adição de saliva (Grassé, 1984; Jungerius et al., 1999). A extrema alcalinidade do intestino anterior dos térmitas, em conjunto com processos autoxidativos, facilita a dessorção de substâncias húmicas da matriz mineral, diminuindo seu peso molecular e aumentando sua solubilidade. A extração alcalina é uma estratégia para ter acesso a abundantes recursos alimentares por meio do sequestro de nutrientes dos agregados organominerais (Kappler & Brune, 1999).

3.4.2. Nutrientes

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram significativamente maiores nos montículos do que nos solos em todas as vegetações de Muçununga e nos plantios de eucalipto. Os montículos dos plantios de eucalipto apresentaram os maiores teores de Ca^{2+} , sendo estes 13,2; 6,4 e 39,2 vezes maior que o teor encontrado no solo superficial dos ambientes PET-J, PEB-J e PET-A, respectivamente. Os teores de Mg^{2+} são maiores do que os de Ca^{2+} nos ambientes das formações naturais de Muçununga, à exceção da MF-J. Nos plantios de eucalipto, esta relação se inverte em função da correção da acidez dos solos pela adição de resíduos industriais, como cinzas e lama de cal, que contém Ca^{2+} em sua composição.

Os teores de K^+ e Na^+ também foram maiores nos montículos do que nos solos, em todos os ambientes, sendo esta diferença não significativa apenas para o teor de Na^+ na MF-J. Os maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ nos montículos resultaram em maiores somas de base (SB) nestes com relação aos solos em todos os ambientes. As maiores SB em Juerana foram encontradas nos montículos dos plantios de eucalipto, seguidos da MF-J, da BMF-J, da MAA-J e do MG-J. Em Aparaju, a SB também foi maior nos montículos dos ambientes de porte arbóreo e dos plantios de eucalipto (MF-A, BMF-A e PET-A). Segundo Howse (1970), os cupins são capazes de concentrar nutrientes em seus montículos. Este enriquecimento de cátions influencia na estabilidade de compostos organominerais nos montículos (Brauman, 2000).

Para a SB ocorre a mesma tendência observada para carbono orgânico de decréscimo nos montículos à medida que aumenta a concentração no solo superficial, sendo também utilizada a regressão geométrica (Figura 4a e 4b). O ponto de 50 % da curva para a soma de bases nos ambientes de Muçununga no eixo x corresponde a $0,94 \text{ cmol/dm}^3$, a partir do qual o aumento da SB no solo superficial não afeta mais de forma substancial a proporção de acréscimo de bases nos montículos (Figura 4a).

Considerando-se os solos dos plantios de eucalipto, este valor sobe para $1,63 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, em virtude da melhor fertilidade destes solos em superfície (Figura 4b).

Os maiores valores de saturação por bases (V) nos montículos e nos solos foram encontrados nos plantios de eucalipto. A V apenas não apresentou diferença significativa entre montículos e solos no PET-J, apresentando valores superiores a 50 % (solo superficial eutrófico), em função de aplicação de fertilizantes no plantio. Os montículos do PEB-J também apresentaram saturação de bases superior a 50 %, diferentemente do solo superficial deste ambiente. Isto pode ter ocorrido pela proximidade destes ambientes, com os cupins buscando o solo mais fértil.

Os teores de P, por sua vez, diferiram entre solo superficial e montículo em todos os ambientes, exceto no MG-J, que por sua vez apresentou o menor valor deste nutriente nos montículos. Os maiores valores de P foram encontrados nos montículos dos plantios de eucalipto em Juerana e em Aparaju, quando comparados com os valores deste macronutriente nos ambientes de cada uma destas áreas separadamente. Os cupins chegaram a concentrar 20 vezes mais fósforo em seus montículos em comparação com os solos superficiais (no PET-A). Sarcinelli et al. (2009) encontrou no máximo 2,6 vezes mais P na parede dos montículos que no solo adjacente.

Brauman (2000), em uma compilação de diferentes estudos, encontrou que a concentração de P pode ser 35 vezes maior nas paredes dos montículos que nos solos de controle. Esta diferença é atribuída à liberação deste nutriente durante trânsito no trato intestinal dos térmitas, que apresenta elevado pH (Wood, 1988). Em ambientes oligotróficos e com baixos teores de argila, como é o caso das Muçunungas, as fontes de P são principalmente orgânicas, o que explica melhor os maiores teores de P, associados à matéria orgânica concentrada pelos térmitas como pelotas fecais misturadas com saliva nos montículos (Sarcinelli et al., 2009).

As curvas de regressão de delta para P nos montículos com relação ao solo superficial, apesar de significativas, não apresentaram bom ajuste ($R^2 = 0,50$ para plantios de eucalipto e $R^2 = 0,28$ para ambientes de Muçununga) (Figuras 9a e 9b). Na curva para os ambientes de Muçununga, cujo modelo de melhor ajuste foi o logarítmico, é possível estimar o valor de $4,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, a partir do qual poderia haver decréscimo na quantidade de P nos montículos com relação à existente no solo (Figura 5a). Contudo, a curva torna-se mais suave por volta deste valor, com pouco decréscimo nos montículos com relação às quantidades no solo.

Os montículos apresentaram maiores de fósforo remanescente (P-rem) que os solos superficiais, não sendo esta diferença significativa para a BMF-J e a MF-J. Isso aconteceu apesar da maior proporção da fração argila apresentada pelos montículos, o que se deve ao fato da mineralogia dos solos ser essencialmente caulinítica (Abraão, 1995; Corrêa, 2005), com poucos óxidos, que poderiam tornar o P indisponível, bem como pela liberação do P no trato intestinal dos térmitas, conforme postulado por Wood (1988).

Os menores valores de Fe foram encontrados nos solos superficiais dos ambientes com menor porte da vegetação, havendo maiores valores deste elemento nos montículos, significativo para a MGL-A. Nos ambientes com maior riqueza de Fe, os seus valores foram significativamente maiores nos solos superficiais que nos montículos, significativo para os ambientes florestados de Aparaju e para o plantio de eucalipto de Juerana.

Independentemente da fonte de nutrientes ou dos processos de enriquecimento, os solos modificados pelos térmitas são mais ricos em nutrientes, que por sua vez podem facilitar a produção vegetal primária (Freyman, 2008). Contudo, a remoção de nutrientes pelos térmitas para seus montículos não resulta em pronta disponibilidade para as plantas (Weir, 1971; citado por Freyman, 2008), pois este processo pode ser atrasado até o momento em que a colônia morra e o montículo é submetido à erosão (Coventry et al., 1988). A maior concentração de nutrientes tanto nos montículos quanto nos solos próximos a estes foi reportada em muitos estudos (Anderson & Wood, 1984; Coventry et al., 1988; Lobry de Bruyn & Conacher, 1990).

3.4.3. Acidez e Capacidade de Troca Catiônica

A diferença de pH entre solos superficiais e montículos foi significativa apenas em alguns ambientes, sendo o pH extremamente a fortemente ácido (Embrapa, 2006). No solo superficial do PET-J, o pH foi maior no solo que nos montículos em virtude da interferência antrópica neste ambiente. O pH do solo deste ambiente é classificado como moderadamente ácido (Embrapa, 2006).

Na maioria dos ambientes, não houve diferença entre solo superficial e montículos para alumínio trocável (Al^{3+}). Como é alta a afinidade para a complexação deste cátion metálico pela matéria orgânica (ordem de Irving-Williams, citada por Canellas et al., 2008), que por sua vez é concentrada pelos cupins em seus montículos, o Al^{3+} pode estar sendo transportado pelos cupins juntamente com ela. A concentração de Al^{3+} foi significativamente maior nos solos superficiais do que nos montículos apenas

na MAA-J e na MG-J, que são os ambientes onde a quantidade de Al^{3+} e de carbono orgânico nos solos superficiais foram maiores.

Devido à maior concentração de bases nos montículos, os solos destes não se apresentaram álicos em nenhum ambiente. Possivelmente, a concentração de nutrientes promovida pelos cupins diminuiu o efeito da concentração de Al^{3+} . Já nos solos superficiais de todas as vegetações de Muçununga, a saturação de alumínio foi maior que 50 %. Apenas nos plantios de eucalipto de Juerana o solo superficial não se apresentou álico, e não houve diferença significativa para a saturação por alumínio (m) entre solos e montículos, devido à correção da acidez dos solos dos plantios de Juerana. Os solos também se apresentaram álicos em toda a extensão dos perfis da maioria dos ambientes estudados (Tabela 1).

Apesar do modelo obtido para a curva entre o valor de delta para Al^{3+} e seu teor no solo superficial nos ambientes de Muçununga ter sido significativo, o maior acréscimo de Al^{3+} nos montículos com relação ao teor deste elemento no solo foi de 2,38 % (Figura 6a), que pode ser considerado pequeno com relação aos valores de delta obtidos para as variáveis de solo apresentadas anteriormente. A partir do valor estimado de $1,02 \text{ cmol/dm}^3$ de Al^{3+} no solo superficial, passa a haver decréscimo de Al^{3+} nos montículos com relação ao teor existente nos solos dos ambientes de Muçununga. Para elaborar a curva para os plantios de eucalipto, foram retirados os pontos nos quais os valores de Al^{3+} no solo superficial eram iguais à zero, o que ocorreu em algumas amostras do PET-J. Da mesma forma que nos ambientes de Muçununga, a regressão nos plantios de eucalipto para o Al^{3+} foi logarítmica (Figura 6b).

Os valores de H+Al foram significativamente maiores nos montículos do que nos solos superficiais em todos os ambientes estudados, pela ligação direta entre carbono orgânico e a acidez do solo. O mesmo ocorreu para a CTC efetiva (t) e a CTC total (T). A T dos solos superficiais foi maior nos ambientes de menor porte em Juerana (MAA-J e MG-J) devido aos maiores teores de carbono orgânico no solo.

3.5. Pedobioturbação: densidade de montículos e seu volume de solo

Houve diferença significativa entre a densidade de montículos e o volume de solo de montículos entre os ambientes estudados (teste de Kruskal-Wallis: $p < 0,05$) (Tabela 4). Em Aparaju, a densidade de montículos foi maior na MGL-A, seguido dos ambientes CMF-A, BMF-A e MF-A e PET-A (Tabela 4). Assim, observa-se uma tendência de diminuição da densidade de montículos à medida que a vegetação torna-se mais densa e com maior predominância de componentes arbóreos. Em Juerana,

observou-se a seguinte ordem decrescente para a densidade de montículos: MAA-J > MG-J > BMF-J > eucaliptais de Juerana (PET-J e PEB-J) > MF-J (Tabela 4). Desta maneira, também se constatou tendência semelhante àquela observada para a área de Aparaju, com maior densidade de montículos em ambientes com componentes arbustivos e herbáceos (graminóides), e menor densidade nos ambientes de eucaliptais e do centro da Muçununga florestada.

Também houve diferença significativa entre os ambientes para o volume de solo nos montículos (teste de Kruskal-Wallis: $p < 0,05$) (Tabela 4). O volume de solo nos montículos na MF-J foi elevado devido ao maior tamanho individual dos montículos, porém seu volume total de solo foi inferior àquele ciclado na MAA-J, devido à maior densidade de montículos neste ambiente. Em Aparaju, o maior volume de solo de montículos foi obtido na MGL-A (Tabela 4).

Houve diferença significativa entre a densidade e o volume de montículos em ambientes graminóides (MAA-J, MG-J, MGL-A) e florestados (MF-J, BMF-J, PEB-J, PET-J, CMF-A, BMF-A, MF-A e PET-A) ($p < 0,001$) (Figura 7 a e 7 b). O maior número e volume de montículos nas áreas mais abertas (graminóides), onde os solos são mais rasos, vai contra a hipótese postulada por Schaefer (2001) para Latossolos, que considera que quanto mais profundos estes solos, maior a atividade dos térmitas. Contudo, como já discutido anteriormente, isso pode ser devido à existência de diferentes habitats dos ninhos de montículos em ambientes florestados (DeSouza et al., 2003; Gonçalves et al., 2005).

Ademais, os maiores teores de carbono orgânico nas formações campestres de Muçununga (Tabela 3), também podem influenciar na preferência destes ambientes pelos térmitas construtores de montículos, apesar de ter sido demonstrado por Lima et al. (2006) que uma espécie de cupim selecionou sites contendo areia com qualquer mistura de solo orgânico, em detrimento ao site com areia pura (Figura 7 b).

A erosão dos montículos pode criar um manto de solo de até 47,35 cm em 10.000 anos (Tabela 4), valor máximo inferior ao encontrado por Sarcinelli et al. (2009) em área de pastagem, que estimou um manto de solo de até 100 cm. Considerando a média entre todos os ambientes, obteve-se cerca de 17,5 cm de solo dos montículos retornado para a superfície. Esta pedobioturbação ocasionada pelos térmitas contribui para a ciclagem de nutrientes nas muçunungas, uma vez que os montículos concentram quantidades de bases e fósforo significativamente superior àquela encontrada nos solos destes ambientes arenosos e extremamente oligotróficos (Tabela 3; Figuras 4 e 5).

Em formações savânicas de Muçununga com presença de moitas de vegetação mais densa com arbustos, como foi observado na MGL-A e na MHA-A, a presença dos montículos pode ter contribuído para a formação destas moitas, devido ao aporte de solo de textura mais fina e com maiores teores de nutrientes na superfície dos solos pela erosão dos montículos (Tabelas 2 e 3). Saporetti Junior (2009), ao descrever a formação de Muçununga gramíneo-lenhosa de *Bonnetia*, relaciona a presença de populações de fanerófitos como *Bonnetia stricta*, *Humiria balsamifera* e *Ocotea lobbiai*, à formação de microsítios de colonização sobre termiteiros inativos. Contudo, existe a necessidade de estudos mais apurados da relação entre a composição florística e a estrutura da vegetação com propriedades edáficas de solos e montículos nas muçunungas, incluindo análises micromorfológicas, para testar a hipótese da formação de microsítios de espécies arbustivas e arbóreas sobre os montículos, a exemplo do que foi postulado nos campos de murundus do Cerrado no Brasil Central (Oliveira-Filho, 1992).

4. CONCLUSÕES

Há predomínio da fração areia nos solos superficiais de todos os ambientes de Muçununga estudados, o que reflete nas características texturais dos montículos da maioria dos ambientes. Apesar disso, comprovou-se a hipótese de que os térmitas presentes na Muçununga atuaram seletivamente sobre o solo, tornando o ambiente dos montículos mais argiloso, rico em nutrientes, com menor saturação por alumínio e com maiores teores de carbono orgânico que os solos arenosos de entorno.

Os cupins selecionam com mais eficiência os colóides de argila e matéria orgânica e concentram bases e fósforo na construção de seus montículos, quanto menores as proporções destas variáveis nos solos superficiais. Assim, a ação seletiva dos térmitas foi maior em solos mais pobres e arenosos, de modo que a importância da atividade destes organismos e seus efeitos sobre a concentração de nutrientes nos montículos e na capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos podem variar de acordo com as quantidades totais de nutrientes e da CTC dos minerais de argila existentes.

A atividade dos térmitas, medida pela densidade de montículos e volume de solo destes, foi maior nos ambientes graminóides que nos florestados. Este distúrbio causado pelos térmitas representa uma função de engenheiros do ecossistema, pela criação de ilhas de fertilidade química maior nos montículos abandonados ou ativos, podendo influenciar na composição e diversidade florística.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos especialmente à Og DeSouza, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, pela identificação dos térmitas. À Fibria Unidade Aracruz, pelo apoio logístico e financeiro. À Reginaldo Gonçalves Mafia, do Centro de Pesquisa e Tecnologia (CPT) da Fibria, pela ajuda nas análises estatísticas e modelagem; e a Marcelo Nunes, pela ajuda de campo na coleta de solos e cupins. Aos estagiários Maurílio e Carol, da Universidade Federal de Viçosa, e aos técnicos da Fibria, pelo preparo dos solos para análise. Ao Laboratório de Solos da UFV, pela realização das análises de solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de Camadas Adensadas em Solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.
- Alvarez, V.V.H.; Novais, R.F.; Dias, L.E. ; Oliveira, J.A. 2000. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da SBCS** 25 27-32.
- Anderson, J.M.; Wood, T.G. 1984. Mound composition and soil modification by two soil feeding termites (Termitinae, Termitidae) in a riparian Nigerian forest. **Pedobiologia** 26 77-82.
- Araujo, D.S.D.; Pereira, O.J.; Peixoto, A.L. 2008. Campos Nativos at the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 365-388.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L.; Santos, A.A.S. 2007. **Bioestat 5.0**. Belém. 364 p.
- Brauman, A. 2000. Effect of gut transit and mound deposit on soil organic matter transformations in the soil feeding termite: A review. **European Journal of Soil Biology** 36: 117-125.
- Canellas, L.P.; Mendonça, E.S.; Dobbss, L.B.; Baldotto, M.A.; Velloso, A.C.X.; Santos, G.A.; Amaral Sobrinho, N.M.B. 2008. Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; da Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole. pp. 45-63.
- Constantino, R., 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos em Zoologia** 40: 387-448.
- Corrêa, M.M. 2005. **Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos Tabuleiros Costeiros**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 194 f.
- Coventry, R.J.; Holt, J.A.; Sinclair, D.F. 1988. Nutrient cycling by mound-building termites in low-fertility soils of semi-arid tropical Australia. **Australian Journal of Soil Research** 26: 375-390.

- Dangerfield, J.M. 1991. Soil modification by *Cubitermes sankurensis* (Wassman) (Isoptera: Termitidae) within a Miombo woodland site in Zimbabwe. **African Journal of Ecology** 29:267-269.
- Dangerfield, J.M.; McCarthy, T.S.; Ellery, W.N. 1998. The mound-building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. **Journal of Tropical Ecology** 14: 507-520.
- Davies, R. 2002. Feeding group responses of a Neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. **Oecologia** 133: 233-242.
- DeSouza, O.F.F.; Albuquerque, L.; Tonello, V.; Pinto, L.; Reis Jr., R. 2003. Effects of fire on termite generic richness in a savanna-like ecosystem ('Cerrado') of Central Brazil. **Sociobiology** 43(3): 639-649.
- DeSouza, O.F.F.; Brown, V. 1994. Effects of habitat fragmentation on amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology** 10: 197-206.
- Donovan, S.E.; Eggleton, P.; Bignell, D.E. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. **Ecological Entomology** 26: 356-366.
- Embrapa. 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212p.
- Embrapa. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS. 306 p.
- Freyman, B.P.; Buitenwerf, R.; DeSouza, O.; Olf, H. 2008. The importance of termites (Isoptera) for the recycling of herbivore dung in tropical ecosystems: a review. **European Journal of Entomology** 105(2): 165-173.
- Garnier-Sillam, E.; Harry, M. 1995. Distribution of humic compounds in mounds of some soil-feeding termite species of tropical rainforests: its influence on soil structure stability. **Insectes Sociaux** 42, 167-185.
- Gonçalves, T.T.; DeSouza, O.F.F.; Reis Jr., R.; Ribeiro, S.P. 2005. Effect of tree size and growth form on the presence and activity of arboreal termites (Insecta: Isoptera) in the Atlantic rain forest. **Sociobiology** 46 (2): 421-432.
- Grassé, P.P. 1984. **Termitologia. Fondation des sociétés et construction**. Tome II, Masson, Paris. 613 pp.
- Holt, J.A.; Coventry, R.J.; Sinclair, D.F. 1980. Some aspects of the biology and pedological significance of mound-building termites in a red and yellow earth landscape near Charters Towers, North Queensland. **Australian Journal of Soil Research** 18, 97-109.
- Howse, P.E. 1970. **Termites: A Study in Social Behavior**. Hutchinson Univ. Library, London, 150 p.
- Hyams, D. 1995. **CurveExpert 1.3**: A comprehensive curve fitting system for Windows.
- Jones, C.G.; Lawton, J.H.; Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos** 69: 373-386.
- Jouquet, P.; Lepage, M.; Velde, B. 2002. Termite soil preferences and particle selections: strategies related to ecological requirements. **Insectes Sociaux** 49, 1-7.
- Jungerius, P.D.; van den Ancker, J.A.M.; Múcher, H.J. 1999. The contribution of termites to the microgranular structure of soils on the Uasin Gishu Plateau, Kenya. **Catena** 34: 349-363.

- Kappler, A.; Brune, A. 1999. Influence of gut alkalinity and oxygen status on mobilization and size-class distribution of humic acids in the hindgut of soil-feeding termites. **Applied Soil Ecology** 13: 219-229.
- Konaté, S.; Le Roux, X.; Tessier, D.; Lepage, M. 1999. Influence of large termitaria on soil characteristics, soil water regime, and tree leaf shedding pattern in a west African savanna. **Plant and Soil** 206: 47-60.
- Lavelle P.; Blanchart, E; Martin, A.; Spain, A.V.; Martin, S. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Myths and Science of Soils of the Tropics. **SSSA special publication** 29: 157-177.
- Lee, K.E.; Wood, T.G. 1971. **Termites and Soils**. Academic Press, London and New York, 251 p.
- Lima, M.M; Gonçalves, T.T.; DeSouza, F.F.O.; Reis Jr., R. 2006. Nesting site selection by *Coptotermes gestroi* (Insecta: Isoptera). **Sociobiology** 48 (3): 681-688.
- Lobry de Bruyn, L.A.; Conacher, A.J. 1990. The role of termites and ants in soil modification: a review. **Australian Journal of Soil Research** 28: 55-93.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza, A.L.; Lana, J.M.; Valente, G.E. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Muçununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore** 29 (1): 139-150.
- Moreau, A.M.S.S.; Costa, L.M.; Ker, J.C.; Gomes, F.H. 2006. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1021-1030.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 102 f.
- Oliveira-Filho, A.T. 1992. Floodplain ‘murundus’ of Central Brazil: evidence for the termite origin hypothesis. **Journal of Tropical Ecology** 8: 1-19.
- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce.
- Saporetti Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Sarcinelli, T.S.; Schaefer, C.E.G.R.; Lynch, L.S.; Arato, H.D.; Viana, J.H.M.; Albuquerque Filho, M.R.; Gonçalves, T.T. 2009. Chemical, physical and micromorphological properties of termite mounds and adjacent soils along a toposequence in Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. **Catena** 76: 107-113.
- Schaefer, C.E.G.R., 2001. Brazilian Latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal of Soil Resources** 39: 909-926.
- Simonelli, M. 1998. **Comparação Florística e Estrutura do Estrato Arbóreo de uma Muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101p.
- Sleaford, F.; Bignell, D.E.; Eggleton, P. 1996. A pilot analysis of gut contents in termites from the Mbalmayo Forest Reserve. **Cameroon. Ecological Entomology** 21: 279-288.
- StatSoft, Inc. 2001. **STATISTICA (data analysis software system)**. Versão 6. www.statsoft.com.

- Ucha, J.M.; Ribeiro, L.P.; Vilas Boas, G.S. 2002. **Genesis of duripans and fragipans in the coastal tablelands of the state of Bahia, Brasil.** In: 17th WCSS, 14-21, Thailand. 1418-1 - 1418-3.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE. 124p.
- Vilas Bôas, G.S.; Sampaio, F.J.; Pereira, A.M.S. 2001. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 73 (3): 417-427.
- Wielemaker, W.G. 1984. **Soil formation by termites: a study in the Kisii area, Kenya.** Landbouwhogeschool te Wageningen, 132 p.
- Wood, T.G. 1988. Termites and the soil environment. **Biology and Fertility of Soils** 6: 228-236.
- Wood, T.G.; Sands, W.A. 1978. The role of termites in ecosystems. In: Brian, M. V. (ed.). **Production ecology of ants and termites.** Cambridge University Press, Cambridge, pp. 245-292.
- Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis.** Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 929 p.

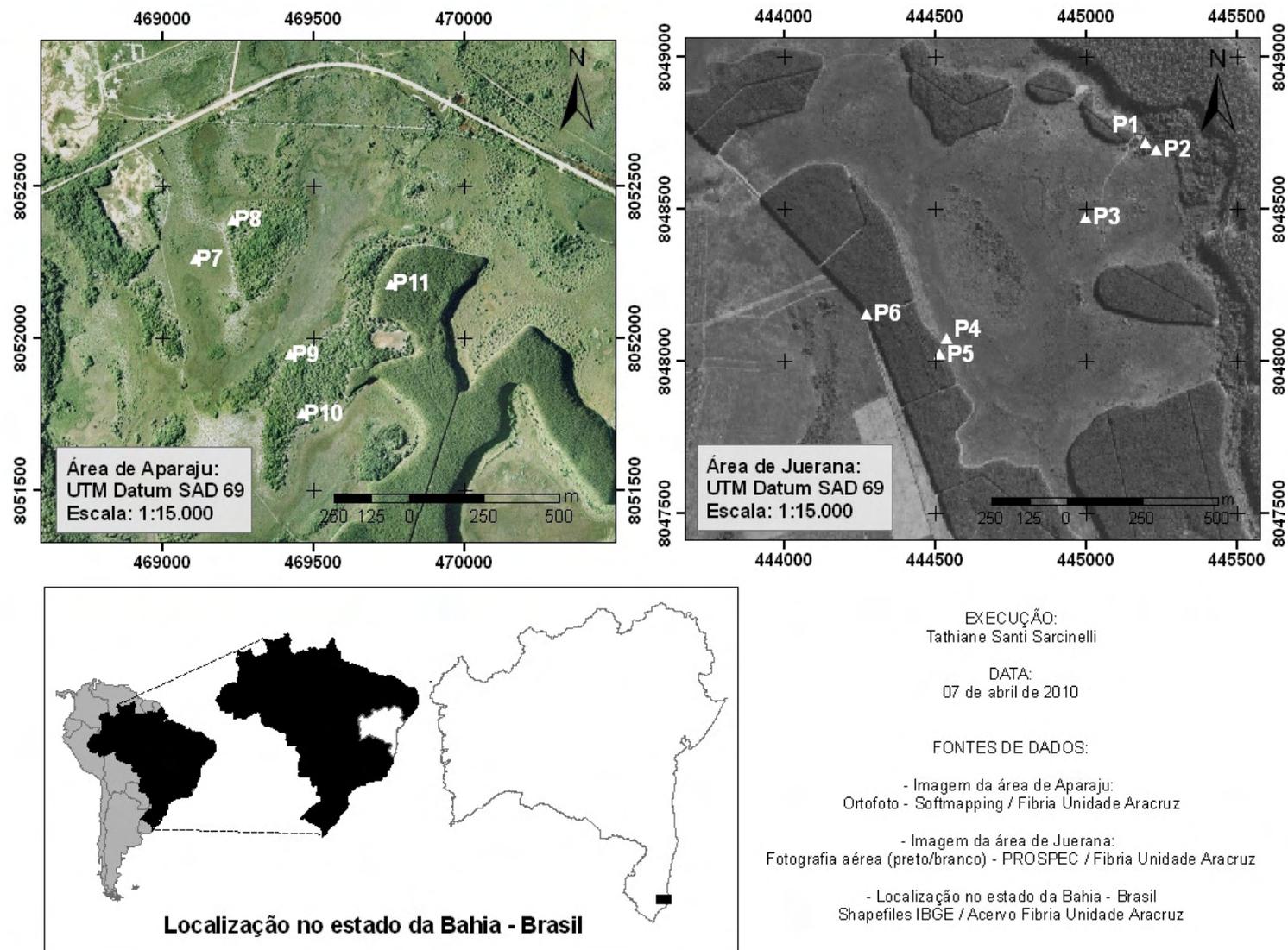


Figura 1. Localização das áreas de estudo “Juerana” e “Aparaju” e perfis de solo (P1 a P11).

Tabela 1 - Características químicas e físicas dos solos dos perfis descritos na topossequência de Juerana (P1 a P6) e Aparaju (P7 a P11)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H +Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{9/}	Na ^{9/}	Fe ^{9/}	P-rem ^{10/}	Corg ^{11/}	AG ^{12/}	AF ^{13/}	Silte	Argila
		H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³							%	mg dm ⁻³					mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
P1 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico (MF-J) ^{14/}																						
A	0-3	4,36	3,31	0,38	0,33	1,71	13,0	1,07	2,78	14,07	7,6	61,5	3,3	67,0	43,8	40,0	24,7	27,44	64	21	3	12
E	3-12	4,46	3,55	0,15	0,08	1,24	8,0	0,34	1,58	8,34	4,1	78,5	1,6	27,0	9,7	40,0	32,8	14,85	79	10	2	9
EBh	12-40	4,83	4,25	0,00	0,04	1,05	8,3	0,42	1,47	8,72	4,8	71,4	1,3	69,0	46,8	33,1	15,0	16,30	56	22	4	18
Bt1	40-90	5,19	4,44	0,00	0,03	0,57	6,8	0,05	0,62	6,85	0,7	91,9	0,8	2,0	1,7	26,0	11,7	12,65	43	25	6	26
Bt2	90-140+	5,08	4,33	0,00	0,08	0,57	4,6	0,09	0,66	4,69	1,9	86,4	3,3	3,0	0,0	70,3	22,7	3,71	55	21	4	20
P2 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico (BMF-J) ^{15/}																						
A	0-15	4,21	3,16	0,18	0,35	1,71	14,3	0,61	2,32	14,91	4,1	73,7	2,3	22,0	3,7	65,3	34,3	27,44	66	23	3	8
E	15-40	4,75	3,85	0,00	0,01	0,86	8,0	0,03	0,89	8,03	0,4	96,6	1,6	9,0	0,7	58,1	31,7	14,85	69	23	3	5
EBh	40-48	4,80	4,23	0,01	0,00	1,05	8,8	0,03	1,08	8,83	0,3	97,2	1,4	7,0	0,0	35,9	20,6	17,81	66	23	4	7
Bhs	48-80/90	4,87	4,41	0,01	0,00	0,67	10,5	0,03	0,70	10,53	0,3	95,7	1,8	7,0	0,7	44,2	8,5	21,52	67	21	3	9
Bs	80/90-90/105	5,07	4,61	0,00	0,00	0,19	3,9	0,00	0,19	3,90	0,0	100,0	3,2	0,0	0,0	265,4	33,8	3,71	74	22	2	2
2 EC	90/105-150	5,04	4,71	0,02	0,00	0,10	2,5	0,02	0,12	2,52	0,8	83,3	3,2	0,0	0,0	42,2	40,1	2,96	76	17	4	3
2 Bs	150-160+	4,76	4,56	0,00	0,00	0,48	6,8	0,00	0,48	6,80	0,0	100,0	1,2	0,0	0,0	5,6	15,7	6,67	64	19	2	15
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúrico (MAA-J) ^{16/}																						
A1	0-8	4,11	3,00	0,87	0,87	1,52	12,4	1,97	3,49	14,37	13,7	43,6	3,6	36,0	32,8	3,7	54,3	44,03	60	26	4	10
A2	8-18	4,09	3,00	0,27	0,62	1,81	14,9	1,02	2,83	15,92	6,4	64,0	2,8	12,0	23,8	5,9	58,5	31,15	58	35	2	5
AE	18-25	4,40	3,00	0,03	0,10	0,57	3,8	0,14	0,71	3,94	3,6	80,3	1,6	2,0	0,0	3,1	57,6	5,22	73	24	1	2
E1	25-55	4,89	3,71	0,00	0,00	0,19	2,0	0,00	0,19	2,00	0,0	100,0	0,9	0,0	0,0	1,3	57,6	1,51	70	26	3	1
E2	55-70	5,16	4,29	0,00	0,00	0,00	1,4	0,00	0,00	1,40	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,1	60,0	1,51	59	35	4	2
EB	70-80	4,69	3,56	0,09	0,02	0,86	5,2	0,11	0,97	5,31	2,1	88,7	1,1	0,0	0,0	5,4	51,8	4,47	54	24	15	7
Bhs	80+	4,51	3,26	0,20	0,23	4,00	14,5	0,46	4,46	24,96	1,8	89,7	1,1	0,0	6,7	6,9	26,7	29,70	52	21	13	14
P4 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espessarênico (MG-J) ^{17/}																						
A	0-5	4,97	4,03	0,36	0,19	1,71	14,1	0,63	2,34	14,73	4,3	73,1	3,2	20,0	7,7	11,8	15,6	40,84	54	31	5	10
E	5-20/25	4,97	4,17	0,02	0,02	1,24	11,2	0,07	1,31	11,27	0,6	94,7	2,8	13,0	0,0	11,4	15,6	33,41	54	32	6	8
Bh	20/25-60	4,92	4,36	0,00	0,00	0,67	9,7	0,02	0,69	9,72	0,2	97,1	2,1	6,0	0,0	27,8	10,6	20,77	73	19	3	5
Bhs	60-78	4,93	4,89	0,00	0,00	0,00	9,1	0,02	0,02	9,12	0,2	0,0	1,9	7,0	0,0	35,0	5,3	14,85	68	19	4	9
Bs	78-90	4,63	5,37	0,00	0,00	0,00	5,7	0,00	0,00	5,70	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	9,8	4,3	8,93	61	24	5	10

(Continua)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H + Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{9/}	Na ^{9/}	Fe ^{9/}	P-rem ^{10/}	Corg ^{11/}	AG ^{12/}	AF ^{13/}	Silte	Argila
-	cm	H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³							%		mg dm ⁻³				mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
C	90-120+	5,02	5,57	0,00	0,00	0,00	2,0	0,00	0,00	2,00	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	2,3	20,7	2,20	68	25	3	4
P5 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso típico (PEB-J) ^{18/}																						
A	0-5	6,32	5,42	7,61	1,61	0,00	5,50	9,37	9,37	14,87	63,0	0,0	8,1	42,0	8,7	12,6	35,6	15,55	40	31	10	19
AE	5-20	5,95	4,97	3,74	0,80	0,00	6,00	4,63	4,63	10,63	43,6	0,0	4,4	29,0	3,7	18,7	37,9	10,68	60	23	6	11
Bh	20-40	5,10	4,41	0,14	0,02	0,95	8,00	0,18	1,13	8,18	2,2	84,1	2,8	9,0	0,0	27,5	18,2	14,85	59	21	4	16
Bt1	40-90	4,83	4,49	0,00	0,00	0,48	3,80	0,01	0,49	3,81	0,3	98,0	1,5	2,0	0,0	87,2	27,3	2,96	57	26	4	13
Bt2	90-120	4,57	4,23	0,00	0,00	0,76	3,10	0,01	0,77	3,11	0,3	98,7	0,7	3,0	0,0	23,8	28,2	2,20	60	14	4	22
BC	120-200	4,51	4,17	0,00	0,02	0,76	3,60	0,02	0,78	3,62	0,6	97,4	1,0	0,0	0,7	24,7	25,7	2,20	43	22	3	32
C	200-240+	4,49	4,34	0,00	0,00	0,19	2,70	0,01	0,20	2,71	0,4	95,0	0,9	2,0	0,0	18,8	35,0	1,51	60	20	3	17
P6 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abrupto (PET-J) ^{19/}																						
A	0-5	6,29	5,61	8,64	1,94	0,00	5,00	10,74	10,74	15,74	68,2	0,0	11,5	42,0	10,7	18,0	53,4	9,97	65	21	4	10
E	5-40	5,70	4,69	0,80	0,25	0,10	3,10	1,07	1,17	4,17	25,7	8,5	3,4	9,0	0,0	21,4	50,2	5,22	73	21	2	4
Bt1	40-55	5,29	4,54	0,03	0,01	0,57	8,30	0,05	0,62	8,35	0,6	91,9	1,1	5,0	0,0	135,7	24,5	7,34	50	25	5	20
Bt2	55-90	5,26	4,56	0,00	0,00	0,29	4,70	0,02	0,31	4,72	0,4	93,5	0,8	6,0	0,0	53,6	34,2	6,67	57	23	4	16
BC	90-120/130	5,12	4,45	0,00	0,01	0,29	3,50	0,04	0,33	3,54	1,1	87,9	0,8	12,0	0,0	58,7	29,6	3,71	66	15	3	16
C	120/130-210	4,98	4,25	0,43	0,15	0,48	3,50	0,60	1,08	4,10	14,6	44,4	0,6	0,0	5,7	43,7	30,8	4,47	39	15	2	44
P7 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico dúrico (MGL-A) ^{20/}																						
A	0-3	4,77	3,78	0,10	0,06	0,38	4,20	0,19	0,57	4,39	4,3	66,7	2,1	10,0	0,0	6,8	53,8	7,42	69	26	2	3
E	3-23/25	4,92	3,88	0,02	0,01	0,29	3,10	0,04	0,33	3,14	1,3	87,9	1,7	5,0	0,0	6,4	53,2	4,47	76	21	1	2
EBh	23/25-36	4,38	3,95	0,03	0,05	0,48	3,80	0,09	0,57	3,89	6,9	84,2	1,8	4,0	0,0	6,2	47,8	4,47	83	13	3	1
Bh	36-55	5,01	4,44	0,00	0,00	0,29	4,90	0,01	0,30	4,91	0,2	96,7	2,2	3,0	0,0	7,4	31,1	5,22	69	22	7	2
Bhs	55-80	4,85	4,43	0,00	0,00	0,57	6,80	0,01	0,58	6,81	0,1	98,3	1,1	2,0	0,0	33,9	17,1	8,93	58	21	12	9
Bs	80-100	4,76	4,19	0,00	0,12	2,19	6,10	0,13	2,32	6,23	2,1	94,4	0,8	4,0	0,7	38,8	11,9	3,71	56	5	2	37
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico (CMF-A) ^{21/}																						
A1	0-5	4,93	4,04	0,14	0,03	0,86	5,50	0,19	1,05	5,69	3,3	81,9	2,9	8,0	0,0	39,2	44,2	11,14	71	22	4	3
A2	5-22	5,03	4,29	0,00	0,00	0,57	4,90	0,01	0,58	4,91	0,2	98,3	1,7	3,0	0,0	24,8	35,4	6,67	67	27	3	3
Bh1	22-42	5,10	4,33	0,00	0,00	0,76	5,70	0,00	0,76	5,70	0,0	100,0	1,2	1,0	0,0	22,1	29,9	8,18	59	32	5	4
Bh2	42-70	4,93	4,48	0,00	0,00	0,57	7,70	0,00	0,57	7,70	0,0	100,0	1,5	1,0	0,0	15,2	14,2	11,14	51	36	6	7
Bh3	70-120	4,95	4,62	0,01	0,00	0,19	4,70	0,02	0,21	4,72	0,4	90,5	1,1	2,0	0,0	23,7	23,7	5,92	60	31	5	4

(Continua)

Horizonte	Profundidade	pH ^{1/}		Ca ^{2+2/}	Mg ^{2+2/}	Al ^{3+2/}	H + Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{9/}	Na ^{9/}	Fe ^{9/}	P-rem ^{10/}	Corg ^{11/}	AG ^{12/}	AF ^{13/}	Silte	Argila	
-	cm	H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³							%		mg dm ⁻³				mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹				
Bh4	120-160	4,99	4,63	0,00	0,00	0,29	5,00	0,00	0,29	5,00	0,0	100,0	1,4	1,0	0,0	38,1	21,4	5,22	53	36	6	5	
P9 - ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico (BMF-A) ^{22/}																							
A	0-3	4,66	3,87	0,05	0,09	0,81	4,30	0,16	0,97	4,46	3,6	83,5	0,8	4,0	2,2	23,5	43,0	8,24	63	26	3	8	
E	3-14	4,88	3,96	0,01	0,06	0,91	4,20	0,10	1,01	4,30	2,3	90,1	0,6	3,0	4,2	29,1	40,9	7,48	52	33	3	12	
EBh	14-34	4,74	4,01	0,00	0,06	1,21	6,20	0,08	1,29	6,28	1,3	93,8	0,3	1,0	4,2	32,4	27,1	7,48	60	25	2	13	
Bh	34-53	4,64	4,17	0,02	0,03	1,32	6,70	0,08	1,40	6,78	1,2	94,3	0,4	0,0	6,3	24,9	18,8	11,25	51	28	3	18	
Bt1	53-75	4,72	4,25	0,04	0,01	1,01	5,00	0,06	1,07	5,06	1,2	94,4	0,4	0,0	3,2	23,0	20,8	9,34	51	27	3	19	
Bt2	75-110	4,67	4,23	0,02	0,01	1,11	3,50	0,04	1,15	3,54	1,1	96,5	0,3	0,0	3,2	24,6	25,6	4,52	43	24	2	31	
BC	110-150	4,62	4,15	0,09	0,02	0,71	2,20	0,15	0,86	2,35	6,4	82,6	0,4	0,0	8,3	10,7	25,9	3,02	39	19	1	41	
P10 - ARGISSOLO AMARELO Distrocioso abráptico (MF-A) ^{23/}																							
A	0-5	4,50	3,59	0,04	0,07	0,67	5,70	0,14	0,81	5,84	2,4	82,7	1,7	12,0	0,0	25,7	47,7	12,65	66	26	3	5	
E1	5-20	4,60	3,85	0,08	0,01	0,57	4,60	0,11	0,68	4,71	2,3	83,8	1,4	8,0	0,0	36,4	48,3	6,67	78	15	2	5	
E2	20-45	4,78	4,23	0,00	0,00	0,57	4,40	0,01	0,58	4,41	0,2	98,3	0,8	4,0	0,0	34,0	40,7	4,47	74	16	6	4	
EBh	45-73	4,93	4,24	0,01	0,00	0,76	4,10	0,01	0,77	4,11	0,2	98,7	1,7	1,0	0,0	47,9	34,2	3,71	65	19	4	12	
Bt1	73-120	4,51	4,14	0,00	0,00	1,14	4,70	0,00	1,14	4,70	0,0	100,0	1,3	0,0	0,0	43,4	22,8	3,71	51	15	4	30	
Bt2	120-160	4,46	4,15	0,00	0,00	1,14	3,80	0,00	1,14	3,80	0,0	100,0	0,6	1,0	0,0	10,0	23,2	2,20	48	14	3	35	
BC	160-220+	4,53	4,11	0,00	0,00	0,86	3,80	0,00	0,86	3,80	0,0	100,0	0,6	1,0	0,0	4,7	23,9	2,20	48	15	3	34	
P11 - ARGISSOLO AMARELO Distrocioso abráptico (PET-A) ^{24/}																							
A	0-10	5,25	4,21	0,69	0,00	0,00	3,90	0,80	0,80	4,70	17,0	0,0	2,9	11,0	17,8	30,5	51,0	8,93	71	20	3	6	
E	10-45	4,87	4,01	0,00	0,00	0,76	5,50	0,05	0,81	5,55	0,9	93,8	1,0	3,0	9,7	38,5	41,3	5,92	59	23	5	13	
EBh	45-75	4,69	4,06	0,00	0,00	1,14	6,30	0,02	1,16	6,32	0,3	98,3	0,7	1,0	3,7	35,5	28,8	8,18	41	23	7	29	
Bt1	75-120	4,55	4,07	0,00	0,00	1,24	5,70	0,01	1,25	5,71	0,2	99,2	0,8	3,0	0,0	21,7	22,4	6,67	29	13	4	54	
Bt2	120-160	4,49	4,07	0,00	0,00	1,33	5,00	0,00	1,33	5,00	0,0	100,0	0,7	1,0	0,0	6,2	17,0	5,22	24	11	2	63	
BC	160-220+	4,55	4,18	0,00	0,02	0,67	4,10	0,03	0,70	4,13	0,7	95,7	0,6	3,0	0,0	4,5	19,6	3,71	32	15	4	49	

^{1/} pH em água e KCl - Relação 1:2,5; ^{2/} Ca, Mg, Al - Extrator: KCl 1 mol/L; ^{3/} H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; ^{4/} SB = Soma de Bases Trocáveis; ^{5/} CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; ^{6/} CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; ^{7/} V = Índice de Saturação de Bases; ^{8/} m = Índice de Saturação de Alumínio; ^{9/} P, Na, K, Fe- Extrator Mehlich 1; ^{10/} P-rem = Fósforo Remanescente; ^{11/} Carbono orgânico (Walkley-Black); ^{12/} Areia grossa; ^{13/} Areia fina. ^{14/} Muçununga florestada de Juerana; ^{15/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{16/} Muçununga arborizada aberta de Juerana; ^{17/} Muçununga graminóide de Juerana; ^{18/} Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide de Juerana; ^{19/} Plantio de eucalipto solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Juerana; ^{20/} Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju; ^{21/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{22/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; ^{23/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{24/} Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Aparaju.

Tabela 2 - Morfoespécie e subfamília dos térmitas encontrados nos ambientes das áreas de estudo de Juerana e Aparaju, habitat do montículo e grupo funcional dos térmitas segundo diferentes autores e definida para este trabalho

Ambiente	Morfoespécie	Subfamília	Habitat do montículo ^{1/}	Grupo funcional segundo diferentes autores ^{2/}				Grupo funcional ^{3/}
				DeSouza & Brown (1994)	Davies (2002)	Donovan et al. (2001)	Freymann et al. (2008)	
P1 / MF-J ^{3/}	<i>Embiratermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	S	S	-	S	S
	<i>Labiotermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	S	-	S	S	S
P2 / BMF-J ^{4/}	<i>Labiotermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	S	-	S	S	S
	<i>Embiratermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	S	S	-	S	S
P3 / MAA-J ^{5/}	<i>Nasutitermes</i> sp1	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
	<i>Nasutitermes</i> sp3	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
P4 / MG-J ^{6/}	<i>Nasutitermes</i> sp3	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
P5 / PEB-J ^{7/}	<i>Amitermes</i> spp.	Termitinae	Solo	S	-	W	L/W	W
	<i>Nasutitermes</i> sp2	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
P6 / PET-J ^{8/}	<i>Nasutitermes</i> sp1	Nasutitermitinae	Arbóreo	L/W	W	W	L/W	L/W
P7 / MGL-A ^{9/}	<i>Nasutitermes</i> sp3	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
	<i>Armitermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	-	S	S/W	S	S
	<i>Velocitermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Solo	L/W	L	-	L	L
	<i>Nasutitermes</i> sp1	Nasutitermitinae	Solo	L/W	W	W	L/W	L/W
P8 / CMF-A ^{10/}	<i>Nasutitermes</i> sp1*	Nasutitermitinae	Arbóreo	L/W	W	W	L/W	L/W
	<i>Microcerotermes</i> spp.*	Termitinae	Arbóreo	W	W	W	W	W
P9 / BMF-A ^{11/}	<i>Armitermes</i> spp.	Nasutitermitinae	Arbóreo	-	S	S/W	S	S
P10 / MF-A ^{12/}	<i>Termes</i> spp.*	Termitinae	Arbóreo	S/W	S	S/W	W	S/W
P11 / PET-A ^{13/}	<i>Nasutitermes</i> sp1*	Nasutitermitinae	Arbóreo	L/W	W	W	L/W	L/W

* Térmitas amostrados fora das parcelas pois não havia montículos nas parcelas ou não havia cupins nos montículos existentes nas parcelas; ^{1/} Local onde o montículo se encontra: solo ou sobre árvores ou arbustos (arbóreo); ^{3/} Grupo funcional segundo diferentes autores, sendo: L = serrapilheira; S = solo; W = madeira; ^{3/} Grupo funcional adotada para este trabalho com base nos quatro trabalhos apresentados nesta tabela, sendo considerados os grupos que se repetissem duas ou mais vezes nestes quatro trabalhos; ^{3/} Muçununga florestada de Juerana; ^{4/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{5/} Muçununga arborizada aberta de Juerana; ^{6/} Muçununga graminóide de Juerana; ^{7/} Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide de Juerana; ^{8/} Plantio de eucalipto solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Juerana; ^{9/} Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju; ^{10/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{11/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; ^{12/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{13/} Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Aparaju.

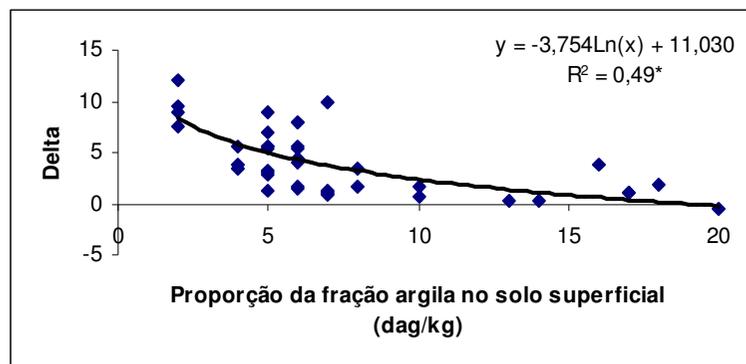
Tabela 3 - Comparação de características químicas e físicas entre solos superficiais e montículos nos diferentes ambientes estudados

Local	pH ^{1/}	Ca ²⁺ ^{2/}	Mg ²⁺ ^{2/}	Al ³⁺ ^{2/}	H + Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{9/}	Na ^{9/}	Fe ^{9/}	P-rem ^{10/}	Corg ^{11/}	AG ^{12/}	AF ^{13/}	Silte	Argila
		cmol _c dm ⁻³							%		mg dm ⁻³				mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹			
P1 / MF-J ^{14/}																				
SS ^{25/}	4,66*	0,38*	0,30*	1,24 ^{ns}	8,08*	0,82*	2,05*	8,90*	9,40*	63,20*	3,52*	38,40*	9,10 ^{ns}	42,38 ^{ns}	30,72 ^{ns}	27,77*	64,20 ^{ns}	17,20 ^{ns}	3,60*	15,00 ^{ns}
MT ^{26/}	4,99*	4,23*	2,70*	0,84 ^{ns}	25,50*	8,17*	9,01*	33,67*	23,98*	11,16*	8,30*	134,40*	57,58 ^{ns}	34,70 ^{ns}	41,80 ^{ns}	185,08*	44,40 ^{ns}	17,80 ^{ns}	14,00*	23,80 ^{ns}
P2 / BMF-J ^{15/}																				
SS ^{25/}	4,64 ^{ns}	0,05*	0,15*	1,16 ^{ns}	6,08*	0,27*	1,43*	6,35*	4,44*	80,78*	1,88*	19,40*	4,02*	39,76 ^{ns}	38,96 ^{ns}	12,94*	80,60*	13,60 ^{ns}	0,60*	5,20*
MT ^{26/}	4,68 ^{ns}	2,96*	3,15*	1,33 ^{ns}	28,76*	6,50*	7,84*	35,26*	19,52*	17,24*	9,34*	94,60*	34,86*	28,78 ^{ns}	44,32 ^{ns}	153,61*	40,60*	17,20 ^{ns}	14,40*	27,80*
P3 / MAA-J ^{16/}																				
SS ^{25/}	4,18*	0,48*	0,76*	1,89*	16,04*	1,40*	3,29*	17,44*	7,82*	58,52*	1,06*	12,80*	29,00*	4,44 ^{ns}	56,34*	39,27*	54,40 ^{ns}	36,60*	3,20*	5,80*
MT ^{26/}	4,76*	2,60*	2,94*	1,03*	28,72*	6,00*	7,03*	34,72*	17,06*	15,54*	6,74*	99,00*	48,20*	8,04 ^{ns}	59,96*	200,80*	51,80 ^{ns}	21,00*	10,40*	16,80*
P4 / MG-J ^{17/}																				
SS ^{25/}	4,94 ^{ns}	0,04*	0,05*	1,39*	10,48*	0,14*	1,53*	10,62*	1,42*	90,88*	1,94 ^{ns}	14,80*	3,68*	13,06 ^{ns}	23,28*	33,85*	60,80 ^{ns}	26,00*	4,40*	8,80*
MT ^{26/}	5,00 ^{ns}	2,53*	1,47*	0,88*	24,34*	4,45*	5,32*	28,79*	15,14*	17,82*	3,02 ^{ns}	116,20*	33,24*	19,36 ^{ns}	43,80*	161,83*	50,00 ^{ns}	16,20*	11,00*	22,80*
P5 / PEB-J ^{18/}																				
SS ^{25/}	5,11 ^{ns}	0,76*	0,33*	0,40 ^{ns}	4,68*	1,20*	1,60*	5,88*	18,26*	35,70 ^{ns}	4,82*	25,40*	10,06*	28,74*	43,30*	14,55*	70,20*	20,60*	2,20*	7,00*
MT ^{26/}	5,56 ^{ns}	10,02*	5,71*	0,40 ^{ns}	12,14*	17,24*	17,64*	29,38*	59,34*	2,72 ^{ns}	21,32*	462,80*	75,14*	8,32*	59,42*	318,45*	18,40*	3,20*	31,80*	46,60*
P6 / PET-J ^{19/}																				
SS ^{25/}	6,04*	1,49*	0,53*	0,02 ^{ns}	1,60*	2,10*	2,12*	3,70*	56,06 ^{ns}	2,08 ^{ns}	4,32*	19,20*	4,46*	28,18*	50,70*	9,06*	71,20*	21,60*	2,00*	5,20*
MT ^{26/}	5,04*	9,56*	3,95*	0,42 ^{ns}	14,24*	14,32*	14,74*	28,56*	50,64 ^{ns}	2,62 ^{ns}	24,56*	195,40*	70,96*	4,82*	59,66*	306,07*	12,60*	3,20*	23,60*	60,60*
P7 / MGL-A ^{20/}																				
SS ^{25/}	4,56 ^{ns}	0,12*	0,17*	0,90 ^{ns}	6,12*	0,35*	1,25*	6,47*	4,68*	76,30*	1,00*	8,60*	9,82*	4,62*	56,58*	19,29*	54,20 ^{ns}	40,60*	2,60*	2,60*
MT ^{26/}	4,67 ^{ns}	2,46*	1,69*	0,84 ^{ns}	23,40*	4,71*	5,55*	28,11*	17,16*	15,52*	8,62*	112,20*	61,58*	20,02*	58,84*	211,83*	36,80 ^{ns}	22,00*	17,80*	23,40*
P8 / CMF-A ^{21/}																				
SS ^{25/}	4,99 ^{ns}	0,00*	0,03*	0,59 ^{ns}	3,74*	0,05*	0,65*	3,79*	1,64*	90,24*	1,04*	7,20*	1,70*	38,46*	38,62*	8,17*	67,40*	26,60*	0,60*	5,40*
MT ^{26/}	4,91 ^{ns}	5,49*	3,56*	0,74 ^{ns}	19,14*	10,73*	11,48*	29,87*	35,38*	7,16*	17,88*	261,20*	161,04*	13,54*	59,96*	286,97*	38,60*	9,80*	23,80*	27,80*
P9 / BMF-A ^{22/}																				
SS ^{25/}	4,84 ^{ns}	0,09*	0,13*	1,03 ^{ns}	6,90*	0,26*	1,29*	7,16*	3,60*	79,82*	2,22*	8,80*	5,10*	33,64*	38,20*	14,85*	63,40*	23,20*	2,40*	11,00*
MT ^{26/}	4,76 ^{ns}	8,40*	4,22*	0,76 ^{ns}	26,98*	13,94*	14,71*	40,92*	34,22*	5,76*	26,78*	263,60*	147,74*	11,14*	54,92*	269,41*	14,40*	8,60*	18,60*	58,40*

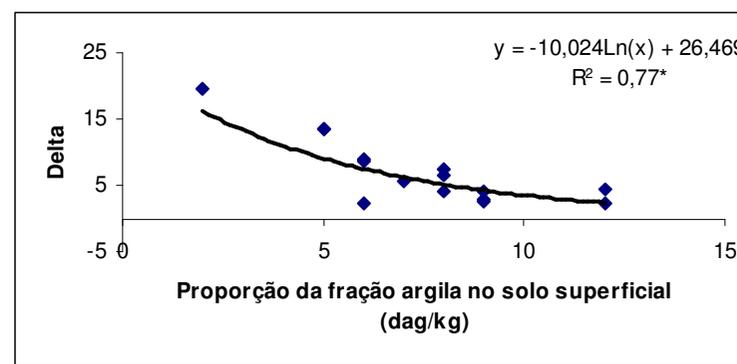
(Continua)

Local	pH ^{1/}	Ca ²⁺ ^{2/}	Mg ²⁺ ^{2/}	Al ³⁺ ^{2/}	H + Al ^{3/}	SB ^{4/}	t ^{5/}	T ^{6/}	V ^{7/}	m ^{8/}	P ^{9/}	K ^{9/}	Na ^{9/}	Fe ^{9/}	P-rem ^{10/}	Corg ^{11/}	AG ^{12/}	AF ^{13/}	Silte	Argila	
		cmol _c dm ⁻³						%		mg dm ⁻³				mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹					
P10 / MF-A ^{23/}																					
SS ^{25/}	4,35	0,06*	0,31*	1,12 ^{ns}	7,74*	0,48*	1,60*	8,22*	5,00*	74,02*	2,58*	24,80*	11,30*	32,52*	47,78*	16,65*	77,40*	16,20*	0,60*	5,80*	
MT ^{26/}	5,12	6,53*	6,75*	0,65 ^{ns}	18,40*	15,73*	16,38*	34,13*	47,04*	4,34*	14,80*	688,80*	158,92*	4,42*	60,00*	318,43*	46,40*	4,60*	14,20*	34,80*	
P11 / PET-A ^{24/}																					
SS ^{25/}	4,82 ^{ns}	0,24*	0,01*	0,78 ^{ns}	4,50*	0,35*	1,13*	4,85*	6,50*	72,20*	2,36*	12,60*	15,30*	42,60*	42,08*	8,39*	65,80*	23,20*	0,80*	10,20*	
MT ^{26/}	5,07 ^{ns}	9,40*	2,18*	0,74 ^{ns}	19,00*	12,90*	13,64*	31,90*	40,38*	5,42*	47,84*	179,60*	198,32*	11,10*	59,02*	324,68*	34,40*	2,20*	19,80*	43,60*	

^{ns}: Não significativo (p>0,05); * Significativo (p<0,05). ^{1/} pH em água e KCl - Relação 1:2,5; ^{2/} Ca, Mg, Al - Extrator: KCl 1 mol/L; ^{3/} H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; ^{4/} SB = Soma de Bases Trocáveis; ^{5/} CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; ^{6/} CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; ^{7/} V = Índice de Saturação de Bases; ^{8/} m = Índice de Saturação de Alumínio; ^{9/} P, Na, K, Fe- Extrator Mehlich 1; ^{10/} P-rem = Fósforo Remanescente; ^{11/} Carbono orgânico (Walkley-Black); ^{12/} Areia grossa; ^{13/} Areia fina. ^{14/} Muçununga florestada de Juerana; ^{15/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{16/} Muçununga arborizada aberta de Juerana; ^{17/} Muçununga graminóide de Juerana; ^{18/} Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide de Juerana; ^{19/} Plantio de eucalipto solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Juerana; ^{20/} Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju; ^{21/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{22/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; ^{23/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{24/} Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Aparaju. ^{25/} Solo superficial (0-10 cm); ^{26/} Solo de montículo.

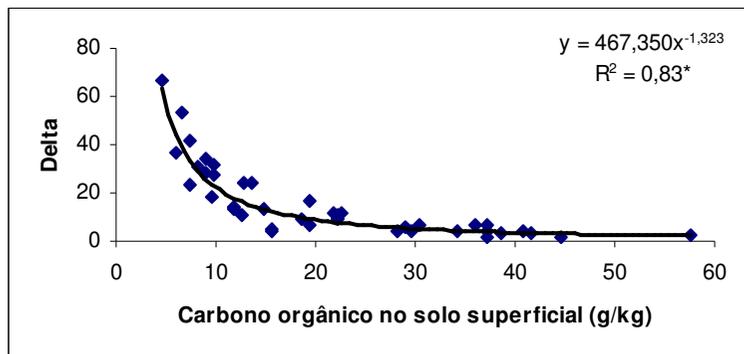


A.

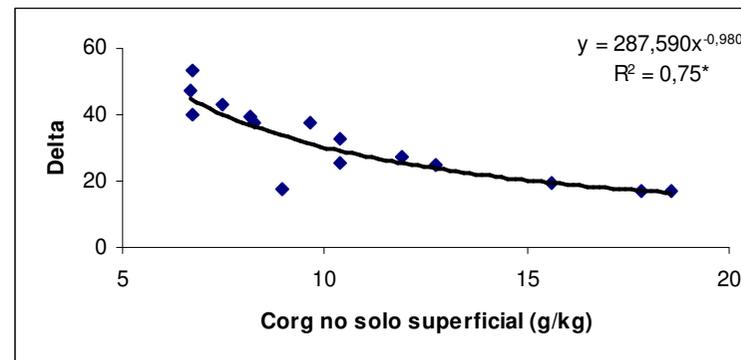


B.

Figura 2 - Relação entre a percentagem de acréscimo (delta) de argila nos montículos e a proporção desta fração no solo superficial: A. Ambientes naturais; B: plantios de eucalipto.

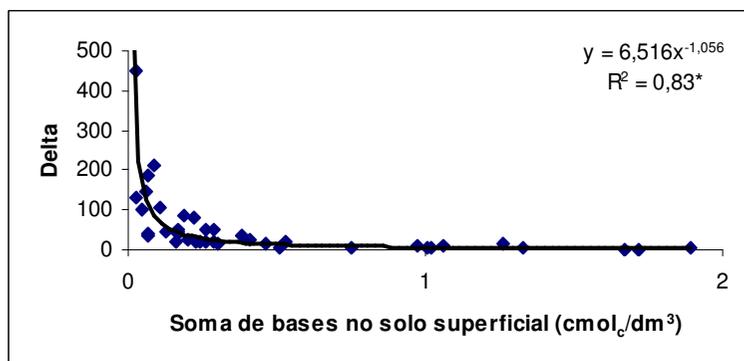


A.

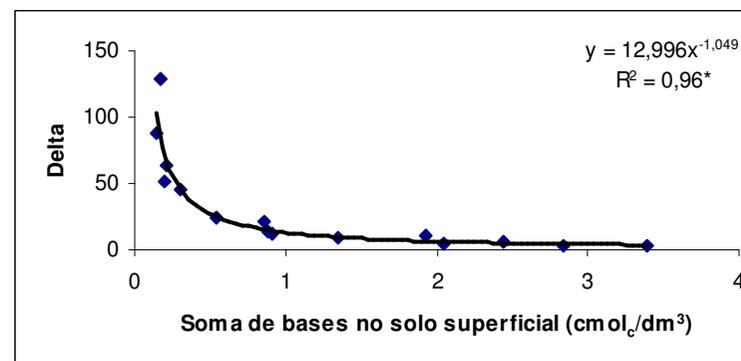


B.

Figura 3 - Relação entre a percentagem de acréscimo (delta) de carbono orgânico nos montículos e a concentração de carbono orgânico no solo superficial: A. Ambientes naturais; B: plantios de eucalipto.

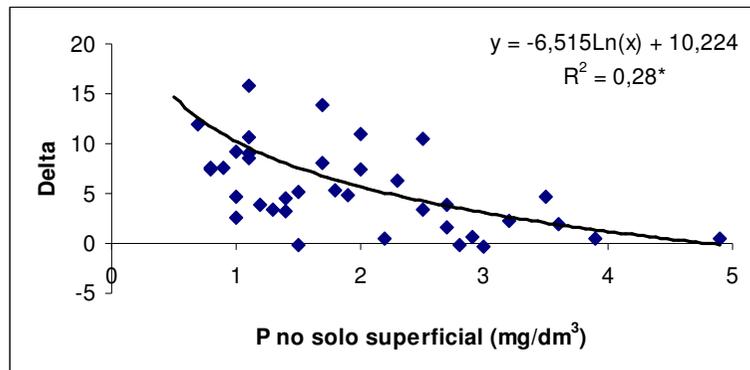


A.

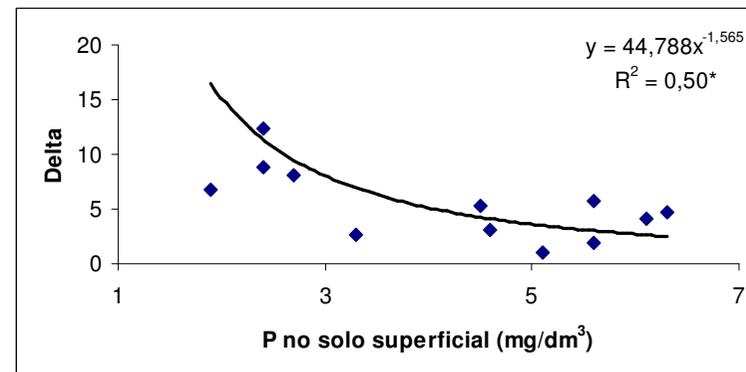


B.

Figura 4 - Relação entre a percentagem de acréscimo (delta) de soma de bases nos montículos e a soma de bases no solo superficial: A. Ambientes naturais; B: plantios de eucalipto.

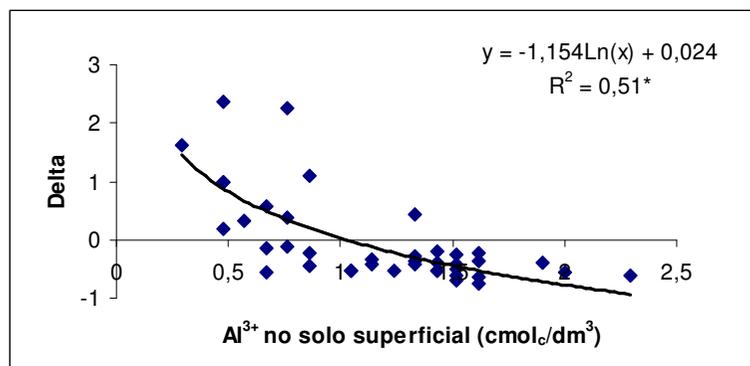


A.

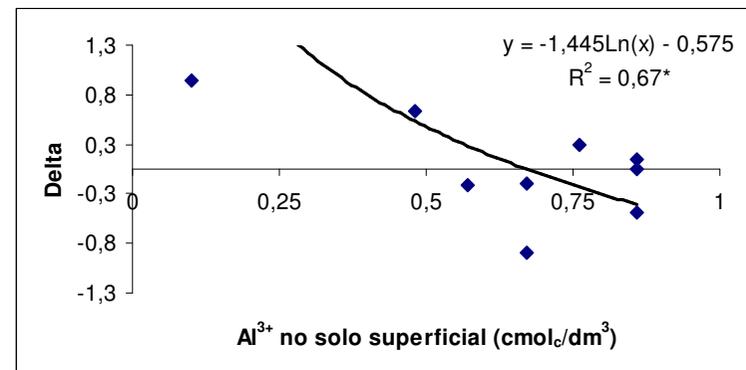


B.

Figura 5 - Relação entre a percentagem de acréscimo (delta) de fósforo (P) nos montículos e o P no solo superficial: A. Ambientes naturais; B: plantios de eucalipto.



A.



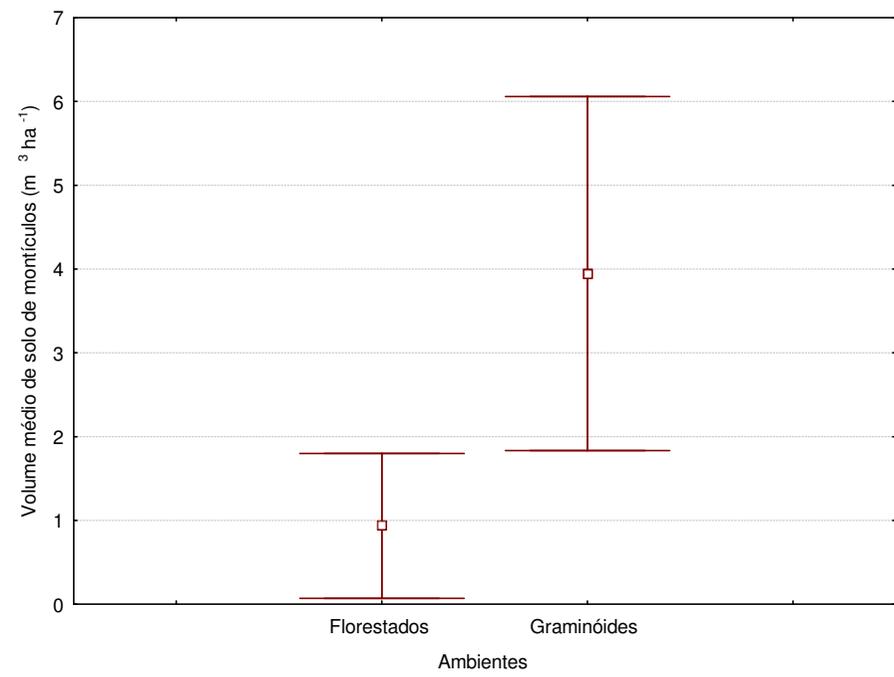
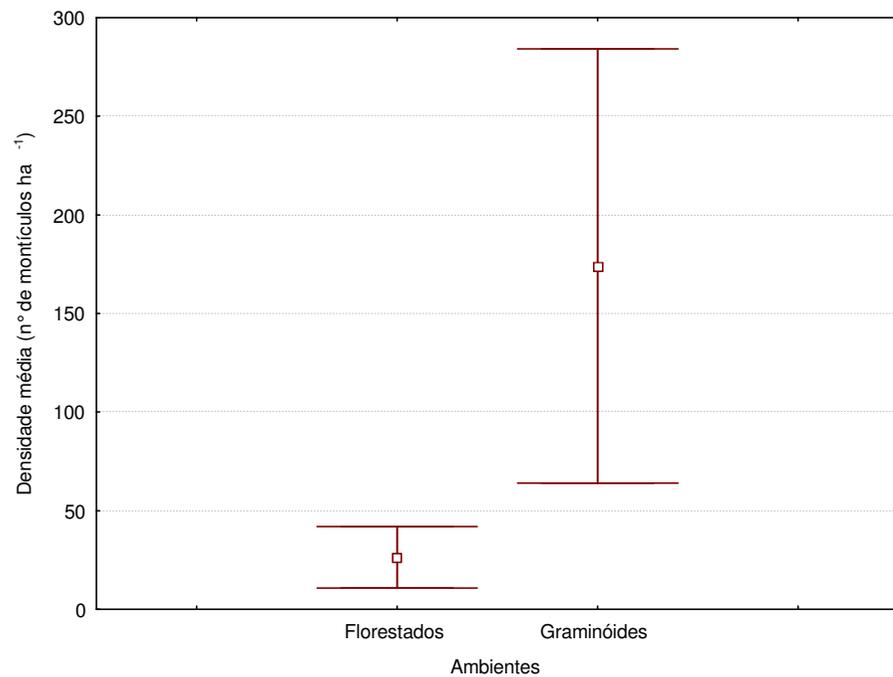
B.

Figura 6 - Relação entre a percentagem de acréscimo (delta) de alumínio trocável (Al^{3+}) nos montículos e o Al^{3+} no solo superficial: A. Ambientes naturais; B: plantios de eucalipto.

Tabela 4 - Estimativa de densidade de montículos e volume de solo ciclado por térmitas em cada ambiente

Ambiente	Densidade (n° de montículos ha ⁻¹)	Volume de solo de montículo (m ³ ha ⁻¹)	Volume de solo médio (m ³ ha ⁻¹ montículo ⁻¹)	Camada de solo (cm) ^{12/}
MF-J ^{1/}	66,7	12,961	0,194	43,20
BMF-J ^{2/}	166,7	6,040	0,036	20,13
MAA-J ^{3/}	433,3	14,205	0,033	47,35
MG-J ^{4/}	200,0	8,647	0,043	28,82
PEB-J ^{5/}	133,3	0,627	0,005	2,09
PET-J ^{6/}	133,3	0,904	0,007	3,01
MGL-A ^{7/}	933,3	12,658	0,014	42,19
CMF-A ^{8/}	100,0	1,768	0,018	5,89
BMF-A ^{9/}	33,3	0,104	0,003	0,35
MF-A ^{10/}	0,0	0,000	0,000	0,00
PET-A ^{11/}	0,0	0,000	0,000	0,00

^{1/} Muçununga florestada de Juerana; ^{2/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{3/} Muçununga arborizada aberta de Juerana; ^{4/} Muçununga graminóide de Juerana; ^{5/} Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide de Juerana; ^{6/} Plantio de eucalipto solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Juerana; ^{7/} Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju; ^{8/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{9/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; ^{10/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{11/} Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros em Aparaju; ^{12/} Camada de solo que retorna para a superfície do solo nestes ambientes num período definido de 10.000 anos, considerando um tempo de vida de 30 anos para os montículos.



a.

b.

Figura 7 - Estimativas de densidade de montículos (a) e de volume de solo de montículos (b) em ambientes florestados e graminóides. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95 %).

CAPÍTULO III

MUÇUNUNGAS FLORESTADAS: ECOSSISTEMA ARENÍCOLA EM DOMÍNIO DA FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

RESUMO

A Muçununga é uma vegetação que ocorre em áreas abaciadas no interior da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, também denominada Floresta de Tabuleiro, apresentando fitofisionomias que variam de campestre a florestal. Este trabalho tem como foco duas áreas de muçununga florestada, uma localizada em meio à Floresta de Tabuleiro (denominada Juerana) e outra em área de transição com Restinga (Aparaju), ambas localizadas no sul da Bahia. Em Juerana, foram separados dois ambientes, o centro da Muçununga florestada e sua borda; e em Aparaju, três: o centro e a borda da Muçununga florestada e um Capão de Muçununga florestada. Foram testadas as seguintes hipóteses: (i) as muçunungas florestadas adjacentes às restingas apresentam diversidade florística distinta daquelas circundadas pela Floresta de Tabuleiro; (ii) a muçununga florestada é floristicamente mais relacionada com a Floresta de Restinga do que com áreas de Floresta de Tabuleiro. Em cada ambiente, foram plotadas três parcelas de 20×20 m. Foi avaliada a estrutura da vegetação, a composição florística, a distribuição vertical e diamétrica, a diversidade de Shannon-Weaver e a equabilidade de Pielou nos ambientes de Aparaju e Juerana. Análises de similaridade florística foram realizadas entre as muçunungas florestadas do presente estudo e entre elas e outras áreas de muçununga e de outros ecossistemas florestais, utilizando-se o índice de similaridade de Sørensen. O número total de indivíduos, a área basal total, a riqueza de espécies e o índice de equabilidade de Pielou foram comparados entre os ambientes através de análise de variância simples. Foram amostradas 97 espécies pertencentes a 36 famílias, sendo as de maior riqueza Myrtaceae, Fabaceae e Clusiaceae. Foram encontrados diferentes grupos de espécies com maiores valores de importância nos ambientes estudados, demonstrando que a estrutura das comunidades é pouco semelhante. Os ambientes de Aparaju e Juerana apresentaram estrutura diamétrica em J invertido, com a maioria dos indivíduos com DAP entre 3,1 e 8,0 cm. Nas muçunungas de Juerana predominaram indivíduos de maior porte que naquelas de Aparaju. As muçunungas florestadas adjacentes às restingas (Aparaju) e aquelas circundadas pela Floresta de Tabuleiro (Juerana) não apresentaram diversidade florística estatisticamente diferentes. A análise de similaridade entre os ambientes separou as vegetações das áreas de Juerana e de Aparaju, que apresentaram 41% de similaridade. Assim, o estudo revela que, a

despeito da semelhança fisionômica e florística entre as áreas de Muçununga, ditada por condições pedológicas e ambientais convergentes, existe uma heterogeneidade florística entre as manchas de vegetação estudadas. Ademais, apesar das muçunungas florestadas possuírem maior similaridade florística com áreas de Floresta de Restinga, o nível de similaridade é baixo, evidenciando sua flora diferenciada.

Palavras-chave: Tabuleiros Costeiros; biodiversidade; análise de agrupamento; espécies arbóreas; Restinga; Sul da Bahia.

CHAPTER III

FORESTED MUÇUNUNGAS: ARENIZED ECOSYSTEMS IN THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST DOMAIN

ABSTRACT

The Muçununga is a vegetation that occurs in depressed areas within the Coastal Atlantic Forest, which presents grassland to wood vegetation types. This paper focuses on two areas of forested muçunungas, one located in the middle of the Coastal Atlantic Forest (called Juerana) and another in transition zone with Restinga (Aparaju), both located in the south Bahia, Brazil. In Juerana were separated two environments, the center of the Forested muçununga and its edge, and in Aparaju, three: the center and edge of the Forested muçununga and a forested Muçununga island. We tested the following hypotheses: (i) Forested muçunungas adjacent to the restingas have floristic diversity distinct of those surrounded by the Coastal Atlantic Forest; (ii) the forested muçununga is floristically more related to the Forest of Restinga than with the Coastal Atlantic Forest. In each environment, we plotted three samples of 20 × 20 m. We evaluated the vegetation structure, floristic composition, vertical and diametric distribution, the Shannon-Weaver diversity and evenness in the environments of Aparaju and Juerana. Similarity analyses were performed comparing the forested muçunungas of this study and them with other areas of muçununga and other forest ecosystems, using the similarity index of Sørensen. The total number of individuals, total basal area, species richness and evenness index were compared among environments through simple analysis of variance. We sampled 97 species belonging to 36 families, given that Myrtaceae, Fabaceae and Clusiaceae were the most common ones. We found different groups of species with higher importance value in the environments studied, showing that community structure is not very similar. The diametric distribution of the environments of Aparaju and Juerana were in inverted J, with most individuals with DBH between 3.1 and 8.0 cm. In the muçunungas of Juerana prevailed larger individuals than in those of Aparaju. The forested muçunungas adjacent to the restingas (Aparaju) and those surrounded by the Coastal Atlantic Forest (Juerana) did not present floristic diversity statistically different. The similarity analysis separated the vegetation of the areas of Juerana and Aparaju, which showed 41% of similarity. Thus, the study reveals that, despite the fisionomic and floristic similarity between different areas of Muçununga, which is dictated by similar soil and environmental conditions, there is a floristic heterogeneity among the vegetations studied. Moreover,

though the forested muçunungas have higher floristic similarity to the Forests of Restinga, the similarity level is low, showing their distinct flora.

Keywords: Coastal Plains; biodiversity; cluster analysis; arboreal species; Restinga; South Bahia; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Com a retração das geleiras ao final do último período glacial, que terminou há cerca de 12 mil anos atrás (Salgado-Labouriau, 1994), a Floresta Atlântica se expandia para ocupar 3.500 quilômetros ao longo da costa leste do continente sul-americano (Dean, 1996). Características climáticas, geográficas, edáficas e geológicas distintas resultaram em grande variedade de formações e diversificado conjunto de ecossistemas tanto florestais quanto não florestais com estruturas e composições florísticas bastantes diferenciadas (Peixoto & Gentry, 1990; Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Barbosa & Thomas, 2002). O elemento comum na região de ocorrência desta floresta é a exposição aos ventos úmidos que sopram do Oceano Atlântico (Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

Sobre sedimentos de uma antiga planície costeira soerguida ao fim do Terciário, pertencentes ao Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987), encontra-se a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Velloso et al., 1991), conhecida como Floresta de Tabuleiro. Os Tabuleiros Costeiros ocorrem desde o Nordeste até próximo ao rio São João, no estado do Rio de Janeiro. A Floresta de Tabuleiro tem sua área central no sul da Bahia e norte do Espírito Santo (RadamBrasil, 1987), sendo nesta região denominada de Floresta Ombrófila Hileiana por Andrade-Lima (1966), devido a sua semelhança florística com a Floresta Amazônica (Peixoto et al., 2008).

As matas sobre os tabuleiros distinguem-se das outras formações de Floresta Atlântica *latu senso* por ocuparem uma extensa área de planície ou tabuleiro costeiro com suas espécies distribuídas ao longo de um gradiente climático (sentido litoral-interior) (Silva & Nascimento, 2001). A Muçununga é um tipo de vegetação que ocorre associada à Floresta de Tabuleiro como manchas de vegetação diferenciadas, associadas às porções abaciadas do terreno (Abrahão, 1995), onde o acúmulo de água advinda de chuvas litorâneas abundantes resultam em solos com características diferentes principalmente com relação à textura, que é arenosa (Oliveira, 2007), e também quanto ao regime hídrico, uma vez que em algumas fitofisionomias das Muçununga ocorrerem impedimentos físicos no solo (como fragipã e duripã) que dificultam a percolação da água (Moreau et al., 2006; Oliveira, 2007). Apesar das diferenças edáficas, em alguns casos a Muçununga apresenta formação florestal à semelhança de áreas de Floresta Atlântica (Simonelli, 1998; Simonelli et al., 2008; Saporetti Junior, 2009). Em outros casos, porém, assume fitofisionomias campestres ou uma mescla de espécies herbáceas e arbustivas (Meira Neto et al., 2005; Araujo et al., 2008; Saporetti Junior, 2009).

Semelhante às Muçunungas, as Restingas também possuem grande variação fitofisionômica (Pereira, 1990; Veloso et al., 1991; Assumpção & Nascimento, 2000; Gomes, 2005), sendo caracterizadas como um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas que ocorrem sobre planícies sedimentares ao longo do litoral brasileiro, formadas por sedimentos arenosos marinhos e fluviomarinhas depositados em função das transgressões e regressões marinhas do período Quaternário (Araujo & Lacerda, 1987; Rizzini, 1997; Sugiyama, 1998). Como este ecossistema se estende desde 4° N até 34° S ao longo da costa atlântica brasileira (Araújo, 2000), sua composição florística varia muito de Norte a Sul, devido à mudança de clima tropical para subtropical (Silva, 1999). Também ocorrem diferenciações quando se caminha do mar em direção ao continente, sobretudo em função da concentração salina no solo (Araujo & Lacerda, 1987).

A fitofisionomia das Restingas e das Muçunungas são muito semelhantes (Araujo et al., 2008), podendo haver dificuldade de separação destes dois tipos de vegetação, sobretudo nas áreas de contato de depósitos de sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras, onde ocorrem a Floresta de Tabuleiro e as Muçunungas, com formações mais recentes do Holoceno, onde ocorrem as Restingas (RadamBrasil, 1987). Esta mudança entre diferentes formações geológicas pode ser brusca, por meio de falésias, ou gradual, acontecendo de forma branda dos Tabuleiros para os Complexos Deltáicos, Estuarinos e Praiais (RadamBrasil, 1987). Como os solos das Muçunungas e das Restingas são igualmente arenosos, isso dificulta ainda mais a separação destes dois tipos de vegetação associados à Floresta Atlântica, apesar de ocorrerem diferenças químicas, físicas, morfológicas e mineralógicas entre os Espodossolos do Grupo Barreiras e os da Restinga (Oliveira, 2007).

Podem existir características peculiares a Floresta de Tabuleiro, à Floresta de Restinga e à Muçununga florestada. Segundo Freire (1990), as espécies que colonizaram a Restinga são principalmente provenientes de ecossistemas adjacentes, tais quais a Floresta de Tabuleiro e a Caatinga. Esta constatação encontra respaldo geológico, uma vez que os depósitos arenosos quaternários da planície costeira (RadamBrasil, 1987), sobre os quais ocorre a vegetação de Restinga, são recentes em relação aos depósitos do Grupo Barreiras. Desta maneira, os cordões arenosos muito provavelmente foram colonizados por espécies da Muçununga e da Floresta Atlântica, dando origem à flora das Restingas (Pereira, 2007), que posteriormente sofreu adaptações ao habitat litorâneo (Silva & Azevedo, 2007). Contudo, pode haver maior

semelhança das Restingas com as Muçunungas devido às semelhanças edáficas, o que foi constatado por Simonelli (1998) ao verificar a similaridade florística de uma área de Muçununga florestada com áreas de Restinga e Floresta Atlântica.

A Floresta Atlântica é reconhecida como um “hotspot” de biodiversidade, por ser ao mesmo tempo altamente ameaçada, com apenas cerca de 7,5% de remanescentes florestais (Myers et al., 2000), singularmente rica em biodiversidade, e com elevados níveis de endemismo (Prendergast et al., 1993; Myers et al., 2000; Tabarelli et al., 2005). A faixa da Floresta de Tabuleiro que se estende do norte da foz do rio Doce, no Espírito Santo, até o sudeste da Bahia constitui uma região reconhecida pelo alto nível de endemismo para vários grupos biológicos, incluindo plantas, além de ser uma das regiões mais ricas em espécies do mundo (Thomas et al., 1998). Este e outros centros de endemismo, como na região da cidade do Rio de Janeiro e em Pernambuco, marcam os limites dos refúgios florestais durante a última época glacial e provavelmente a anterior (Dean, 1996). Desde o período colonial, ciclos econômicos sucessivos como os ciclos do pau-brasil, da cana-de-açúcar e do café, concentraram-se na faixa litorânea, resultando na contínua devastação e fragmentação dos remanescentes florestais existentes (Dean, 1996). Mais recentemente, a agricultura e a industrialização contribuem para o agravamento do desmatamento (Rizzini, 1979; Giulletti & Forero, 1990), que também alcançou as áreas de Muçunungas florestadas, por serem ilhas em meio ao domínio da Floresta de Tabuleiro. Segundo informações do Atlas dos Remanescentes Florestais, publicado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo INPE (Instituto Nacional de pesquisas Espaciais), o estado da Bahia, que possuía originalmente 33% de seu território coberto pela Floresta Atlântica, ou 18,9 milhões de ha, tem hoje apenas 8,8% desta floresta. De 2005 a 2008, foram desmatados 24.148 ha de floresta neste estado.

Segundo Caiafa & Martins (2007), estudos de campo sobre a estrutura das comunidades são essenciais para suprir a deficiência de conhecimento acerca da Floresta Atlântica Brasileira. Este estudo visa contribuir com o conhecimento dessa vegetação e também testar duas hipóteses: (i) as Muçunungas florestadas adjacentes às restingas apresentam diversidade florística distinta daquelas circundadas pela Floresta de Tabuleiro; (ii) devido a características edáficas similares com as restingas, a Muçununga florestada é floristicamente mais relacionada com a Floresta de Restinga do que com áreas de Floresta Atlântica. Para isso, foi avaliada a estrutura, a diversidade e a composição florística de duas áreas de Muçununga florestada localizadas no Sul da

Bahia, sendo uma delas adjacente à Restinga e outra mais interiorana; e foi avaliada a similaridade florística entre as áreas estudadas e outras áreas de Muçununga florestada, de Floresta de Restinga e de Floresta Atlântica. Busca-se, com isso, agregar conhecimento às Muçunungas, vegetação associada à Floresta Atlântica (Saporetti Junior, 2009), muito ameaçada e pouco estudada, que carece de informações florísticas para embasar ações de conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição das áreas de estudo

As Muçunungas estudadas estão em propriedade da Fibria, na região Sul do estado da Bahia (Figura 1). Estas áreas estão inseridas em domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991), que ocorre sobre os Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987).

A primeira área de estudo situa-se próxima da localidade de Juerana, em Caravelas-BA, à aproximadamente 35 km do mar em linha reta. Nesta área, foram separados o centro da mata e sua borda: (i) Muçununga florestada (MF-J) e (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-J) (Anexo I).

A segunda área de Muçununga encontra-se próxima à localidade de Aparaju, município de Alcobaça-BA, e está a aproximadamente 10 km do mar em linha reta, constituindo uma área de transição com Restinga. Nesta área, foram separadas os seguintes ambientes: (i) Muçununga florestada (MF-A); (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-A) e (iii) Capão de Muçununga florestada (CMF-A) (Anexo II). O capão é um pequeno fragmento florestado natural circundado por uma vegetação herbácea-lenhosa. A classificação da vegetação baseou-se no proposto por Saporetti Junior (2009), que ajustou seis fisionomias de Muçununga ao sistema de classificação de Veloso et al. (1991).

O solo predominante nas Muçunungas são os Espodosolos (Oliveira, 2007), que são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico (horizonte com acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial), imediatamente abaixo de horizonte de eluviação A (álbico ou não), ou horizonte hístico (Embrapa, 2006). Nas Muçunungas florestadas, além de Espodosolos, ocorrem solos transicionais para os Argissolos e Latossolos

Amarelos típicos dos Tabuleiros Costeiros, como os Argissolos Acinzentados (Sarcinelli, 2010²).

Segundo Embrapa (2000), pela classificação de Köppen, na região sul da Bahia, o clima que corresponde à parte leste até o litoral é Af - Quente em que o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm - e a oeste, pelo traçado que corta municípios como o de Teixeira de Freitas é Am - Tropical chuvoso, de monção: inverno seco com mês menos chuvoso acusando precipitação inferior a 60 mm. Os seguintes dados foram levantados de 1988 a 2009 na estação meteorológica mais próxima da Fibria (coordenadas UTM 24 S: 467580,6 / 8057785,6; altitude de 71,4 m), localizada no município de Alcobaça-BA: temperatura média anual de 24,7°C; amplitude térmica entre as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho e agosto) de apenas 4,4°C; e precipitação média anual de 1.589,4 mm, sendo o mês mais chuvoso novembro (238,4 mm) e menos chuvoso agosto (87,1 mm).

2.2. Coleta e análise de dados da vegetação

Foram alocadas três parcelas de 20 m × 20 m em cada ambiente, totalizando 15 parcelas (0,6 ha). Nestas parcelas, foram identificados e mensurados todos os indivíduos lenhosos com circunferência do caule a 1,30 m de altura do solo (CAP) superior ou igual a 10 cm. Com uma vara graduada foi tomada a medida da altura total das plantas. Nas plantas com caules bifurcados abaixo da altura do peito, com pelo menos uma das ramificações atendendo ao critério de inclusão, foram medidas todas as ramificações, uma a uma. Todas as árvores medidas foram numeradas e marcadas com plaquetas de alumínio.

A identificação das plantas foi realizada através de morfologia comparada, usando bibliografia especializada e consulta ao Herbário da Reserva Florestal de Linhares, de propriedade da Vale, e ao Herbário VIC, da Universidade Federal de Viçosa. O material fértil coletado foi depositado no Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se a classificação proposta do APGIII (The Angiosperm Phylogeny Group, 2009).

² Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: Enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Os parâmetros fitossociológicos utilizados na caracterização horizontal da vegetação foram: densidade absoluta (DA_i) e relativa (DR_i); frequência absoluta (FA_i) e relativa (FR_i); dominância absoluta (DoA_i) e relativa (DoR_i); valor de importância (VI_i) e valor de cobertura (VC_i) (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974 e Cottam & Curtis, 1956). A distribuição vertical e horizontal das duas áreas e seus ambientes foi analisada a partir do número de indivíduos por classes de altura total e classes de diâmetro.

Como medidas de quantificação da diversidade, foram determinados o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (Brower & Zar, 1984) e a equabilidade de Pielou (J') (Pielou, 1975). Os cálculos destes parâmetros, assim como a análise de estrutura foram realizados através do software Mata Nativa 2 (Cientec, 2009).

Foi realizada uma comparação estatística das variáveis: número total de indivíduos (NT), área basal total (ABT), número de espécies (S) e índice de equabilidade de Pielou (J') entre os ambientes de cada área, através de Análise de Variância Simples (“One-Way”ANOVA) (Zar, 1999). A altura total dos indivíduos arbóreos foi comparada entre as áreas de Aparaju e Juerana através do teste t pareado para amostras independentes (Zar, 1999). Para realizar as análises estatísticas, utilizou-se o programa STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., 2001).

2.3. Similaridade florística

Os ambientes estudados das áreas de Aparaju e Juerana foram comparados quanto à similaridade florística entre si e com levantamentos florísticos de outras áreas de Muçununga florestada, de Floresta de Restinga e de Floresta Atlântica, nos estados da Bahia, do Espírito Santo, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e de Pernambuco. Foram considerados apenas os táxons identificados em nível de espécie, e toda a lista foi conferida no site do Missouri Botanical Garden (Mobot, 2010) para evitar o uso de sinônimas. Foi construída uma matriz binária de presença (1) e ausência (0) das espécies, a partir da qual foi calculada a similaridade florística utilizando o índice de Sørensen (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

O dendrograma foi construído pelo método de agrupamento hierárquico aglomerativo de médias não ponderadas UPGMA (“unweighted pair-groups method using arithmetic averages”). As análises de similaridade foram realizadas no programa MVSP 3.1 (Kovach, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição florística

Foram amostradas 97 espécies arbóreas distribuídas em 36 famílias nas duas áreas, Aparaju e Juerana (Material Suplementar I). Dessas, uma espécie foi identificada em nível de família e 17 em nível de gênero. Em Aparaju, foram amostrados 768 indivíduos, distribuídos entre 52 espécies e 28 famílias; e em Juerana foram amostrados 909 indivíduos, de 70 espécies e 31 famílias. As duas áreas apresentaram 25 espécies em comum.

Aparaju e Juerana apresentaram grupos distintos considerando as famílias com maior riqueza de espécies (Figuras 2a; 2b). A semelhança entre estas áreas foi a dominância de espécies pertencentes à família Myrtaceae, seguida de Fabaceae. Estes resultados corroboram com o encontrado por Simonelli et al. (2008) no estrato arbóreo (critério de inclusão: DAP > 5 cm) de uma área de Muçununga na Reserva Florestal de Linhares-ES. Mori et al. (1983) encontraram alta diversidade de espécies de Myrtaceae em florestas na costa sul do estado da Bahia, e esta família também está entre as mais ricas em diversos estudos realizados no sudeste brasileiro em áreas de Floresta de Restinga (Assumpção & Nascimento, 2000, Assis et al., 2004) e de Floresta de Tabuleiro (Peixoto & Gentry, 1990; Souza et al., 1998a; Souza et al., 1998b; Silva & Nascimento, 2001; Carvalho et al., 2006; Rolim et al., 2006) e Floresta de Encosta (Marangon et al., 2003; Oliveira-Filho et al., 2004; Peixoto et al., 2004; Soares et al., 2006).

A família Sapotaceae, com quatro espécies no estudo de Simonelli et al. (2008), também se destaca no presente estudo na área de Juerana, onde foram amostradas três espécies desta família (Figura 2b). Ao contrário do determinado por este autor em Linhares, Lauraceae e Rubiaceae não aparecem como famílias mais ricas em espécies em Aparaju e Juerana. A presença das famílias Lauraceae e Sapotaceae entre aquelas com maior número de espécies no estudo de Simonelli (1998) está de acordo com o observado por Gentry (1988), que encontrou estas famílias predominantemente em áreas de solos mais pobres em nutrientes.

3.2. Estrutura da vegetação

O número total de indivíduos e a área basal total apresentaram valores médios significativamente maiores nos ambientes de Juerana (MF-J e BMF-J) e na Muçununga florestada de Aparaju (MF-A) do que na BMF-A e na CMF-A (Figura 3 a, $F(4, 10) =$

5,871, $p=0,011$; Figura 3 b, $F(4, 10) = 6,164$, $p=0,009$). Estas diferenças entre Aparaju e Juerana podem ser devidas ao fato das vegetações de Aparaju estarem adjacentes à Restinga, enquanto que as vegetações de Juerana encontram-se inseridas em meio à Floresta de Tabuleiro. Desta forma, estas áreas possuem maior semelhança estrutural com suas respectivas vegetações vizinhas. Características edáficas diferenciadas entre as áreas também podem contribuir para a estrutura da vegetação. Segundo Schaefer et al. (dados não publicados), areias bem selecionadas, como as existentes em áreas de Restingas, tendem a possuir melhor drenagem pela existência de muitos poros, uma vez que os grãos possuem tamanhos semelhantes e poucas arestas. A menor retenção de água repercute na vegetação, que apresenta menor porte.

Quanto à riqueza, Fabaceae e Myrtaceae foram as famílias mais ricas nas duas áreas, mas quando se considera a abundância, Fabaceae não se destaca em nenhuma área (Figura 4). O destaque para a família Burseraceae em abundância de indivíduos na área de Aparaju (Figura 4a) deve-se à espécie *Protium heptaphyllum*, com 194 indivíduos, correspondendo a 37,5% dos indivíduos amostrados (Material Suplementar II).

Os ambientes das áreas de estudo apresentam grupos diferenciados de espécies com maior valor de importância (VI) (Material Suplementar II a VI), demonstrando que elas possuem estrutura da comunidade pouco semelhante. Na MF-A, *Protium heptaphyllum* apresentou o maior valor de VI, que foi mais que o dobro daquele da segunda espécie em valor de importância, *Clusia cf. hilariana*. *Protium heptaphyllum* não ocorre na Muçununga florestada amostrada na Reserva Florestal de Linhares por Simonelli et al. (2008), mas foi amostrada por Rolim & Chiarello (2004) e por Rolim et al. (2006), em áreas de Floresta Atlântica da Planície Aluvial do rio Doce localizadas a cerca de 30 km da Reserva Florestal de Linhares, e por Souza (1998b), em área de Floresta de Tabuleiro próxima, no município de Pedro Canário-ES.

A espécie de maior importância na MF-J foi *Myrcia amazonica*, em função da sua frequência, já que apresentou valores de dominância e densidade relativas semelhantes aos da segunda espécie com maior VI, *Eschweilera cf. ovata*, que por sua vez também ocorreu nas áreas amostradas por Rolim et al. (2006) e Souza et al. (1998a). *Myrcia amazonica* também foi amostrada por Rolim et al. (2006).

Amaioua intermedia var. *brasiliiana* possuiu o maior VI na BMF-A. O maior VI da espécie *Amaioua intermedia* var. *brasiliiana* foi devido à sua maior dominância

relativa. Essa espécie está entre as dez espécies com maior VI em área de Floresta de Restinga não inundável amostrada por Guedes et al. (2006) em Bertioga-SP.

Na BMF-J, *Myrcia amazonica* possuiu quase cinco vezes mais indivíduos que a segunda espécie de maior importância, *Byrsonima sericea*. Segundo Sacramento et al. (2007), *B. sericea* é encontrada na maioria das restingas do Nordeste, tendo-a encontrado como uma das mais comuns em seu estudo, realizado em área de floresta de restinga não-inundável e em fruticeto aberto não-inundável, no município de Cabo de Santo Agostinho-PE.

A espécie de maior VI na CMF-A, *Myrcia splendens*, apresentou o maior valor de densidade relativa, porém valor de dominância relativa menor que a segunda e a terceira espécies de maior importância, *Protium heptaphyllum* e *Pera parvifolia*. Isto significa que apesar de *Myrcia splendens* apresentar maior número de indivíduos na área, estes apresentaram pequena área basal.

3.2.1. Distribuição vertical e diamétrica

Considerando-se os três ambientes de Aparaju, os indivíduos arbóreos apresentam altura média de 5,8 m, enquanto que em Juerana este valor foi de 7,7 m, sendo estas alturas consideradas estatisticamente diferentes (teste de t: $p < 0,01$). Na Muçununga florestada estudada por Simonelli (1998) na Reserva Florestal de Linhares-ES, a altura média dos indivíduos arbóreos foi de 8,64 m, superior à encontrada nas áreas do presente estudo. As alturas médias por ambiente nas duas áreas estudadas foram: Muçununga florestada de Aparaju (MF-A) = 6,9 m e de Juerana (MF-J) = 7,8 m; borda da Muçununga florestada de Aparaju (BMF-A) = 4,3 e de Juerana (BMF-J) = 7,5 m; e Capão de Muçununga florestada de Aparaju (CMF-A) = 5,2 m.

Na MF-A foram amostrados indivíduos de 13 m, consideradas nesse caso como emergentes: *Clusia* cf. *hilariana*, *Amaioua intermedia* var. *brasiliana*, *Humiriastrum dentatum* e *Tapirira guianensis* (Figura 5a). Em Juerana, tanto a MF-J quanto a BMF-J possuíram indivíduos com altura superior a 13 m, sendo doze indivíduos de nove espécies distintas na MF-J e dez indivíduos de sete espécies na BMF-J, nenhuma espécie em comum com as espécies emergentes do ambiente de Aparaju. De forma geral predominaram em Juerana indivíduos nas classes de altura de 5 a 6 m e 7 a 8 m (Figura 5b). As maiores alturas foram de indivíduos de *Xylopia sericea* e *Amaioua intermedia* var. *brasiliana* (12 m) na BMF-A e de indivíduos de *Ormosia nitida* (15 m) na BMF-J.

Houve maior proporção de indivíduos na menor classe de diâmetro à altura do peito (DAP) (3,1 a 8,0 cm) nas duas áreas estudadas, sendo 78,5% dos indivíduos em Juerana e 75,3% em Aparaju (Figuras 6a e 6b). Assim, a estrutura diamétrica apresentou-se na forma de J-invertido em todos os ambientes. Este padrão é típico de florestas inequiâneas ou multiâneas.

Em comparação com áreas de Floresta Atlântica, as árvores das Muçunungas são mais finas e baixas, com diâmetros máximos não superando 61,5 cm em Juerana (*Ormosia nitida* na MF-J) e 34,2 cm em Aparaju (*Tapirira guianensis* na CMF-A), e altura máxima não maior que 18 m em Juerana e 14 m em Aparaju. Na Floresta de Tabuleiro da Reserva de Linhares, no Espírito Santo, Jesus & Rolim (2005) encontraram árvores de até 254 cm de DAP e 35 m de altura, ou seja, árvores com diâmetros cerca de quatro vezes maior e duas vezes mais altas que as maiores amostradas no presente estudo. Já em área de Muçununga florestada desta reserva, a maior classe de DAP das espécies amostradas foi de 60 a 65 cm (centro de classe de 62,5 cm) (Simonelli, 1998).

3.3. Diversidade e equabilidade florística

O número de espécies na Muçununga florestada de Juerana (MF-J) foi significativamente maior que o encontrado na borda da Muçununga florestada de Aparaju (BMF-A) e no Capão de Muçununga florestada desta área (CMF-A). O número de espécies da borda da Muçununga florestada de Juerana (BMF-J) foi maior que o da BMF-A (Figura 7 a; $F(4, 10)=7,713$; $p=0,004$). Pode se dizer que as áreas em Juerana (MF-J e BMF-J) apresentaram maior riqueza, o que pode ter contribuído para os maiores índices de diversidade de Shannon-Weaver (H').

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') calculado para Aparaju foi de 2,98 (Jackknife $T(95\%) = 4,30$; 2,96 a 3,11); e para Juerana foi de 3,31 (Jackknife $T(95\%) = 4,30$; 3,07 a 3,82). Desta maneira, pode-se considerar que os índices de diversidade florística das muçunungas de Aparaju e Juerana não são estatisticamente diferentes. Já ao se considerar separadamente os ambientes de Aparaju e Juerana (Tabela 1), a única diferença estatística observada para H' foi entre a MF-A e os ambientes de Juerana (BMF-J e MF-J).

A menor diversidade da MF-A pode ser explicada pelo fato deste ambiente encontrar-se adjacente à área de cordões arenosos do Quaternário cobertos por vegetação de Restinga, podendo ter sofrido influência das mesmas, já que apresenta

menores valores de diversidade que o centro e a borda da Muçununga florestada de Juerana, que são circundadas pela Floresta de Tabuleiro. Além disso, o ambiente litorâneo pode apresentar maiores restrições ambientais, como solos mais salinos (Araujo & Lacerda, 1987), pobres em nutrientes e ácidos (Schaefer et al., dados não publicados) assim como ocorre na Restinga. Contudo, devido ao fato dos outros ambientes de Aparaju (CMF-A e BMF-A) apresentarem valores de H' estatisticamente iguais àqueles de Juerana, a hipótese mais provável para a baixa diversidade na MF-A é a dominância da espécie *Protium heptaphyllum* neste ambiente, evidenciada pelo seu índice de equabilidade de Pielou (J') estatisticamente inferior aos demais ambientes estudados tanto em Juerana quanto em Aparaju (Figura 7 b, $F(4, 10)=5,641$, $p=0,002$), uma vez que o número de espécies (S) deste ambiente não diferiu dos demais (Figura 7 a).

Simonelli et al. (2008) encontraram um índice de Shannon-Weaver de 3,36 para a área de Muçununga florestada na Reserva Florestal de Linhares. Na mesma reserva, Peixoto et al. (2008), ao estudarem quatro formações naturais, encontraram uma diversidade de Shannon-Weaver de 5,14 para a Floresta de Tabuleiro e 3,34 para a Floresta de Muçununga. Souza et al. (1998a) encontraram H' de 4,71 em um fragmento de Floresta de Tabuleiro Caravelas-BA, e Souza et al. (1998b) encontraram H' de 4,64 no mesmo tipo de floresta em Pedro Canário-ES. Desta maneira, os valores dos índices de diversidade calculados para as florestas de Muçununga do presente estudo e dos trabalhos de Simonelli et al. (2008) e Peixoto et al. (2008) são inferiores àqueles encontrados para Floresta de Tabuleiro da mesma região.

Da mesma forma que as Muçunungas, a flora de Restinga apresenta menor riqueza de espécies que a da Floresta Atlântica (Rocha et al. 2003), principalmente no Norte do Espírito Santo e no Sul da Bahia, onde as Florestas de Tabuleiro apresentam um recorde de riqueza de árvores, mais de 458 espécie/hectare e um alto endemismo (Thomas et al., 1998). Em compensação, existe na Restinga uma notável diversidade estrutural determinada pelas condições ambientais, que são responsáveis por um gradiente de comunidades fisionomicamente distintas neste ecossistema. Assumpção & Nascimento (2000) apresentam diferentes valores do índice de diversidade de Shannon entre formações de restinga, com os maiores valores para as formações mais distantes do mar, na seguinte ordem: Mata de Restinga ($H' = 2,81$); Formação de Clusia ($H' = 2,52$); Formação Praial Graminóide ($H' = 1,74$) e Formação Praial com Moitas ($H' = 1,35$). Todos estes valores, inclusive da Formação Mata de Restinga, foram

estatisticamente inferiores aos encontrados para os ambientes de Muçununga florestada de Juerana e Aparaju, à exceção da MF-A, o que pode estar associado a restrições ambientais existentes nas Restingas como: a intensa radiação solar, o solo arenoso com baixa disponibilidade de nutrientes e água e a salinidade, dada a proximidade do mar. Algumas plantas típicas do ambiente de Restinga, em resposta às limitações citadas, desenvolveram estratégias adaptativas morfológicas e fisiológicas (Silva & Azevedo 2007). Na Muçununga, assim como nas Restingas, a textura arenosa dos solos constitui uma limitação para algumas espécies e, em alguns locais específicos onde predominam espécies herbáceas e arbustivas, existem impedimentos físicos à profundidade variável no solo que propiciam seu alagamento.

O valor do índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,75 para Aparaju e 0,78 para Juerana, considerando-se todos os ambientes em cada uma destas áreas. A Tabela 1 apresenta estes valores para cada ambiente separadamente. De modo geral, os valores de J' obtidos demonstram que não há uma abundância muito acentuada de espécie ou espécies nos ambientes estudados. Valores semelhantes foram encontrados para áreas de Floresta de Restinga e Floresta de Tabuleiro (Guedes et al., 2006; Assis et al., 2004; Souza et al., 1998a e 1998b).

3.4. Similaridade florística

3.4.1. Similaridade entre os ambientes de Aparaju e Juerana

A análise de similaridade entre os ambientes estudados separou dois grupos, um com os ambientes da área de Juerana e outro com os ambientes de Aparaju, com um nível de ligação de 40,4% (Figura 8). Desta maneira, estes grupos de ambientes podem ser considerados muito semelhantes floristicamente, já que apresentam índice de similaridade superior a 25% (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). A semelhança de características de solos destas áreas, que são em geral arenosos, distróficos, ácidos e álicos (Sarcinelli, 2010³), contribuiu para esta elevada similaridade.

Apesar da distância geográfica entre as áreas não ser muito grande (cerca de 25 km em linha reta), observa-se certa dissimilaridade florística entre elas, formando os dois grupos principais desta análise de similaridade. Podem-se citar duas possíveis hipóteses para a separação dos ambientes nestes dois grupos (Figura 8): (i) a separação geográfica entre as áreas (Aparaju e Juerana); (ii) a proximidade das Muçunungas de

³ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: Enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Aparaju à linha da costa, sendo adjacentes à vegetação de Restinga, e da Muçununga de Juerana à Floresta de Tabuleiro. Ocorreram exclusivamente nos ambientes de Juerana 45 espécies, e de Aparaju 27 espécies.

Foram encontradas nove espécies comuns a todos os ambientes estudados de Aparaju e Juerana, são elas: *Andira fraxinifolia*, *Byrsonima sericea*, *Casearia javitensis*, *Humiriastrum dentatum*, *Myrcia splendens*, *Myrsine guianensis*, *Protium heptaphyllum*, *Swartzia apetala* e *Tapirira guianensis*. Todas estas espécies são encontradas em áreas de Restinga (Restinga net, 2009) e, à exceção de *Humiriastrum dentatum*, registradas em estudos florísticos realizados na região das bacias do Leste (Oliveira-Filho et al., 2005).

Tapirira guianensis e *Protium heptaphyllum* são reconhecidas como de ocorrência comum em matas ciliares e consideradas como generalistas por habitats (Oliveira Filho & Ratter, 2000). Ambas as espécies estão entre as dez mais citadas na seleção de 63 trabalhos no Domínio da Mata Atlântica (Serra do Mar, Geral e da Mantiqueira, Sul da Bahia e fragmentos de vegetação do litoral nordestino) realizada por Siqueira (1994). *T. guianensis* ocorreu em 52% das localidades amostradas, da mesma forma que *Guapira opposita*, amostrada neste estudo para os dois ambientes de Juerana (MF-J e BMF-J). Já *P. heptaphyllum* ocorreu em 38% dos trabalhos.

3.4.2. Similaridade com outros ecossistemas florestais

A florística das Muçunungas de Aparaju e Juerana foi comparada com resultados de levantamentos florísticos de áreas de Muçununga florestada, Floresta de Restinga e Floresta Atlântica de outros 23 estudos (Tabela 2). As Muçunungas de Aparaju e Juerana mostraram maior similaridade entre si e, em seguida, com a Muçununga florestada do estudo de Simonelli et al. (2008), na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo (Figura 9), o que deve ser devido à maior distância geográfica das áreas da Bahia com aquela do Espírito Santo.

Estas áreas de Muçununga florestada ligam-se, a maior nível de similaridade, a duas áreas de Muçununga Florestada localizadas no município de Caravelas-BA (Saporetti Junior, 2009), e a menor similaridade à áreas de Floresta de Restinga de Pernambuco (Silva et al., 2008; Sacramento et al., 2007). Concluindo o primeiro grupo desta análise de similaridade, as áreas previamente mencionadas ligam-se a duas áreas de Floresta de Restinga, uma em Setiba, Guarapari-ES (Assis et al. 2004), e outra em São João da Barra-RJ (Assumpção e Nascimento, 2000) (Figura 9).

Este primeiro grupo sugere uma relação florística das Muçunungas florestadas do sul baiano e norte espírito-santense com as Florestas de Restinga do Espírito Santo e Rio de Janeiro, denotando que, a exemplo das Restingas, as Muçunungas também são ecossistemas arenícolas associados à Floresta Atlântica, o que corrobora com o estudo de Saporetto Junior (2009). Pelo fato das Restingas encontrarem-se sobre depósitos quaternários (RadamBrasil, 1987), mais recentes que as Formações de Muçununga, que ocorrem em regiões específicas sobre os Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras, provavelmente foram as espécies das Muçunungas que colonizaram a Restinga. Contudo, pode ocorrer intercâmbio de espécies entre áreas de Muçununga e Restinga próximas, dadas as semelhanças edáficas entre estes ambientes.

O segundo grupo é formado pelas duas áreas de Floresta de Restinga de Bertioga-SP do estudo de Guedes et al. (2006), que se ligam a uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana em Cachoeiras de Macacu-RJ (Kurtz & Araujo, 2000) (Figura 9). O agrupamento destas áreas de Restinga e de Floresta Submontana deve-se à sua relativa proximidade em relação aos demais trabalhos desta análise. Ademais, segundo Ab'Saber (2003), as encostas da Serra do Mar acompanham todo o litoral paulista, caracteristicamente recortado, o que possibilita o surgimento de centenas de praias ricas em Mangues e Restingas. Carvalhaes (1997) também se refere à proximidade com a encosta atlântica como um dos fatores que influenciam na similaridade florística das áreas de Restinga com a Floresta Submontana. Assim sendo, este agrupamento da análise de similaridade pode ser devido à proximidade de áreas de Floresta Submontana/Montana com áreas de Restinga na Serra do Mar. Este grupo possui menor similaridade com o grupo das áreas de Muçununga e Restinga do que com o terceiro grupo, formado por áreas de Floresta Atlântica (Figura 9).

Conforme ilustrado pelo dendrograma (Figura 9), no terceiro grupo, duas áreas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, ou Floresta de Tabuleiro, localizadas em Caravelas-BA (Souza et al., 1998a) e Pedro Canário-ES (Souza et al., 1998b) agrupam-se com a Floresta Aluvial de Linhares-ES (Rolim et al., 2006) e, em seguida, este subgrupo liga-se a uma área de floresta de cabruca em Linhares (Rolim & Chiarello, 2004). Estas duas últimas áreas são localizadas na Planície Aluvial do rio Doce. Segundo Rolim et al. (2006), na época em que a Floresta dos Tabuleiros Terciários já se encontrava estabelecida, a atual planície do rio Doce era coberta por mar. Sua origem é mais recente, atribuída ao retrocesso marinho ocorrido nos últimos 6,5 mil anos (Suguió

et al., 1982), de modo que possivelmente esta planície foi colonizada pelas espécies já presentes nos Tabuleiros (Rolim et al., 2006).

As áreas previamente mencionadas no terceiro grupo do dendrograma unem-se a um subgrupo formado exclusivamente por Florestas Estacionais Semidecíduais do estado de Minas Gerais de três estudos realizados no Parque Estadual do Rio Doce, municípios de Marliéria, Dionísio e Timóteo (Camargos, 2004; Lopes et al., 2002; Souza, 2008) e outro realizado em Viçosa (Ferreira Júnior et al., 2007), também em Minas Gerais, porém em altitude mais elevada, já sendo considerada floresta montana (Veloso et al., 1991). Segundo Oliveira-Filho & Fontes (2000), a ligação pretérita que teria ocorrido entre a vegetação amazônica e a costeira, por meio de florestas de galeria, explicaria as semelhanças florísticas existentes entre as florestas semidecíduais do rio Doce, em Minas Gerais, com as Florestas de Tabuleiro do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo.

Apesar da similaridade entre a flora amazônica e sul baiana/norte espírito-santense, existem nestas regiões grande número de espécies endêmicas tanto de plantas quanto de animais, uma vez que a Floresta Atlântica encontra-se isolada da Amazônia pelo menos desde o final do período Terciário (Mori et al., 1981). Segundo levantamentos florísticos realizados em duas áreas do sudeste da Bahia, 45 a 48% das espécies de plantas vasculares amostradas são endêmicas da Mata Atlântica, cerca de 8% apresentam distribuição disjunta entre este bioma e a Amazônia e aproximadamente 30% são encontradas exclusivamente na faixa da Hiléia Baiana (Thomas et al., 1998), que abrange o Norte do Espírito Santo e o Sul da Bahia (Andrade-Lima, 1966; Peixoto & Gentry, 1990).

As áreas do terceiro grupo formado pelas florestas costeiras do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo e Estacionais de Minas Gerais unem-se a um subgrupo formado pela área de Floresta de Tabuleiro de São Francisco do Itabapoana (Silva & Nascimento, 2001) e à Floresta Aluvial de Campos dos Goytacazes (Carvalho et al., 2006), ambas no estado do Rio de Janeiro. De forma semelhante ao observado neste estudo, Rolim et al. (2006) demonstraram que o bloco formado pela Floresta Estacional Semidecidual na planície Aluvial do Rio Doce e a Floresta Estacional dos Tabuleiros Terciários (formada pela Reserva Florestal de Linhares e pela Reserva Biológica de Sooretama) se liga às florestas estacionais de Minas Gerais e ambas se ligam às florestas ombrófilas do Sul da Bahia, e que este grupo é nitidamente separado de um grupo muito maior formado por florestas ombrófilas do Rio de Janeiro, além daquelas de São Paulo e

de uma área de Floresta Ombrófila de Santa Tereza (Thomaz & Monteiro, 1997), localizada em área montanhosa do estado do Espírito Santo.

A separação florística detectada das florestas da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais com aquelas do Rio de Janeiro tanto no presente trabalho como no estudo de Rolim et al. (2006) pode ser devida tanto à distância geográfica entre elas quanto à denominada “Falha de Campos do Goytacazes”, que consiste num limite natural entre duas divisões biogeográficas da floresta atlântica litorânea, onde o clima estacional alcança o oceano e interrompe a distribuição das florestas ombrófilas, separando os corredores da Serra do Mar (do Rio de Janeiro até o Paraná) e o Corredor Central da Mata Atlântica (Espírito Santo e Bahia) (Aguilar et al., 2003; CABS, 2000). Oliveira-Filho et al. (2005) refutam esta segunda hipótese afirmando que a interrupção das florestas ombrófilas ao norte fluminense não tem como contrapartida uma disjunção na distribuição de espécies arbóreas. Thomas et al. (1998) apontam o rio Doce, que atravessa a região Norte do estado do Espírito Santo, como limite para uma área de endemismo de plantas, que se estende do seu limite norte até o sul baiano.

As áreas mencionadas para o terceiro grupo se ligam floristicamente à Floresta de Tabuleiro do estudo de Peixoto & Gentry (1990) e à floresta de cabruca de Ilhéus-BA estudada por Sambuichi (2002; 2006). Isto pode ser devido ao fato de que, nestes estudos, foi levantado um número de espécies inferior àquele dos demais trabalhos deste grupo. Ademais, os estudos de Sambuichi (2002; 2006) foram realizados em áreas antropizadas o que, segundo Carvalhaes (1997), pode influenciar na similaridade florística. Rolim & Chiarello (2004) demonstram que outros estudos em áreas de floresta de cabruca no estado da Bahia, como aquele realizado por Sambuichi (2002), apresentaram cerca de metade da densidade de indivíduos arbóreos, além de riqueza inferior àquela observada na área de cabruca estudada por eles na região do Rio Doce, Espírito Santo.

Dentre todos os estudos desta análise de similaridade, apresentam-se como espécies exclusivas da Muçununga de Aparaju: *Cathedra bahiensis*, *Emmotum affine*, *Marlierea neuwiedeana*, *Pera parvifolia*, *Pouteria macahensis*, *Styrax camporum* e *Trattinnickia mensalis*; e de Juerana: *Acosmium bijugum*, *Cordia acutifolia*, *Jacaranda obovata*, *Kielmeyera occhioniana* e *Licania heteromorpha*. Ao se considerar conjuntamente as Muçunungas de Aparaju e Juerana, foram amostradas nestas duas áreas e não nas demais desta análise as seguintes espécies: *Eugenia fusca*, *Gomidesia fenzliana* e *Huberia ovalifolia*.

Destas espécies previamente mencionadas, são encontradas em áreas de restinga segundo Restinga net (2009) e Mobot (2010) em diferentes estados brasileiros: *Acosmium bijugum* (BA, ES), *Huberia ovalifolia* (ES, RJ), *Jacaranda obovata* (BA, ES), *Gomidesia fenzliana* (BA, ES, RJ), *Cathedra bahiensis* (BA) e *Emmotum affine* (BA).

A espécie *Kielmeyera occhioniana*, da qual apenas dois indivíduos foram amostrados na Muçununga florestada de Juerana (MF-J), é considerada endêmica do Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Thomas et al. 2003). Além de *K. occhioniana*, outras três espécies amostradas nas áreas de estudo (*K. albopunctata*, *Trattinnickia mensalis* e *Cathedra bahiensis*) também são endêmicas desta região segundo estes autores (Material Suplementar I).

3.5. Conservação das Muçunungas Florestadas

Segundo Tabarelli et al. (2005), apesar dos elevados índices de diversidade, a perda de habitat e outras ameaças como exploração ilegal de madeira, extrativismo vegetal e espécies invasoras, contribuem para a degradação da Floresta Atlântica, deixando muitas espécies em risco de extinção. A espécie *Trattinnickia mensalis*, considerada ameaçada de extinção segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Instrução Normativa MMA nº 06 de 23/09/2008) na Mata Atlântica do estado da Bahia e do Espírito Santo, foi amostrada em dois ambientes de Aparaju (um indivíduo na MF-A e um indivíduo na CMF-A) (Tabelas 1, 2 e 6). Esta espécie, até o momento, havia sido reportada por Simonelli et al. (2008) como encontrada apenas nas Muçunungas da Reserva Florestal de Linhares, no Espírito Santo. Já as espécies da família Lauraceae, *Ocotea odorifera* e *Rhodostemonodaphne capixabensis*, presentes na área de Juerana (*O. odorifera*: nove indivíduos na MF-J e cinco na BMF-J; *R. capixabensis*: um indivíduos na BMF-J) (Tabelas 1, 3 e 5), apesar de não serem consideradas ameaçadas de extinção segundo a mesma lista para o estado da Bahia, estão ameaçadas na Mata Atlântica do Espírito Santo, cuja divisa com a Bahia dista apenas cerca de 70 km desta área de estudo.

Três espécies amostradas neste estudo estão na Lista Vermelha da IUCN, são elas: *Abarema filamentosa* - categoria: vulnerável; habitat: florestas aluviais e restingas na costa da Bahia e do Espírito Santo (World Conservation Monitoring Centre, 1998a), *Pouteria macahensis* - categoria: ameaçada; habitat: florestas do interior e restingas nos estados do Rio de Janeiro e na Bahia (Pires O'Brien, 1998) e *Pouteria peduncularis* -

categoria: deficiência de dados; habitat: atribuído ao estado da Bahia, mas há carência de informações (World Conservation Monitoring Centre, 1998b).

Foram amostrados dois indivíduos de *A. filamentosa* na MF-A (Material Suplementar II), cinco na MF-J (Material Suplementar III), um na BMF-J (Material Suplementar V) e um na CMF-A (Material Suplementar VI). Apenas um indivíduo de *P. macahensis* e outro de *P. peduncularis* foram amostrados no presente estudo, o primeiro na MF-A (Material Suplementar II) e o segundo na BMF-J (Material Suplementar V). Segundo a IUCN (2009), a classificação “deficiência de dados” não deve ser considerada uma categoria de ameaça, sendo que a listagem de taxa nesta categoria indica que mais informação é requerida e apresenta a possibilidade de mais estudos que indicarão se a classificação desta espécie em categorias de ameaça é apropriada.

Sendo as muçunungas consideradas ecossistemas arenícolas associados à Floresta Atlântica, que possuem caráter único, especializado e diverso, ressalta-se sua grande importância para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecológicos a ele associados (Saporetti Junior, 2009). Como as áreas de Muçununga adjacentes à Restinga e em meio à Floresta de Tabuleiro possuem diferenças florísticas, há a necessidade de criação de áreas de conservação que incluam manchas de diferentes fitofisionomias de Muçununga, abrangendo ampla faixa que se estende de áreas limítrofes com a Restinga até áreas circundadas pela Floresta de Tabuleiro.

Acredita-se que as Muçunungas Florestadas estejam tão ameaçadas quanto a Floresta de Tabuleiro, de modo que é necessário que sejam direcionados esforços para o mapeamento e a conservação deste ecossistema relativamente raro e de ocorrência atualmente conhecida como restrita ao norte do Espírito Santo e sul da Bahia, seja por meio da criação de políticas públicas voltadas para sua conservação ou pelo reconhecimento destes ecossistemas como sendo raros e, portanto, de alto valor de conservação. As áreas de Muçununga deste estudo são potenciais candidatas a receberem um plano de conservação, uma vez que se encontram em bom estado de conservação, à exceção de trechos das muçunungas de Aparaju que, em fevereiro de 2010, cerca de um ano e meio após a realização do presente levantamento florístico, foram queimadas por um incêndio ocorrido na região.

4. CONCLUSÕES

Refutou-se a hipótese de que as Muçunungas florestadas adjacentes às restingas apresentam diversidade florística distinta daquelas circundadas pela Floresta de Tabuleiro, uma vez que os índices de diversidade das muçunungas de Aparaju e Juerana foram similares. Apenas a Muçununga florestada de Aparaju apresentou diversidade florística menor que a borda e o centro da Muçununga florestada de Juerana, o que pode ser devido à dominância da espécie *Protium heptaphyllum* neste ambiente.

A estrutura das comunidades das áreas de Aparaju e Juerana foram pouco semelhantes. A muçununga de Juerana, mais afastada da costa, apresentou árvores de maior porte. Ademais, as espécies com maiores valores de importância diferiram entre os ambientes de muçununga destas áreas.

A flora da Muçununga florestada possui componentes arbóreos com maior similaridade com áreas de Floresta de Restinga do que com áreas de Floresta Atlântica. Mesmo assim, é baixo o nível de similaridade com áreas de Restinga, o que significa que as Muçunungas florestadas possuem flora diferenciada.

Apesar das semelhanças fisionômicas e florísticas aparentes de áreas de Muçununga florestada com relação à outros ecossistemas, ditadas por condições pedológicas e ambientais convergentes, existe uma variabilidade florística entre as manchas deste tipo de vegetação, diferenciando as muçunungas adjacentes à restinga daquelas mais distantes do mar, em meio à Floresta de Tabuleiro.

5. AGRADECIMENTOS

À Unidade Aracruz da Fibria, pelo apoio logístico e financeiro. À Domingos Folli, pela identificação das árvores no campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A.N. 2003. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivros. 281 p.
- Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de Camadas Adensadas em Solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.
- Aguiar, A.P.; Chiarello, A.G.; Mendes, S.L.; Matos, E.N. 2003. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. In: Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. (eds.). **The Atlantic Forest of South America**. Washington: Center for Applied Biodiversity Science. P. 118-132.

- Andrade Lima, D. 1966. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônico-nordestina. **Instituto de Pesquisas Agrônomicas de Pernambuco** 19: 1-19.
- 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, RJ: UFRJ. 176 p.
- Araujo, D.S.D.; Lacerda, L.D. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6 (33): 42-48.
- Assis, A.M.; Pereira, O.J.; Thomaz, L.D. 2004. 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(3): 301-315.
- Barbosa, M.R.V.; Thomas, W.W. 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da mata atlântica no nordeste. In: Araújo, E.L. et al. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. p.19-22.
- Brower, J. E.; Zar, J. H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2. ed. Iowa: Wm. C. Brown Company.
- CABS. 2000. **Designing sustainable landscapes**. Washington: Center for Applied Biodiversity Science. 29 p.
- Caiafa, A.N.; Martins, F.R. 2007. Taxonomic identification, sampling methods, and minimum size of tree sampled: implications and perspectives for studies in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Functional Ecosystems and Communities** 1(2): 95-104.
- Camargos, V.L. 2004. **Florística e estrutura da vegetação arbórea e suas relações com a drenagem e os fatores edáficos num trecho de Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca - Parque Estadual do Rio Doce - MG**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 51 f.
- Carvalho, M.A. 1997. Florística e estrutura de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo. São Paulo, SP: USP. 107 p.
- Carvalho, F.A.; Braga, J.M.A.; Gomes, J.M.L.; Souza, J.S.; Nascimento, M.T. 2006. Comunidade arbórea de uma floresta de baixada fluvial no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Cerne** 12(2): 157-166.
- Cientec. 2009. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec. Disponível em: www.matanativa.com.br. Acesso em: 27 março 2009.
- Cottam, G; Curtis, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology** 37: 451-460
- Dean, W. 1996. **A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras. 484 p.
- Embrapa. 2000. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 111 p.
- Embrapa. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.

- Ferreira Júnior, W.G.; Silva, A.F. da; Meira Neto, J.A.A.; Schaefer, C.E.G.R.; Dias, A.S.; Ignácio, M.; Medeiros, C.M.P. de. 2007. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, e espécies de maior ocorrência na região. **Revista Árvore** 31(6): 1121-1130.
- Freire, M.S.B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal. **Acta Botanica Brasilica** 4: 41-59.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 75: 1-34.
- Giulietti, A.M.; Forero, E. 1990. "Workshop" diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras. Introdução. **Acta Botanica Brasilica** 4: 3-9.
- Gomes, F.H. 2005. **Gênese e classificação de solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso-SP**. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP: ESALQ. 107 p.
- Guedes, D.; Barbosa, L.M.; Martins, S.E. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no município de Bertiooga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(2): 299-311.
- IUCN 2009. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 January 2010.
- Jesus, R.M.; Rolim, S.G. 2005. Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro **Boletim Técnico SIF** 19. 149 p.
- Kovach, W.L. 2004. **Multivariate Statistical Package**. Version 3.1 for Windows.
- Kurtz, B.C.; Araujo, D.S.D. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 51(78/115): 69-112.
- Lopes, W.P.; Silva, A.F.; Souza, A.L.; Meira Neto, J.A. 2002. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16(4): 443-456.
- Marangon, L. C.; Soares, J. J.; Feliciano, A. L. P. 2003. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore** 27(2): 207-215.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza, A.L.; Lana, J.M.; Valente, G.E. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Mussununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore** 29 (1):139-150.
- Mobot. 2010. <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 05/01/2010.
- Moreau, A.M.S.S.; Costa, L.M.; Ker, J.C.; Gomes, F.H. 2006. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1021-1030.
- Mori, S.A.; Boom, B.; Carvalho, A.M.; Santos, T.S. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. **Biotropica** 15: 68-70.
- Mori, S.A.; Boom, B.M.; Prance, G.T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia** 33: 233-245.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley & Sons.

- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 102 f.
- Oliveira-Filho A. T.; Fontes A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** 32 (4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Carvalho, D.A.; Fontes, M.A.L.; Van Den Berg, E.; Curi, N.; Carvalho, W.A.C. 2004. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 291-309.
- Oliveira-Filho, A.T.; Ratter, J. A. 2000. Padrões florísticos das matas ciliares da região do Cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o quaternário tardio. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Fapesp. p. 73-89.
- Oliveira-Filho, A.T.; Tameirão-Neto, E.; Carvalho, W.A.C.; Werneck, M.; Brina, A.E.; Vidal, C.V.; Rezende, S.C.; Pereira, J.A.A. 2005. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de Floresta Atlântica Sensu Lato na região das bacias do Leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). **Rodriguésia** 56 (87): 185-235.
- Peixoto, A.L.; Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares - ES, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- Peixoto, A.L.; Martins, S.V.; da Silva, A.F.; Silva, E. 2004. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta botanica brasílica** 18(1): 151-160.
- Peixoto, A.L.; Silva, I.M.; Pereira, O. J.; Simonelli, M.; Jesus, R.M.; Rolim, S. G. 2008. Tableland Forests North of the Rio Doce: Their Representation in the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo State, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 313-344.
- Pereira, O.J. 1990. **Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba – Guarapari, ES**. In: ACIESP (org.) II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo. São Paulo, v.3, p. 207-219.
- Pereira, O.J. 2007. Diversidade e conservação das Restingas do Espírito Santo. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. p. 33-44. Vitória: Edufes.
- Pielou, E.C. 1975. **Ecological diversity**. New York: Willey.
- Pires O'Brien, J. 1998. *Pouteria macahensis*. In: IUCN 2009. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 January 2010.
- Prendergrast, J.R.; Quinn, R.M.; Lawton, J.H.; Eversham, B.C.; Gibbons, D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. **Nature** 365: 335–337.

- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548 p.
- Restinga net. 2009. www.restinga.net. Acesso em: 25/12/2009.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC. v.2. 374 p.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito cultural edições Ltda. 747p.
- Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S.; Van Sluys, M.A. 2003. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: Editora RiMa. 134 p.
- Rolim, S.G.; Chiarello, A.G. 2004. Slow death of Atlantic forest trees in cocoa agroforestry in southeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation** 13: 2679–2694.
- Rolim, S.G.; Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R.; Nascimento, M.T.; Gomes, J.M.L.; Folli, D.A.; do Couto, H.T.Z. 2006. Composição Florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta botânica brasilica** 20(3): 549-561.
- Sacramento, A.C.; Zickel, C.S.; Almeida Jr., E.B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. **Revista Árvore** 31(6): 1121-1130.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1994. **História Ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 307 p.
- Sambuichi, R.H.R. 2002. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região Sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16(1): 89-101.
- Sambuichi, R.H.R. 2006. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacauzeira do sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(4): 943-954.
- Saporetti Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Schaefer, C.E.G.R.; Magnago, L.F.S.; Saporetti Junior, A.W., Sarcinelli, T.S.; Meira Neto, J.A.; Fernandes Filho, E. Mussunungas, Campos Nativos, Dunas & Restingas: Diversidade de Ecossistemas Arenosos do Espírito Santo. **Revista Ação Ambiental** (submetido).
- Silva, G.C.; Nascimento, M.T. 2001. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica** 24(1): 51-62.
- Silva, L.C.; Azevedo, A.A. 2007. Anatomia de plantas de Restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. Vitória: Edufes. p. 213-233.
- Silva, S.M. 1999. Diagnóstico das restingas do Brasil. **In: Fundação Bio Rio (ed.). Workshop Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira, Ilhéus**.
- Silva, S.S.L.; Zickel, C.S.; Cestaro, L.A. 2008. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22(4): 1123-1135.

- Simonelli, M. 1998. **Comparação florística e estrutura do estrato arbóreo de uma muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101 p.
- Simonelli, M.; Souza, A.L.; Peixoto, A.L.; Silva, A.F. 2008. Floristic composition and structure of the tree component of a Muçununga Forest in the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 345-364.
- Siqueira, M.F. 1994. **Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: Unicamp. 97 p.
- Soares, M.P.; Saporetti Junior, A.W.; Meira Neto, J.A.A.; da Silva, A.F.; Souza, A.L. 2006. Composição florística do estrato arbóreo de floresta Atlântica Interiorana em Araponga - Minas Gerais **Revista Árvore** 30(5): 859-870.
- Souza, P.B. 2008. **Diversidade florística e atributos pedológicos ao longo de uma encosta com Floresta Estacional Semidecidual Submontana, zona de amortecimento do Parque Estadual do Rio Doce, MG**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 138 f.
- Souza, A.L. de; Meira Neto, J.A.A.; Schettino, S. 1998a. **Avaliação florística, fitossociológica e paramétrica de um fragmento de floresta atlântica secundária, município de Caravelas, BA**. Documento SIF n° 018.
- Souza, A.L. de; Meira Neto, J.A.A.; Schettino, S. 1998b. **Avaliação florística, fitossociológica e paramétrica de um fragmento de floresta atlântica secundária, município de Pedro Canário, Espírito Santo**. Documento SIF n° 018.
- StatSoft, Inc. 2001. **STATISTICA (data analysis software system)**. Versão 6. www.statsoft.com.
- Sugiyama, M. 1998. Estudo de florestas de restinga da ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 11: 119-159.
- Suguio, K.; Martin, L. & Dominguez, J.L.M. 1982. Evolução da planície costeira do Rio Doce (ES) durante o quaternário: Influência das flutuações do nível do mar. In: Suguio, K.; De Méis, M.R.M.; Tessler, M.G. (eds.). **Simpósio do Quaternário no Brasil. Anais...** 4, Rio de Janeiro. São Paulo, ACIESP. p. 93-116.
- Tabarelli, M.; Pinto, L.P.; Silva, J.M.C.; Hirota; M.M.; Bedê, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade** 1(1): 132-138.
- The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.
- Thomas, W.W.; Carvalho, A.M.V.; Amorim, A.M.; Garrison, J.; Arbelez, A.L. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 7: 311-322.
- Thomas, W.W.; Jardim, J.G.; Fiaschi, P.; Amorim, A.M. 2003. Lista preliminar das angiospermas localmente endêmicas do sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, Brasil. In: Prado, P.I., Landau, E.C., Moura, R.T., Pinto, L.P.S., Fonseca, G.A.B., Alger, K. (orgs.). **Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia**. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB / CI / CABS / UFMG / UNICAMP.

Thomaz, L.D. & Monteiro, R. 1997. Composição florística da mata atlântica de encosta da estação Biológica de Santa Lúcia, município de Santa Tereza-ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** (nova série) 7: 3-48.

Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124p.

World Conservation Monitoring Centre. 1998a. *Abarema filamentosa*. In: IUCN 2009. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 January 2010.

World Conservation Monitoring Centre. 1998b. *Pouteria peduncularis*. In: IUCN 2009. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 January 2010.

Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 929 p.

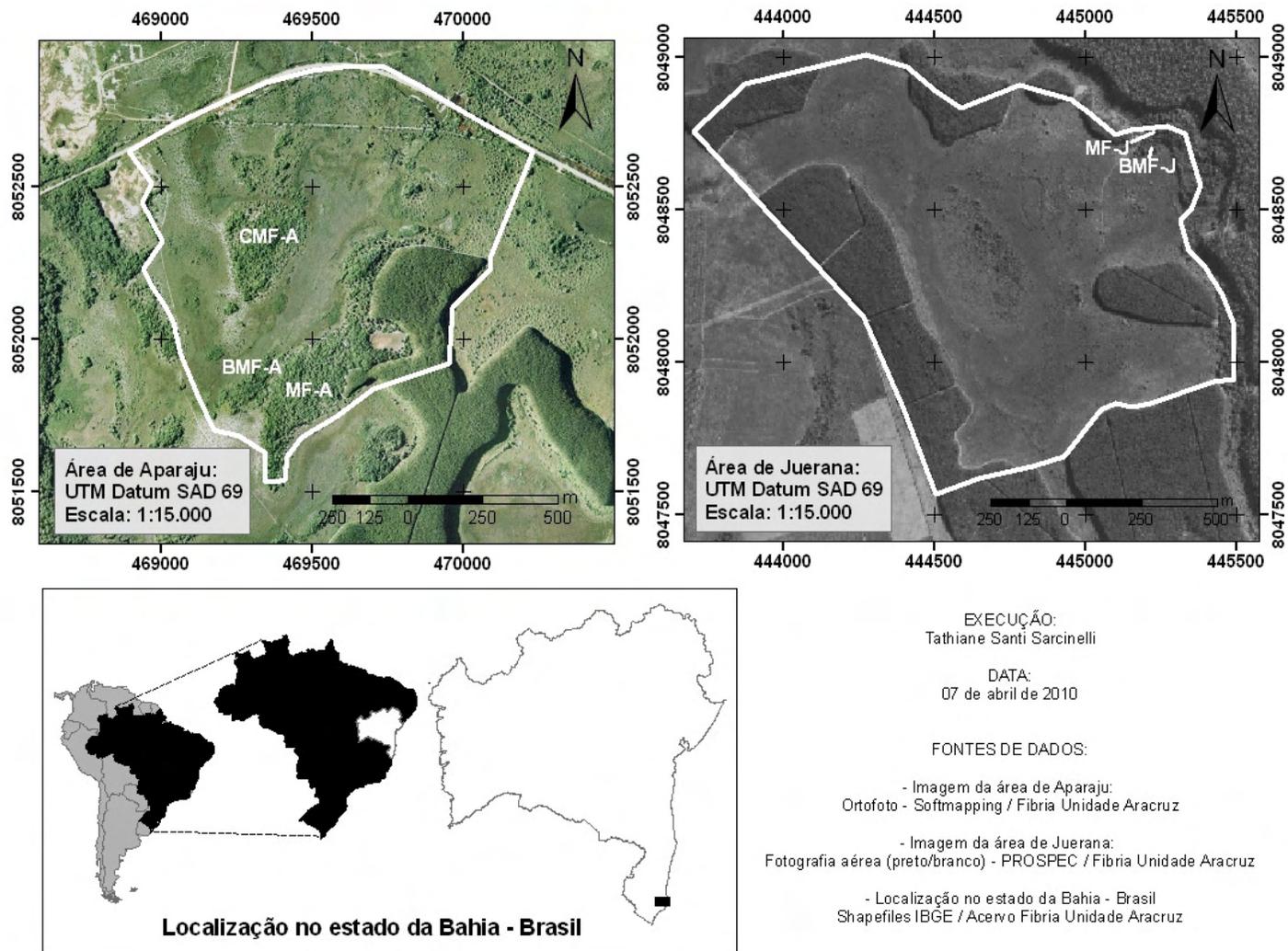
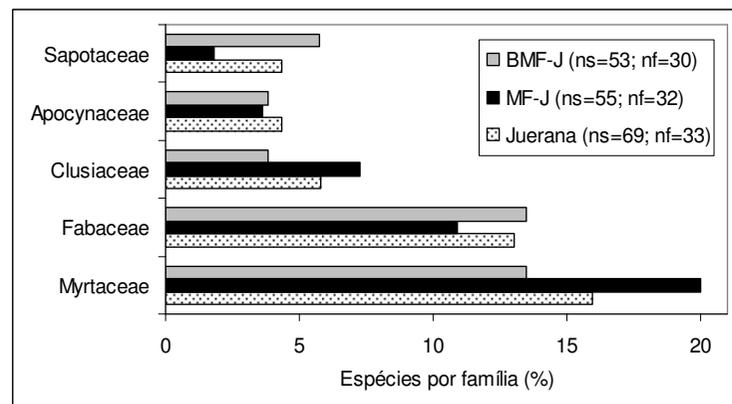
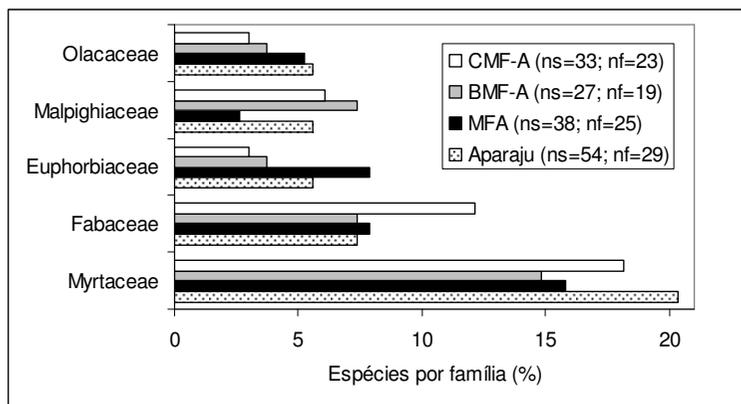


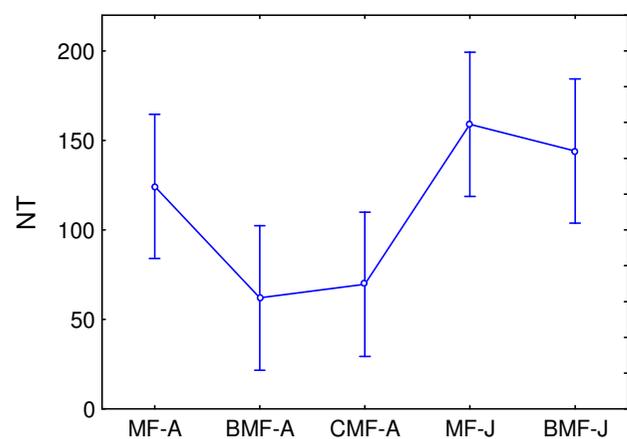
Figura 1 - Localização das áreas de estudo “Juerana” e “Aparaju”, no sul da Bahia, Brasil. MF-A = Muçununga florestada de Aparaju; BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; MF-J = Muçununga florestada de Juerana; BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana.



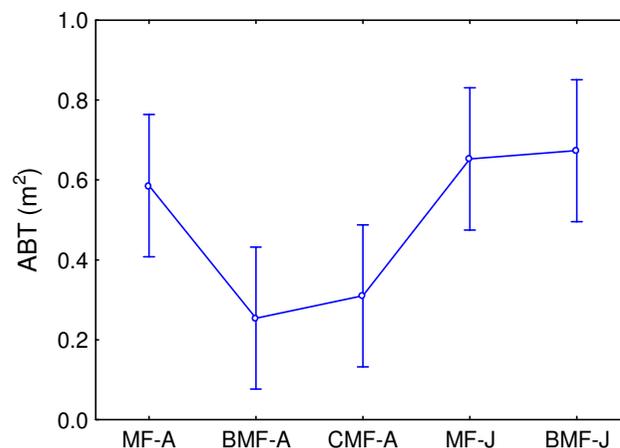
a.

b.

Figura 2 - Distribuição do número de espécies por família, em porcentagem do número total de espécies amostradas em duas áreas e seus respectivos ambientes: a. Aparaju, MF-A = Muçununga florestada de Aparaju, BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju, CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; b. Juerana, MF-J = Muçununga florestada de Juerana, BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana. ns = número de espécies; nf = número de famílias.

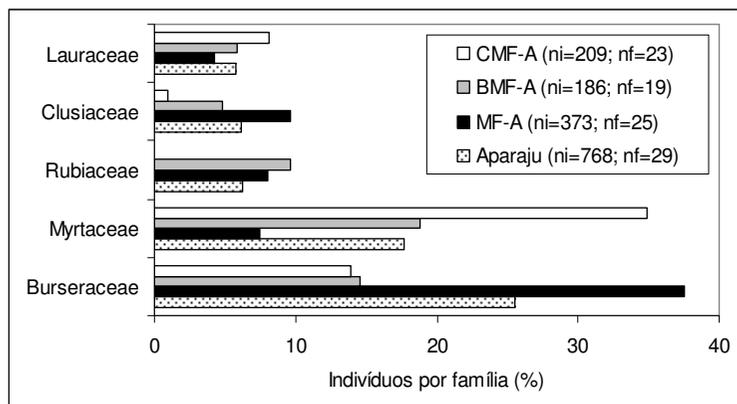


a.

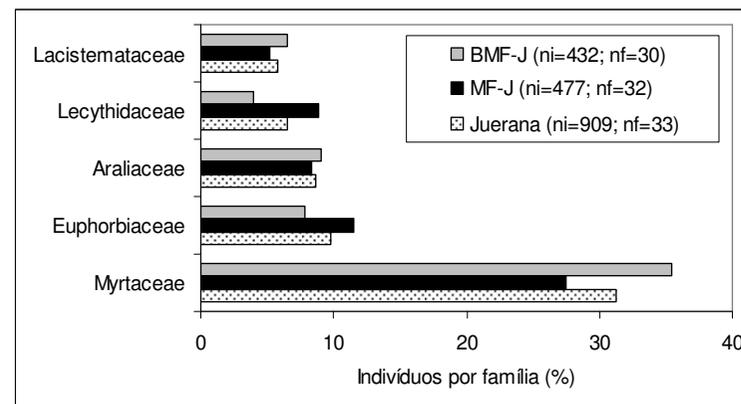


b.

Figura 3. Comparações entre as médias das variáveis analisadas entre diferentes ambientes: a. número total de indivíduos (NT) por parcela (400 m²); b. área basal total (ABT) por parcela (400 m²). MF-A: Muçununga florestada; BMF-A: Borda da Muçununga florestada; CMF-A: Muçununga arbustiva-árboorea; MF-J: Muçununga florestada (MF-J); BMF-J: Borda da Muçununga florestada. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95 %).

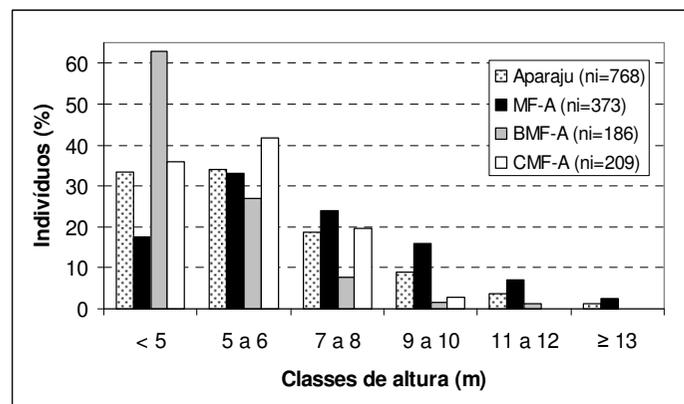


a.

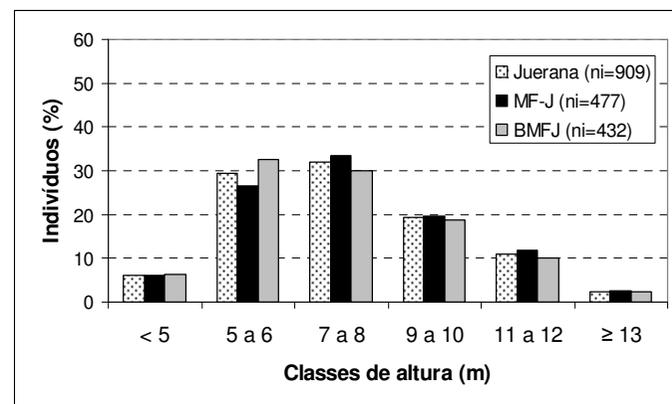


b.

Figura 4 - Distribuição do número de indivíduos por família, em porcentagem do número total de indivíduos amostrados em duas áreas e seus respectivos ambientes: a. Aparaju, MF-A = Muçununga florestada de Aparaju, BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; b. Juerana, MF-J = Muçununga florestada de Juerana, BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana. ni = número de indivíduos; nf = número de famílias.

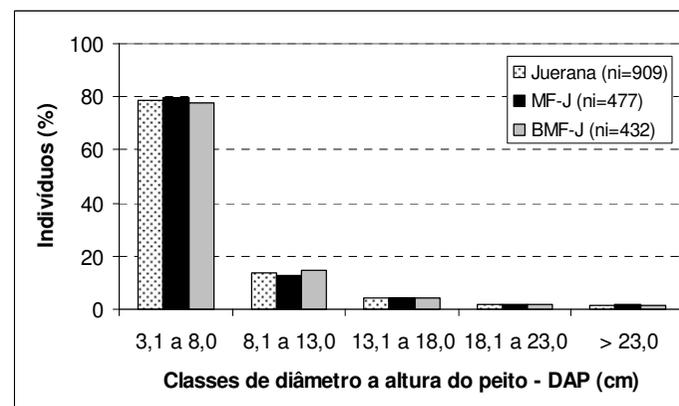
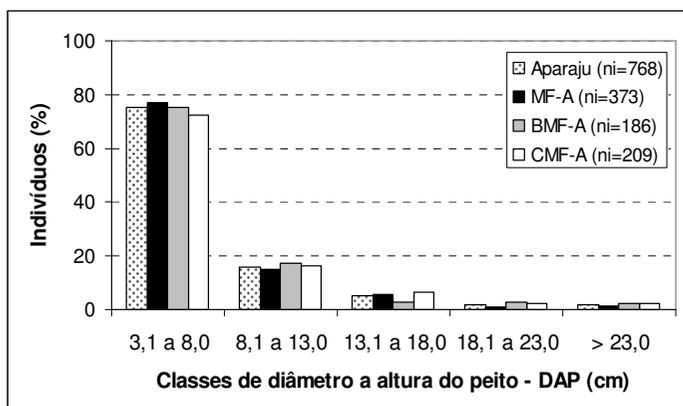


a.

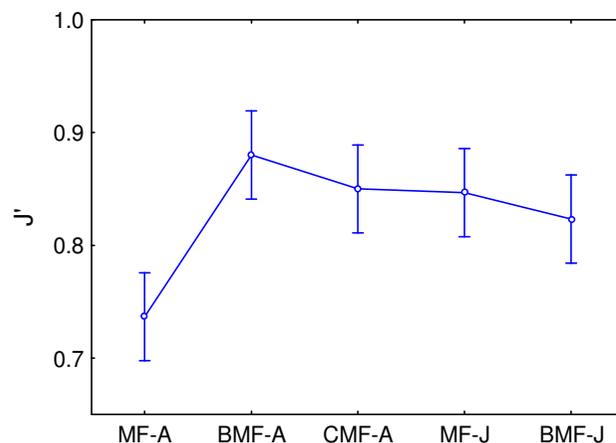
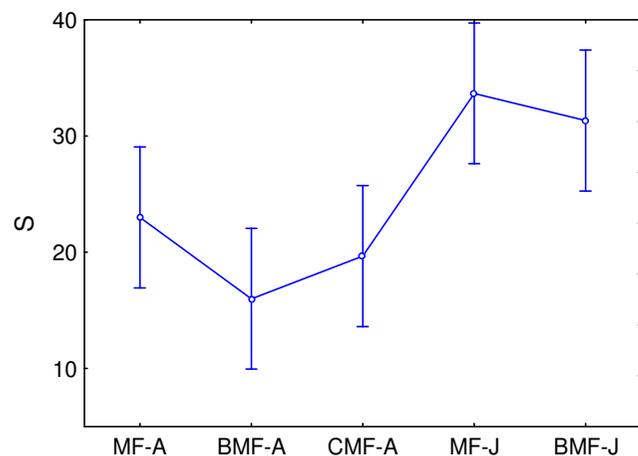


b.

Figura 5 - Distribuição dos indivíduos por classe de altura em duas áreas e seus respectivos ambientes: a. Aparaju, MF-A = Muçununga florestada de Aparaju, BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; b. Juerana, MF-J = Muçununga florestada de Juerana, BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana. ni = número de indivíduos.



a.
Figura 6 - Distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro em duas áreas e seus respectivos ambientes: a. Aparaju, MF-A = Muçununga florestada de Aparaju, BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; b. Juerana, MF-J = Muçununga florestada de Juerana, BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana.ni = número de indivíduos.



a.
Figura 7. Comparações entre as médias das variáveis analisadas entre diferentes ambientes: a. número de espécies (S) por parcela (400 m²); b. índice de equabilidade de Pielou (J') por parcela (400 m²). MF-A: Muçununga florestada; BMF-A: Borda da Muçununga florestada; CMF-A: Muçununga arbustiva-árborea; MF-J: Muçununga florestada (MF-J); BMF-J: Borda da Muçununga florestada. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95 %).

a.

b.

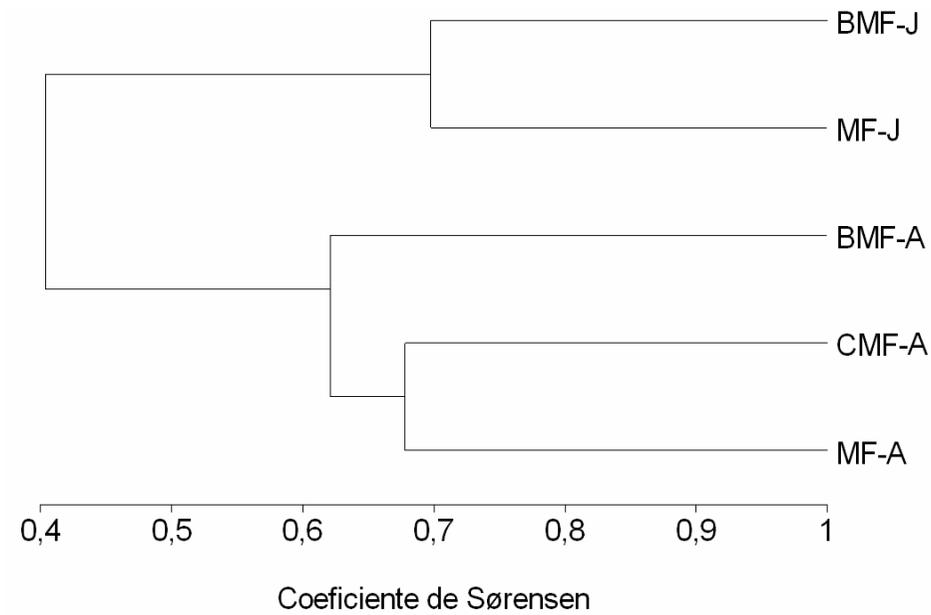


Figura 8 - Dendrograma de similaridade de Sørensen contendo os ambientes de Muçununga de Aparaju e Juerana (MF-J: Muçununga florestada de Juerana; BMF-J: Borda da Muçununga florestada de Juerana; MF-A: Muçununga florestada de Aparaju; BMF-A: Borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A: Capão de Muçununga florestada de Aparaju).

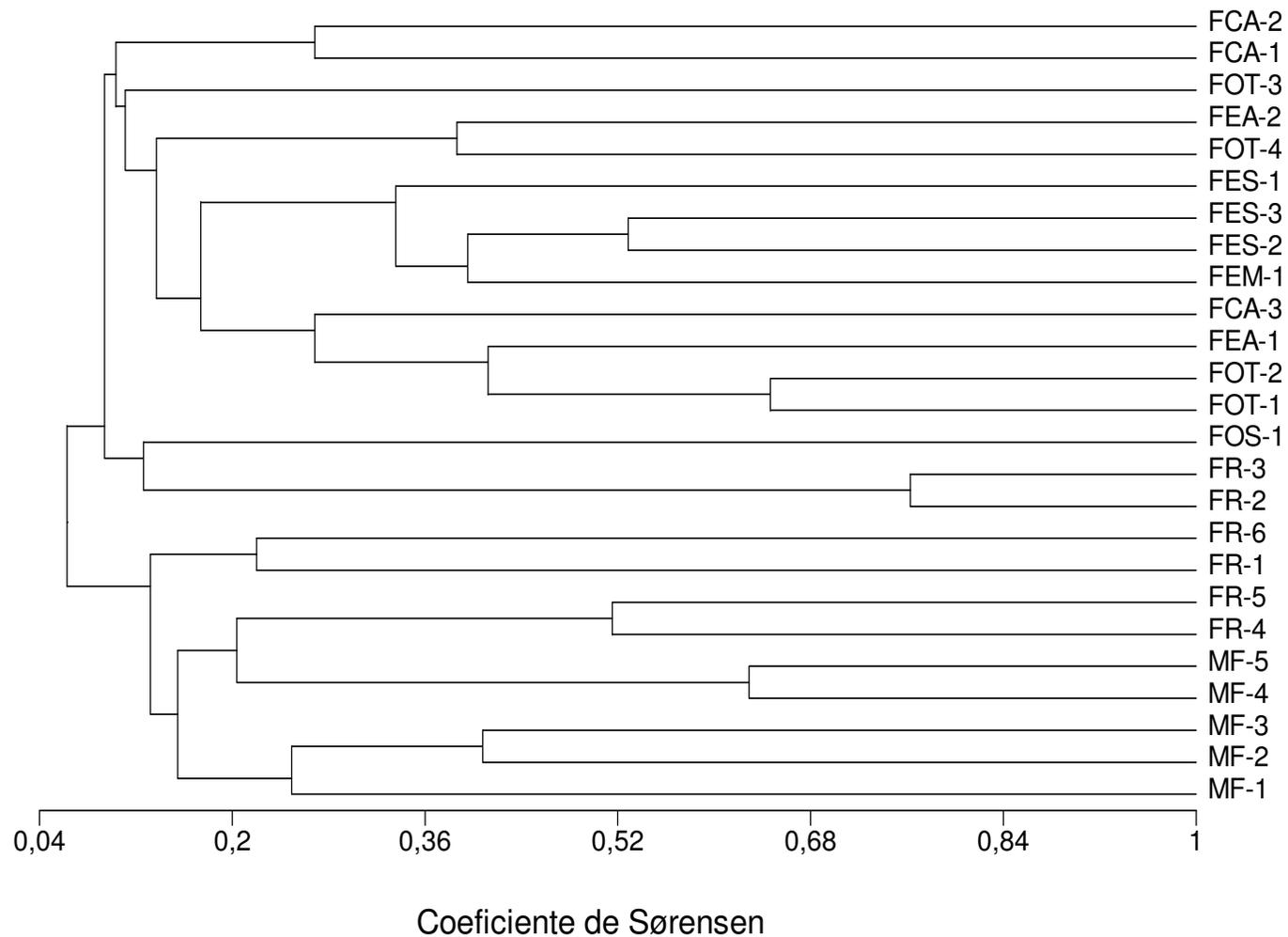


Figura 9 - Dendrograma de similaridade de Sørensen contendo os ambientes de Muçununga de Aparaju (MU-AB2) e Juerana (MU-AB3) e outras áreas de ecossistemas florestais de Muçununga, Restinga e Floresta Atlântica (código das áreas na Tabela 7).

Tabela 1 - Índices de diversidade de Shannon-Weaver e equabilidade de Pielou para os diferentes ambientes estudados

Ambientes	H' ^{1/}	J' ^{2/}
MF-J ^{3/}	3,31 (3,10 a 3,92)	0,85
BMF-J ^{4/}	3,10 (2,96 a 3,11)	0,82
MF-A ^{5/}	2,46 (2,42 a 2,66)	0,74
BMF-A ^{6/}	2,86 (2,56 a 3,51)	0,88
CMF-A ^{7/}	2,80 (2,60 a 3,30)	0,85

^{1/} Índice de diversidade de Shannon-Weaver: os valores entre parênteses correspondem ao intervalo de confiança; ^{2/} Índice de equabilidade de Pielou; ^{3/} Muçununga florestada de Juerana; ^{4/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{5/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{6/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju e ^{7/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju.

Tabela 2 - Levantamentos florísticos de diferentes áreas de Muçununga florestada, Floresta de Restinga e Floresta Atlântica, e similaridade florística com as áreas de Aparaju. CAP = circunferência à altura do peito; DAP = diâmetro à altura do peito; PAP = perímetro à altura do peito; DAS = diâmetro do tronco à altura do solo

Código	Referência	Local	Vegetação ^{1/}	Síntese da metodologia	ISs (%)	
					MF-2 ^{1/}	MF-3 ^{2/}
MF-1	Simonelli et al. (2008)	Linhares-ES	Muçununga florestada	Método de parcelas: DAP ≥ 5 cm; área amostral: 1 ha	0,20	0,30
MF-2	Sarcinelli (este estudo)	Aparaju, Alcobaça-BA	Muçununga florestada	Método de parcelas: CAP ≥ 10 cm; área amostral: 024 ha	1,00	0,41
MF-3	Sarcinelli (este estudo)	Juerana, Caravelas-BA	Muçununga florestada	Método de parcelas: CAP ≥ 10 cm; área amostral: 0,36 ha	0,41	1,00
MF-4	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga florestada	Método de parcelas: CAP ≥ 10 cm; área amostral: 0,36 ha	0,26	0,26
MF-5	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga florestada - Formação de Ilhas	Método de parcelas: CAP ≥ 10 cm; área amostral: 0,36 ha	0,23	0,22

(Continua)

Código	Referência	Local	Vegetação ^{1/}	Síntese da metodologia	ISs (%)	
					MF-2 ^{1/}	MF-3 ^{2/}
FR-1	Assis et al. (2004)	Guarapari-ES	Floresta de Restinga	Método de parcelas: PAP \geq 15 cm; área amostral: 1 ha	0,08	0,18
FR-2	Guedes et al. (2006)	Bertioga-SP	Floresta de Restinga Inundável	Método de parcelas: PAP \geq 10 cm; área amostral: 0,24 ha	0,10	0,16
FR-3	Guedes et al. (2006)	Bertioga-SP	Floresta de Restinga Não Inundável	Método de parcelas: PAP \geq 10 cm; área amostral: 0,24 ha	0,10	0,17
FR-4	Silva et al. (2008)	Tamandaré-PE	Floresta de Restinga Aberta Não Inundável	Transecção paralela ao mar (espécies arbóreas e arbustivas eretas); área amostral: 0,01 ha	0,14	0,19
FR-5	Sacramento et al. (2007)	Cabo de Santo Agostinho-PE	Floresta de Restinga Não Inundável	Coletas quinzenais (espécies arbóreas e arbustivas) considerando apenas indivíduos em estágio reprodutivo, de fevereiro de 1997 a maio de 1999	0,13	0,09
FR-6	Assumpção & Nascimento (2000)	São João da Barra-RJ	Floresta de Restinga	Método de parcelas: DAS \geq 2,5 cm (espécies arbóreas e arbustivas); área amostral: 0,09 ha	0,14	0,09
FOT-1	Souza et al. (1998a)	Caravelas-BA	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Método de parcelas: DAP \geq 5 cm; área amostral: 1,13 ha	0,06	0,15
FOT-2	Souza et al. (1998b)	Pedro Canário-ES	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Método de parcelas: DAP \geq 5 cm; área amostral: 1,13 ha	0,08	0,13
FOT-3	Peixoto & Gentry (1990)	Linhares-ES	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Método de parcelas: DAP \geq 2,54 cm; área amostral: 0,5 ha	0,02	0,00
FOT-4	Silva & Nascimento (2001)	São Francisco do Itabapoana-RJ	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Método de parcelas: DAP \geq 10 cm; área amostral: 1 ha	0,02	0,04
FEA-1	Rolim et al. (2006)	Linhares-ES	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Análise da composição florística baseada em dois levantamentos fitossociológicos (Rolim & Chiarello, 2004 e J.M.L. Gomes, dados não publicados) e nas coletas depositadas no Herbário Vale.	0,07	0,10

(*Continua*)

Código	Referência	Local	Vegetação ^{1/}	Síntese da metodologia	ISs (%)	
					MF-2 ^{1/}	MF-3 ^{2/}
FEA-2	Carvalho et al. (2006)	Campos dos Goytacazes-RJ	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Método de quadrantes: CAP ≥ 10 cm; 84 pontos	0,10	0,09
FCA-1	Sambuichi (2002)	Ilhéus-BA	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Cabruca)	Método de parcelas: DAP ≥ 5 cm; área amostral: 2,60 ha	0,05	0,11
FCA-2	Sambuichi (2006)	Ilhéus-BA	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Cabruca)	Método de parcelas: DAP ≥ 10 cm; área amostral: 1,70 ha	0,02	0,06
FCA-3	Rolim & Chiarello (2004)	Linhares-ES	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (Cabruca)	Método de parcelas: DAP ≥ 5 cm (incluindo árvores mortas); área amostral: 4,80 ha	0,09	0,09
FOS-1	Kurtz & Araujo (2000)	Cachoeiras de Macacu - RJ	Floresta Ombrófila Densa Submontana	Método de quadrantes: DAP ≥ 5 cm; 150 pontos (aprox. 2,5 ha)	0,03	0,05
FEM-1	Ferreira Júnior et al. (2007)	Viçosa-MG	Floresta Estacional Semidecidual Montana	Método de parcelas: CAP ≥ 15 cm; área amostral: 1 ha	0,04	0,06
FES-1	Souza (2008)	Parque Estadual do Rio Doce - Dionísio-MG	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Método de parcelas: CAP ≥ 10 cm; área amostral: 1,2 ha	0,07	0,12
FES-2	Lopes et al. (2002)	Parque Estadual do Rio Doce - Marliéria-MG	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Método de quadrantes: CAP ≥ 15 cm; 200 pontos	0,06	0,08
FES-3	Camargos (2004)	Parque Estadual do Rio Doce - Marliéria, Dionísio e Timóteo-MG	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Método de parcelas: CAP ≥ 15 cm; área amostral: 1 ha	0,05	0,10

^{1/} Baseado nas informações contidas nos artigos e na classificação de Veloso et al. (1991).

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

Material Suplementar I

Composição florística de duas áreas de Muçununga (Aparaju, Alcobaça-BA e Juerana, Caravelas-BA, Brasil) e diferentes ambientes

Família	Nome Científico	A ^{1/}	J ^{2/}	MF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	CMF-A ^{5/}	MF-J ^{6/}	BMF-J ^{7/}
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Thyrsodium schomburgkianum</i> Benth.		x				x	
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.		x				x	
	<i>Unonopsis lindmani</i> R.E.Fr.		x					x
	<i>Xylopia sericea</i> A. St. Hil.	x		x	x	x		
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> cf. <i>discolor</i> A.DC.		x				x	
	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	x	x		x	x		x
	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson		x				x	x
Aquifoliaceae	<i>Ilex floribunda</i> Reissek	x		x		x		
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin		x				x	
	<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	x	x	x	x		x	x
Bignoniaceae	<i>Jacaranda obovata</i> Cham.		x					x
	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.		x				x	
Boraginaceae	<i>Cordia acutifolia</i> Fresen.		x				x	x
	<i>Cordia magnoliaefolia</i> Cham.		x					x
Burseraeae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Trattinnickia mensalis</i> Daly † €	x		x		x		
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.		x				x	x
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	x		x	x	x		
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth. var. <i>heteromorpha</i>		x				x	
	<i>Licania kunthiana</i> Hook f.		x				x	x
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	x			x			
	<i>Clusia</i> cf. <i>hilariana</i> Schlecht.	x	x	x	x	x	x	x

(Continua)

Família	Nome Científico	A ^{1/}	J ^{2/}	MF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	CMF-A ^{5/}	MF-J ^{6/}	BMF-J ^{7/}
Clusiaceae	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi €		X				X	
	<i>Kielmeyera occhioniana</i> Saddi €		X				X	
	<i>Vismia ferruginea</i> H.B. & K.		X				X	X
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea eichleri</i> K. Schum.		X				X	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St.Hil.		X				X	
Euphorbiaceae	<i>Pera parvifolia</i> Mull. Arg.	X		X	X	X		
	<i>Pera</i> sp.	X	X	X			X	X
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	X	X	X			X	X
Fabaceae	<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier ‡	X	X	X		X	X	X
	<i>Acosmium bijugum</i> (T.Vogel) Yakovlev		X					X
	<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes		X				X	
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.		X					X
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	X				X		
	<i>Ormosia nitida</i> Vogel		X				X	X
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth.		X				X	
	<i>Swartzia apetala</i> Raddi	X	X	X	X	X	X	X
<i>Swartzia simplex</i> var. <i>ochnacea</i> (DC.) R.S.Cowan		X						X
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	X	X	X	X	X	X	X
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (A.Juss.) Cuatrec.	X	X	X	X			X
	<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	X	X	X	X	X	X	X
Icacinaceae	<i>Emmotum</i> aff. <i>nitens</i> (Benth.) Miers.		X				X	X
	<i>Emmotum affine</i> Miers.	X		X				
Lacistemataceae	<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	X	X	X		X	X	X
Lauraceae	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	X		X	X	X		
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer †		X				X	X
	<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i> Baitello & Coe-Teixeira †		X					X
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Miers.	X	X	X	X	X	X	X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Byrsonima</i> sp.1	X			X			

(Continua)

Família	Nome Científico	A ^{1/}	J ^{2/}	MF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	CMF-A ^{5/}	MF-J ^{6/}	BMF-J ^{7/}
	<i>Byrsonima</i> sp.2	x				x		
Malvaceae	<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns		x				x	x
Melastomataceae	<i>Huberia ovalifolia</i> DC.	x	x		x			x
	<i>Miconia</i> cf. <i>cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	x				x		
	<i>Miconia holosericea</i> Triana		x				x	x
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Myrsine parvifolia</i> A. DC.	x				x		
Myrtaceae	<i>Calyptranthes brasiliensis</i> var. <i>mutabilis</i> (Berg) C.D.Legrand	x			x	x		
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.		x				x	
	<i>Eugenia</i> cf. <i>tinguyensis</i> Cambess.		x				x	
	<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg	x			x			
	<i>Eugenia fusca</i> O. Berg	x	x	x			x	x
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	x				x		
	<i>Eugenia</i> sp.	x				x		
	<i>Eugenia sulcata</i> Spring. ex Mart.		x				x	
	<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	x	x	x	x		x	x
	<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg		x				x	x
	<i>Marlierea neuwiedean</i> (Berg) Niedz.	x		x				
	<i>Myrcia amazonica</i> DC.	x	x	x		x	x	x
	<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg		x				x	x
	<i>Myrcia multiflora</i> var. <i>glaucescens</i> (O. Berg) D. Legrand		x				x	
	<i>Myrcia</i> sp.	x		x			x	
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	x	x	x	x	x	x	x
	Myrtaceae 01		x				x	x
	<i>Neomitranthes langsdorffii</i> (O.Berg) J.R.Mattos	x				x		
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i> cf. <i>subferruginosa</i> (Mart. ex Schum.) Lundell		x				x	
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		x				x	x
Ochnaceae	<i>Ouratea</i> aff. <i>multiflora</i> (DC.) Eugl.	x	x	x				x
Olacaceae	<i>Cathedra bahiensis</i> Sleumer C	x		x				
	<i>Liriosma</i> sp.	x			x			

(Continua)

Família	Nome Científico	A ^{1/}	J ^{2/}	MF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	CMF-A ^{5/}	MF-J ^{6/}	BMF-J ^{7/}
	<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	x		x		x		
Pentaptylaccaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.		x				x	x
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliensis</i> (A.Rich.) Steyerem.	x	x	x	x			x
Rubiaceae	<i>Chiococca nitida</i> Benth.		x				x	x
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.		x				x	x
Sapindaceae	<i>Cupania</i> cf. <i>scrobiculata</i> L.C. Rich.		x				x	x
	<i>Cupania zanthoxyloides</i> Camb.	x		x				
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Gich) Pierre		x					x
	<i>Pouteria macahensis</i> Pennington ‡	x		x				
	<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichler) Baehni ‡		x					x
	<i>Pouteria</i> sp.	x	x	x			x	x
Simaroubaceae	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	x		x		x		
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	x				x		
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	x				x		

^{1/}Aparaju; ^{2/}Juerana; ^{3/}Muçununga florestada de Aparaju; ^{4/}Borda da Muçununga florestada de Aparaju; ^{5/}Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{6/}Muçununga florestada de Juerana e ^{7/}Borda da Muçununga florestada de Juerana. † Espécie que consta na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Instrução Normativa MMA nº 06 de 23/09/2008); ‡ Espécie que consta na Lista Vermelha da IUCN; € Espécie endêmica do Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Thomas et al. 2003).

Material Suplementar II

Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na Muçununga florestada de Aparaju (MF-A) em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	139	0,56	100,00	1158,33	4,69	4,35	37,27	31,98	69,25	73,60	34,62	24,53
<i>Clusia</i> cf. <i>hilariana</i> Schlecht.	36	0,36	100,00	300,00	3,01	4,35	9,65	20,51	30,16	34,51	15,08	11,50
<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliensis</i> (A.Rich.) Steyerem.	30	0,18	100,00	250,00	1,51	4,35	8,04	10,28	18,32	22,67	9,16	7,56
<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	38	0,06	100,00	316,67	0,53	4,35	10,19	3,63	13,82	18,17	6,91	6,06
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	12	0,15	100,00	100,00	1,26	4,35	3,22	8,60	11,82	16,17	5,91	5,39
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	15	0,07	100,00	125,00	0,55	4,35	4,02	3,73	7,76	12,10	3,88	4,03
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	13	0,06	100,00	108,33	0,53	4,35	3,49	3,58	7,07	11,42	3,53	3,81

(Continua)

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	16	0,03	100,00	133,33	0,22	4,35	4,29	1,50	5,79	10,14	2,90	3,38
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	14	0,02	100,00	116,67	0,17	4,35	3,75	1,14	4,89	9,24	2,45	3,08
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	7	0,01	100,00	58,33	0,07	4,35	1,88	0,45	2,33	6,68	1,17	2,23
<i>Pera parvifolia</i> Mull. Arg.	5	0,01	100,00	41,67	0,10	4,35	1,34	0,66	2,00	6,35	1,00	2,12
<i>Eschweilera cf. ovata</i> (Cambess.) Miers.	6	0,02	66,67	50,00	0,19	2,90	1,61	1,29	2,90	5,80	1,45	1,93
<i>Cathedra bahiensis</i> Sleumer	3	0,03	66,67	25,00	0,24	2,90	0,80	1,64	2,44	5,34	1,22	1,78
<i>Pouteria</i> sp.	1	0,05	33,33	8,33	0,38	1,45	0,27	2,61	2,88	4,33	1,44	1,44
<i>Emmotum affine</i> Miers.	4	0,01	66,67	33,33	0,04	2,90	1,07	0,30	1,37	4,27	0,68	1,42
<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	3	0,01	66,67	25,00	0,06	2,90	0,80	0,40	1,20	4,10	0,60	1,37
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	2	0,01	66,67	16,67	0,10	2,90	0,54	0,67	1,21	4,11	0,61	1,37
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	2	0,01	66,67	16,67	0,08	2,90	0,54	0,54	1,08	3,98	0,54	1,33
<i>Myrcia</i> sp.	3	0,00	66,67	25,00	0,02	2,90	0,80	0,17	0,97	3,87	0,49	1,29
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	2	0,01	66,67	16,67	0,06	2,90	0,54	0,39	0,93	3,83	0,47	1,28
<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (A.Juss.) Cuatrec.	2	0,03	33,33	16,67	0,24	1,45	0,54	1,66	2,20	3,65	1,10	1,22
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	2	0,00	66,67	16,67	0,02	2,90	0,54	0,16	0,69	3,59	0,35	1,20
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	2	0,00	66,67	16,67	0,02	2,90	0,54	0,16	0,69	3,59	0,35	1,20
<i>Simaruba amara</i> Aubl.	2	0,02	33,33	16,67	0,18	1,45	0,54	1,24	1,78	3,23	0,89	1,08
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	1	0,01	33,33	8,33	0,09	1,45	0,27	0,61	0,87	2,32	0,44	0,77
<i>Eugenia fusca</i> O. Berg	2	0,00	33,33	16,67	0,03	1,45	0,54	0,17	0,71	2,16	0,35	0,72
<i>Trattinnickia mensalis</i> Daly	1	0,01	33,33	8,33	0,06	1,45	0,27	0,40	0,67	2,12	0,34	0,71
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0,01	33,33	8,33	0,05	1,45	0,27	0,35	0,62	2,07	0,31	0,69
<i>Xylopia sericea</i> A. St. Hil.	1	0,00	33,33	8,33	0,04	1,45	0,27	0,24	0,51	1,96	0,25	0,65
<i>Cupania zanthoxyloides</i> Camb.	1	0,00	33,33	8,33	0,03	1,45	0,27	0,21	0,48	1,93	0,24	0,64
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	1	0,00	33,33	8,33	0,03	1,45	0,27	0,20	0,47	1,92	0,23	0,64
<i>Ilex floribunda</i> Reissek	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,45	0,27	0,15	0,42	1,87	0,21	0,62
<i>Pera</i> sp.	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,45	0,27	0,12	0,39	1,84	0,20	0,61
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,45	0,27	0,07	0,34	1,79	0,17	0,60
<i>Marlierea neuwiedean</i> (Berg) Niedz.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,45	0,27	0,05	0,32	1,76	0,16	0,59
<i>Ouratea aff. multiflora</i> (DC.) Eugl.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,45	0,27	0,05	0,32	1,77	0,16	0,59
<i>Pouteria macahensis</i> Pennington	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,45	0,27	0,07	0,33	1,78	0,17	0,59

^{1/} Número de Indivíduos; ^{2/} Área Basal; ^{3/} Freqüência Absoluta; ^{4/} Densidade Absoluta; ^{5/} Dominância Absoluta; ^{6/} Freqüência Relativa; ^{7/} Densidade Relativa; ^{8/} Dominância Relativa; ^{9/} e ^{11/} Índice de Valor de Cobertura; ^{10/} e ^{12/} Índice de Valor de Importância.

Material Suplementar III

Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na Muçununga florestada de Juerana (MF-J) em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	63	0,23	100,00	525,00	1,91	2,97	13,21	11,71	24,92	27,89	12,46	9,29
<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Miers.	42	0,22	100,00	350,00	1,86	2,97	8,81	11,42	20,23	23,20	10,11	7,73
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	30	0,15	100,00	250,00	1,29	2,97	6,29	7,88	14,17	17,14	7,08	5,71
<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	39	0,09	66,67	325,00	0,74	1,98	8,18	4,52	12,70	14,68	6,35	4,89
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	22	0,13	66,67	183,33	1,11	1,98	4,61	6,78	11,39	13,37	5,70	4,46
<i>Eugenia fusca</i> O. Berg	17	0,12	100,00	141,67	0,99	2,97	3,56	6,05	9,61	12,58	4,80	4,19
<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	25	0,07	100,00	208,33	0,63	2,97	5,24	3,83	9,07	12,04	4,53	4,01
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	28	0,06	100,00	233,33	0,50	2,97	5,87	3,08	8,95	11,92	4,48	3,97
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	23	0,07	100,00	191,67	0,58	2,97	4,82	3,55	8,37	11,34	4,19	3,78
<i>Pera</i> sp.	25	0,04	100,00	208,33	0,34	2,97	5,24	2,11	7,35	10,32	3,68	3,44
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	7	0,08	66,67	58,33	0,63	1,98	1,47	3,86	5,32	7,30	2,66	2,43
<i>Emmotum</i> aff. <i>nitens</i> (Benth.) Miers.	6	0,06	100,00	50,00	0,50	2,97	1,26	3,05	4,31	7,28	2,15	2,43
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	10	0,03	100,00	83,33	0,27	2,97	2,10	1,62	3,72	6,69	1,86	2,23
<i>Clusia</i> cf. <i>hilariana</i> Schlecht.	8	0,07	33,33	66,67	0,61	0,99	1,68	3,77	5,44	6,43	2,72	2,14
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	7	0,02	100,00	58,33	0,19	2,97	1,47	1,16	2,63	5,60	1,31	1,87
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	9	0,03	66,67	75,00	0,25	1,98	1,89	1,51	3,40	5,38	1,70	1,79
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	7	0,01	100,00	58,33	0,11	2,97	1,47	0,66	2,13	5,10	1,06	1,70
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	11	0,02	66,67	91,67	0,13	1,98	2,31	0,79	3,10	5,08	1,55	1,69
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	6	0,04	66,67	50,00	0,30	1,98	1,26	1,81	3,06	5,04	1,53	1,68
<i>Guatteria</i> sp.	7	0,03	66,67	58,33	0,22	1,98	1,47	1,33	2,79	4,77	1,40	1,59
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	6	0,03	66,67	50,00	0,24	1,98	1,26	1,48	2,74	4,72	1,37	1,57
<i>Licania kunthiana</i> Hook f.	6	0,03	66,67	50,00	0,23	1,98	1,26	1,40	2,65	4,63	1,33	1,54
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	5	0,01	100,00	41,67	0,09	2,97	1,05	0,55	1,60	4,57	0,80	1,52
<i>Kielmeyera occhioniana</i> Saddi	2	0,04	66,67	16,67	0,34	1,98	0,42	2,10	2,52	4,50	1,26	1,50
<i>Miconia holosericea</i> Triana	5	0,01	100,00	41,67	0,07	2,97	1,05	0,45	1,50	4,47	0,75	1,49
<i>Cordia acutifolia</i> Fresen.	4	0,03	66,67	33,33	0,26	1,98	0,84	1,61	2,45	4,43	1,23	1,48
<i>Myrcia multiflora</i> var. <i>glaucescens</i> (O. Berg) D. Legrand	8	0,01	66,67	66,67	0,12	1,98	1,68	0,76	2,43	4,41	1,22	1,47
<i>Licania heteromorpha</i> Benth. var. <i>heteromorpha</i>	5	0,02	66,67	41,67	0,17	1,98	1,05	1,05	2,10	4,08	1,05	1,36

(Continua)

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,03	66,67	16,67	0,25	1,98	0,42	1,53	1,95	3,93	0,98	1,31
<i>Pouteria</i> sp.	3	0,04	33,33	25,00	0,35	0,99	0,63	2,13	2,76	3,75	1,38	1,25
<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	3	0,01	66,67	25,00	0,09	1,98	0,63	0,52	1,15	3,13	0,57	1,04
<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi	3	0,01	66,67	25,00	0,07	1,98	0,63	0,45	1,08	3,06	0,54	1,02
<i>Aspidosperma</i> cf. <i>discolor</i> A.DC.	1	0,03	33,33	8,33	0,27	0,99	0,21	1,62	1,83	2,82	0,92	0,94
<i>Eugenia</i> cf. <i>tinguyensis</i> Cambess.	2	0,00	66,67	16,67	0,04	1,98	0,42	0,23	0,65	2,63	0,32	0,87
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	5	0,01	33,33	41,67	0,07	0,99	1,05	0,46	1,51	2,50	0,75	0,83
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	2	0,00	66,67	16,67	0,01	1,98	0,42	0,09	0,51	2,49	0,25	0,83
<i>Guapira</i> cf. <i>subferruginosa</i> (Mart. ex Schum.) Lundell	2	0,02	33,33	16,67	0,13	0,99	0,42	0,81	1,23	2,22	0,61	0,74
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	1	0,01	33,33	8,33	0,09	0,99	0,21	0,57	0,78	1,77	0,39	0,59
<i>Chiococca nitida</i> Benth.	2	0,00	33,33	16,67	0,02	0,99	0,42	0,15	0,56	1,56	0,28	0,52
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin	1	0,01	33,33	8,33	0,05	0,99	0,21	0,33	0,54	1,53	0,27	0,51
<i>Eugenia sulcata</i> Spring. ex Mart.	2	0,00	33,33	16,67	0,02	0,99	0,42	0,10	0,52	1,51	0,26	0,50
<i>Ormosia nitida</i> Vogel	2	0,00	33,33	16,67	0,02	0,99	0,42	0,10	0,52	1,51	0,26	0,50
<i>Sloanea eichleri</i> K. Schum.	1	0,01	33,33	8,33	0,04	0,99	0,21	0,26	0,47	1,46	0,24	0,49
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	1	0,00	33,33	8,33	0,02	0,99	0,21	0,11	0,32	1,31	0,16	0,44
<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,08	0,29	1,28	0,15	0,43
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	1	0,00	33,33	8,33	0,02	0,99	0,21	0,10	0,31	1,30	0,15	0,43
<i>Cupania</i> cf. <i>scrobiculata</i> L.C. Rich.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,05	0,26	1,25	0,13	0,42
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St.Hil.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,06	0,27	1,26	0,13	0,42
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,07	0,28	1,27	0,14	0,42
Myrtaceae 01	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,07	0,28	1,27	0,14	0,42
<i>Thyrsodium schomburgkianum</i> Benth.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,05	0,26	1,25	0,13	0,42
<i>Vismia ferruginea</i> H.B. & K.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,07	0,28	1,27	0,14	0,42
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,04	0,25	1,24	0,13	0,41
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,04	0,25	1,24	0,13	0,41
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	0,99	0,21	0,04	0,25	1,24	0,13	0,41

^{1/} Número de Indivíduos; ^{2/} Área Basal; ^{3/} Frequência Absoluta; ^{4/} Densidade Absoluta; ^{5/} Dominância Absoluta; ^{6/} Frequência Relativa; ^{7/} Densidade Relativa; ^{8/} Dominância Relativa; ^{9/} e ^{11/} Índice de Valor de Cobertura; ^{10/} e ^{12/} Índice de Valor de Importância.

Material Suplementar IV

Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na Borda da Muçununga florestada de Aparaju (BMF-A) em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliana</i> (A.Rich.) Steyerm.	18	0,20	66,67	150,00	1,70	4,17	9,68	26,67	36,35	40,51	18,17	13,50
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	27	0,13	66,67	225,00	1,08	4,17	14,52	16,94	31,46	35,63	15,73	11,88
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	25	0,05	66,67	208,33	0,40	4,17	13,44	6,34	19,78	23,95	9,89	7,98
<i>Pera parvifolia</i> Mull. Arg.	10	0,06	100,00	83,33	0,47	6,25	5,38	7,38	12,76	19,01	6,38	6,34
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	6	0,07	100,00	50,00	0,57	6,25	3,23	8,96	12,18	18,43	6,09	6,14
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	12	0,03	100,00	100,00	0,25	6,25	6,45	3,92	10,37	16,62	5,19	5,54
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	11	0,02	100,00	91,67	0,19	6,25	5,91	3,04	8,95	15,20	4,47	5,07
<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Miers.	11	0,02	100,00	91,67	0,16	6,25	5,91	2,58	8,49	14,74	4,25	4,91
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	11	0,01	100,00	91,67	0,11	6,25	5,91	1,72	7,63	13,88	3,82	4,63
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	9	0,02	100,00	75,00	0,18	6,25	4,84	2,78	7,62	13,87	3,81	4,62
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	7	0,03	66,67	58,33	0,24	4,17	3,76	3,72	7,49	11,65	3,74	3,88
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	7	0,01	66,67	58,33	0,10	4,17	3,76	1,62	5,38	9,55	2,69	3,18
<i>Clusia</i> cf. <i>hilariana</i> Schlecht.	5	0,03	33,33	41,67	0,25	2,08	2,69	3,91	6,60	8,68	3,30	2,89
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	4	0,01	66,67	33,33	0,10	4,17	2,15	1,63	3,79	7,95	1,89	2,65
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	5	0,01	66,67	41,67	0,05	4,17	2,69	0,70	3,39	7,56	1,70	2,52
<i>Xylopia sericea</i> A. St. Hil.	3	0,02	33,33	25,00	0,19	2,08	1,61	3,01	4,63	6,71	2,31	2,24
<i>Liriosma</i> sp.	2	0,00	66,67	16,67	0,03	4,17	1,08	0,39	1,46	5,63	0,73	1,88
<i>Byrsonima</i> sp.1	1	0,01	33,33	8,33	0,12	2,08	0,54	1,94	2,48	4,56	1,24	1,52
<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (A.Juss.) Cuatrec.	2	0,01	33,33	16,67	0,08	2,08	1,08	1,21	2,28	4,37	1,14	1,46
<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	3	0,00	33,33	25,00	0,03	2,08	1,61	0,40	2,01	4,10	1,01	1,37
<i>Calyptanthus brasiliensis</i> var. <i>mutabilis</i> (Berg) C.D.Legrand	2	0,00	33,33	16,67	0,03	2,08	1,08	0,42	1,49	3,58	0,75	1,19
<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg	1	0,00	33,33	8,33	0,01	2,08	0,54	0,20	0,74	2,83	0,37	0,94
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	0,00	33,33	8,33	0,01	2,08	0,54	0,16	0,70	2,78	0,35	0,93
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	2,08	0,54	0,14	0,68	2,76	0,34	0,92
<i>Huberia ovalifolia</i> DC.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	2,08	0,54	0,11	0,64	2,73	0,32	0,91
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	1	0,00	33,33	8,33	0,01	2,08	0,54	0,11	0,65	2,73	0,32	0,91

^{1/} Número de Indivíduos; ^{2/} Área Basal; ^{3/} Freqüência Absoluta; ^{4/} Densidade Absoluta; ^{5/} Dominância Absoluta; ^{6/} Freqüência Relativa; ^{7/} Densidade Relativa; ^{8/} Dominância Relativa; ^{9/} e ^{11/} Índice de Valor de Cobertura; ^{10/} e ^{12/} Índice de Valor de Importância.

Material Suplementar V

Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na Borda da Muçununga florestada de Juerana (BMF-J) em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	100	0,39	100,00	833,33	3,29	3,19	23,15	19,53	42,68	45,87	21,34	15,29
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	21	0,22	100,00	175,00	1,84	3,19	4,86	10,96	15,82	19,01	7,91	6,34
<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	39	0,11	100,00	325,00	0,90	3,19	9,03	5,32	14,35	17,54	7,17	5,85
<i>Ormosia nitida</i> Vogel	13	0,20	100,00	108,33	1,66	3,19	3,01	9,85	12,86	16,05	6,43	5,35
<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	28	0,08	100,00	233,33	0,70	3,19	6,48	4,13	10,62	13,81	5,31	4,60
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	19	0,10	100,00	158,33	0,87	3,19	4,40	5,18	9,58	12,77	4,79	4,26
<i>Eschweilera cf. ovata</i> (Cambess.) Miers.	17	0,08	100,00	141,67	0,65	3,19	3,94	3,84	7,77	10,97	3,89	3,66
<i>Pera</i> sp.	22	0,03	100,00	183,33	0,28	3,19	5,09	1,64	6,73	9,92	3,37	3,31
<i>Eugenia fusca</i> O. Berg	15	0,06	100,00	125,00	0,53	3,19	3,47	3,12	6,59	9,78	3,30	3,26
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	17	0,05	100,00	141,67	0,39	3,19	3,94	2,33	6,27	9,46	3,13	3,15
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	16	0,04	100,00	133,33	0,33	3,19	3,70	1,95	5,66	8,85	2,83	2,95
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	12	0,06	66,67	100,00	0,52	2,13	2,78	3,07	5,85	7,97	2,92	2,66
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	5	0,07	100,00	41,67	0,57	3,19	1,16	3,35	4,51	7,70	2,26	2,57
<i>Pouteria</i> sp.	5	0,07	66,67	41,67	0,62	2,13	1,16	3,69	4,85	6,97	2,42	2,32
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	10	0,02	100,00	83,33	0,20	3,19	2,31	1,17	3,48	6,67	1,74	2,22
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	7	0,03	100,00	58,33	0,28	3,19	1,62	1,67	3,30	6,49	1,65	2,16
<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	10	0,03	66,67	83,33	0,22	2,13	2,31	1,31	3,63	5,75	1,81	1,92
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4	0,05	66,67	33,33	0,43	2,13	0,93	2,55	3,48	5,61	1,74	1,87
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	10	0,02	66,67	83,33	0,19	2,13	2,31	1,13	3,44	5,57	1,72	1,86
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	4	0,04	66,67	33,33	0,33	2,13	0,93	1,96	2,88	5,01	1,44	1,67
<i>Licania kunthiana</i> Hook f.	4	0,02	66,67	33,33	0,18	2,13	0,93	1,04	1,96	4,09	0,98	1,36
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	5	0,02	66,67	41,67	0,14	2,13	1,16	0,80	1,96	4,09	0,98	1,36
<i>Jacaranda obovata</i> Cham.	4	0,01	66,67	33,33	0,08	2,13	0,93	0,46	1,39	3,51	0,69	1,17
<i>Clusia cf. hilariana</i> Schlecht.	3	0,01	66,67	25,00	0,10	2,13	0,69	0,60	1,30	3,42	0,65	1,14
<i>Chiococca nitida</i> Benth.	3	0,01	66,67	25,00	0,07	2,13	0,69	0,42	1,11	3,24	0,56	1,08
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	3	0,01	66,67	25,00	0,06	2,13	0,69	0,34	1,04	3,16	0,52	1,05
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	2	0,01	66,67	16,67	0,06	2,13	0,46	0,37	0,83	2,96	0,41	0,99

(Continua)

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Unonopsis lindmani</i> R.E.Fr.	2	0,00	66,67	16,67	0,02	2,13	0,46	0,11	0,57	2,70	0,28	0,90
<i>Cordia acutifolia</i> Fresen.	3	0,02	33,33	25,00	0,14	1,06	0,69	0,85	1,54	2,60	0,77	0,87
<i>Vismia ferruginea</i> H.B. & K.	3	0,01	33,33	25,00	0,10	1,06	0,69	0,61	1,31	2,37	0,65	0,79
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Gich) Pierre	1	0,02	33,33	8,33	0,17	1,06	0,23	0,99	1,23	2,29	0,61	0,76
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	1	0,02	33,33	8,33	0,16	1,06	0,23	0,93	1,16	2,22	0,58	0,74
<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (A.Juss.) Cuatrec.	2	0,01	33,33	16,67	0,11	1,06	0,46	0,63	1,09	2,16	0,55	0,72
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	1	0,02	33,33	8,33	0,13	1,06	0,23	0,76	0,99	2,05	0,49	0,68
<i>Emmotum</i> aff. <i>nitens</i> (Benth.) Miers.	2	0,01	33,33	16,67	0,07	1,06	0,46	0,44	0,90	1,97	0,45	0,66
<i>Huberia ovalifolia</i> DC.	1	0,01	33,33	8,33	0,10	1,06	0,23	0,57	0,80	1,86	0,40	0,62
Myrtaceae 01	1	0,01	33,33	8,33	0,07	1,06	0,23	0,40	0,63	1,69	0,31	0,56
<i>Acosmium bijugum</i> (T.Vogel) Yakovlev	1	0,00	33,33	8,33	0,05	1,06	0,23	0,32	0,55	1,61	0,27	0,54
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	2	0,00	33,33	16,67	0,02	1,06	0,46	0,10	0,56	1,63	0,28	0,54
<i>Miconia holosericea</i> Triana	2	0,01	33,33	16,67	0,01	1,06	0,46	0,08	0,55	1,61	0,27	0,54
<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliiana</i> (A.Rich.) Steyerm.	1	0,01	33,33	8,33	0,05	1,06	0,23	0,29	0,53	1,59	0,26	0,53
<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichler) Baehni	1	0,01	33,33	8,33	0,05	1,06	0,23	0,27	0,50	1,56	0,25	0,52
<i>Cupania</i> cf. <i>scrobiculata</i> L.C. Rich.	1	0,00	33,33	8,33	0,03	1,06	0,23	0,17	0,41	1,47	0,20	0,49
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	1	0,00	33,33	8,33	0,03	1,06	0,23	0,17	0,40	1,46	0,20	0,49
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,06	0,23	0,11	0,35	1,41	0,17	0,47
<i>Swartzia simplex</i> var. <i>ochracea</i> (DC.) R.S.Cowan	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,06	0,23	0,13	0,36	1,42	0,18	0,47
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,07	0,30	1,37	0,15	0,46
<i>Cordia magnoliaefolia</i> Cham.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,04	0,27	1,34	0,14	0,45
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,05	0,28	1,34	0,14	0,45
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,05	0,28	1,34	0,14	0,45
<i>Ouratea</i> aff. <i>multiflora</i> (DC.) Eugl.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,05	0,28	1,34	0,14	0,45
<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i> Baitello & Coe-Teixeira	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,06	0,23	0,06	0,30	1,36	0,15	0,45

^{1/} Número de Indivíduos; ^{2/} Área Basal; ^{3/} Frequência Absoluta; ^{4/} Densidade Absoluta; ^{5/} Dominância Absoluta; ^{6/} Frequência Relativa; ^{7/} Densidade Relativa; ^{8/} Dominância Relativa; ^{9/} e ^{11/} Índice de Valor de Cobertura; ^{10/} e ^{12/} Índice de Valor de Importância.

Material Suplementar VI

Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no Capão de Muçununga florestada de Aparaju (CMF-A) em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância

Espécies	Ni ^{1/}	AB _i ^{2/}	FA _i ^{3/}	DA _i ^{4/}	DoA _i ^{5/}	FR _i ^{6/}	DR _i ^{7/}	DoR _i ^{8/}	IVC _i ^{9/}	IVI _i ^{10/}	IVC _i (%) ^{11/}	IVI _i (%) ^{12/}
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	43	0,12	100,00	358,33	1,00	5,08	20,57	12,91	33,48	38,57	16,74	12,86
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	28	0,17	100,00	233,33	1,43	5,08	13,40	18,48	31,87	36,96	15,94	12,32
<i>Pera parvifolia</i> Mull. Arg.	19	0,15	100,00	158,33	1,28	5,08	9,09	16,54	25,63	30,71	12,81	10,24
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	18	0,07	100,00	150,00	0,62	5,08	8,61	7,94	16,56	21,64	8,28	7,21
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	5	0,10	66,67	41,67	0,84	3,39	2,39	10,86	13,25	16,64	6,62	5,55
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	17	0,03	100,00	141,67	0,24	5,08	8,13	3,05	11,19	16,27	5,59	5,42
<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Miers.	13	0,05	66,67	108,33	0,40	3,39	6,22	5,19	11,42	14,80	5,71	4,93
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	5	0,05	66,67	41,67	0,42	3,39	2,39	5,42	7,81	11,20	3,91	3,73
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	8	0,02	100,00	66,67	0,16	5,08	3,83	2,02	5,85	10,93	2,92	3,64
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	4	0,05	33,33	33,33	0,42	1,69	1,91	5,48	7,39	9,09	3,70	3,03
<i>Eugenia</i> sp.	4	0,01	100,00	33,33	0,10	5,08	1,91	1,29	3,21	8,29	1,60	2,76
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	6	0,01	66,67	50,00	0,09	3,39	2,87	1,20	4,07	7,46	2,03	2,49
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	3	0,01	100,00	25,00	0,05	5,08	1,44	0,65	2,09	7,17	1,04	2,39
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	5	0,01	66,67	41,67	0,11	3,39	2,39	1,36	3,75	7,14	1,88	2,38
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	5	0,01	66,67	41,67	0,07	3,39	2,39	0,88	3,27	6,66	1,63	2,22
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	3	0,01	66,67	25,00	0,05	3,39	1,44	0,70	2,14	5,53	1,07	1,84
<i>Myrsine parvifolia</i> A. DC.	2	0,00	66,67	16,67	0,03	3,39	0,96	0,44	1,40	4,79	0,70	1,60
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	2	0,00	66,67	16,67	0,03	3,39	0,96	0,39	1,35	4,74	0,67	1,58
<i>Clusia</i> cf. <i>hilariana</i> Schlecht.	2	0,00	66,67	16,67	0,03	3,39	0,96	0,37	1,33	4,72	0,66	1,57
<i>Byrsonima</i> sp.2	3	0,00	33,33	25,00	0,04	1,69	1,44	0,50	1,93	3,63	0,97	1,21
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	1	0,01	33,33	8,33	0,07	1,69	0,48	0,92	1,39	3,09	0,70	1,03
<i>Calyptanthes brasiliensis</i> var. <i>mutabilis</i> (Berg) C.D.Legrand	2	0,00	33,33	16,67	0,03	1,69	0,96	0,36	1,32	3,01	0,66	1,00
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	1	0,01	33,33	8,33	0,06	1,69	0,48	0,77	1,24	2,94	0,62	0,98
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	1	0,01	33,33	8,33	0,05	1,69	0,48	0,63	1,11	2,81	0,56	0,93
<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	1	0,00	33,33	8,33	0,03	1,69	0,48	0,35	0,83	2,52	0,41	0,84
<i>Miconia</i> cf. <i>cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,69	0,48	0,22	0,70	2,39	0,35	0,80
<i>Styrax camporum</i> Pohl	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,69	0,48	0,22	0,70	2,39	0,35	0,80

(Continua)

Espécies	Ni^{1/}	AB_i^{2/}	FA_i^{3/}	DA_i^{4/}	DoA_i^{5/}	FR_i^{6/}	DR_i^{7/}	DoR_i^{8/}	IVC_i^{9/}	IVI_i^{10/}	IVC_i (%)^{11/}	IVI_i (%)^{12/}
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,69	0,48	0,20	0,68	2,38	0,34	0,79
<i>Xylopia sericea</i> A. St. Hil.	1	0,00	33,33	8,33	0,02	1,69	0,48	0,21	0,68	2,38	0,34	0,79
<i>Trattinnickia mensalis</i> Daly	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,69	0,48	0,16	0,64	2,33	0,32	0,78
<i>Ilex floribunda</i> Reissek	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,69	0,48	0,09	0,57	2,27	0,29	0,76
<i>Neomitranthes langsdorffii</i> (O.Berg) J.R.Mattos	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,69	0,48	0,09	0,57	2,27	0,29	0,76
<i>Simaruba amara</i> Aubl.	1	0,00	33,33	8,33	0,01	1,69	0,48	0,11	0,59	2,29	0,29	0,76

^{1/} Número de Indivíduos; ^{2/} Área Basal; ^{3/} Frequência Absoluta; ^{4/} Densidade Absoluta; ^{5/} Dominância Absoluta; ^{6/} Frequência Relativa; ^{7/} Densidade Relativa; ^{8/} Dominância Relativa; ^{9/} e ^{11/} Índice de Valor de Cobertura; ^{10/} e ^{12/} Índice de Valor de Importância.

CAPÍTULO IV

A VEGETAÇÃO SAVÂNICA DAS MUÇUNUNGAS E SUAS LIGAÇÕES FLORÍSTICAS COM ÁREAS DE CAMPO RUPESTRE E RESTINGA NÃO FLORESTADA

RESUMO

As muçunungas não florestadas constituem enclaves de vegetação savânica inseridas em áreas peculiares dos Tabuleiros Costeiros, onde processos pedogenéticos resultaram em arenização do solo. Outros ecossistemas arenícolas, como as restingas e os campos rupestres, podem apresentar semelhanças fisionômicas e florísticas com as muçunungas. Este trabalho visa testar a hipótese de que a florística da vegetação savânica das muçunungas é mais relacionada com áreas de Restinga que com áreas de Campo Rupestre. Para testar esta hipótese, três ambientes de muçununga no Extremo Sul da Bahia, sendo um deles adjacente à Restinga (Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju) e os outros dois em meio à Floresta de Tabuleiros (Muçununga graminóide e Muçununga arborizada aberta de Juerana) foram comparados floristicamente com outras formações não florestais de Muçununga e Restinga, e com áreas de Campo Rupestre, utilizando-se o índice de similaridade de Sørensen. Para o estudo da estrutura da comunidade, foi utilizada a escala de valor de cobertura e abundância de Braun-Blanquet em parcelas de 10x10 m. As espécies identificadas foram classificadas quanto à forma de vida de Raunkiaer e foram determinados os índices de diversidade de Shannon e da equabilidade de Pielou. Na Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju, também foram calculados parâmetros fitossociológicos. As famílias com maior riqueza específica foram: Melastomataceae, Asteraceae, Cyperaceae e Poaceae. Em todos os ambientes predomina a forma de vida caméfito. *Comolia ovalifolia*, Poaceae sp.4, *Lagenocarpus rigidus*, *Humiria balsamifera*, Poaceae sp.3, *Cuphea sessilifolia* e *Bonnetia stricta* foram as espécies com maior valor de importância na Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju. A análise de similaridade retornou três grupos principais, demonstrando maior similaridade das muçunungas não florestadas com áreas de Restinga. Porém, esta similaridade é baixa, levando a concluir que apesar da proximidade das áreas de Muçununga com algumas áreas de Restinga e de propriedades edáficas e ambientais similares, a Muçununga constitui um ecossistema diferenciado.

Palavras-chave: vegetação savânica; Tabuleiros Costeiros; biodiversidade; Braun-Blanquet; análise de agrupamento; Floresta Atlântica; sul da Bahia.

CHAPTER IV

SAVANNA FORMATIONS OF MUÇUNUNGA AND THEIR FLORISTIC LINKS WITH ROCK MONTANE FIELDS AND NON FORESTED RESTINGA

ABSTRACT

The non-forested Muçunungas constitute savannic vegetation enclaves inserted in peculiar areas of the Coastal Plains, where pedogenetic processes have resulted in soil arenization. Other sandy ecosystems such as the restingas and rock montane fields may be physiognomic and floristically similar to the muçunungas. The study aims to test the hypothesis that non-forested muçunungas are floristically more related to the restingas than to rock montane fields. To test this hypothesis, three environments of non-forested muçununga in south Bahia, one being adjacent to the quaternary sandbanks (grassy bush Muçununga of Aparaju) and the other two in the middle of the Coastal Atlantic Forest (grassland and grassy open bush muçunungas of Juerana) were compared floristically with other non-forest formations of Muçununga and Restinga, and with areas of Rock Montane Fields, using the similarity index of Sørensen. To study the community structure, the scale of cover value and abundance of Braun-Blanquet was used in plots of 10x10 m. The species were classified in the Raunkiaer life form of plants and the indexes of diversity of Shannon and of Pielou evenness were determined. In the grassy bush Muçununga of Aparaju, phytosociological parameters were also calculated. The families with highest species richness were: Melastomataceae, Asteraceae, Cyperaceae, and Poaceae. In all environments predominated the chamaephytes life form. *Comolia ovalifolia*, Poaceae sp.4, *Lagenocarpus rigidus*, *Humiria balsamifera*, Poaceae sp.3, *Cuphea sessilifolia* and *Bonnetia stricta* were the species with the highest importance in the grassy bush Muçununga of Aparaju. The similarity analysis returned three main groups, demonstrating a greater similarity of the non-forested muçunungas with areas of Restinga. However, this similarity is low, leading to the conclusion that despite the proximity of the muçunungas with some restinga areas and similar environmental and soil properties, the muçunungas constitutes a distinct ecosystem.

Keywords: savannic vegetation; Coastal Plains; biodiversity; Braun-Blanquet method; cluster analysis; Atlantic Coastal Forest; South Bahia; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é composta por um mosaico de variados ecossistemas florestais, com enclaves e interpenetrações de outros ecossistemas não florestais. Associados a ela ocorrem ecossistemas costeiros de mangues, nas enseadas, foz de grandes rios, baías e lagunas de influência de marés; restingas, nas baixadas arenosas do litoral; Florestas mistas com araucárias, no Paraná e em Santa Catarina; e Campos de altitude e rupestres, localizados nos cumes de Serras como a Mantiqueira e o Caparaó (Barbosa & Thomas, 2002).

Não citadas anteriormente estão as Muçunungas, um tipo de vegetação associado à Floresta Atlântica (Saporetti Junior, 2009) que possui grande variação fitofisionômica, assim como o Cerrado (Coutinho, 1978), as restingas (Pereira, 1990) e os campos rupestres (Alves et al., 2007; Benites et al., 2001), variando desde formações campestres até florestais (Meira Neto et al., 2005). A Muçununga não florestada é conhecida como “nativo” ou “campo nativo” na região norte do Estado do Espírito Santo (Peixoto & Gentry, 1990). RadamBrasil (1987) descreve áreas savanícolas em meio à vegetação florestal ao norte da cidade de Linhares, Espírito Santo, sobre solos arenosos, à qual denomina “Savana Parque”. A vegetação chamada “muçununga” seria aquela com dominância de *Tabebuia cassinoides* em solos hidromórficos, e o termo “nativo” seria aplicado a uma vegetação de caméfitas pioneiras, sendo comum a ocorrência de plantas lenhosas de porte reduzido, como *Esterhazyia splendida* e *Marcetia* sp. Estas duas formações pioneiras representariam fases de sucessão da vegetação até atingir seu clímax atual, ou seja, a Savana Parque, com predomínio de *Humiria* e *Paspalum* sp.

As muçunungas podem ser consideradas comunidades edafoclimáticas, segundo Rizzini (1979), por sofrerem influência do clima úmido, associado às porções abaciadas do relevo, para a formação de seus solos arenosos em meio ao domínio de solos argilosos dos Tabuleiros Costeiros (Abrahão, 1995). Os Tabuleiros Costeiros constituem uma faixa costeira de relevo suave constituída de sedimentos do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987), que foram depositados sobre o Embasamento Cristalino antes do Holoceno - época mais recente do Quaternário -, em pleno período das glaciações. O nível do mar estava mais baixo e isso propiciou uma erosão acentuada do continente. Os sedimentos apresentam espessura variada e disposição sub-horizontal, sendo tipicamente desferrificados, maduros, caulíníficos, com esqueleto quartzoso mal

selecionado, o que favoreceu, sobremaneira, o empacotamento dos solos deles originados (UFV, 1984).

A primeira impressão que se tem ao vislumbrar a Muçununga em suas formações de menor porte é de que se trata de uma área antropizada, tanto que pode ser feita uma interpretação errônea de suas formações vegetais mais abertas com áreas de Floresta Atlântica em estágio inicial de regeneração, não protegidas de acordo com o Decreto Federal nº 750/93, pelos órgãos fiscalizadores (Simonelli, 2007). Entretanto, a Muçununga é uma fitofisionomia diferenciada dos seus arredores, ocorrendo como pequenas manchas de vegetação em meio à Floresta de Tabuleiro, que se estende ao longo do litoral Brasileiro sobre depósitos cenozóicos do Grupo Barreiras denominados Tabuleiros Costeiros (RadamBrasil, 1987).

O solo mais arenoso e que em alguns locais pode inundar sazonalmente devido à presença de horizontes minerais endurecidos no solo (fragipã e duripã) (Moreau et al., 2006), confere limitações ao estabelecimento da Floresta Atlântica nestes locais e propicia o aparecimento da vegetação de Muçununga, que possui influência da floresta circundante em sua composição florística (Freire, 1990), bem como similaridades florísticas com a Restinga (Simonelli, 1998). Tamanha é a semelhança estrutural e florística que, quando em contato com a planície litorânea, a vegetação da Muçununga pode ser confundida com a Restinga. A diferenciação entre elas, até o presente momento, parece restrita a fatores geológicos.

A Restinga constitui um complexo de vegetação que ocorre sobre os cordões arenosos do Quaternário, de origem marinha, em planícies costeiras (Rizzini, 1997; Suguio & Tesser, 1984, Araujo, 2000), desde 4° N até 34° S ao longo da costa atlântica brasileira (Araujo, 2000). Esta fitofisionomia tem como um dos seus principais aspectos a zonação da vegetação com diversas comunidades (Henriques et al., 1986) à medida que se caminha do mar em direção ao continente, ditada pela concentração salina no solo (Araujo & Lacerda, 1987). A composição florística das Restingas varia enormemente de Norte a Sul, em função da mudança de clima tropical para subtropical (Silva, 1999). Com relação às Muçunungas, ainda inexistem estudos conclusivos a respeito de sua distribuição espacial, por ora parecendo que as mesmas são endêmicas da região Sul do estado da Bahia e Norte do Espírito Santo (Araujo et al., 2008). Contudo, Barbosa (1996) cita também a existência de áreas de terreno arenoso onde se desenvolve uma formação vegetal fisionomicamente diferente da Mata de Tabuleiro de seu entorno, no estado da Paraíba. Também existem áreas com semelhanças estruturais

e edáficas localizadas sobre depósitos terciários na região Amazônica, denominadas Campinas e Campinaranas (Martins & Matthes, 1978; Veloso et al., 1991; Rebelo & Williamson, 1996; Vicentini, 2004).

Existem evidências de colonização das restingas por espécies dos campos rupestres (Alves et al., 2007; Giuliatti & Pirani, 1988; Harley & Simmons, 1986), em função de semelhanças edáficas e climáticas, sendo bastante provável que as Muçunungas tenham sido colonizadas por algumas espécies de Campo Rupestre e Floresta Atlântica, por constituir uma formação mais recente que estas. Os campos rupestres são complexos de vegetação originados principalmente sobre afloramentos rochosos do Pré-Cambriano (como as cadeias de montanhas do Espinhaço, da Mantiqueira, da Chapada Diamantina, e diversas cadeias isoladas no estado de Goiás), que emergem como um mosaico em altitudes maiores que 900 m. Harley & Simmons (1986) definem Campo Rupestre como um tipo de vegetação que cresce sobre substrato de quartzito ou arenito. Este termo por vezes também é aplicado para a vegetação sobre substratos ferruginosos de canga (Mourão & Stehmann, 2007; Viana & Lombardi 2007) e sobre afloramentos de granito-gnaiss (Queiroz et al., 1996).

Sendo a Muçununga e a Restinga ecossistemas associados à Floresta Atlântica, o intenso desmatamento desta floresta (Rizzini, 1979; Giuliatti & Forero, 1990) não poupou áreas de Restinga e Muçununga, sobretudo aquelas de porte arbóreo, igualmente consideradas terras mais férteis e boas para agricultura. Áreas de Muçununga de menor porte também foram submetidas à cultivos diversos e à prática da silvicultura, por desconhecimento de restrições às culturas em função de características edáficas. Estes ecossistemas também foram e continuam sendo bastante explorados para retirada de areia. O Campo Rupestre, apesar de situado em áreas montanhosas de acesso mais difícil, também não escapou da devastação e necessitam de políticas específicas de conservação (Martinelli, 2007; Scarano, 2007).

Atualmente, algumas porções das áreas de Restinga (até 300 metros da linha de preamar máxima ou quando recoberta por vegetação fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues) e Campo Rupestre (áreas com altitude maior que 1800 metros) encontram-se protegidas na categoria de Áreas de Preservação Permanente, de acordo com a Resolução Conama n° 303/2002, ao passo que Muçununga ainda não possui respaldo da Lei (Saporetto Junior, 2009), estando sujeita à alteração do uso da terra sem caracterizar crime. Assim, espécies endêmicas desta fitofisionomia podem desaparecer antes mesmo de serem conhecidas. Mais uma perda inestimável para o “hotspot” de biodiversidade da

Floresta Atlântica - no qual a Muçununga está inserida -, tanto para fins conservacionistas quanto para uso sustentável destas áreas. O título de “hotspot” se deve ao fato da Floresta Atlântica ser considerada ao mesmo tempo muitíssimo ameaçada e com altas taxas de biodiversidade e endemismo (Myers et al., 2000).

O primeiro passo para se proteger ou realizar projetos de uso sustentável de uma formação vegetal é conhecer suas peculiaridades. Segundo Lima & Guedes-Bruni (1997), o conhecimento das formações vegetais presentes no domínio Mata Atlântica desempenha papel fundamental na elaboração de estratégias mundiais para a conservação da biodiversidade.

Em contribuição ao escasso conhecimento pré-existente acerca das Muçunungas, este trabalho apresenta um estudo de fitofisionomias não florestais de Muçununga em área de transição com Restinga e circundadas pela Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991). Neste trabalho, é testada a hipótese de que a Muçununga não florestada é floristicamente mais relacionada com a Restinga que com o Campo Rupestre. O objetivo é avaliar a composição, a cobertura vegetal e a diversidade florística de uma muçununga gramíneo-lenhosa e a similaridade florística entre áreas de muçununga e outros ecossistemas não florestais associados à Floresta Atlântica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição das áreas de estudo

As áreas de Muçununga estudadas encontram-se em propriedade da Fibria Unidade Aracruz, na região Sul do estado da Bahia (Figura 1). Estas áreas estão inseridas em domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991), também conhecida por Floresta de Tabuleiro, por ocorrer sobre os Tabuleiros Costeiros, sedimentos de uma antiga planície costeira soerguida ao fim do Terciário, pertencentes ao Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987).

Em período de clima mais seco e nível médio relativo do mar mais baixo, sedimentos terrígenos foram depositados no sopé do embasamento cristalino, estendendo-se até a plataforma continental adjacente (Bigarella & Andrade, 1964). De acordo com CEPEMAR (2000), além dos depósitos terciários do Grupo Barreiras, a geologia da região do Sistema Caravelas–Nova Viçosa compreende rochas pré-cambrianas (dobramentos Araçuaí-Piripá), depósitos sedimentares meso-cenozóicos e depósitos quaternários. As superfícies tabulares são delimitadas por rebordos

escarpados de falésias inativas e ativas, como as de Prado e Mucuri (Andrade et al., 2003) e vales encaixados em forma de “U”. As colinas tabulares representam uma zona de transição entre as formas de relevo esculpidas sobre terrenos sedimentares e cristalinos (Dantas et al., 2002).

Na área situada próxima à localidade de Aparaju, município de Alcobaça-BA, a aproximadamente 10 km do mar em linha reta, foi amostrado um ambiente de Muçununga gramíneo-lenhosa, denominado MGL-A (Anexo II). Este ambiente está inserido em área de transição com Restinga, de modo que é difícil a distinção visual entre estes dois ecossistemas. Na outra área, denominada Juerana, por estar próxima a esta localidade do município de Caravelas-BA, foram amostrados dois ambientes: Muçununga arborizada aberta (MAA-J) e Muçununga graminóide (MG-J) (Anexo I). Esta área localiza-se a cerca de 30 km do mar em linha reta, em meio a Floresta Ombrófila. A classificação da vegetação baseou-se no proposto por Saporetti Junior (2009), que ajustou seis fisionomias de Muçununga ao sistema de classificação de Veloso et al. (1991).

Os solos predominantes nos ambientes são os Espodossolos, segundo levantamento realizado por Sarcinelli (2010)⁴. Estes solos apresentam horizonte com acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio e ferro, imediatamente abaixo de horizonte de eluviação (Embrapa, 2006). Os perfis descritos nos ambientes MAA-J e MGL-A apresentaram caráter dúrico. Os solos das áreas são arenosos, distróficos, ácidos e álicos, sendo a concentração de nutrientes maior à superfície, condicionada ao aporte de matéria orgânica.

Segundo Embrapa (2000), pela classificação de Köppen, na região sul da Bahia o clima que corresponde à parte leste até o litoral é Af – tropical quente e úmido em que o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm - e a oeste, pelo traçado que corta municípios como o de Teixeira de Freitas é Am - tropical chuvoso de monção, com inverno seco, onde o mês menos chuvoso acusa precipitação inferior a 60 mm (Embrapa, 2000). Os seguintes dados foram levantados de 1988 a 2009 na estação meteorológica mais próxima da Fíbria (coordenadas UTM 24 S: 467580,6 / 8057785,6; altitude de 71,4 m), localizada no município de Alcobaça-BA: temperatura média anual de 24,7°C; amplitude térmica

⁴ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: Enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

entre as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho e agosto) de 4,4°C; e precipitação média anual de 1.589,4 mm, sendo o mês mais chuvoso novembro (média de 238,4 mm) e menos chuvoso agosto (média de 87,1 mm).

2.2. Coleta e análise de dados da vegetação

O trabalho de campo nos diferentes ambientes foi realizado no mês de julho de 2009. Foram plotadas três parcelas de 10x10 m na MGL-A, totalizando 300 m² amostrados. Na MAA-J e na MG-J foi amostrada uma parcela de 10x10 m. Nas parcelas foram amostrados todos os indivíduos constituintes dos estratos herbáceo, subarbustivo e arbustivo.

As espécies vegetais presentes em cada parcela foram identificadas e contadas (espécies e número de indivíduos por espécie). No caso de espécies de Cyperaceae e Poaceae, cada touceira foi considerada um indivíduo (Saporetti Junior, 2009). A identificação das plantas foi realizada através de morfologia comparada, usando bibliografia especializada e análise de exsicatas do Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa. Todo material fértil coletado foi depositado no Herbário VIC. Utilizou-se a classificação proposta pelo APG III (The Angiosperm Phylogeny Group, 2009). As espécies identificadas em nível de gênero ou família foram enviadas a especialistas.

As espécies identificadas foram classificadas quanto forma de vida de Raunkiaer (1934, adaptadas por Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974). Como medidas de quantificação da diversidade, determinaram-se a riqueza de espécies (S), definida como o número de espécies numa amostra (Peet, 1974), os índices de diversidade de Shannon (H') e da equabilidade de Pielou (J') (Pielou, 1975).

2.2.1. Estrutura da *Muçununga* gramíneo-lenhosa de Aparaju

Na MGL-A, foi feita a análise da estrutura da vegetação, por meio da escala de valor de cobertura de Braun-Blanquet (1951), modificada por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). A estimativa do valor de cobertura das espécies tem como base a projeção horizontal da espécie sobre o solo. O valor de cobertura por espécie foi estimado independentemente das outras, tanto que ao final, os valores de cobertura de todas as espécies, juntos, pudessem exceder 100 % (Pakarinen, 1984, citado por Rebellato & Cunha, 2005).

Os parâmetros fitossociológicos estimados para as espécies, baseados em Rebellato & Cunha (2005), foram:

$$FA_i = 100 \times p_i / PT;$$

$$FR_i = 100 \times FA_i / \sum_{i=1}^n FA_i;$$

$$DA_i = 100 \times n_i / AT;$$

$$DR_i = 100 \times DA_i / \sum_{i=1}^n DA_i;$$

$$AC_i = \sum_{j=1}^m (gc_j \times AP/100);$$

$$VC_i = 100 \times AC_i / AT,$$

$$CR_i = 100 \times AC_i / \sum_{j=1}^n AC_j$$

$$VI_i = (\sum_{j=1}^n (FR_i + DR_i + CR_i))/3;$$

Onde: i = espécies (1, ..., n); j = parcelas (1, ..., m); FA_i : frequência absoluta (%); FR_i : frequência relativa (%); DA_i : densidade absoluta (%); DR_i : densidade relativa (%); AC_i : área de cobertura da espécie (m^2); VC_i : valor de cobertura (%) - Braun-Blanquet (1951), adaptado por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974); CR_i : valor de cobertura relativa (%); VI_i : valor de importância da espécie (%); p_i : número de parcelas onde a espécie i foi amostrada; PT : número total de parcelas ($n=3$); n_i : número de indivíduos da espécie i ; AT : área total amostrada ($300 m^2$); AP : área da parcela ($100 m^2$); gc_j : grau médio de cobertura na parcela j (%).

A estimativa da escala de valor de cobertura e abundância utilizada abrangeu sete classes (**R**: rara, com menos de 5 % de cobertura; **+**: esparsa; **1**: 0 a 5 % de cobertura; **2**: 5 a 25 % de cobertura; **3**: 25 a 50 % de cobertura; **4**: 50 a 75 % de cobertura; **5**: 75 a 100 % de cobertura), de acordo com Braun-Blanquet (1951 adaptado por Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Os centros de classes considerados para cálculo do VC_i (grau médio de cobertura - gc_j), foram: classe R ou + (0,1 %); classe 1 (2,5 %); classe 2 (15 %); classe 3 (37,5 %); classe 4 (62,5 %); classe 5 (87,5 %).

2.3. Similaridade florística

Os ambientes das áreas de estudo (MGL-A, MAA-J e MG-J) foram comparados quanto à similaridade florística entre si e com dados de levantamentos florísticos de outras áreas de Muçununga e Restinga não florestadas e Campo Rupestre, compilados a partir de estudos realizados nos seguintes estados: Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Foram considerados apenas os táxons identificados em nível de espécie, e toda a lista foi conferida no site do Missouri Botanical Garden (Mobot, 2010) para evitar o uso de sinônimas.

Foi construída uma matriz binária de presença (1) e ausência (0) das espécies, a partir da qual foi calculada a similaridade florística utilizando o índice de Sørensen (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). O dendrograma foi construído pelo método de agrupamento hierárquico aglomerativo de médias não ponderadas UPGMA (“unweighted pair-groups method using arithmetic averages”) (Sneath & Sokal, 1973). As análises de similaridade foram realizadas no programa MVSP 3.1 (Kovach, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição florística e formas de vida

O número total de espécies encontradas neste estudo (n=87) representa a soma das espécies coletadas em cada uma das vegetações amostradas: Muçununga arborizada aberta de Juerana (MAA-J), Muçununga graminóide de Juerana (MG-J) e Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju (MGL-A) (Tabela 1). Desse total, 23 foram determinadas em nível de família, nove em nível de gênero e as demais ao nível de espécie. As plantas sem identificação em nível de espécie estão sendo enviadas a especialistas.

As espécies estão distribuídas entre 35 famílias, sendo as de maior riqueza nos diferentes ambientes: Melastomataceae (quatro espécies) e Asteraceae (duas espécies) na MAA-J; Asteraceae, Melastomataceae (quatro espécies cada), Cyperaceae, Poaceae (três espécies cada) na MG-J, e Cyperaceae, Melastomataceae (seis espécies cada), Eriocaulaceae, Fabaceae (cinco espécies cada) e Euphorbiaceae (quatro espécies) na MGL-A (Tabela 1; Figura 2a). Asteraceae e Melastomataceae também estão entre as famílias mais ricas em áreas de muçununga não florestada do sul da Bahia (Meira Neto et al., 2005; Saporetti Junior, 2009).

Em todos os ambientes estudados predomina a forma de vida caméfito (Figura 3), o que pode ser devido à tolerância à dessecação de algumas espécies desse tipo de forma de vida, conforme também observado em Campo Rupestre (Conceição et al., 2007). Na MG-J, a segunda forma de vida com maior número de espécies é a hemicriptófito e, em seguida, a fanerófito. Segundo Veloso et al. (1991), as hemicriptófitas são comuns em todas as áreas de campo no Brasil. Já na MAA-J e na MGL-A, há maior proporção fanerófitas do que de hemicriptófitas, demonstrando a maior ocorrência de espécies lenhosas nestes ambientes. A MAA-J apresentou proporção de lianas superior à dos outros ambientes, nos quais houve baixa representatividade de lianas, conhecidas por ocorrerem quase que exclusivamente em áreas florestais (Veloso et al., 1991). Poucas terófitas foram amostradas nos ambientes estudados, provavelmente em função da época da coleta (julho de 2009). Na MAA-J, as espécies de terófitas encontradas foram *Actinocephalus ramosus* e *Xyris capensis*, ao passo que na MGL-A, além destas duas espécies, também ocorreram as terófitas *Leiothrix hirsuta*, *Paepalanthus klotzschianus* e *Syngonanthus nitens*. As geófitas foram as espécies menos comuns na MAA-J (Figura 3).

3.2. Diversidade e conservação

O ambiente onde o esforço de amostragem foi maior apresentou maior número de espécies e a maior diversidade florística (MGL-A – $H' = 3,43$). Os outros dois ambientes apresentaram valores próximos de diversidade (MAA-J – $H' = 2,35$; MG-J – $H' = 2,64$). Com relação ao índice de equabilidade de Pielou, todos os ambientes apresentaram valores semelhantes (MAA-J – $J' = 0,76$; MG-J – $J' = 0,79$; MGL-A – $J' = 0,78$). Estes dados de diversidade e equabilidade foram gerados pelo número de indivíduos como medida de abundância, o que, segundo Saporetti Junior (2009), são mais adequados por apresentar melhor a distribuição de poucas espécies com muitos indivíduos, apesar da dificuldade de se restringir indivíduos em espécies estoloníferas reptantes ou com crescimento clonal no estrato herbáceo de áreas de Restinga (Pereira et al., 2004) e também de Muçununga (Saporetti Junior, 2009).

Na MG-J, detectou-se a presença de espécies invasoras como a *Brachiaria* sp., indício de interferência antrópica na área. Meira Neto et al. (2005) apontaram como espécies indicadoras destas interferências em uma área de Muçununga em Mucuri-BA: *Baccharis trimera*, *Blechnum serrulatum*, *Imperata brasiliensis* e *Pteridium aquilinum*. Destas, *B. serrulatum* foi amostrada em todos os ambientes e *P. aquilinum* foi amostrado apenas na MGL-A.

A MG-J apresentou proporção ligeiramente maior de hemicriptófitas que a MGL-A. Meira Neto et al. (2005) encontraram um aumento no número de espécies hemicriptófitas na Muçununga de Mucuri com relação à outra amostrada em Caravelas, tendo atribuído este aumento a fatores antrópicos, uma vez que as hemicriptófitas se beneficiam por possuírem maior proteção ao fogo e ao pastejo.

A MGL-A apresentou indícios de passagem de fogo no momento da amostragem, como resquícios de carvão no solo. A passagem de fogo nestas áreas é comum, principalmente quando a vegetação encontra-se mais seca, em período menos chuvoso. No início de fevereiro de 2010, houve grande incêndio em área de eucalipto que atingiu a MGL-A. O fogo não foi controlado a tempo para evitar que se alastrasse para áreas de Muçununga próximas.

Em visita a esta área após esta ocorrência, observamos que duas parcelas da MGL-A foram completamente queimadas, enquanto que na parcela 3 não ocorreu passagem do fogo. Espécies de geófitas e hemicriptófitas, que possuem maior resistência à passagem do fogo, respectivamente, por apresentarem órgãos de crescimento (como bulbo, gema, xilopódio ou rizoma) protegidos no subsolo e gemas e brotos de crescimento protegidos ao nível do solo (Velooso et al., 1991), devem ser as próximas a repovoar a área após esta ocorrência. Neste ambiente, foram amostradas as geófitas *Blechnum serrulatum*, *Molineria* sp. e *Pteridium aquilinum*, e hemicriptófitas tais como *Allagoptera arenaria*, *Catasetum* sp., *Evolvulus* cf. *maximiliani* e *Lagenocarpus rigidus*.

3.3. Estrutura da Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju

Na Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju (MGL-A), a família mais abundante em número de indivíduos é Melastomataceae, seguida de Poaceae e Lythraceae (Figura 2b). Poaceae e Melastomataceae também estão entre as famílias com maior número de indivíduos nos outros dois ambientes de muçununga estudados (Tabela 1; Figura 2b). Na Muçununga arborizada aberta de Juerana (MAA-J), Ericaceae é a família com maior número de indivíduos, seguida de Melastomataceae e Poaceae, ao passo que na Muçununga graminóide (MG-J) Poaceae apresenta maior número de indivíduos, seguido de Blechnaceae e Melastomataceae.

A Tabela 2 apresenta, em ordem decrescente, as espécies conforme seu valor de importância (VI) na MGL-A. A espécie com maior VI, *Comolia ovalifolia*, foi a nona com relação à cobertura relativa, mas foi amostrada em todas as parcelas e apresentou

densidade relativa quase duas vezes maior que a segunda espécie com maior número de indivíduos amostrados, Poaceae sp. 4, que, por sua vez, foi a segunda espécie com maior VI. *Lagenocarpus rigidus* e *Humiria balsamifera* foram, respectivamente, a terceira e a quarta espécies com maior VI, em função de sua cobertura relativa, uma vez que apresentaram baixa densidade relativa. Os altos valores de cobertura encontrados para espécies de Poaceae podem ser devidos à sua forma de vida hemicriptofítica, que apresenta proteção das gemas, garantindo assim o sucesso adaptativo de populações destas espécies no ambiente (Meira Neto et al., 2005).

Bonnetia stricta, Poaceae sp.3, *Allagoptera arenaria* e *Hancornia speciosa* também apresentaram valores elevados de cobertura relativa. As espécies amostradas nas três parcelas foram, além de *C. ovalifolia*, Poaceae sp.4, *Humiria balsamifera* e *Bonnetia stricta*. Já com relação à densidade relativa, após *C. ovalifolia*, destacam-se Poaceae sp.4, *Cuphea sessilifolia* e *Sauvagesia erecta*.

3.4. Similaridade florística

Na análise de similaridade entre áreas de Muçununga e Restinga não florestadas e de Campo Rupestre, foram elencadas 1.049 espécies de 20 trabalhos científicos (Tabela 3). As espécies que ocorrem em todas as áreas de muçununga amostradas neste estudo são: *Blechnum serrulatum*, *Humiria balsamifera*, *Lagenocarpus rigidus*, *Otacanthus platyphilus* e *Sauvagesia erecta*. Todas estas espécies já foram amostradas em áreas de Restinga (Restinga net, 2010; Mobot, 2010). Considerando-se todos os trabalhos desta análise de similaridade, *Ilex psammophila* e *Ternstroemia brasiliensis* foram espécies exclusivas de Muçununga arborizada aberta de Juerana, *Vernonia geminata* foi exclusiva da Muçununga graminóide de Juerana e *Comolia ovalifolia*, *Ocotea lobbii*, *Paepalanthus klotzschianus* e *Syngonanthus nitens* foram exclusivas da Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju.

As vegetações de Muçununga do presente estudo possuíram maior afinidade florística entre si e com as muçunungas estudadas por Saporetti Junior (2009) (Figura 4). O maior valor de similaridade observado foi entre a Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju e a Muçununga gramíneo-lenhosa de *Bonnetia* (Saporetti Junior, 2009), também do município de Caravelas, Bahia (Figura 4). Estas áreas apresentaram 61,3% de similaridade de Sørensen (Tabela 3). Considerando-se apenas os ambientes do presente estudo, apesar de estarem mais distantes, a Muçununga arborizada aberta de Juerana possuiu maior similaridade florística com a Muçununga gramíneo-lenhosa de

Aparaju do que com a Muçununga graminóide de Juerana (Figura 4, Tabela 3). Isso pode ser devido ao fato deste último ambiente estar bastante antropizado.

O subgrupo formado pelas muçunungas deste estudo e daqueles de Saporetti Junior (2009) e Araujo et al. (2008) liga-se à duas áreas de muçununga próximas uma da outra, em Caravelas e Mucuri (Meira Neto et al., 2005) (Figura 4; Tabela 3). Estas áreas formam o primeiro grupo desta análise de similaridade (Figura 4). Não se observa uma separação florística entre as muçunungas dos estados da Bahia e do Espírito Santo (Tabela 3).

O segundo grupo, que se liga ao primeiro a cerca de 6 % de similaridade florística, é formado por todas as áreas de restinga avaliadas (Figura 4). Observa-se maior similaridade florística da Muçununga de Aparaju com as áreas de restinga, em comparação às Muçunungas de Juerana (Tabela 3). Isto é explicável pelo fato da Muçununga de Aparaju encontrar-se em ambiente de transição para Restinga, facilitando a troca de propágulos entre estes ecossistemas.

Uma das quatro formações de muçununga estudadas por Araujo et al. (2008), denominada muçununga arborizada aberta (Tabela 3), encontra-se sobre terraços marinhos de idade pleistocênica, o que vai em desencontro ao conceito de Muçununga utilizado neste trabalho. Observa-se a presença de espécies da família Cactaceae (*Cereus pernambucensis* e *Pilosocereus arrabidae*) nesta formação, não amostradas nas outras três formações e nas demais áreas de Muçununga desta análise, que ocorrem sobre os Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras. Araujo et al. (2008) denominaram todas as formações por eles estudadas de campos nativos, como as muçunungas não florestadas são conhecidas na região norte do Espírito Santo. Estes autores afirmaram que os quatro tipos de campos nativos são muito semelhantes em sua composição florística, mas que o campo sobre terraços marinhos diferencia-se dos demais por apresentar espécies típicas de Restinga, como *Allagoptera arenaria*, *Agarista revoluta*, *Cereus pernambucensis* e *Pilosocereus arrabidae*.

Surgem neste contexto dois fatores que poderiam permitir uma diferenciação entre áreas de Muçununga e Restinga não florestadas: (1) a natureza do material de origem, sendo as Muçunungas típicas de solos formados a partir de sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras e as Restingas de depósitos marinhos de origem Quaternária, e (2) a presença de espécies da família Cactaceae, presentes em todas as áreas de Restinga e não detectadas nas Muçunungas sobre terrenos cenozóicos do presente estudo.

Verifica-se que, apesar de sua menor distância das áreas de Muçununga do estado da Bahia e do Espírito Santo, as áreas de Restinga de Pernambuco apresentam maior similaridade florística com outras áreas de Restinga do Sudeste brasileiro (Figura 4). Isto demonstra que as Restingas são consideradas um habitat único ao longo da costa atlântica (Alves et al., 2007), pois contêm certas peculiaridades ambientais que as diferenciam floristicamente de outros ecossistemas, como as muçunungas. Tais peculiaridades advêm sobretudo da influência marinha, de forma que algumas plantas de restinga suportam altas concentrações de sais presentes no meio, através da suculência das folhas e do desenvolvimento de formas de excreção que lhes permitem manter determinados níveis de concentração interna desses sais (Araujo & Lacerda, 1987).

Os grupos das muçunungas e das restingas ligam-se a um terceiro grupo formado exclusivamente por áreas de campos rupestres (Figura 4), demonstrando haver maior similaridade florística entre as restingas e as muçunungas que destas com os campos rupestres, como também foi verificado por Saporetti Junior (2009). Um dos fatores responsáveis por isso pode ser o elevado índice de endemismo encontrado nos campos rupestres (Joly, 1970; Giulietti et al., 2000), em função de seu isolamento geográfico em áreas de altitude elevada, onde ocorrem condições ecológicas muito particulares, com variação na topografia, da natureza do substrato e do microclima (Harley, 1995).

3.4.1. Vegetação savânica de Muçununga: corredor entre Campo Rupestre e Restinga?

Dentre os fatores ambientais que distinguem os campos rupestres das restingas estão as diferenças geológicas, os tipos de solo e o clima (Alves et al., 2007). Em função da altitude elevada, as áreas de Campo Rupestre apresentam baixas temperaturas, o que deve ser um fator limitante para que estas áreas contribuam para a flora das Restingas, da mesma forma que a distância geográfica entre elas e a existência de domínios de solos argilosos nos ecossistemas circundantes (Alves et al., 2007), como o Cerrado e a Caatinga (Harley & Simmons, 1986; Queiroz et al., 1996; Pirani et al., 2003; Alves et al., 2007), mas também a Floresta Atlântica, como na Serra da Mantiqueira (Benites et al., 2001; Benites et al., 2003; Dias et al., 2003). Apesar disso, muitos autores sugerem um padrão de distribuição Campo Rupestre-Restinga, denominado CR-R por Alves et al. (2007), apresentando uma série de espécies e

gêneros que consideram de ocorrência restrita a áreas de Restinga e Campo Rupestre (Giulietti & Pirani, 1988; Harley & Simmons, 1986; Giulietti et al., 1997).

Uma das possíveis razões para este padrão de distribuição CR-R podem ser fatores climáticos em comum como intensa exposição à luz solar e freqüentes períodos de alta umidade atmosférica (Harley & Simmons, 1986; Giulietti et al., 1997). Contudo, algumas das espécies citadas como exclusivas dos campos rupestres e das restingas, além de ocorrerem nestes ecossistemas, possuem uma distribuição mais ampla como, por exemplo, as espécies *Actinocephalus ramosus* e *Syngonanthus habrophyus*, conforme citado por Araujo et al. (2000).

Neste sentido, Harley (1995) considera a existência de ambientes “intermediários” entre a Restinga e os Campos Rupestres, nos quais espécies em comum destes dois ecossistemas ocorrem. Estes ambientes intermediários podem ser os próprios ecossistemas associados aos Campos Rupestres (Cerrado, Caatinga e Floresta Atlântica). Associadas à Floresta de Tabuleiro estão as Muçunungas (Saporetti Junior, 2009), que ocorrem em locais com solos diferenciados por serem mais arenosos e pobres em nutrientes que seu entorno (Oliveira, 2007), assim como aquele dos Campos Rupestres e das Restingas. Desta maneira, as Muçunungas podem constituir um importante ambiente intermediário no fluxo de espécies dos campos rupestres para as restingas. Isto pode ser demonstrado ao se analisar as espécies em comum e exclusivas dos pares Campo Rupestre x Muçununga (CR-MU), Campo Rupestre x Restinga (CR-R) e Muçununga x Restinga (MU-R), elaborados com as espécies desta análise de similaridade (Figura 5). Apesar de ter sido encontrado menor número de espécies nas áreas de Muçununga do que nas áreas de Restinga, houve maior número de espécies em comum no par CR-MU que o par CR-R (Figura 5). Isto demonstra que as Muçunungas podem ter servido de corredores entre as áreas de Campo Rupestre e Restinga.

A maior similaridade entre áreas de Restinga e Muçununga já foi demonstrada anteriormente pelo dendrograma de similaridade (Figura 4), bem como pelo estudo realizado por Saporetti Junior (2009). Segundo Simonelli (1998), a similaridade florística das muçunungas com as restingas é devida principalmente às semelhanças edáficas decorrentes da textura arenosa dos solos, que impõe restrições hídricas e nutricionais, como a baixa capacidade de retenção de água do solo associada às altas temperaturas, pobreza extrema de nutrientes e a acidez do solo (Oliveira, 2007; Saporetti Junior, 2009). Características edáficas similares a estas são compartilhadas também com as campinas e campinaranas (Martins & Matthes, 1978; Rebelo &

Williamson, 1996; Vicentini, 2004), não analisadas neste estudo, e com os campos rupestres (Benites et al., 2001). Conseqüentemente, algumas espécies das restingas, campinas, campinaranas e muçunungas apresentam características xeromórficas, como folhas esclerofilas pequenas e perenes (Rizini, 1979; Vicentini, 2004; Saporetti Junior, 2009).

A hipótese das Muçunungas não florestadas poderem ter servido de corredores para espécies dos campos rupestres, que depois vieram a colonizar as restingas, é reforçada ao se analisar o fluxo de espécies sob o ponto de vista geológico. Sendo os depósitos arenosos da planície costeira de origem Quaternária (RadamBrasil, 1987), a Restinga é recente em relação à Floresta Atlântica e às Muçunungas, que por sua vez são mais recentes que o Campo Rupestre, um complexo de vegetação sobre rochas datadas do período Pré-Cambriano (Alves et al., 2007). Assim, após a deposição dos cordões arenosos litorâneos, estes muito provavelmente foram colonizados por espécies da Muçununga e da Floresta Atlântica, devido à sua proximidade, contribuindo para a composição florística da Restinga (Pereira, 2007), que posteriormente sofreu adaptações a seu habitat litorâneo (Silva & Azevedo, 2007).

A lista das espécies que ocorreram nos pares CR-MU, CR-R e MU-R, bem como nos três ecossistemas (CR-MU-R) é apresentada na Tabela 4. Esforços como o realizado por Alves et al. (2007), que realizaram extensiva análise de herbário e dados literários, são necessários para reforçar a hipótese das muçunungas como um ambiente intermediário no fluxo de espécies CR-R. Segundo estes autores, uma simples coleta adicional de determinada espécie pode redefinir ou invalidar qualquer padrão de distribuição proposto, o que demonstra o quanto estes padrões são dependentes de esforços de coleta. Isso se aplica especialmente para as muçunungas, para as quais a realização de levantamentos florísticos ainda é bastante incipiente.

Segundo Saporetti Junior (2009), a Muçununga é um dos ecossistemas associados à Floresta Atlântica mais frágeis e vulneráveis a atividades antrópicas, como retirada de areia, fogo e pastejo do gado. Aliando-se isso à existência de poucos estudos sobre as muçunungas, é possível que muitas espécies adaptadas às condições edafoclimáticas peculiares deste ecossistema tenham sido ou sejam extintas mesmo antes de serem conhecidas. O simples reconhecimento das muçunungas como um ecossistema associado à Floresta Atlântica (Saporetti Junior, 2009), porém com flora

diferenciada desta (Sarcinelli, 2010⁵) e das restingas (Saporetti Junior, 2009; Sarcinelli, 2010⁵), deve ser suficiente para que sejam implantadas medidas de conservação destas manchas de vegetação, visando à manutenção das populações vegetais. Reforça-se neste trabalho a necessidade de criação de unidades de conservação abrangendo áreas de Floresta de Tabuleiro, Muçununga e Restinga na região sul baiana e norte espírito-santense, conforme proposto por Saporetti Junior (2009). Desta maneira, seriam protegidas formações vegetacionais de idade terciária e quaternária, bem como mantidos os fluxos gênicos entre estas formações.

4. CONCLUSÕES

A vegetação savânica das muçunungas é floristicamente mais relacionada com áreas de Restinga do que com áreas de Campo Rupestre, porém com baixa similaridade, o que leva a concluir que a muçununga constitui um ecossistema diferenciado. Nas muçunungas do presente estudo observou-se dominância de melastomataceas e relativa pobreza em orquidáceas, que geralmente são destaque em áreas de Campo Rupestre.

As muçunungas podem ter servido de corredores de flora para espécies dos campo rupestres colonizarem áreas de Restinga, mas falta esforço amostral em áreas de Muçununga. É necessário que as muçunungas sejam oficialmente reconhecidas como ecossistemas associados à Floresta Atlântica, visando sua proteção pela lei e a adoção de medidas de conservação apropriadas às suas peculiaridades.

5. AGRADECIMENTOS

À Fibria Celulose S.A., pelo apoio logístico e financeiro. À Ana Paula Corrêa do Carmo, Juliano Ferreira Dias e João Carlos Augusti, engenheiros florestais da Fibria, por permitirem minhas idas a campo para coleta de dados.

⁵ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: Enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de Camadas Adensadas em Solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.
- Afonso, A.S.; Medeiros, A.S.; Nunes, C.S.; Rodrigues, G.A.; Nunes, R.S.; Tavares, L.F.M.; Conde, M.M.S. 2007. Florística da vegetação arbustiva aberta na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 450-452.
- Alves, R.J.V.; Cardin, L.; Kropf, M.S. 2007. Angiosperm disjunction “Campos rupestres - restingas”: a re-evaluation. **Acta Botanica Brasilica** 21(3): 675-685.
- Andrade, A.C.S.; Dominguez, J.M.L.; Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P. 2003. Quaternary evolution of the Caravelas strandplain – Southern Bahia State – Brazil. **Anais. Academia Brasileira de Ciências** 75 (3): 357-382.
- Araujo, D.S.D. 2000. **Análise Florística e Fitogeográfica das Restingas do Estado do Rio De Janeiro**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 176p.
- Araujo, D.S.D.; Lacerda, L.D. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6 (33): 42-48.
- Araujo, D.S.D.; Pereira, O.J.; Peixoto, A.L. 2008. Campos Nativos at the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 365-388.
- Barbosa, M.R.V. 1996. **Estudo florístico e fitossociológico da mata do buraquinho, remanescente de mata atlântica em João Pessoa, PB**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.
- Barbosa, M.R.V.; Thomas, W.W. 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da mata atlântica no nordeste. In: Araújo, E.L. et al. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. p.19-22.
- Benites, V.M, Schaefer, C.E.R.G., Mendonça, E.S. E Martin Neto, L. 2001. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 25: 661-674.
- Benites, V.M.; Cunha, T.J.F.; Ferraz, R.P.D.; Caiafa, A.N.; Simas, F.N.; Mendonça, E.S. 2003. **Caracterização dos Solos em Duas Topossequências sobre Diferentes Litologias em Áreas Altimontanas na Serra da Mantiqueira**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa. Documentos 57.
- Bigarella, J.J.; Andrade, G.O. 1964. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Univ. Recife, Arq. Inst. Ciênc. **Terra** 2: 2-14.
- CEPEMAR. 2000. **Estudo de impacto ambiental**: Terminal de barcaças para embarque e desembarque de toras de eucalipto da Aracruz Celulose S.A., em Caravelas - Bahia. Volume I/II. Dezembro, 2000.
- Colodete, M.F.; Pereira, O.J. 2007. Levantamento florístico da restinga de Regência, Linhares / ES. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 558-560.
- Conceição, A.A.; Giulietti, A.M.; Meirelles, S.T. 2007. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21(2): 335-347.

- Cordeiro, S.Z. 2005. Composição e distribuição da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Peró, Cabo Frio, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 679-693.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** (1): 17-23.
- Dantas, M.E.; Medina, A.I.M.; Shinzato, E. 2002. Geomorfologia da Costa do Descobrimento - Extremo Sul da Bahia: municípios de Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália. **Revista Augustus** 14: 41-47.
- Dias, H.C.T.; Schaefer, C.E.G.R.; Fernandes Filho, E.I.; Oliveira, A.P.; Michel, R.F.M.; Lemos Jr., J.B. 2003. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no Parque Estadual do Ibitipoca (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27: 469-481.
- Embrapa. 2000. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 111 p.
- Embrapa. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.
- França, F.; Melo, E.; Gonçalves, J.M. 2006. Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um inselbergue no semi-árido da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** 6 (1): 30-35.
- Freire, M.S.B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal. **Acta Botanica Brasilica** 4: 41-59.
- Giulietti, A. M.; Pirani, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais e Bahia, Brazil. In: Vanzolini, p. & Heyer, R. **Proceedings of a workshop on neotropical. Distribution patterns**. ACIESP 39-69.
- Giulietti, A.M.; Forero, E. 1990. "Workshop" diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras. Introdução. **Acta Botanica Brasilica** 4: 3-9.
- Giulietti, A.M.; Harley, R. M.; Queiroz, L.P.; Wndweley, M.G.; Pirani, J.R. 2000. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: Cavalvanti, T.B.; Walter, B.M.T. (eds.). **Tópicos anuais de Botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos. 311-318 p.
- Giulietti, A.M.; Pirani, J.R.; Harley, R.M. 1997. Espinhaço Range Region, Eastern Brazil. In: S.D. Davis et al. (eds.). **Centres of plant diversity - A Guide and Strategy for their Conservation**. World Wildlife Fund & World Conservation Union. pp. 397-404.
- Harley, R. M. 1995. **Flora do Pico das Almas, Chapada Diamantina - Bahia, Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Harley, R.M.; Simmons, N.A. 1986. **Florula of Mucugê. Chapada Diamantina - Bahia, Brazil**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Henriques, R.P.B.; Araujo, D.S.D.; Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** 9 (2):173-189.
- Joly, A. B. 1970. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo e Polígono. 165p.

- Kovach, W.L. 2004. **Multivariate Statistical Package**. Version 3.1 for Windows.
- Lima, H.C. & Guedes-Bruni, R.R. 1997. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: Lima, H.C.; Guedes-Bruni, R.R. (eds.). **Serra de Macaé de Cima: Diversidade e Conservação em Mata Atlântica**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p.29-39.
- Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 587-597.
- Martins, F.R.; Matthes, L.A.F. 1978. Respiração edáfica e nutrientes na Amazônia (Região de Manaus): floresta arenícola, campinarana e campina. **Acta Amazonica** 8(2): 233-244.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza, A.L.; Lana, J.M.; Valente, G.E. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Mussununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore** 29 (1): 139-150.
- Mobot. 2010. <http://www.tropicos.org>. Acesso em 10/03/2010.
- Moreau, A.M.S.S.; Costa, L.M.; Ker, J.C.; Gomes, F.H. 2006. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1021-1030.
- Mourão, A.; Stehmann, J.R. 2007. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 58 (4): 775-786.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley & Sons.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845.
- Neves, S.P.S.; Conceição, A.A. 2007. Vegetação em afloramentos rochosos na Serra do Sincorá, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** 7 (1): 36-45.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 102 f.
- Oliveira, R.B.; Godoy, S.A.P. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica** v7 (2). Disponível online: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn00507022007>. Acesso em: 14 abril 2009.
- Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics** 5: 285-307.
- Peixoto, A.L.; Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares - ES, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- 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: 273-281.
- Pereira, M.C.A.; Cordeiro, S.Z.; Araujo, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18(3): 677-687.

- Pereira, O.J. 1990. **Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba - Guarapari, ES**. In: ACIESP (org.) II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo. São Paulo, v.3, p. 207-219.
- Pereira, O.J., 2007. Diversidade e conservação das Restingas do Espírito Santo. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. p. 33-44. Vitória: Edufes.
- Pielou, E.C. 1975. **Ecological diversity**. New York: Willey.
- Pirani, J.B.; Mello-Silva, R.; Giulietti, A.M. 2003. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 21 (1): 1-24.
- Queiroz, L.P.; Sena, T.S.N.; Costa, M.J.S.L. 1996. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha - Bahia. I: O Campo Rupestre. **Sitientibus** 15: 27-40.
- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548 p.
- Raunkier, C. 1934. **The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography**. Oxford, Clarendon Press.
- Rebellato, L.; Cunha, C.N. 2005. Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 789-799.
- Rebelo, C.F.; Williamson, G.B. 1996. Driptips Vis-a-vis Soil Types in Central Amazonia. **Biotropica** 28 (2): 159-163.
- Restinga net. 2010. www.restinga.net. Acesso em 21/03/2010.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC. v.2. 374p.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito cultural edições Ltda. 747p.
- Sacramento, A.C.; Zickel, C.S.; Almeida Jr., E.B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. **Revista Árvore** 31: 1121-1130.
- Saporetti Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Scarano, F.R. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 561-568.
- Silva, L.C.; Azevedo, A.A., 2007. Anatomia de plantas de Restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. p. 213-233. Vitória: Edufes.
- Silva, S.M. 1999. Diagnóstico das restingas do Brasil. **In:** Fundação Bio Rio (ed.). Workshop Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira, Ilhéus.
- Silva, S.S.L.; Zickel, C.S.; Cestaro, L.A. 2008. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22: 1123-1135.
- Simonelli, M. 1998. **Comparação Florística e Estrutura do Estrato Arbóreo de uma Muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101p.

- Simonelli, M., 2007. Diversidade e Conservação das Florestas de Tabuleiros no Espírito Santo. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Org). **Ecosistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. Vitória: EDUFES. p. 21-32.
- Sneath, P. H.; Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. San Francisco: W. H. Freeman and Company. 573 p.
- Suguio, K.; Tessler, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Lacerda, D.S.D.; Araújo, L.D.; Cerqueira, R.; Turcq, B. (eds.). **Restingas: origem, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, p. 15-25.
- The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. 1984. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do Baixo Rio Doce e da Região Norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola**. Viçosa, UFV. 153 p.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124 p.
- Viana, P.L.; Lombardi, J.A. 2007. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 58 (1): 159-177.
- Vicentini, A. 2004. A vegetação ao longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú. In: Borges, S.H.; Iwanaga, S.; Durigan, C.S.; Pinheiro, M. R. (eds.). **Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: Uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia**. Manaus: Fundação Vitória Amazônica, WWF-Brasil, USAID. p. 105-113.

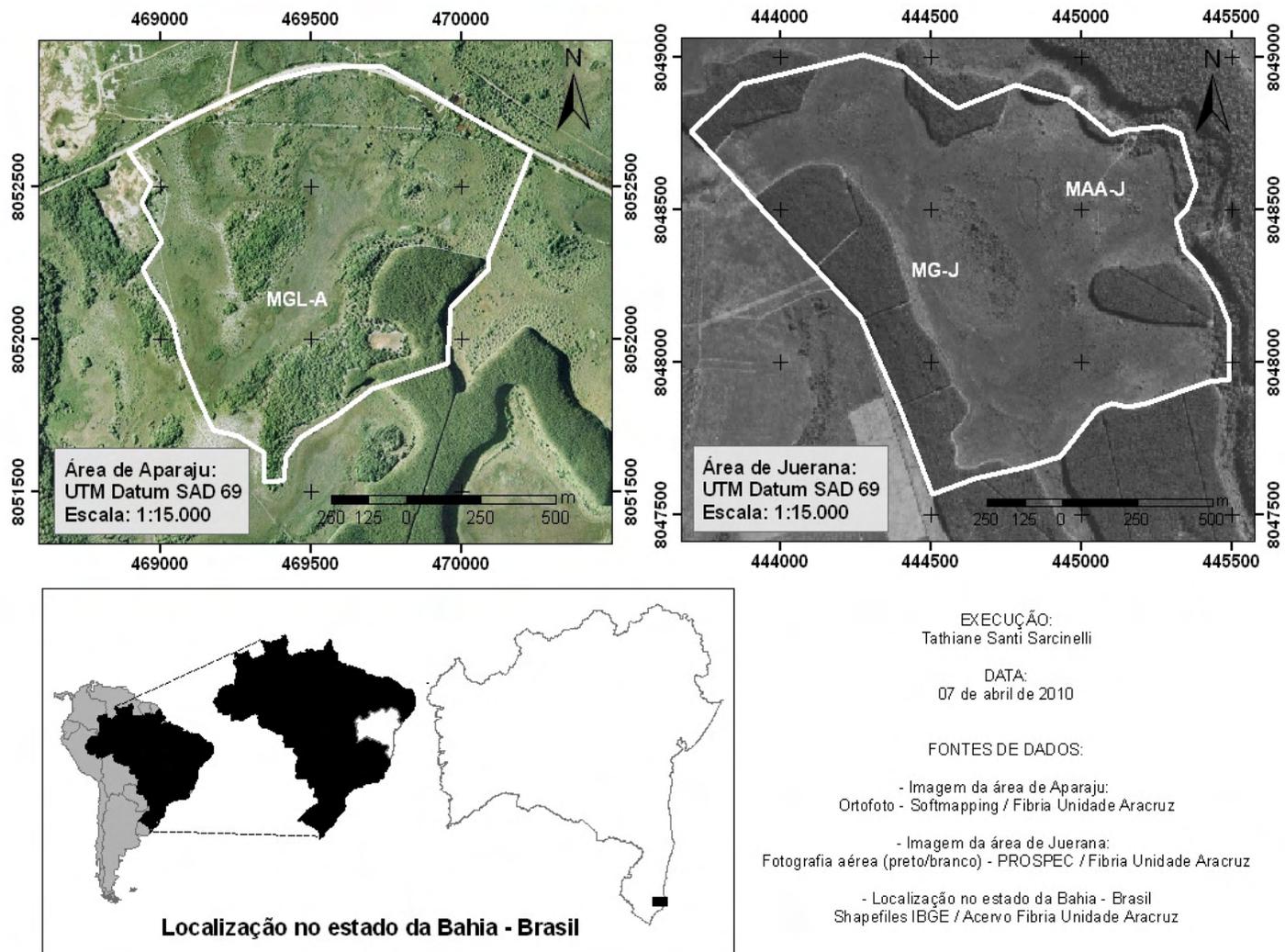


Figura 1 - Localização das áreas de estudo “Juerana” e “Aparaju”, no sul da Bahia, Brasil. MAA-J = Muçununga arborizada aberta de Juerana; MG-J = Muçununga graminóide de Juerana; MGL-A = Muçununga gramineo-lenhosa de Aparaju.

Tabela 1 - Composição florística de diferentes vegetações de Muçununga em Aparaju, Alcobaça-BA e Juerana, Caravelas-BA Brasil

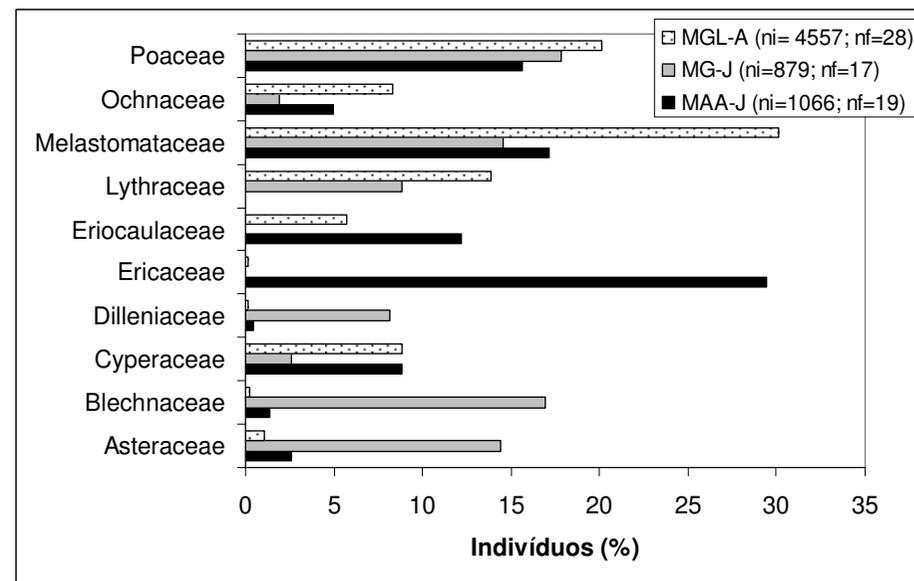
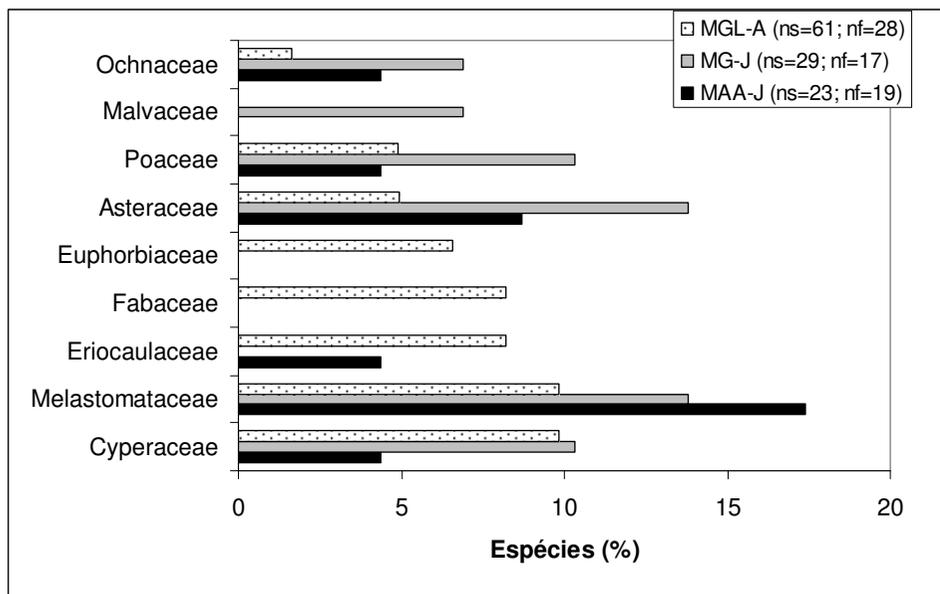
Família	Espécie	MAA-J	MG-J	MGL-A
Amaryllidaceae	<i>Molineria</i> sp.			X
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes			X
Aquifoliaceae	<i>Ilex psammophila</i> Reissek	X		
Araliaceae	<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	X		
Arecaceae	<i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze			X
Asteraceae	Asteraceae sp.1		X	X
	Asteraceae sp.2			X
	<i>Baccharis</i> cf. <i>cognata</i> DC.		X	
	<i>Baccharis platypoda</i> DC.	X		X
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	X		
	<i>Vernonia geminata</i> Kunth		X	
	<i>Vernonia scorpioides</i> Pers.		X	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.*		X	
Blechnaceae	<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	X	X	X
Bonnetiaceae	<i>Bonnetia stricta</i> (Nees) Nees & Mart.			X
Celastraceae	<i>Maytenus</i> cf. <i>brasiliensis</i> Mart.			X
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i> cf. <i>maximiliani</i> Mart. ex Choisy			X
Cyperaceae	Cyperaceae sp.1		X	
	Cyperaceae sp.2		X	
	Cyperaceae sp.3			X
	Cyperaceae sp.4			X
	Cyperaceae sp.5			X
	Cyperaceae sp.6			X
	Cyperaceae sp.7			X
		<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees	X	X
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn			X
Dilleniaceae	<i>Davilla macrocarpa</i> Eichler	X		X
	<i>Davilla rugosa</i> Poir.		X	

(Continua)

Ericaceae	<i>Agarista revoluta</i> (Spreng.) Hook. f. ex Nied.			X
	<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	X		X
Eriocaulaceae	<i>Actinocephalus ramosus</i> (Wikstr.) Sano	X		X
	Eriocaulaceae sp.			X
	<i>Leiothrix hirsuta</i> Ruhland			X
	<i>Paepalanthus klotzschianus</i> Körn.			X
Euphorbiaceae	<i>Syngonanthus nitens</i> (Bong.) Ruhland			X
	Euphorbiaceae sp.			X
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.			X
	<i>Phyllanthus klotzschianus</i> Müll. Arg.			X
Fabaceae	<i>Sebastiana</i> sp.			X
	<i>Chamaecrista</i> cf. <i>ensiformis</i> (Vell.) Irwin & Barneby			X
	<i>Clitoria</i> sp.			X
	Fabaceae sp.1			X
	Fabaceae sp.2			X
Heliconiaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.			X
	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.		X	
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	X	X	X
	<i>Cassytha filiformis</i> L.	X		X
Lauraceae	<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer			X
	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.			X
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.		X	
Lythraceae	<i>Cuphea flava</i> Spreng.			X
	<i>Cuphea sessilifolia</i> Mart.		X	X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.			X
	Malpighiaceae sp.	X		
	<i>Stigmaphyllon paralias</i> Adv. Juss.			X
Malvaceae	Malvaceae sp.1		X	
	Malvaceae sp.2		X	
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp.		X	X

(Continua)

	<i>Comolia ovalifolia</i> Triana			X
	<i>Marcetia ericoides</i> (Spreng.) Cogn.	X		X
	<i>Marcetia taxifolia</i> (St.-Hil.) DC.	X		X
	<i>Miconia chartacea</i> Triana	X		
	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.		X	X
	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin		X	
	<i>Microlicia</i> sp.		X	
	<i>Pterolepis cataphracta</i> (Cham.) Triana	X		X
Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp.		X	
	<i>Sauvagesia erecta</i> L.	X	X	X
Orchidaceae	<i>Catasetum</i> sp.		X	X
	Orchidaceae sp.			X
	<i>Sobralia liliastrum</i> Lindl.	X		
Plantaginaceae	<i>Otacanthus platytilus</i> (Radlk.) Taub.	X	X	X
Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.		X	
	<i>Panicum trinii</i> Kunth		X	
	Poaceae sp.1		X	
	Poaceae sp.2	X		
	Poaceae sp.3			X
	Poaceae sp.4			X
	Poaceae sp.5			X
Polygonaceae	<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.		X	X
Rubiaceae	<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.		X	
	<i>Borreria</i> cf. <i>capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.			X
	<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	X		X
	Rubiaceae sp.			X
Solanaceae	<i>Schwenckia americana</i> L.			X
Pentaphragmaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	X		
Xyridaceae	<i>Xyris capensis</i> Baker	X		X



a.

b.

Figura 2 - Distribuição da percentagem de espécies (a) e indivíduos (b) por família em cada ambiente: MAA-J = Muçununga arborizada aberta de Juerana; MG-J = Muçununga graminóide de Juerana; MGL-A = Muçununga gramineo-lenhosa de Aparaju (ni = número de indivíduos; ns = número de espécies; nf = número de famílias). Obs. Para montagem dos gráficos foram utilizadas apenas as famílias que apresentaram mais de 5 % do total de espécies (a) e de indivíduos (b) em pelo menos um dos três ambientes.

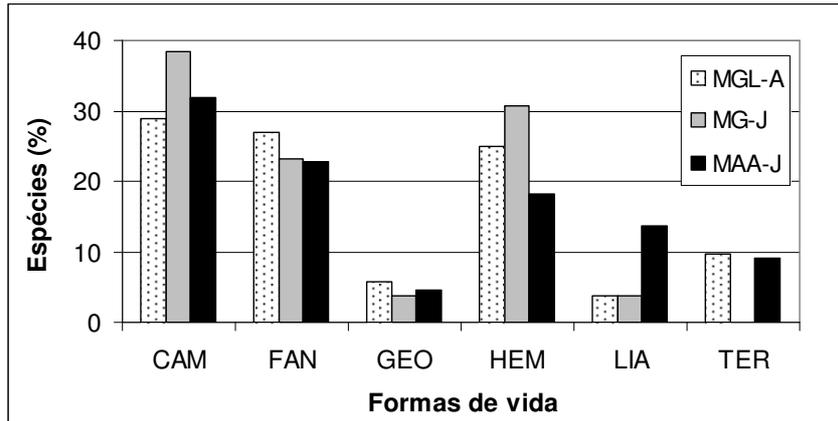


Figura 3 - Proporção de espécies de acordo com sua forma de vida nos diferentes ambientes estudados: MAA-J = Muçununga arborizada aberta de Juerana; MG-J = Muçununga graminóide de Juerana; MGL-A = Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju (CAM = caméfitas; FAN = fanerófitas; GEO = geófitas; HEM = hemicriptófitas; LIA = lianas; TER = terófitas).

Tabela 2 - Espécies da Muçununga gramíneo-lenhosa de Aparaju (MGL-A) e seus parâmetros fitossociológicos organizados em ordem decrescente de valor de importância

Espécie	DR (%) ^{1/}	FR (%) ^{2/}	CR (%) ^{3/}	VI (%) ^{4/}
<i>Comolia ovalifolia</i> Triana	24,09	3,57	6,40	11,35
Poaceae sp.4	13,10	3,57	16,47	11,05
<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees	0,18	2,38	16,47	6,34
<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	0,07	3,57	14,35	5,99
Poaceae sp.3	6,41	2,38	8,50	5,76
<i>Cuphea sessilifolia</i> Mart.	10,82	2,38	0,04	4,41
<i>Bonnetia stricta</i> (Nees) Nees & Mart.	0,77	3,57	8,52	4,29
<i>Sauvagesia erecta</i> L.	8,29	2,38	0,04	3,57
<i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze	0,35	1,19	7,97	3,17
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	0,31	1,19	7,97	3,16
<i>Marcetia taxifolia</i> (St.-Hil.) DC.	4,96	1,19	3,19	3,11
<i>Cuphea flava</i> Spreng.	3,07	1,19	3,19	2,48
Cyperaceae sp.3	5,51	1,19	0,53	2,41
<i>Xyris capensis</i> Baker	2,96	2,38	0,04	1,80
<i>Actinocephalus ramosus</i> (Wikstr.) Sano	1,87	2,38	0,55	1,60
<i>Chamaecrista</i> cf. <i>ensifformis</i> (Vell.) Irwin & Barneby	1,01	2,38	0,04	1,14
<i>Syngonanthus nitens</i> (Bong.) Ruhland	0,88	2,38	0,04	1,10
<i>Leiothrix hirsuta</i> Ruhland	0,83	2,38	0,04	1,09
<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	0,75	2,38	0,04	1,06
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0,07	2,38	0,55	1,00
Cyperaceae sp.6	1,23	1,19	0,53	0,98
<i>Sebastiania</i> sp.	0,48	2,38	0,04	0,97
Fabaceae sp.2	1,58	1,19	0,02	0,93
<i>Clitoria</i> sp.	0,35	2,38	0,04	0,92
<i>Davilla macrocarpa</i> Eichler	0,18	2,38	0,04	0,87
<i>Phyllanthus klotzschianus</i> Müll. Arg.	0,18	2,38	0,04	0,87
Eriocaulaceae sp.	1,34	1,19	0,02	0,85
<i>Paepalanthus klotzschianus</i> Körn.	0,81	1,19	0,53	0,84
Fabaceae sp.1	0,70	1,19	0,53	0,81
<i>Baccharis platypoda</i> DC.	0,68	1,19	0,53	0,80

(Continua)

Espécie	DR (%)^{1/}	FR (%)^{2/}	CR (%)^{3/}	VI (%)^{4/}
Euphorbiaceae sp.	1,14	1,19	0,02	0,78
Poaceae sp.5	0,59	1,19	0,53	0,77
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	0,44	1,19	0,53	0,72
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	0,72	1,19	0,02	0,65
<i>Agarista revoluta</i> (Spreng.) Hook. f. ex Nied.	0,09	1,19	0,53	0,60
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	0,02	1,19	0,53	0,58
<i>Pterolepis cataphracta</i> (Cham.) Triana	0,53	1,19	0,02	0,58
<i>Cassytha americana</i> Nees	0,44	1,19	0,02	0,55
Cyperaceae sp.7	0,31	1,19	0,02	0,51
Asteraceae sp.2	0,26	1,19	0,02	0,49
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	0,20	1,19	0,02	0,47
<i>Stigmaphyllon paralias</i> Adv. Juss.	0,18	1,19	0,02	0,46
<i>Molineria</i> sp.	0,15	1,19	0,02	0,46
<i>Byrsonima</i> sp.	0,11	1,19	0,02	0,44
Cyperaceae sp.5	0,11	1,19	0,02	0,44
<i>Otacanthus platyichilus</i> (Radlk.) Taub.	0,11	1,19	0,02	0,44
Asteraceae sp.1	0,09	1,19	0,02	0,43
<i>Borreria cf. capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	0,09	1,19	0,02	0,43
Cyperaceae sp.4	0,09	1,19	0,02	0,43
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	0,09	1,19	0,02	0,43
<i>Clidemia</i> sp.	0,07	1,19	0,02	0,43
<i>Marcetia ericoides</i> (Spreng.) Cogn.	0,07	1,19	0,02	0,43
Orchidaceae sp.	0,07	1,19	0,02	0,43
<i>Schwenckia americana</i> L.	0,07	1,19	0,02	0,43
<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	0,04	1,19	0,02	0,42
<i>Catasetum</i> sp.	0,02	1,19	0,02	0,41
<i>Evolvulus cf. maximiliani</i> Mart. ex Choisy	0,02	1,19	0,02	0,41
<i>Maytenus cf. brasiliensis</i> Mart.	0,02	1,19	0,02	0,41
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	0,02	1,19	0,02	0,41
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	0,02	1,19	0,02	0,41
Rubiaceae sp.	0,02	1,19	0,02	0,41
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

^{1/} Densidade Relativa; ^{2/} Frequência Relativa; ^{3/} Cobertura relativa; ^{4/} Valor de Importância.

Tabela 3 - Levantamentos florísticos de diferentes áreas de Muçununga e Restinga não florestadas e Campo Rupestre, e similaridade florística com as áreas de Aparaju e Juerana

Código	Referência	Local	Formação vegetal	ISs (%)		
				MU_1	MU_2	MU_3
CR_1	Queiroz et al. (1996)	Santa Terezinha-BA	Campo rupestre (sobre afloramento gnáissico-granítico)	6,50	9,00	7,50
CR_2	Pirani et al. (2003)	Grão Mogol-MG	Campo rupestre (sobre afloramentos de quartzito-arenito)	0,00	0,00	0,00
CR_3	Conceição et al. (2007)	Palmeiras-BA	Campo rupestre (sobre afloramento de quartzito-arenito)	0,00	0,00	0,00
CR_4	Neves & Conceição (2007)	Lençóis-BA	Vegetação sobre afloramentos rochosos (quartzito-arenito) entre 400 e 500 metros de altitude	6,30	6,80	5,20
CR_5	Oliveira & Godoy (2007)	Altinópolis-SP	Campo rupestre e cerrado (conjunto de arenitos avermelhados e rochas basálticas)	1,20	1,20	4,40
CR_6	França et al. (2006)	Itatim-BA	Moitas ilhadas em afloramentos rochosos (Inselbergue granítico-gnáissico) entre 385 a 420 metros de altitude	0,00	0,00	0,00
CR_7	Mourão & Stehmann (2007)	Barão de Cocais-MG	Campo rupestre sobre canga couraçada e encraves de mata ou capoeira na canga.	0,00	3,30	1,40
CR_8	Viana & Lombardi (2007)	Brumadinho-MG	Campo rupestre sobre canga couraçada ou sobre solo pedregoso (canga nodular), capões de mata e áreas antropizadas	1,70	0,00	1,70
MU_1	Sarcinelli (2010) (denominada MAA-J neste estudo)	Juerana, Caravelas-BA	Muçununga arborizada aberta	100,00	26,30	53,60
MU_2	Sarcinelli (2010) (denominada MG-J neste estudo)	Juerana, Caravelas -BA	Muçununga graminóide	26,30	100,00	30,80
MU_3	Sarcinelli (2010) (denominada MGL-A neste estudo)	Aparaju, Alcobaça-BA	Muçununga gramíneo-lenhosa	53,60	30,80	100,00

(*Continua*)

MU_4	Meira Neto et al. (2005)	Caravelas-BA	Muçununga	20,30	18,70	21,50
MU_5	Meira Neto et al. (2005)	Mucuri-BA	Muçununga	11,80	21,90	12,20
MU_6	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga graminóide	50,00	25,00	48,00
MU_7	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga gramíneo-lenhosa de <i>Bonnetia</i>	54,20	27,30	61,30
MU_8	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga arborizada	36,10	28,10	48,00
MU_9	Saporetti Junior (2009)	Caravelas-BA	Muçununga arborizada aberta	28,60	30,50	46,80
MU_10	Araujo et al. (2008)	Linhares-ES	Muçununga graminóide densa	14,60	10,80	14,50
MU_11	Araujo et al. (2008)	Linhares-ES	Muçununga graminóide	28,00	8,70	25,00
MU_12	Araujo et al. (2008)	Linhares-ES	Muçununga arborizada fechada	17,90	7,70	17,10
MU_13	Araujo et al. (2008)	Linhares-ES	Muçununga arborizada aberta	7,10	7,70	22,90
R_1	Afonso et al. (2007)	Rio de Janeiro-RJ	Restinga arbustiva aberta	2,90	6,30	14,60
R_2	Pereira et al. (2001)	Rio de Janeiro-RJ	Restinga arbustiva fechada	0,00	7,40	13,90
R_3	Colodete & Pereira (2007)	Regência, Linhares-ES	Restinga arbustiva aberta não inundável, organizada em moitas	2,50	5,30	10,80
R_4	Silva et al. (2008)	Tamandaré-PE	Restinga arbustiva com elementos arbóreos isolados denominada “fruticeto”	0,00	0,00	5,10

(*Continua*)

R_5	Sacramento et al. (2007)	Cabo de Santo Agostinho-PE	Restinga arbustiva com elementos arbóreos isolados denominada “fruticeto”	0,00	0,00	5,90
R_6	Cordeiro (2005)	Cabo Frio-RJ	Restinga herbácea: área A (estreita faixa de vegetação), área B (vegetação rizomatosa e graminóide) e área C (extenso baixio, ocupado principalmente por gramíneas)	0,00	4,70	3,30
R_7	Pereira et al. (2004)	Macaé, Carapebus e Quissamã-RJ	Restinga herbácea - formação aberta de Clusia	3,40	0,00	19,40
R_8	Silva et al. (2008)	Tamandaré-PE	Restinga herbácea, caracterizado pela predominância de plantas herbáceas eretas, cespitosas, reptantes e/ou rizomatosas	3,20	3,40	10,50

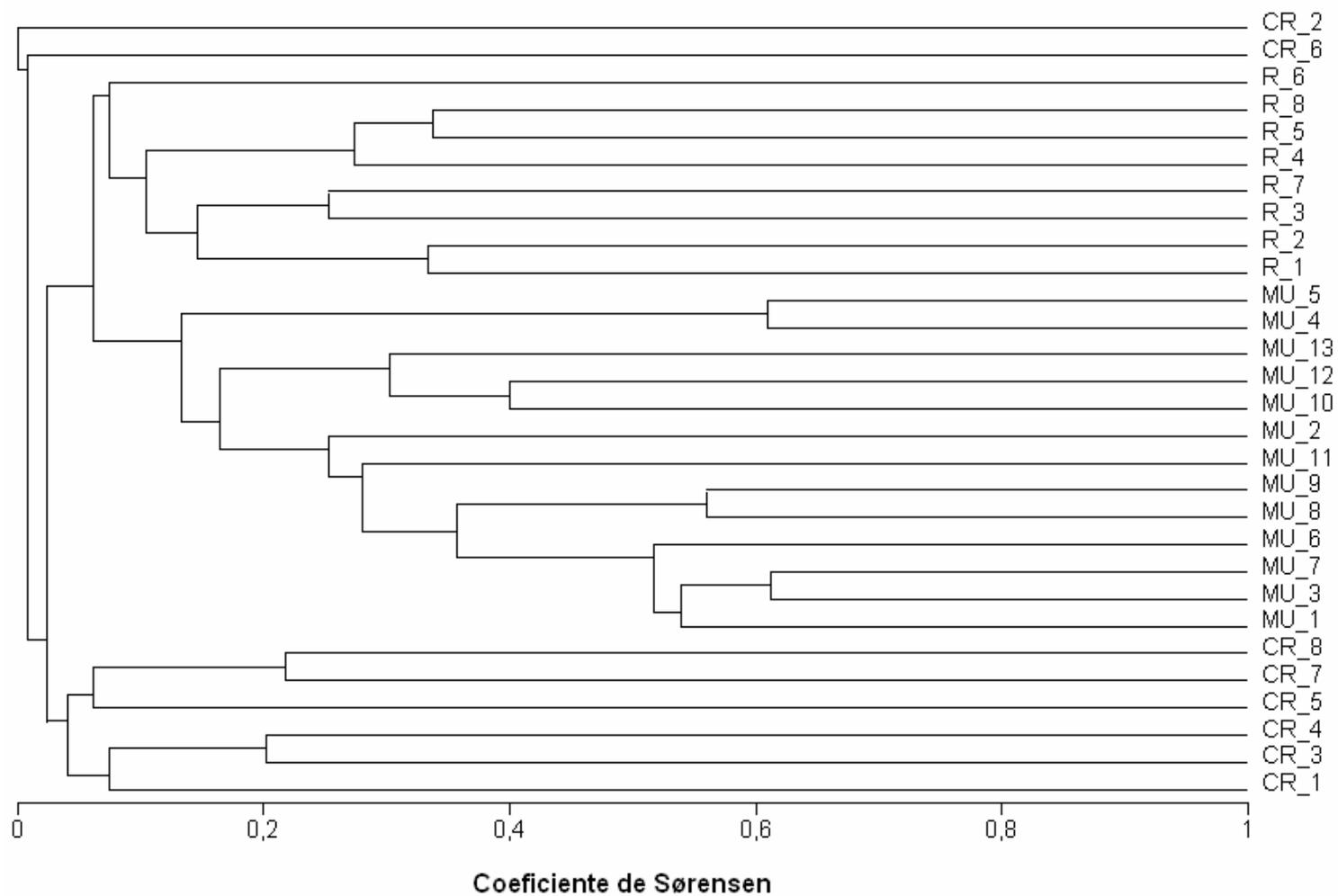


Figura 4 - Dendrograma de similaridade de Sørensen contendo as vegetações de Muçununga de Aparaju e Juerana e outras áreas de Muçununga e Restinga não florestadas e Campo Rupestre (código das áreas na Tabela 3).

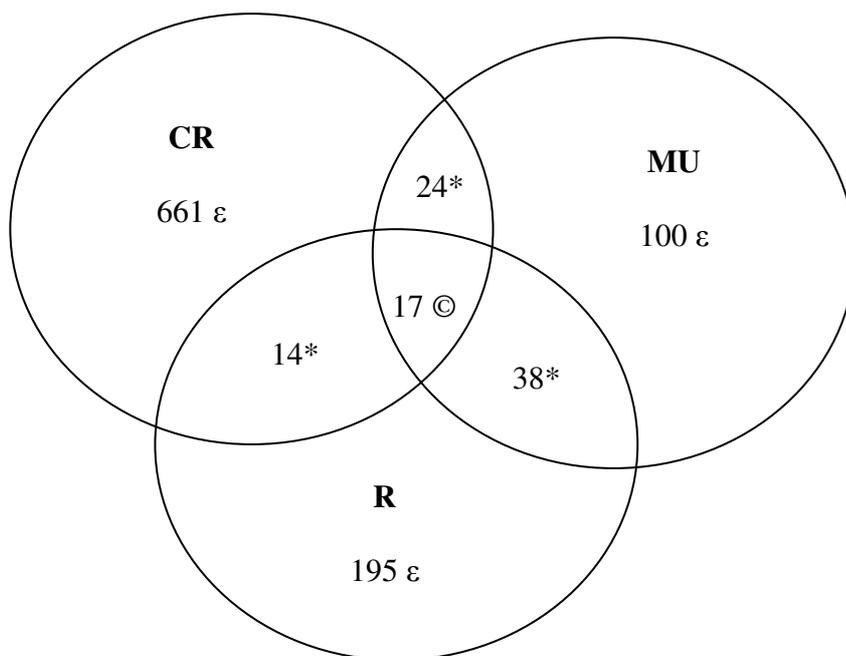


Figura 5 - Espécies em comum e exclusivas dos pares Campo Rupestre x Muçununga (CR-MU), Campo Rupestre x Restinga (CR-R) e Muçununga x Restinga (MU-R). ε = número de espécies exclusivas de determinado ecossistema; * = número de espécies em comum entre dois ecossistemas; © = número de espécies em comum entre os três ecossistemas analisados. Total de espécies da análise de similaridade: 1049.

Tabela 4 - Espécies de ocorrência nos pares Campo Rupestre x Muçununga (CR-MU), Campo Rupestre x Restinga (CR-R) e Muçununga x Restinga (MU-R) e nos três ecossistemas concomitantemente (CR-MU-R) segundo a análise de similaridade com 1035 espécies

Espécie	CR-R	CR-MU	MU-R	CR-MU-R
<i>Abarema filamentosa</i>			X	
<i>Abildgaardia scirpoides</i>			X	
<i>Achyrocline satureioides</i>	X	X	X	X
<i>Agarista revoluta</i>			X	
<i>Allagoptera arenaria</i>			X	
<i>Amaioua intermedia</i>			X	
<i>Andira fraxinifolia</i>	X	X	X	X
<i>Andira nitida</i>			X	
<i>Andropogon bicornis</i>		X		
<i>Axonopus pressus</i>	X			
<i>Baccharis reticularia</i>		X		
<i>Baccharis serrulata</i>		X		
<i>Baccharis trimera</i>		X		
<i>Blechnum serrulatum</i>			X	
<i>Borreria capitata</i>	X	X	X	X
<i>Borreria verticillata</i>			X	
<i>Byrsonima sericea</i>	X	X	X	X
<i>Centrosema brasilianum</i>	X			
<i>Cereus pernambucensis</i>			X	
<i>Chamaecrista desvauxii</i>		X		
<i>Chamaecrista ensiformis</i>			X	
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	X			
<i>Coccoloba alnifolia</i>			X	
<i>Coccoloba declinata</i>			X	
<i>Croton lobatus</i>	X			
<i>Cuphea flava</i>			X	
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	X			
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i>			X	
<i>Davilla macrocarpa</i>			X	
<i>Davilla rugosa</i>	X	X	X	X
<i>Desmodium barbatum</i>	X	X	X	X
<i>Ditassa mucronata</i>		X		
<i>Elaeis guineensis</i>			X	
<i>Epidendrum denticulatum</i>			X	
<i>Epistephium lucidum</i>		X		
<i>Eremanthus erythropappus</i>		X		
<i>Eriope macrostachya</i>	X	X	X	X
<i>Esterhazyia splendida</i>		X		
<i>Eugenia bimarginata</i>		X		
<i>Eugenia punicifolia</i>	X			
<i>Fuirena umbellata</i>			X	
<i>Gaylussacia brasiliensis</i>	X	X	X	X
<i>Gomidesia fenzliana</i>			X	
<i>Gomidesia martiana</i>			X	
<i>Guapira pernambucensis</i>			X	
<i>Heliconia psittacorum</i>		X		
<i>Kielmeyera albopunctata</i>			X	
<i>Lagenocarpus rigidus</i>		X		
<i>Lantana camara</i>			X	

(Continua)

Espécie	CR-R	CR-MU	MU-R	CR-MU-R
<i>Lisianthus purpurascens</i>		X		
<i>Lundia cordata</i>			X	
<i>Manilkara subsericea</i>			X	
<i>Marcetia taxifolia</i>	X	X	X	X
<i>Miconia albicans</i>		X		
<i>Miconia chartacea</i>		X		
<i>Miconia ciliata</i>		X		
<i>Microtea paniculata</i>		X		
<i>Mitracarpus frigidus</i>			X	
<i>Myrcia splendens</i>		X		
<i>Ocotea notata</i>			X	
<i>Ouratea cuspidata</i>			X	
<i>Paepalanthus bifidus</i>	X			
<i>Paepalanthus polyanthus</i>		X		
<i>Paepalanthus tortilis</i>	X			
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X
<i>Phyllanthus klotzschianus</i>		X		
<i>Pilosocereus arrabidaei</i>			X	
<i>Polypodium brasiliensis</i>	X	X	X	X
<i>Polypodium latipes</i>		X		
<i>Pteridium aquilinum</i>			X	
<i>Sauvagesia erecta</i>		X		
<i>Schwenckia americana</i>	X	X	X	X
<i>Sebastiania glandulosa</i>	X			
<i>Sida linifolia</i>			X	
<i>Sobralia liliastrum</i>		X		
<i>Solanum americanum</i>	X			
<i>Stigmaphyllon paralias</i>			X	
<i>Stylosanthes guianensis</i>	X	X	X	X
<i>Swartzia apetala</i>			X	
<i>Tapirira guianensis</i>	X	X	X	X
<i>Tillandsia gardneri</i>	X	X	X	X
<i>Tillandsia usneoides</i>		X		
<i>Tocoyena brasiliensis</i>	X			
<i>Tocoyena bullata</i>			X	
<i>Vanilla bahiana</i>			X	
<i>Vernonia rufogrisea</i>	X			
<i>Vernonia scorpioides</i>	X	X	X	X
<i>Vismia ferruginea</i>	X	X	X	X
<i>Vitex polygama</i>	X			
<i>Vriesea neoglutinosa</i>			X	
<i>Vriesea procera</i>			X	
<i>Waltheria indica</i>	X			
<i>Xyris jupicai</i>			X	

CAPÍTULO V
RELAÇÃO ENTRE SOLO E VEGETAÇÃO EM AMBIENTES DE
MUÇUNUNGA FLORESTADA ADJACENTES À RESTINGA E NO INTERIOR
DA FLORESTA ATLÂNTICA DE TABULEIRO

RESUMO

As muçunungas florestadas são formações florestais associadas à Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, portanto de ocorrência restrita à faixa litorânea dos Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras. Elas ocorrem em locais de solos mais arenosos que os solos do domínio dos Tabuleiros, o que tem reflexo em sua estrutura e composição florística. Este trabalho visa identificar fatores edáficos que determinam a distribuição e abundância de espécies em diferentes áreas de Muçununga florestada, sendo uma localizada no interior da Floresta de Tabuleiro (denominada Juerana) e outra adjacente à Restinga (denominada Aparaju). Em Juerana, foram separados dois ambientes, o centro da muçununga florestada e sua borda; e em Aparaju, três: o centro e a borda da muçununga florestada e um capão de muçununga florestada. Em cada ambiente, foram plotadas três parcelas de 20×20 metros. Foram contados e identificados todos os indivíduos arbóreos com CAP maior ou igual a 10 cm. Para uso na análise de correspondência canônica (CCA), foi coletada uma amostra de solo superficial (0-10 cm) por parcela. As amostras de solo foram submetidas a análises físicas e químicas de rotina. A CCA final foi rodada com as variáveis edáficas mais correlacionadas aos dois primeiros eixos de ordenação e que possuíram menor correlação entre si. Estas variáveis foram os teores de cálcio (Ca^{2+}), fósforo (P), alumínio trocável (Al^{3+}) and organic carbon, e a capacidade de troca catiônica total. Com as mesmas variáveis, foi realizada uma nova CCA incluindo a distância dos ambientes estudados da linha da costa. O teste de permutação de Monte Carlo foi utilizado para verificar a significância das correlações espécie-ambiente. Apesar dos solos superficiais apresentarem em geral textura arenosa, pH fortemente ácido, baixa fertilidade e caráter álico, alguns grupos de espécies se correlacionaram à maior capacidade de troca catiônica total, maiores teores de carbono orgânico, Ca^{2+} e Al^{3+} . Contudo, a CCA realizada incluindo a distância do mar explicou maior parte da variância total, contribuindo de forma mais significativa que as variáveis edáficas isoladamente para a distribuição e abundância de espécies arbóreas nas muçunungas florestadas.

Palavras-chave: Tabuleiros Costeiros; biodiversidade; fatores edáficos; espécies arbóreas; análise de correspondência canônica.

CHAPTER V
SOIL-VEGETATION RELATIONSHIPS IN MUÇUNUNGA ENVIRONMENTS
ADJACENT TO RESTINGA AND WITHIN THE ATLANTIC COASTAL
FOREST IN SOUTH BAHIA, BRAZIL

ABSTRACT

The forested muçunungas are associated with the Lowland Dense Ombrophilous Forest, therefore restricted to the coastal strip called Coastal Plains, that belong to the Barreiras Group. They occur in areas of more sandy soils than that of the Coastal Plains, which influences their structure and floristic composition. This study aims to identify edaphic factors that determine the distribution and abundance of species in different areas of forested Muçununga, one located within the Atlantic Coastal Forest (called Juerana) and another adjacent to the sandbanks of the Restinga (called Aparaju). In Juerana we separated two environments, the center of the forested Muçununga and its edge, and in Aparaju three: the center and edge of the forested Muçununga and an island of forested Muçununga. In each environment, were sampled three plots of 20 × 20 m. All trees with CAP larger than or equal to 10 cm were counted and identified. To use the canonical correspondence analysis (CCA), a sample was collected from surface soil (0-10 cm) inside each plot. Soil samples were subjected to physical and chemical routine analysis. The final CCA was runned with the edaphic variables most correlated to the first two ordination axes and which had a lower correlation with each other. These soil variables were the contents of calcium (Ca^{2+}), phosphorus (P), exchangeable aluminium (Al^{3+}) and organic carbon, and total cation exchange capacity (total CEC). With the same variables, another CCA was performed including the distance of the study sites from the coastline. The Monte Carlo Permutation Procedure was used to test the significance of species-environment correlations. Despite the surface soils generally present sandy texture, strongly acidic pH, low nutrient content and high aluminium saturation, some groups of species were significantly correlated with higher total cation exchange capacity, higher levels of organic carbon, Ca^{2+} and Al^{3+} . However, the CCA held including the distance from the sea comprised most of the variance, contributing more significantly than the soil characteristics alone for the distribution and abundance of tree species in the forested muçunungas.

Keywords: Coastal Plains; biodiversity; soil factors; tree species; canonical correspondence analysis.

1. INTRODUÇÃO

Em toda sua extensão, a Floresta Atlântica apresenta uma variedade de formações, e engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas e geográficas (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). A Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991) ocorre sobre os Tabuleiros Costeiros, faixa costeira de relevo suave constituída de sedimentos do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987). Por este motivo, ela é conhecida como Floresta Atlântica de Tabuleiro. A partir do litoral, depois dos Tabuleiros, seguem-se elevações da cadeia montanhosa marítima, constituídas de rochas cristalinas do Embasamento Cristalino, onde ocorre a Floresta de Encosta (Rizzini, 1979), abrangendo a Floresta Ombrófila Densa Submontana, Montana e, nas áreas mais elevadas, Altomontana (Veloso et al., 1991).

Associadas à Floresta Atlântica ocorrem formações vegetais distintas, como é o caso das Restingas e das Muçunungas (Peixoto & Gentry, 1990; Simonelli, 1998; Saporetti Junior, 2009), ambas apresentando fitofisionomias que variam desde campestres até florestais (Henriques et al., 1986; Meira Neto et al., 2005). Até o momento, os registros de vegetação denominada Muçununga restringem-se à região dos Tabuleiros Costeiros entre o Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Simonelli, 1998; Meira-Neto et al., 2005; Araújo et al., 2008; Saporetti Junior, 2009), sobre solos arenosos e clima úmido. Sendo assim, esta vegetação poderia ser enquadrada quanto aos fatores que determinam sua distribuição, segundo Rizzini (1979), nas comunidades edafoclimáticas, que exigem solo e clima particulares.

Este tipo particular de vegetação ocorre nas porções abaciadas do terreno dos Tabuleiros Costeiros, portanto em meio a Floresta de Tabuleiro, onde é comum a associação de Argissolos Acinzentados e Espodossolos Hidromórficos (Abrahão, 1995). Nestas áreas deprimidas ocorre acúmulo de água, favorecendo os processos de ferrólise e acidólise (Moreau et al., 2006), tornando-os diferentes dos demais solos dos Tabuleiros, onde predominam Argissolos e Latossolos Amarelos (Abrahão, 1995). As Muçunungas também ocorrem na borda leste dos Tabuleiros, em zona de transição com a Restinga, que recobrem os cordões arenosos do Quaternário (Rizzini, 1997). Nesta zona ecotonal, as Muçunungas podem ser influenciadas por fatores ambientais como salinidade dos solos e maior velocidade do vento (Araújo & Lacerda, 1987).

A distribuição das diferentes fitofisionomias de Muçununga é localmente influenciada por características edáficas (Saporetti Junior, 2009). Realizando análise de correspondência canônica, este autor encontrou que as Muçunungas florestadas ocorrem em solos mais profundos e com maiores teores de areia fina que a Muçununga Gramíneo lenhosa de *Bonnetia* e Graminóide. Nas Muçunungas com componentes herbáceos ou arbustivos podem ser constatados horizontes subsuperficiais endurecidos contribuindo para a ocorrência de condições de hidromorfismo e acúmulo de matéria orgânica (Oliveira, 2007; Sarcinelli, 2010⁶). Segundo Ferreira Júnior (2005), características ambientais, como edáficas e hidrológicas, não só se relacionam com a distribuição dos complexos vegetacionais de uma determinada região, como também, dentro de uma mesma formação, são freqüentemente correlacionadas com a distribuição espacial das espécies. Segundo Ab'Saber (1970), os aspectos relacionados com os fatores hidrológicos e pedológicos têm maior relevância quando relacionados com as diferentes paisagens distribuídas nas mais características regiões, padronizadas em suas condições fisiográficas. Martins et al. (2003) também ressaltam que as variações edáficas, em escala local, exercem importante papel na organização espacial da vegetação arbórea. Vários outros estudos demonstram a correlação existente entre diferentes variáveis ambientais e a distribuição e abundância de espécies da flora (Oliveira-Filho et al., 2001; Botrel et al., 2002; Lima et al., 2003; Dalanesi et al., 2004; Pinto et al., 2005).

As Muçunungas são pouco estudadas e não são protegidas pela legislação vigente (Saporetti Junior, 2009). Com vistas ao histórico do desmatamento na região e às suas ameaças ainda constantes no Extremo Sul da Bahia, hoje restam poucas áreas com vegetação nativa em bom estado de conservação, fazendo-se necessários estudos acerca da relação dos solos e da vegetação em nível local, que gerem conhecimento acerca das espécies e suas associações com o meio abiótico em um meio já bastante antropizado.

Este trabalho visa determinar se variáveis edáficas estariam influenciando na definição de padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em duas áreas de Muçununga florestada, sendo uma adjacente à Restinga e outra no interior da Floresta de Tabuleiro, servindo de base para projetos de restauração e contribuindo para a geração de base de dados da flora deste tipo de vegetação tão pouco conhecido.

⁶ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição das áreas de estudo

As Muçunungas estudadas estão em propriedade da Fibria, na região Sul do estado da Bahia (Figura 1). Estas áreas estão inseridas em domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991), que ocorre sobre os Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras (RadamBrasil, 1987).

A primeira área de estudo situa-se próximo à localidade de Aparaju, município de Alcobaça-BA, e está a aproximadamente 10 km do mar em linha reta, constituindo uma área de transição com Restinga. Nesta área, foram separados os seguintes ambientes: (i) Muçununga florestada (MF-A); (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-A) e (iii) Capão de Muçununga florestada (CMF-A) (Anexo II). A segunda área de Muçununga encontra-se próxima da localidade de Juerana, em Caravelas-BA, à aproximadamente 35 km do mar em linha reta. Nesta área, foram separados o centro da mata e sua borda: (i) Muçununga florestada (MF-J) e (ii) Borda da Muçununga florestada (BMF-J) (Anexo I).

O solo predominante nas Muçunungas são os Espodossolos (Oliveira, 2007), solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico (horizonte com acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial), imediatamente abaixo de horizonte de eluviação A (álbico ou não), ou horizonte hístico (Embrapa, 2006). Nas Muçunungas florestadas, além de Espodossolos, ocorrem solos transicionais para os Argissolos e Latossolos Amarelos típicos dos Tabuleiros Costeiros, como os Argissolos Acinzentados (Sarcinelli, 2010⁷).

Segundo Embrapa (2000), pela classificação de Köppen, na região Sul da Bahia, o clima que corresponde à parte leste até o litoral é Af - Quente em que o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm - e a oeste, pelo traçado que corta municípios como o de Teixeira de Freitas é Am - Tropical chuvoso, de monção: inverno seco com mês menos chuvoso acusando precipitação inferior a 60 mm. Os seguintes dados foram levantados de 1988 a 2009 na estação meteorológica mais próxima da Fibria (coordenadas UTM 24 S: 467581/

⁷ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

8057786; altitude de 71,4 m), localizada no município de Alcobaça-BA: temperatura média anual de 24,7°C; amplitude térmica entre as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho e agosto) de apenas 4,4°C; e precipitação média anual de 1.589,4 mm, sendo o mês mais chuvoso novembro (238,4 mm) e menos chuvoso agosto (87,1 mm).

2.2. Coleta e análise de dados da vegetação

Foram plotadas três parcelas de 20 m × 20 m em cada ambiente, totalizando 15 parcelas e 0,6 ha. Nestas parcelas, foram identificados e mensurados todos os indivíduos lenhosos com circunferência do caule a 1,30 m de altura do solo (CAP) superior ou igual a 10 cm. Com uma vara graduada foi tomada a medida da altura total das plantas. Nas plantas com caules bifurcados abaixo da altura do peito, com pelo menos uma das ramificações atendendo ao critério de inclusão, foram medidas todas as ramificações, uma a uma. Todas as árvores medidas foram numeradas e marcadas com plaquetas de alumínio.

A identificação das plantas foi realizada através de morfologia comparada, usando bibliografia especializada e consulta ao Herbário da Reserva Florestal de Linhares, de propriedade da Vale, e ao Herbário VIC, da Universidade Federal de Viçosa. Todo material fértil coletado foi depositado no Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se a classificação proposta pelo APG III (The Angiosperm Phylogeny Group, 2009).

2.3. Amostragem e análise de solos

No interior de cada parcela dos ambientes foi coletada uma amostra composta de solo superficial (0-10 cm), composta por três amostras simples. O material coletado foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneira de malha de 2 mm para se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises físicas e químicas de rotina segundo Embrapa (1997) para a determinação dos teores de areia grossa, areia fina, silte e argila, de pH em água (relação solo:solução de 1:2,5); fósforo, sódio e potássio trocáveis (Extrator Mehlich-1); cálcio, magnésio e alumínio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹ na relação 1:10); H + Al (Extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ na relação 1:10 e pH 7,0); e carbono orgânico (método de Walkley-Black). A concentração do fósforo remanescente foi determinada após agitar 5 cm³ de solo com 50 mL de solução de 10 mmol/L de CaCl₂, contendo 60 mg/L de P, durante uma hora (Alvarez et al., 2000). Foram calculadas a soma de bases (SB = Ca + Mg + K + Na); a saturação por bases (V = 100

SB/T); as capacidades de troca catiônica total ($T = SB + Al + H$) e efetiva ($t = SB + Al$); e a saturação por alumínio ($m = 100 Al/t$).

2.4. Correlação de espécies e variáveis ambientais

Foi elaborada uma matriz de variáveis edáficas contendo todas as propriedades físicas e químicas do solo, e uma matriz de vegetação com espécies que apresentaram dez ou mais indivíduos na amostragem total. Como recomendado por ter Braak (1995), os dados de abundância de espécies foram logaritmizados antes do processamento da análise de correspondência canônica (CCA).

A CCA foi realizada para se obter as correlações entre os gradientes edáficos e vegetacionais (ter Braak, 1987), utilizando o programa PC-ORD for Windows versão 5.10 (McCune & Mefford, 2006). Visando a eliminação de variáveis edáficas para permitir a realização da CCA, foi executado um teste de correlação de Spearman (Siegel, 1975), que ajudou na eliminação de algumas variáveis mais correlacionadas entre si (Tabela 1). Foi rodada uma CCA preliminar e eliminadas outras variáveis edáficas, que estavam mais fracamente correlacionadas com os eixos de ordenação.

No processamento final da CCA foram utilizadas cinco variáveis: Ca^{2+} , P, capacidade de troca catiônica total (T), Al^{3+} e carbono orgânico. Com as mesmas variáveis, foi realizada uma nova CCA incluindo uma variável denominada distância do mar (D_mar), visando avaliar as influências ambientais resultantes da proximidade dos ambientes de Aparaju à Restinga e ao fato das muçunungas de Juerana estarem mais afastadas, no interior da Floresta de Tabuleiro.

Os gráficos de ordenação foram separados em dois diagramas, um para apresentar a ordenação das espécies e outro com a das parcelas. O teste de permutação de Monte Carlo foi utilizado para verificar a significância das correlações entre os padrões emergentes das espécies e variáveis ambientais nas CCAs finais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características do solo superficial das muçunungas florestadas

Os solos da camada superficial dos ambientes estudados possuem em geral textura arenosa, pH fortemente ácido (Embrapa, 2006), são distróficos e álicos (Tabelas 2 e 3). Desta maneira, existe grande homogeneidade edáfica entre os ambientes. Ocorre maior proporção de areia grossa no solo superficial de todos os ambientes, seguida de

areia fina e, em menores proporções, argila e silte (Tabela 3). Segundo Van Wambeke (1992), a prevalência de areia grossa sobre a areia fina favorece a percolação de compostos organometálicos, com a conseqüente formação do horizonte B espódico.

Saporetti Junior (2009) também encontrou maiores valores de areia grossa sobre areia fina nos solos superficiais de diferentes muçunungas graminóides e na Formação de Ilhas de Bromélias, estudadas por ele em Caravelas, Bahia. No solo superficial da Muçununga florestada, por sua vez, este autor encontrou maiores teores de areia fina sobre areia grossa. De acordo com Schaefer et al. (dados não publicados), a maior retenção de água nos solos com maiores teores de areia fina repercute na vegetação, que apresenta porte arbóreo.

As muçunungas de Aparaju, por estarem próximas aos cordões arenosos quaternários, podem apresentar areias mais selecionadas, à exemplo do que acontece nas restingas. Areias bem selecionadas tendem a ter melhor drenagem pela existência de muitos poros, uma vez que os grãos possuem tamanhos semelhantes e poucas arestas (Schaefer et al., dados não publicados). Já nas Muçunungas ocorrem desde areias grossas e arestadas até grãos menores, conferindo um arranjo mais fechado e menos permeável. Isso se deve ao fato do processo de arenização que ocorreu neste ambiente ter sido decorrente de pedogênese em ambiente ácido, que destruiu argilas, não selecionando os grãos (Schaefer et al., dados não publicados).

3.2. Influência das variáveis ambientais na distribuição de espécies

A Tabela 4 apresenta as 30 espécies selecionadas para realização da CCA e o número de indivíduos em cada parcela. Nesta tabela, podem-se observar as espécies com maior abundância nas duas áreas de estudo, Juerana e Aparaju.

O resumo estatístico das CCAs finais é apresentado na Tabela 5. Na CCA considerando apenas as variáveis edáficas, os autovalores para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos, da mesma forma que os valores encontrados por Botrel et al. (2002), Dalanesi et al. (2004) e Ferreira Júnior (2005) (Tabela 5). Os testes de permutação de Monte Carlo demonstraram que as densidades das espécies foram correlacionadas significativamente com as variáveis edáficas utilizadas ($p=0,025$ para os autovalores e $p=0,04$ para as correlações espécie-ambiente).

Ao se acrescentar a variável de distância do mar, os valores dos autovetores, da variância acumulada para dados de espécies e da correlação de Pearson foram maiores que aqueles da CCA apenas com as variáveis edáficas (Tabela 5). Cerca de 40 % da

variação das espécies pode ser explicada pela variação de propriedades do solo. Esta porcentagem aumenta para 53,5 % considerando-se também a distância do mar. O teste de Monte Carlo foi altamente significativo tanto para os autovalores e quanto para a correlação espécie-ambiente ($p < 0,01$). Isto demonstra que a probabilidade destas correlações ocorrerem ao acaso é muito baixa e que existe uma maior influência da variável distância do mar com relação às variáveis edáficas.

No diagrama dos eixos de ordenação das espécies nos dois primeiros eixos, considerando-se apenas as variáveis edáficas (Figura 2 a), o primeiro eixo é correlacionado negativamente com as variáveis capacidade de troca catiônica total (T) (-0,806), e teores de carbono orgânico (-0,722) e cálcio (Ca^{2+}) (-0,569). As espécies mais relacionadas aos maiores teores de carbono orgânico e capacidade de troca catiônica total são *Ocotea odorifera*, *Lacistema recurvum* e *Eugenia fusca* (Figura 2 a). Mais relacionadas aos maiores teores de Ca^{2+} estão as espécies *Swartzia apetala*, *Myrcia amazonica* e *Licania kunthiana* (Figura 2). A acidez trocável (Al^{3+}) já se encontra mais negativamente correlacionada ao eixo 2 (-0,679), associado à maior abundância de indivíduos de espécies como *Byrsonima sericea* e *Scheffera selloi* (Figura 2 a). Todas as espécies previamente citadas possuem maior número de indivíduos amostrados nas muçunungas de Juerana, onde os valores destas variáveis edáficas foram mais elevados (Figura 3). As demais espécies, localizadas à direita do eixo 2, estão mais fracamente relacionadas à maiores valores destas variáveis.

A distância do mar apresenta forte correlação negativa com o eixo 1 (-0,998) (Figura 2 b). As variáveis do solo também se correlacionaram negativamente com este eixo: carbono orgânico (-0,622), capacidade de troca catiônica total (-0,674), Ca^{2+} (-0,456) e Al^{3+} (-0,416) (Figura 2 b). Estas tendências demonstram diferenças de solo entre os ambientes de Aparaju e Juerana e uma maior influência da variável de distância do mar. Desta forma, o fato da Muçununga florestada estar situada próxima à linha da costa, em ambiente transicional para a Restinga (ambientes de Aparaju), ou mais afastada, em meio à Floresta de Tabuleiro (ambientes de Juerana), influencia na distribuição das espécies de maneira mais significativa que as variáveis de solo isoladamente, conforme demonstrado pelos menores valores da variância acumulada para os dados de espécies ao se considerar os fatores edáficos isoladamente (Tabela 5). A distância do mar é uma variável que pode estar relacionada à fonte de propágulos e impor outras condições ambientais diferentes das edáficas, como a ocorrência de vento (Araújo & Lacerda, 1987), que tende a ser mais intenso no litoral.

Observa-se que, ao se inserir a distância do mar, as espécies passaram a se distribuir no sentido de possuírem maior correlação com esta variável, aproximando-se mais do eixo x no diagrama de ordenação (Figura 2 b). O diagrama de ordenação apresentado na Figura 4 mostra a separação das parcelas dos ambientes de Juerana, à esquerda do eixo 2, por estarem relacionadas à maior distância do mar e maiores valores das características edáficas consideradas na CCA. Já à direita deste eixo encontram-se as parcelas de Aparaju (Figura 4).

Entre as espécies mais correlacionadas negativamente com o eixo 1, que predominam na Muçununga florestada de Juerana, estão: *Licania kunthiana*, *Psychotria carthagenensis*, *Gomidesia martiana*, *Myrcia bergiana*, *Guapira opposita*, *Pera* sp., *Lacistema recurvum* e *Pogonophora schomburgkiana* (Figura 2 b). Todas estas espécies apresentam menor abundância de indivíduos ou não foram amostradas nas muçunungas de Aparaju (Tabela 4). Já as doze espécies polarizadas positivamente com o eixo 1 (Figura 2 b) mostram menor correlação com as propriedades edáficas analisadas e possuem maior abundância de indivíduos ou foram amostradas exclusivamente nos ambientes de Muçununga de Aparaju (Tabela 4).

Desta maneira, os eixos de ordenação distinguiram as duas áreas de Muçununga estudadas, agrupando os ambientes de Aparaju à direita do eixo 2 do diagrama, e os ambientes de Juerana à esquerda. O grupo de espécies mais associado à área de Aparaju ocorre, portanto, em ambientes mais pobres em Ca^{2+} , com menores teores de matéria orgânica, menor capacidade de troca catiônica total e menor acidez trocável. O contrário ocorre para as espécies mais relacionadas à área de Juerana.

À despeito da maior similaridade florística das muçunungas florestadas com as restingas do que com a Floresta de Tabuleiro (Simonelli, 1998; Saporetti Junior 2009; Sarcinelli, 2010⁸), as variações nas abundâncias de indivíduos de populações de espécies das muçunungas do litoral para o interior evidencia a existência de um gradiente ambiental neste sentido, em parte explicado por variáveis edáficas. É provável que este gradiente seja influenciado tanto por características ambientais diferentes das edáficas, que distinguem o ambiente litorâneo daquele mais interiorano, quanto pela proximidade de diferentes ecossistemas nas duas áreas de estudo. Assim, a proximidade da área de Aparaju com a Restinga deve interferir em suas fontes de propágulos, da

⁸ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

mesma maneira que a Floresta de Tabuleiro poderia influenciar mais nas fontes de propágulo que chegam às muçunungas de Juerana.

Como a vegetação da praia recebe grande influência marinha, as plantas suportam altas concentrações de sais presentes no meio. Para se adaptarem a estas e outras limitações ambientais de áreas litorâneas, as plantas desenvolvem diferentes mecanismos como suculência das folhas, esclerofilia dominante, folhas fortemente esclerofilas ou coriáceas, e presença de espinhos ou acúleos (Araújo & Lacerda 1987; Rizzini 1997; Silva & Azevedo 2007). O estresse sofrido pelas plantas pioneiras nestes ambientes faz com que ocorra variação na abundância das populações ao longo do tempo, durante a colonização e estabilização do ambiente (Usher, 1991).

Gradientes florísticos mais claros são encontrados ao se considerar diferentes fitofisionomias de muçununga, como foi realizado por Saporetti Junior (2009) em Caravelas, Bahia. Este autor utilizou na CCA as variáveis edáficas matéria orgânica, areia fina e alumínio trocável, além da profundidade do solo. A profundidade foi uma importante variável no sentido de separar a Muçununga florestada da Muçununga arborizada e gramíneo-lenhosa típica, onde os solos foram mais rasos, muitas vezes apresentando impedimentos físicos como duripã ou fragipã (Moreau et al., 2006; Oliveira, 2007; Saporetti Junior, 2009; Sarcinelli, 2010⁹). Nestes ambientes, o lençol freático está mais próximo da superfície, chegando em alguns casos a aflorar na estação das chuvas, levando à limitações como diminuição do oxigênio para as raízes das plantas (Lobo & Joly, 2000). Esta condição restringe o crescimento de espécies arbóreas, que possuem raízes mais profundas. Sarcinelli et al. (2010) observou a inexistência de raízes a partir de 70 cm da superfície dos solos em uma Muçununga arborizada aberta, em Juerana, Caravelas-BA., onde a condição de hidromorfismo resultou em grande acúmulo de matéria orgânica. Segundo Saporetti Junior (2009), a formação das Muçunungas florestadas correlacionou-se com a areia fina, sendo as espécies *Myrcia splendens*, *Hyptis macrostachys*, *Myrcia guianensis*, *Coussarea* sp., *Cyperaceae* sp., *Myrcia* sp., *Lycopodiella camporum*, *Swartzia apetala*, *Tovomita brasiliensis* e *Coccoloba alnifolia* as mais características desse ambiente.

⁹ Sarcinelli, T.S. 2010. Muçunungas: enclaves de vegetação arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

4. CONCLUSÕES

O solo superficial das muçunungas florestadas é, em geral, distrófico, extremamente ácido, álico e arenoso. A distribuição de algumas espécies arbóreas, verificada pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), e confirmada pelo teste de Monte Carlo, foi relacionada às características edáficas capacidade de troca catiônica total, carbono orgânico, teor de cálcio e acidez trocável.

A variável distância do mar apresentou maior importância na distribuição de espécies arbóreas das muçunungas que as características edáficas, existindo espécies que foram unicamente amostradas ou possuíram maior abundância de indivíduos nas muçunungas mais próximas ao mar (Aparaju) ou nas mais distantes (Juerana).

5. AGRADECIMENTOS

À Unidade Aracruz da Fibria, pelo apoio logístico e financeiro. À Domingos Folli, pela identificação das árvores no campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Saber, A.N. 1970. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil**. São Paulo: USP.

Abrahão, W.A.P. 1995. **Gênese de camadas adensadas em solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 114 p.

Alvarez, V.V.H., Novais, R.F., Dias, L.E., Oliveira, J.A. 2000. Determinação e uso do fósforo remanescente. *Boletim Informativo da SBCS* 25, 27–32.

Araújo, D.S.D.; Lacerda, L.D. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6 (33): 42-48.

Araújo, D.S.D.; Pereira, O.J.; Peixoto, A.L. 2008. Campos Nativos at the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: Thomas, W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden. p. 365-388.

Botrel, R.T.; Oliveira Filho, A.T.; Rodrigues, L.A.; Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustivo de uma Floresta Estacional Semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 195-213.

Dalanesi, P.E.; Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasílica** 18 (4): 737-757.

- Embrapa. 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212 p.
- Embrapa. 2000. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 111 p.
- Embrapa. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.
- Ferreira Júnior, W.G. 2005. **Composição, estrutura e análise de gradientes em 2005 floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 126 f.
- Henriques, R.P.B.; Araújo, D.S.D. de; Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** 9 (2):173-189.
- Lima, J.A.S.; Meneguelli, N.A.; Gazel Filho, A.B. & Pérez, D.V. 2003. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38 (1): 109-116.
- Lobo, P.C.; Joly, C.A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho H.F. (eds). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 143-157.
- Martins, S.V.; Silva, N.R.S.; Souza, A.L. & Meira Neto, J.A.A. 2003. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis** 64: 172-181.
- McCune, B.; Mefford, M.J. 2006. **PC-ORD**. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10.
- Meira Neto, J.A.A.; Souza, A.L.; Lana, J.M.; Valente, G.E. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Mussununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore** 29 (1):139-150.
- Moreau, A.M.S.S.; Costa, L.M.; Ker, J.C.; Gomes, F.H. 2006. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 1021-1030.
- Oliveira, A.P. 2007. **Pedogênese de Espodossolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 102 f.
- Oliveira-Filho A. T.; Fontes A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** 32 (4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A.; Carvalho, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of Semideciduous Forest in South-Eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 58 (1): 139-158.
- Peixoto, A.L.; Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares - ES, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- Pinto, L.V.A.; Davide, A.C.; Botelho, S.A.; Oliveira-Filho, A.T. & Machado, E.L.M. 2005. Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do

- solo de nascentes pontuais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Cerne** 11 (3): 294-305.
- RadamBrasil. 1987. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 34. Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548 p.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC. v.2. 374 p.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito cultural edições Ltda. 747p.
- Saporetto Junior, A.W. 2009. **Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 127 f.
- Schaefer, C.E.G.R; Magnago, L.F.S.; Saporetto Jr., A.W., Sarcinelli, T.S.; Meira Neto, J.A.; Fernandes Filho, E. Mussunungas, Campos Nativos, Dunas & Restingas: Diversidade de Ecossistemas Arenosos do Espírito Santo. **Revista Ação Ambiental** (submetido).
- Siegel, S. 1975. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 350 p.
- Silva, L.C.; Azevedo, A.A. 2007. Anatomia de plantas de Restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: Menezes, L.F.T.; Pires, F.R.; Pereira, O.J. (Orgs.). **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo - Conservação e Restauração**. Vitória: Edufes. p. 213-233.
- Simonelli, M. 1998. Comparação florística e estrutura do estrato arbóreo de uma muçununga na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 101 p.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetation** 69: 69-77.
- ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; ter Braak, C. J. F.; Van Tongeren, O. F. R. (eds) **Data Analysis in Community and Landscape Ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 91-173.
- The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.
- Usher, M.B. 1991. **Modelling sucessional processes in ecosystems**. In: Gray, E.J.; Crawley, M.G.; Edwards, P. J. (Orgs). Colonization, sucession and stability. The 26th simposium of the British ecological society held jointly with the Linnean Society of London. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 482 p.
- Van Wambeke, A. 1992. Soils of the tropics – Properties and Appraisal. New York. McGraw-Hill, Inc. 343 p.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124 p.

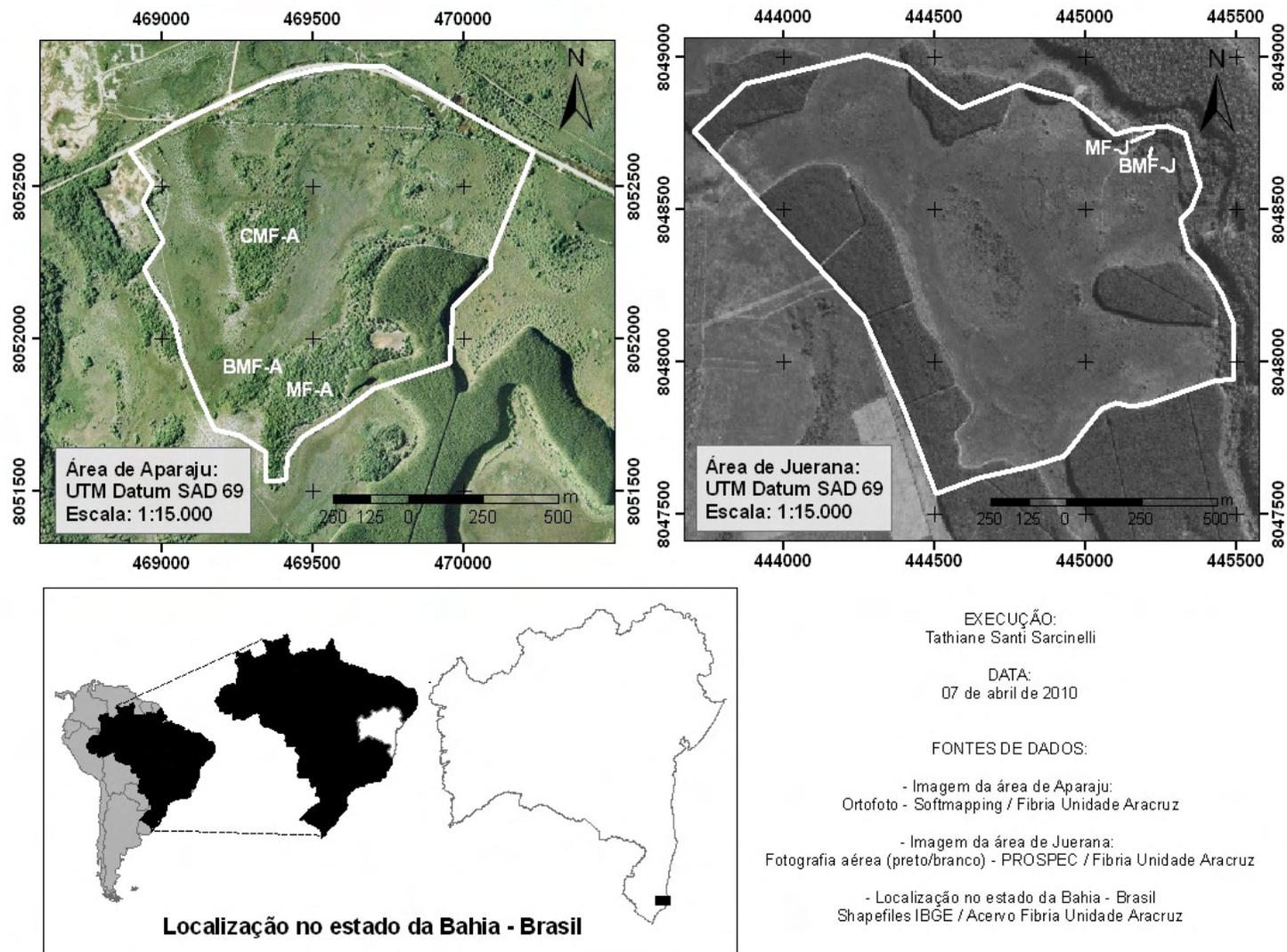


Figura 1 - Localização das áreas de estudo “Juerana” e “Aparaju”, no sul da Bahia, Brasil. MF-A = Muçununga florestada de Aparaju; BMF-A = borda da Muçununga florestada de Aparaju; CMF-A = Capão de Muçununga florestada de Aparaju; MF-J = Muçununga florestada de Juerana; BMF-J = borda da Muçununga florestada de Juerana.

Tabela 1 - Valores de coeficiente de correlação de Pearson entre as propriedades de solo de ambientes de Muçununga florestada de Aparaju e Juerana

	pH ^{1/}	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB ^{2/}	t ^{63/}	T ^{4/}	V ^{5/}	m ^{6/}	P	P-rem ^{7/}	Corg ^{8/}	AG ^{9/}	AF ^{10/}	Silt ^{11/}	Arg ^{12/}	
pH	1,00																			
K⁺	-0,39	1,00																		
Ca²⁺	0,26	0,61*	1,00																	
Na⁺	-0,26	0,79*	0,58*	1,00																
Mg²⁺	-0,06	0,83*	0,82*	0,88*	1,00															
Al³⁺	-0,74*	0,34	-0,19	0,18	-0,01	1,00														
H+Al	-0,26	0,48	0,36	0,33	0,30	0,50	1,00													
SB	0,03	0,80*	0,93*	0,82*	0,97*	-0,05	0,36	1,00												
t	-0,49	0,84*	0,56*	0,73*	0,72*	0,67*	0,62*	0,71*	1,00											
T	-0,23	0,57*	0,48	0,44	0,43	0,46	0,99*	0,49	0,69*	1,00										
V	0,10	0,56*	0,73*	0,69*	0,85*	-0,24	-0,20	0,83*	0,45	-0,05	1,00									
m	-0,26	-0,62*	-0,94*	-0,68*	-0,89*	0,35	-0,15	-0,94*	-0,45	-0,29	-0,86*	1,00								
P	-0,22	0,71*	0,42	0,70*	0,61*	0,11	-0,03	0,59*	0,51*	0,07	0,61*	-0,52*	1,00							
P-rem^{10/}	-0,53*	-0,12	-0,48	-0,04	-0,15	-0,02	-0,32	-0,29	-0,23	-0,34	-0,07	0,29	-0,10	1,00						
Corg	-0,53*	0,76*	0,41	0,60*	0,53*	0,70*	0,73*	0,54*	0,89*	0,77*	0,18	-0,29	0,38	-0,32	1,00					
AG	-0,37	-0,28	-0,53*	-0,40	-0,44	0,11	-0,07	-0,49	-0,29	-0,14	-0,41	0,46	-0,45	0,61*	-0,20	1,00				
AF	0,71*	-0,23	0,25	-0,07	0,07	-0,39	-0,15	0,12	-0,18	-0,12	0,14	-0,21	-0,12	-0,59*	-0,21	-0,77*	1,00			
Silte	-0,18	0,57*	0,39	0,37	0,35	0,52*	0,62*	0,41	0,67*	0,64*	0,07	-0,19	0,42	-0,51	0,70*	-0,62*	0,22	1,00		
Argila	-0,17	0,62*	0,51	0,72*	0,61*	0,10	0,07	0,62*	0,53*	0,17	0,58*	-0,54*	0,85*	-0,15	0,38	-0,62*	0,01	0,47	1,00	

^{1/} pH em água; ^{2/} Soma de Bases Trocáveis; ^{3/} Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; ^{4/} Capacidade de Troca Catiônica Total (a pH 7,0); ^{5/} Índice de Saturação de Bases; ^{6/} Índice de Saturação de Alumínio; ^{7/} Fósforo remanescente; ^{8/} Carbono orgânico; ^{9/} Areia grossa; ^{10/} Areia fina; ^{11/} Silte; ^{12/} Argila. * Significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 2 - Características químicas do solo superficial (0-10) em ambientes de Muçununga florestada de Aparaju e Juerana

Ambiente	Estatística descritiva	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H +Al	SB	t	T	V	m	P	K ⁺	Na ⁺	P-rem	Corg
		H ₂ O	cmol _c dm ⁻³					%		mg dm ⁻³		mg L ⁻¹	dag kg ⁻¹			
MF-J ^{1/}	Média	4,87	0,32	0,26	1,21	7,60	0,66	1,87	8,26	7,90	65,27	2,03	22,33	6,03	36,10	1,95
	Desvio-padrão	0,17	0,16	0,08	0,20	1,47	0,23	0,28	1,61	2,23	9,53	0,23	1,53	1,53	6,01	0,30
BMF-J ^{2/}	Média	4,51	0,30	0,53	1,82	11,60	1,02	2,84	12,62	8,07	64,20	2,53	44,67	16,03	40,83	3,24
	Desvio-padrão	0,09	0,07	0,10	0,19	0,95	0,20	0,17	1,02	1,42	6,26	0,58	13,61	4,04	1,70	0,48
CMF-A ^{3/}	Média	5,03	0,29	0,45	0,89	6,10	0,86	1,75	6,96	11,43	57,87	2,47	25,00	13,03	36,53	1,60
	Desvio-padrão	0,01	0,36	0,44	0,43	0,95	0,89	0,64	1,35	10,79	32,67	1,00	17,35	11,37	2,80	0,28
BMF-A ^{4/}	Média	4,66	0,06	0,22	1,50	6,27	0,37	1,87	6,64	7,13	80,83	2,40	18,67	10,37	46,33	1,63
	Desvio-padrão	0,23	0,03	0,15	0,40	2,46	0,22	0,55	2,24	6,71	6,96	0,95	10,21	4,04	3,82	0,71
MF-A ^{5/}	Média	4,67	0,05	0,22	1,05	5,33	0,36	1,41	5,70	6,63	74,47	2,40	23,00	7,70	50,07	1,43
	Desvio-padrão	0,15	0,02	0,04	0,19	1,50	0,10	0,28	1,50	2,14	2,57	0,90	9,85	3,61	6,20	0,49

^{1/} Muçununga florestada de Juerana; ^{2/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{3/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{4/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; e ^{5/} Muçununga florestada de Aparaju. Significado das abreviaturas das propriedades de solo na Tabela 1.

Tabela 3 - Características físicas e químicas do solo superficial (0-10) em ambientes de Muçununga florestada de Aparaju e Juerana

Ambiente	Estatística descritiva	Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila	
		dag kg ⁻¹							
MF-J ^{1/}	Média	61,33		25,67		3,00		10,00	
	Desvio-padrão	3,21		3,21		1,00		1,00	
BMF-J ^{2/}	Média	60,67		23,33		4,67		11,33	
	Desvio-padrão	3,21		3,21		0,58		0,58	
CMF-A ^{3/}	Média	56,33		30,33		2,67		10,67	
	Desvio-padrão	6,51		3,51		0,58		5,51	
BMF-A ^{4/}	Média	63,00		23,33		3,00		10,67	
	Desvio-padrão	5,00		2,52		1,00		3,79	
MF-A ^{5/}	Média	65,67		22,67		2,00		9,67	
	Desvio-padrão	8,33		4,04		1,73		3,21	

^{1/} Muçununga florestada de Juerana; ^{2/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{3/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{4/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; e ^{5/} Muçununga florestada de Aparaju.

Tabela 4 - Espécies com número de indivíduos maior que dez na amostragem total, em ordem decrescente do número total de indivíduos, e número de indivíduos por ambiente

Nome Científico	Código	MF-J ^{1/}	BMF-J ^{2/}	CMF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	MF-A ^{5/}	NT ^{6/}
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March subsp. <i>heptaphyllum</i>	Pro hep	28	5	28	27	139	227
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myr ama	63	100	18	0	1	182
<i>Schefflera selloi</i> (Marchal) Frodin & Fiaschi	Sch sel	39	39	0	3	38	119
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myr spl	23	10	43	25	14	115
<i>Eschweilera cf. ovata</i> (Cambess.) Miers.	Esc ova	42	17	13	11	6	89
<i>Lacistema recurvum</i> Schnizl.	Lac rec	25	28	1	0	3	57
<i>Clusia cf. hilariana</i> Schlecht.	Clu hil	8	3	2	5	36	54
<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliiana</i> (A.Rich.) Steyerm.	Ama int	0	1	0	18	30	49
<i>Pera</i> sp.	Per sp	25	22	0	0	1	48
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez Vell aff.	Oco not	0	0	17	11	16	44
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	Pog sch	30	12	0	0	2	44
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Byr ser	7	21	2	9	2	41
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	Him pha	22	19	0	0	0	41
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	Cas com	11	17	3	5	1	37
<i>Eugenia fusca</i> O. Berg	Eug fus	17	15	0	0	2	34
<i>Pera parvifolia</i> Mull. Arg.	Per par	0	0	19	10	5	34
<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.)	Hum den	2	4	1	7	15	29
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tap gui	2	3	5	6	12	28
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	Hir cil	0	0	1	12	13	26
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	Swa ape	7	10	5	1	1	24
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	Gom fen	6	1	0	7	7	21
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	Myr ber	5	16	0	0	0	21
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Han spe	0	1	3	11	0	15
<i>Ormosia nitida</i> Vogel	Orm nit	2	13	0	0	0	15
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Gua opp	10	4	0	0	0	14
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer †	Oco odo	9	5	0	0	0	14
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Psy car	7	7	0	0	0	14
<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	Gom mar	3	10	0	0	0	13

(Continua)

Nome Científico	Código	MF-J ^{1/}	BMF-J ^{2/}	CMF-A ^{3/}	BMF-A ^{4/}	MF-A ^{5/}	NT ^{6/}
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Myr gui	1	1	8	1	2	13
<i>Licania kunthiana</i> Hook f.	Lic kun	6	4	0	0	0	10

^{1/} Muçununga florestada de Juerana; ^{2/} Borda da Muçununga florestada de Juerana; ^{3/} Capão de Muçununga florestada de Aparaju; ^{4/} Borda da Muçununga florestada de Aparaju; e ^{5/} Muçununga florestada de Aparaju; ^{6/} Número total de indivíduos da espécie na amostragem total.

Tabela 5 - Resumo da análise de correspondência canônica (CCA) considerando-se apenas as variáveis edáficas e estas variáveis conjuntamente com a variável distância do mar

Parâmetros	Variáveis edáficas		Variáveis edáficas e distância do mar	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,322	0,063	0,427	0,093
Variância acumulada para dados de espécies (%)	33,2	39,6	43,9	53,5
Correlação de Pearson (espécie-ambiente)	0,878	0,812	0,983	0,824
Correlação (Rank) de Kendall (espécie-ambiente)	0,733	0,638	0,562	0,695

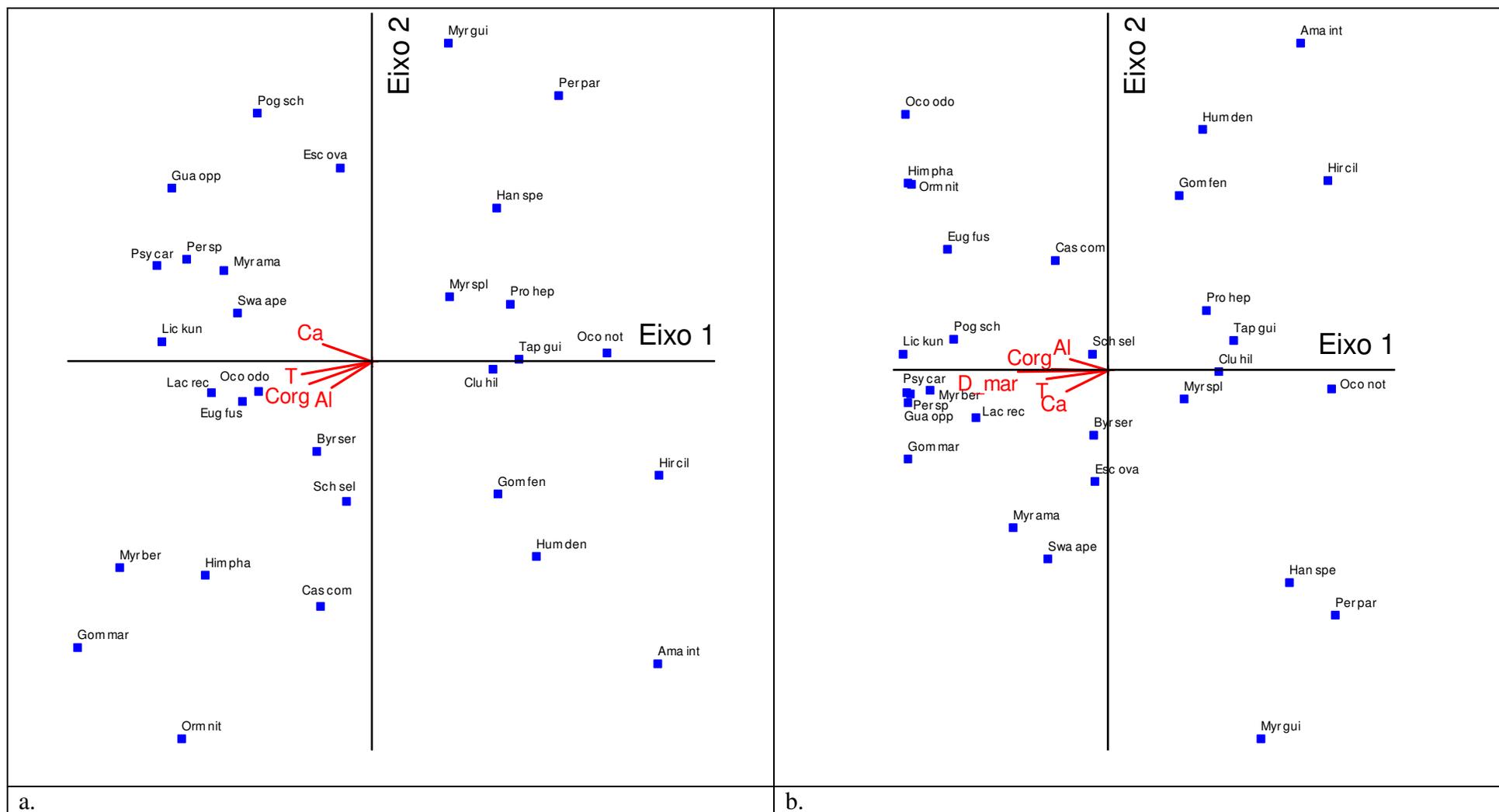


Figura 2 - Diagrama de ordenação pela análise de correspondência canônica (CCA) mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 30 espécies arbóreas, correlacionadas com variáveis edáficas (vetores) (a) e incluindo a distância do mar (b). Significado das abreviaturas das propriedades de solo na Tabela 1 e das espécies na Tabela 4.

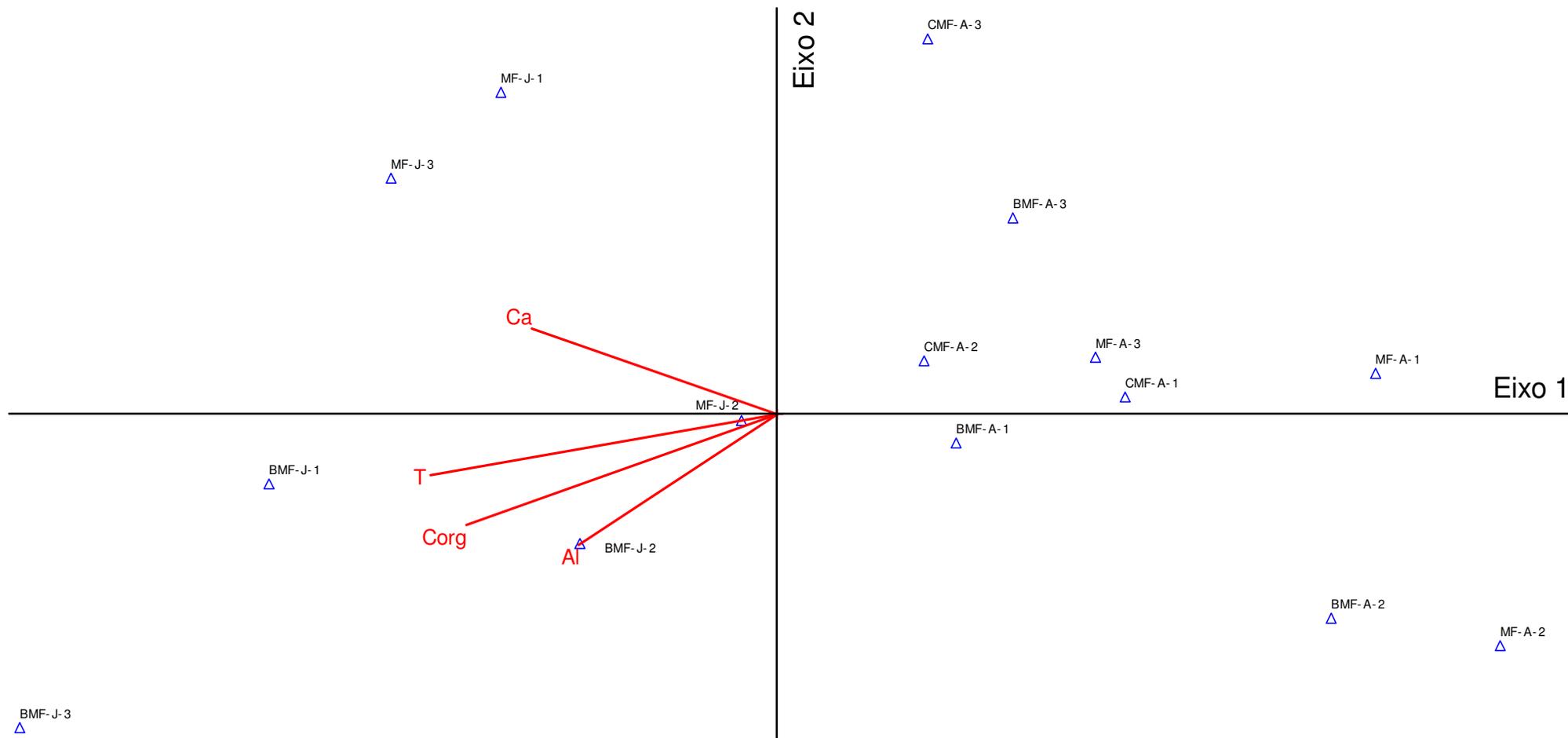


Figura 3 - Diagrama de ordenação pela análise de correspondência canônica (CCA) mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 15 parcelas, correlacionadas com variáveis edáficas (vetores). Significado das abreviaturas das propriedades de solo na Tabela 1 e das espécies na Tabela 4.

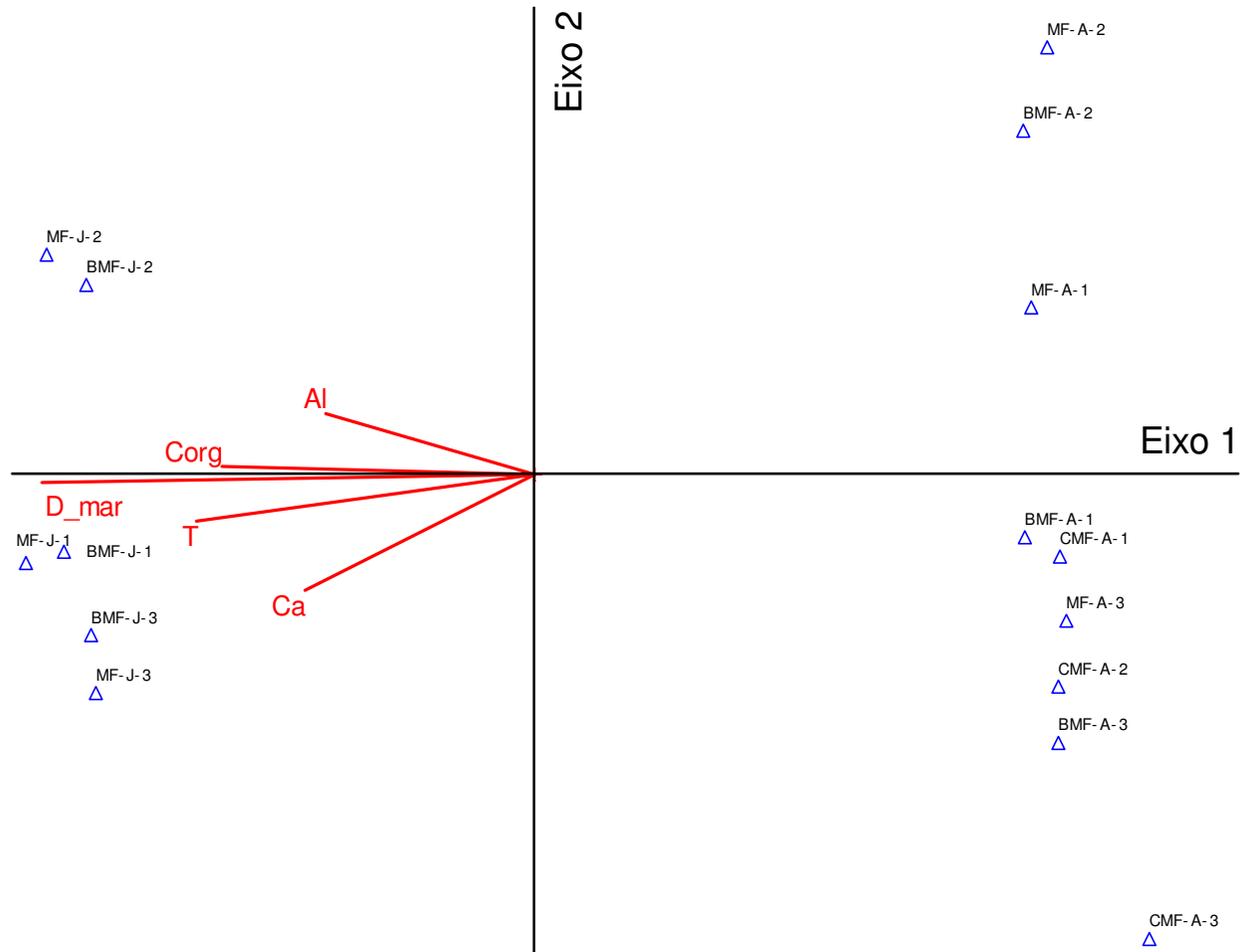


Figura 4 - Diagrama de ordenação pela análise de correspondência canônica (CCA) mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 15 parcelas, correlacionadas com variáveis edáficas e a distância do mar (vetores). D_mar = Distância do mar. Significado das abreviaturas das propriedades de solo na Tabela 1 e das espécies na Tabela 4.

ANEXOS

Anexo I

Ambientes de muçununga e plantios de eucalipto da área de Juerana, Caravelas, Bahia.



Muçununga Florestada (MF-J)



Borda da Muçununga Florestada (BMF-J)



Muçununga arborizada aberta (MAA-J)



Muçununga graminóide (MG-J)



Plantio de eucalipto na borda da Muçununga graminóide (PEB-J)



Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-J)

Anexo II

Ambientes de muçununga e plantio de eucalipto da área de Aparaju, Alcobaça-Bahia.



Muçununga gramíneo-lenhosa (MGL-A)



Capão de Muçununga florestada (CMF-A)



Borda da Muçununga Florestada (BMF-A)



Muçununga Florestada (MF-A)



Plantio de eucalipto sobre solo típico dos Tabuleiros Costeiros (PET-A)