

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FÁBIO MAGALHÃES OLIVEIRA

**RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO EM ÁREAS DESENVOLVIDAS SOBRE O  
ARENITO URUCUIA NA APA DO RIO PANDEIROS**

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2013

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

T

Ó48r  
2013

Oliveira, Fábio Magalhães, 1962-

Relações solo-vegetação em áreas desenvolvidas sobre o arenito Urucuia na APA do Rio Pandeiros / Fábio Magalhães Oliveira. – Viçosa, MG, 2013.

viii, 64 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Raphael Bragança Alves Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Ciência do Solo. 2. Latossolos. 3. Arenito. 4. Cerrado.  
5. Plantas e solo. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Solos. Programa de Pós-Graduação em Solos e  
Nutrição de Plantas. II. Título.

CDD 22 ed. 641.4

FÁBIO MAGALHÃES OLIVEIRA

**RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO EM ÁREAS DESENVOLVIDAS SOBRE O  
ARENITO URUCUIA NA APA DO RIO PANDEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2013

FÁBIO MAGALHÃES OLIVEIRA

**RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO EM ÁREAS DESENVOLVIDAS SOBRE O  
ARENITO URUCUIA NA APA DO RIO PANDEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de junho de 2013.

---

Genelício Crusóé Rocha

---

Flávia Maria da Silva Carmo

---

Liovando Marciano da Costa  
(Co-Orientador)

---

Raphael Bragança A. Fernandes  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, luz divina que sempre orienta e conduz os nossos passos pelos caminhos da vida, obrigado por minha existência.

Aos meus Pais, Adolfo e Eunice, pelo exemplo de vida, pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida e pela grata e abençoada convivência. Agradeço-os profundamente pelo amor, carinho e educação.

À minha querida companheira, Leila, a quem muito amo e com quem tenho a felicidade de compartilhar os momentos da minha vida.

À toda minha família, em especial aos meus irmãos (Wellington e Márcia), meus sobrinhos(as), minhas tias e tios e de forma especial ao Tio Lausinho(fonte de inspiração), Tia Onélia, "Tia Ção", Tio Arnaldo (in memorian), Tia Zizi e Tio Aloísio(in memorian), e aos primos que sempre me apoiaram. Aos meus queridos afilhados, Ryan, Ana Paula, Andressa, Mateus e Lais.

À minha tia-madrinha Jurdelina Alkmim (in memorian), exemplo de mulher perseverante, dedicada e guerreira.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela graduação em Agronomia, e em especial ao Departamento de Solos, e pela oportunidade de ter participado do "Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas".

Externo o meu carinho e amor à minha filha, Isabela, sempre presente no meu coração.

Ao fraterno Pablo Azevedo Rocha, muito mais que um amigo, pela sua generosidade e amizade. Que Deus ilumine você e sua família (Edivania, e suas filhas Natália e Maria Clara).

Ao Prof. Raphael Bragança A. Fernandes, pela orientação, sugestões e demonstração de amizade e apoio.

Aos Professores Genelício C. Rocha e Julio C. Neves, pela orientação e apoio.

Ao Prof. Liovando Marciano da Costa, ser humano de raras e magníficas qualidades, que sempre acreditou no meu trabalho e capacidade acadêmica, me incentivando, orientando e aconselhando com dedicação, transmitindo tranquilidade nos momentos de dificuldades e contribuindo sobremaneira para

o meu grande interesse na ciência do solo. Meu especial carinho e agradecimentos.

Ao Prof. Carlos E. G. R. Schaefer, exemplo inspirador de ser humano e profissional, pelo seu apoio e incentivo.

Ao Prof. Nairam F. Barros, pelo apoio e incentivo que sempre me proporcionou.

A todos os professores do Departamento de Solos, em especial àqueles com os quais tive a oportunidade e o prazer de receber os ensinamentos que proporcionaram meu crescimento e amadurecimento do ponto de vista científico, técnico, profissional e como ser humano: João C. Ker, Liovando Marciano da Costa, Carlos E. Schaefer, Ivo Jucksch, Nairam F. Barros, Júlio C. L. Neves, Roberto F. Novais, Victor Hugo Alvarez, Reinaldo B. Cantarutti, Renildes L. F. Fontes, Raphael B. A. Fernandes, Hugo Alberto Ruiz, Emanuelle M. B. Soares, Edson M. Mattiello, Genelício C. da Rocha e Jaime W. V. Mello.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, em especial ao Leo Jackson, Felipe Pinho, Adbayor, Bruno Resck, Bruno Cunha, Cleverson Pires (Cerê), Daniel, Manoel Carrillo, Marino S. Coelho, Natália Aragão, Matheus Fonseca, Nicolás Shahringer, Paul Lama, Jeferson Aguiar, Vinícius de Ávila, Renato W. Veloso, J. J. Leal, Loane Fernandes, Diego Aniceto, Kátia Karoline, Lucas Ferrari, Samuel V. Valadares, Lorena Abdalla, Evair Siebencichler, Paulo Ricardo, Samuel Andrade, André Santos e Itamar Resende, pelo convívio saudável e agradável.

Aos amigos Luiz Carlos C. Salomão do Departamento de Fitotecnia da UFV, Ivan Carreiro do IFNMG-Campus Januária, ao casal Lurdes e Humberto da lanchonete DCE-Piscina, pelo apoio e demonstração de amizade.

Aos funcionários do Hotel/CEE/UFV, com os quais convivi de forma amigável durante o período de estadia em Viçosa.

Aos funcionários do Departamento de Solos da UFV, em especial à Luciana Castro e à Cláudia que nos auxiliam de maneira imprescindível e generosa.

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO.....  | v   |
| ABSTRACT .....   | vii |
| 1. Introdução .....  | 1   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....  | 2   |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS .....   | 9   |
| 3.1. Área de Estudo - Localização .....                                  | 9   |
| 3.2. Coleta de campo .....   | 13  |
| 3.3. Análises laboratoriais .....  | 14  |
| 3.3.1. Análises químicas.....  | 14  |
| 3.3.2. Análises físicas.....   | 15  |
| Textura e fracionamento da areia.....                                    | 15  |
| Equivalente de umidade .....   | 16  |
| Curva característica de água do solo .....                               | 17  |
| Densidade do solo.....   | 18  |
| Densidade de partículas.....   | 18  |
| 3.3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....                    | 18  |
| 3.3.4. Serapilheira .....  | 18  |
| 3.3.5. Análises estatísticas .....                                       | 19  |
| 4.1. Ambiente A – RQ – CERRADO S.S. RALO .....                           | 19  |
| 4.1.1. Características químicas dos solos .....                          | 21  |
| 4.1.2. Características físicas dos solos.....                            | 24  |
| 4.1.2.1.Análise granulométrica e fracionamento da areia.....             | 24  |
| 4.2. Ambiente B – RQ – CERRADO S.S. DENSO .....                          | 27  |
| 4.2.1. Características químicas dos solos .....                          | 30  |
| 4.2.2. Características físicas dos solos.....                            | 34  |
| 4.2.2.1.Análise granulométrica e fracionamento da areia.....             | 34  |
| 4.3. Ambiente C – RQ – CERRADO S.S. TÍPICO.....                          | 35  |
| Características químicas dos solos.....                                  | 35  |
| 4.3.1. Características físicas dos solos.....                            | 39  |
| 4.3.1.1.Análise granulométrica e fracionamento da areia.....             | 39  |
| 4.4. Ambiente D – LVA – CERRADO S.S. TÍPICO .....                        | 39  |
| 4.4.1. Características químicas dos solos .....                          | 41  |
| 4.4.2. Características físicas dos solos.....                            | 43  |
| 4.4.2.1.Análise granulométrica e fracionamento da areia.....             | 43  |
| 4.5. Ambiente E – RL – CERRADO S.S. TÍPICO.....                          | 43  |
| 4.5.1. Características químicas dos solos .....                          | 44  |
| 4.5.2. Características físicas dos solos.....                            | 48  |
| 4.5.2.1.Análise granulométrica e fracionamento da areia.....             | 48  |
| 4.6. Retenção de Água nos Ambientes Estudados .....                      | 48  |
| 4.6.1. Curva de Retenção de Água .....                                   | 48  |
| 4.6.2. Equivalente de Umidade.....                                       | 50  |
| 4.7. Microscopia Eletrônica de Varredura dos Grãos de Areia.....         | 52  |
| 4.8. Extrações sucessivas de Fósforo com Mehlich-1 e Fósforo Total ..... | 55  |
| 5. CONCLUSÕES .....  | 60  |
| 6. Referências BIBLIOGRÁFICAS .....                                      | 61  |

## RESUMO

OLIVEIRA, Fábio Magalhães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2013. **Relações solo-vegetação em áreas desenvolvidas sobre o Arenito Urucuia na APA do Rio Pandeiros.** Orientador: Raphael Bragança A. Fernandes. Coorientador: Liovando Marciano da Costa.

A “Área de Proteção Ambiental Estadual - APAE do Rio Pandeiros”, abrange uma área de 393.060 ha, e localiza-se no Norte de Minas Gerais. A mesma possui como representativo compartimento a unidade geomorfológica “Planalto do São Francisco”, dominada geologicamente pelas rochas da Formação Urucuia, das quais se destacam os arenitos quartzosos cimentados com material silicoso. A partir das rochas dessa unidade, se desenvolveram os solos das classes Neossolo Quartzarênico (RQ) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), que se encontram associados à cobertura vegetal do tipo Cerrado. O objetivo desse estudo é avaliar os atributos edáficos determinantes para o estabelecimento e desenvolvimento de diferentes formas de vegetação de cerrado identificadas nesse compartimento. Foi realizado um transecto na área de estudo, onde foram selecionados cinco ambientes ou locais de coleta, em função do tipo fitofisionômico observado, os quais foram identificados como Ambiente A (Cerrado s.s. ralo, associado a RQ), Ambiente B (Cerrado s.s. denso, associado a RQ), Ambiente C (Cerrado s.s. típico, associado a RQ), Ambiente D (Cerrado s.s. típico, associado a LVA) e Ambiente E (Cerrado s.s. típico, associado a RL). Em cada ambiente foram realizados os estudos fitossociológicos, e abertas três mini-trincheiras com profundidade de 40 cm cada uma, onde foram coletadas amostras de solo deformadas nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, para análises química e física, e indeformadas na profundidade de 0 a 20 cm, para determinação da densidade do solo e curva característica de água. Foram obtidas ainda amostras da serapilheira presente em cada ambiente. As análises químicas de rotina foram efetuadas em laboratório, além de extrações sucessivas de P utilizando Mehlich-1, e a determinação do P total. Foram feitas ainda análise textural e fracionamento dos grãos de areia, bem como a determinação do equivalente de umidade em amostras de solo deformadas com capeamento e sem capeamento com partículas de natureza coloidal. A microscopia eletrônica de

varredura (MEV) foi realizada para analisar a morfologia da superfície dos grãos de areia e revelou a presença de depressões preenchidas com partículas de dimensões menores. Os resultados permitiram constatar que os ambientes estudados possuem caráter oligotrófico. As diversas formas de cerrado se desenvolvem sobre solos de textura arenosa e de baixa fertilidade natural. Foi possível concluir que, nos ambientes onde a textura é predominantemente arenosa, a estrutura e o desenvolvimento da vegetação está associado a presença da camada de serapilheira, provavelmente relacionada com a ciclagem de nutrientes. Porém naqueles ambientes onde o solo possui textura mais argilosa, o porte da vegetação está mais relacionado com as propriedades químicas e físico-hídricas.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Fábio Magalhães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2013. **Soil-vegetation relationships in developed areas on the Sandstone Urucuia in APA do Rio Pandeiros**. Adviser: Raphael Bragança A. Fernandes. Co- Adviser: Liovando Marciano da Costa.

The state environmental protection área "APAE do Rio Pandeiros", covers an area of 393 060 ha. It is located in the North of Minas Gerais and has as a representative compartment, the geomorphological unit "Plateau of the São Francisco", geologically dominated by rocks of Urucuia Formation, including most importantly the quartz sandstones cemented by siliceous materials. From the rocks of this unit have developed the soils classes Quartzarenic Neosol (RQ) and Red-Yellow Latossol (LVA), which are associated with vegetation typical to the "Cerrado". The aim of this study is to evaluate the soil attributes determinants for the establishment and development of different forms of cerrado vegetation identified in this compartment. Was conducted a transect in the study area, where were selected five sampling sites or environments, depending on the vegetation type observed, which were identified as Environment A (Cerrado s.s. sparse, associated with Quartzarenic Neosol), Environment B (Cerrado s.s. dense associated with Quartzarenic Neosol), Environment C (Cerrado s.s. typical, associated with Quartzarenic Neosol), Environment D (Cerrado s.s. typical, associated with Red-Yellow Latosol) and Environment E (Cerrado s.s. typical associated with Litolitic Neosol). In each environment were done phytosociological studies, and three mini-trenches with a depth of 40 cm each were opened. Disturbed soil samples were collected at depths 0-20 cm and 20-40 cm for chemical and physical analysis and undisturbed samples at depth 0-20 cm for determining the bulk density and water retention curve. We also collected samples of litter present in each environment. Routine laboratory chemical analysis was performed, beside successive extractions of phosphorus using Mehlich-1, and the determination of total phosphorus. Further were made textural analysis and fractionation of sand grains, and the determination of moisture equivalent in soil samples with coated and uncoated sand, containing particles of colloidal nature. Scanning electron microscopy was performed to analyze the surface morphology of the grains of

sand and revealed the presence of depressions filled by smaller particles. The results demonstrated that the studied environments have oligotrophic characteristics. The various forms of cerrado soils are developed on soils of sandy texture and low natural fertility. It was concluded that in environments where the soil texture is predominantly sandy, the structure and development of vegetation is associated with the presence of the litter layer, probably related to nutrient cycling, while in those where the soil has clayey texture, the size of the vegetation is more related to chemical, physical and hydraulic soil properties.

## 1. INTRODUÇÃO

A Área de Proteção Ambiental Estadual - APAE do Rio Pandeiros foi criada pela Lei Estadual nº 11.901 de 1995 e os seus limites correspondem àqueles que delimitam a bacia hidrográfica desse rio, cuja área equivale a 393.060 ha (NUNES et al.,2009). A mesma se encontra localizada no Norte de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho.

Em grande parte da APAE do Rio Pandeiros predomina a formação vegetal do tipo cerrado com variados tipos fitofisionômicos, associados a solos arenosos e pobres em nutrientes, onde se destacam as classes dos Latossolos e dos Neossolos Quartzarênicos, desenvolvidos a partir de arenitos da Formação Uruçuaia.

De acordo com Walter et al. (2008), dentre os principais fatores ambientais que determinam a ocorrência do cerrado se destacam o clima, os solos, a geomorfologia, a hidrologia, a ocorrência de fogo, a biomassa (produtividade e ciclagem) e a ação antrópica. A textura do solo está diretamente relacionada com a retenção de umidade, a capacidade de drenagem e com a disponibilidade de nutrientes. O gradiente fitofisionômico, cuja distribuição varia desde o mais aberto ao mais denso, acompanha o padrão de variação da disponibilidade de nutrientes e de água no solo. O aumento na disponibilidade desses fatores está associado ao incremento do número de espécies arbóreas.

Estudos realizados por Neri (2007), na Floresta Nacional(FLONA) de Paraopeba, demonstraram a influencia das características edáficas e pedológicas na estrutura do cerrado, estabelecendo correlações positivas entre a riqueza florística e os teores de bases trocáveis, e negativas com a disponibilidade de  $Al^{3+}$  no solo.

A vegetação do cerrado é adaptada ao fogo, e mesmo eventos severos desse tipo de ocorrência não chegam a destruir a vegetação, mas afetam a estrutura de trechos da mesma, influenciando na distribuição e composição florística das savanas, além de afetar a ciclagem de nutrientes e

consequentemente a flora. Considerando a pobreza de nutrientes da maioria dos solos sob vegetação savânica, a ciclagem de nutrientes desempenha papel essencial na manutenção desse ecossistema. Assim, a serapilheira produzida, juntamente com a biomassa animal, constituem fatores fundamentais para a manutenção da vegetação desse bioma (WALTER et al.,2008).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos edáficos determinantes do estabelecimento de diferentes formas de vegetação de cerrado em solos desenvolvidos a partir de rochas da Formação Urucuia, na APAE do Rio Pandeiros, Norte de Minas Gerais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

A bacia hidrográfica do Rio Pandeiros está inserida em um contexto geológico regional cuja litoestratigrafia começa, da base para o topo do conjunto, com um primeiro pacote de rochas granítico-gnaissicas do embasamento cristalino, de idade Proterozóica que compõe o Cráton do São Francisco. Sobre esse primeiro pacote rochoso sobrepõe-se um segundo, também muito antigo, de idade Pré-Cambriana, do final da era Proterozóica, composto por siltitos, calcários e dolomitos que formam o Grupo Bambuí.

Moura (2009) menciona ter ocorrido um hiato erosivo, do Proterozóico Superior ao Mesozóico Superior, a partir do qual os sedimentos do Grupo Bambuí foram recobertos por arenitos silicificados da Formação Urucuia, do período Cretáceo, que corresponde ao terceiro pacote rochoso da seqüência. Na era Cenozóica, na base desse pacote arenítico, em contato com os siltitos, uma couraça ferruginosa pisolítica foi formada, decorrente dos processos de Ferralitização e Laterização. Finalmente, o recobrimento de todos os pacotes da seqüência litoestratigráfica é formado por depósitos aluviais, colúvios, e cobertura pedogeneizada do período Quaternário (MOURA, 2009; CETEC, 1980).

As couraças ferruginosas, também chamadas concreções ou lateritas, representam, em um ambiente oligotrófico, uma zona de concentração de elementos químicos que podem constituir um diferencial do ponto de vista de nutrição da vegetação que sobre ela se estabelece. De acordo com Costa e

Olszewski (2008), as concreções são muito comuns na paisagem do Bioma Cerrado e podem manter registros ambientais passados e presentes, uma vez que foram formadas em locais onde a drenagem interna do solo e da rocha ocorriam preferencialmente. As mesmas são constituídas por elementos químicos provenientes das rochas que lhes deram origem, com especial atenção para o ferro. Guardam assim importantes informações sobre os materiais geológicos que contribuíram quimicamente em sua formação.

Eventos geomorfológicos como os processos erosivos que ocorreram de maneira regressiva em relação à área-fonte da bacia sedimentar, tendo como nível de base regional o Rio São Francisco, promoveram a remoção das camadas superiores do pacote litoestratigráfico com conseqüente exumação dos materiais geológicos subseqüentes e mais antigos, mantendo nas cotas mais altas elementos dos pacotes e coberturas mais recentes (formas residuais). Sobre esse cenário têm atuado os processos pedogenéticos responsáveis pela formação das diversas classes de solos atualmente observadas na região.

A paisagem regional apresenta duas unidades geomorfológicas: os “Planaltos do São Francisco” e a “Depressão Sanfranciscana” (CETEC, 1980).

Nas cotas mais elevadas, onde predominam as formas evoluídas decorrentes de processos de pedimentação, estão os “Planaltos do São Francisco”, superfícies de aplainamento de níveis mais elevados que constituem os níveis de chapada, sendo representados por conjuntos de plataformas aplainadas que foram separadas através de características peculiares, possuindo relevo plano ou plano e suave-ondulado (JACOMINE, 1979). Nessa unidade são observadas as “superfícies tabulares”, correspondentes às regiões de aplainamento em área de planalto (CETEC, 1980), que foram descritas por Jacomine (1979). As mesmas se destacam como o primeiro nível de erosão, constituindo-se na plataforma de cimeira das chapadas, cujas altitudes podem variar entre 800 e 1200 m.

Nessa paisagem, este último autor indica que a geologia é constituída por arenitos do Cretáceo recobertos por material argiloso e argilo-arenoso, provavelmente do Terciário, predominando os solos da classe Latossolo Vermelho-Amarelo, distróficos, álicos, com raras ocorrências de Neossolos Quartzarênicos distróficos. Nas linhas da rede de drenagem pouco densa

(veredas) são observados solos com características de hidromorfismo, recobertos com vegetação formada tipicamente por cerrado subcaducifólio e formações afins.

A segunda superfície de aplainamento, que corresponde aos conjuntos de grandes “superfícies tabulares reelaboradas”, apresenta-se como segundo nível de erosão das chapadas. São superfícies de aplainamento em áreas de planalto, com depósitos de cobertura predominantemente arenosos. A rede de drenagem ocorre em densidade relativamente elevada, sendo também constituída por veredas (CETEC, 1980). Segundo Jacomine (1979), tais formações encontram-se em altitude que varia entre 550 e 850 m, com estrutura geológica formada por arenitos da Formação Urucua referidos ao Cretáceo, e com predominância dos Latossolos Vermelho-Amarelos, distróficos, álicos, com textura média, e Neossolos Quartzarênicos distróficos, ambos com vegetação predominantemente formada por cerrado subcaducifólio. Essas formações podem estar recortadas por vales com solos eutróficos, além das veredas associadas a solos com graus variados de hidromorfismo.

As denominadas “superfícies de aplainamento da Depressão Sanfranciscana” são caracterizadas pelas grandes superfícies rebaixadas ao longo do Rio São Francisco e seus afluentes. Estendem-se como um plano ligeiramente inclinado desde o sopé das encostas dos planaltos e das serras até os terraços e planícies aluviais, possuindo relevo plano ou plano e suave-ondulado, podendo ocorrer áreas onduladas situadas em altitudes que variam entre 430 e 750 m. Constituem-se geologicamente de recobrimentos argilosos, argilo-arenosos ou arenosos que remontam aos períodos Terciários-Quaternários e materiais retrabalhados derivados de rochas do Grupo Bambuí que se caracterizam como o principal embasamento dessas áreas (JACOMINE, 1979). Tais evidências são confirmadas por CETEC (1980), cujos estudos apontam para a ocorrência de áreas de superfície ondulada com desenvolvimento de formas cársticas nessa região.

Nas faixas marginais do Rio São Francisco e seus afluentes, encontram-se os “terraços e planícies fluviais”. As mesmas correspondem aos níveis mais inferiores da paisagem, com altitudes variando entre 430 e 550 m e estão associadas às zonas de assoreamento mais recentes, sendo constituídas

basicamente de sedimentos fluviais (Quaternário), com algum depósito orgânico e com condições de hidromorfismo em muitas áreas (JACOMINE, 1979). As classes de solos predominantes são Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Argissolos e Cambissolos, com vegetação representada por formações florestais.

A região da APAE do rio Pandeiros, conforme Mapa de Cobertura Vegetal do Brasil (IBGE, 2004), é um complexo entre os biomas cerrado e caatinga. Segundo estudos do IEF-MG, referenciados por Bethonico (2009), foram identificadas as seguintes classes de formações de cobertura vegetal na APAE do Rio Pandeiros: Campo, Cerrado denso, Cerrado ralo, Cerrado típico, Vereda, Floresta decídua e Floresta semidecídua (Figura 1). Adotando essa classificação, Bethonico (2009) descreveu a distribuição e caracterização da vegetação ao longo da bacia hidrográfica do rio Pandeiros (Quadro 1), observando que na área de domínio do cerrado existem importantes variações fitofisionômicas.

Veloso (1991) conceitua o cerrado ou savana como uma vegetação xeromorfa de clima preferencialmente estacional, que reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófilos, geófitos, caméfitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência por toda a zona neotropical. O autor divide esta tipologia vegetacional em quatro subgrupos de formação: Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Campo Cerrado), Savana Parque (Parque de Cerrado), Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo).

A variação do solo atua como um dos principais fatores determinantes da ecologia e da distribuição de espécies arbóreas de uma região (VELOSO, 2011). César e Leitão Filho (1990) e Pagano e Leitão Filho (1987) mencionam que, em geral a composição de uma floresta é governada, dentre outros fatores, pela topografia, geologia e pelos atributos de solo.

Berg et al. (2006) demonstraram que a textura do solo é importante fator condicionante da distribuição das espécies em uma floresta aluvial. Para Fernandes et al. (1997), além dos fatores já comentados, outras propriedades como a composição química do solo também devem ser avaliadas para explicar a distribuição da vegetação. Rossi et al. (2005) também afirmam que a vegetação está estreitamente relacionada com os solos e seus atributos,

especialmente com a disponibilidade de nutrientes, o teor de argila e a umidade.

Atualmente, é amplamente aceito que o clima, o tipo de solo e a ocorrência de fogo são os fatores ambientais mais importantes na determinação da distribuição da vegetação de cerrado (OLIVEIRA FILHO e RATTER, 2002).

Spera et al. (1996) relataram que a transição abrupta no cerrado entre campo e mata está relacionada ao tipo de solo e às suas propriedades físico-hídricas.

Segundo Rocha (2012), em solos de textura mais arenosa, a retenção de água é mais sensível à quantidade de M.O. quando comparada àquela que ocorre em solos de textura fina. O mesmo destaca a importância do capeamento de grãos de areia com material organomineral, observado através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), que exerce importante papel no comportamento físico-químico de solos arenosos, em especial na retenção de água.

A associação observada entre o solo e a composição florística poderá contribuir para o estabelecimento de critérios para conservação de ambientes florestais, bem como na indicação das espécies apropriadas para plantio nos projetos de recomposição da vegetação (KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al, 2005).

Considerando a natureza oligotrófica do ambiente estudado, há que se considerar também a importância da contribuição da serapilheira na ciclagem de nutrientes como forma de entender os processos que promovem a diferenciação fisionômica das formações vegetacionais associadas.

Vidal et al. (2007) afirmam que a serapilheira constitui um importante compartimento florestal, principal responsável pela ciclagem dos nutrientes e que diversos fatores podem afetar a sua produção, sendo os climáticos e a estrutura da vegetação os mais comumente investigados.

A mesma, em quantidades elevadas e em condições adequadas à mineralização, através da ciclagem de nutrientes, permite o suprimento dos elementos essenciais ao crescimento da vegetação (WALTER et al., 2008).

## COBERTURA VEGETAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTADUAL RIO PANDEIROS

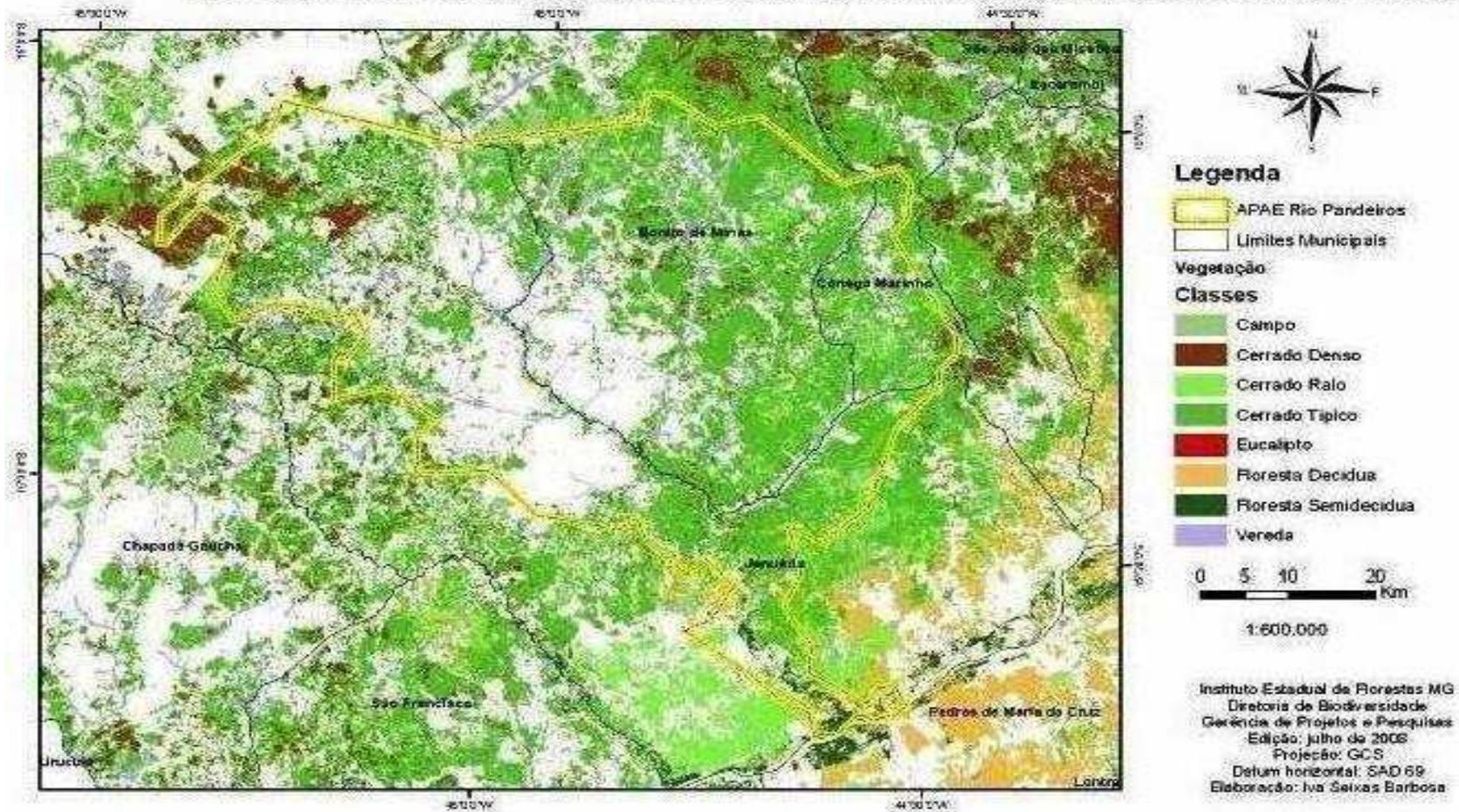


Figura 1 - Cobertura Vegetal da APAE do Rio Pandeiros. Fonte: IEF (2008).

Quadro 1 – Distribuição e características da vegetação na APAE do Rio Pandeiros

| CLASSE                      | LOCALIZAÇÃO   | CARACTERÍSTICAS GERAIS   |
|-----------------------------|---|--|
| <b>Cerrado Denso</b>        | Alto rio Pandeiros, próximo à nascente; pequenas manchas nas proximidades do córrego Catolé | Forma mais densa e alta de Cerrado sentido restrito. Possui espécies arbóreas com altura média entre 5 e 8 m, com estratos arbustivo e herbáceo mais ralos. A cobertura arbórea chega a 70 %.                                    |
| <b>Cerrado Ralo</b>         | Baixo rio Pandeiros e ao longo do riacho Borrachudo   | Aspecto arbóreo-arbustiva, com cobertura entre 5 e 20 %. A altura média das árvores é de 2 a 3 m.  |
| <b>Cerrado Típico</b>       | Alto rio Pandeiros e ao longo dos córregos São Domingos e Catolé                            | Vegetação arbóreo-arbustiva predominante, com cobertura entre 20 e 50 %. A altura média das árvores é de 3 a 6 m.  |
| <b>Floresta Decídua</b>     | Pequenas manchas no Baixo Pandeiros, com concentração nas proximidades do rio São Francisco | Na época chuvosa a cobertura arbórea é de 50 a 70 %, com dossel normalmente descontínuo. Ocupa áreas com material de origem composto por rochas carbonáticas. É conhecida também como caatinga arbórea.                          |
| <b>Floresta Semidecídua</b> | Baixo Pandeiros e nas proximidades do rio São Francisco                                     | Extrato arbóreo variando entre 15 e 25 m. Na época chuvosa as copas tocam-se fornecendo uma cobertura arbórea de 70 a 95 %   |
| <b>Vereda</b>               | Distribuição por toda a bacia   | Vegetação condicionada ao afloramento do lençol freático. São circundadas por campo limpo e buritis, palmeira arbórea característica, não forma dossel. A altura média dos buritis é de 12 a 15 m, com cobertura entre 5 e 10 %. |

Extraído de: Bethonico (2009).

Santos et al. (2010) ressaltam a importância dos estudos fitossociológicos para a obtenção de dados a respeito das comunidades vegetais dos diferentes biomas, bem como para descrever a composição, estrutura, distribuição e dinâmica das espécies ali existentes.

De acordo com Caldeira et al. (2007), as folhas da serapilheira são responsáveis pelo retorno da maior quantidade de nutrientes ao solo. Essa contribuição deve-se mais às quantidades de folhas depositadas do que aos teores dos elementos nelas presentes.

Scoriza et al. (2012) apresentaram métodos para coleta e análises de serapilheira, aplicados ao estudo da ciclagem de nutrientes, onde os tipos de coletores são escolhidos conforme o tipo de avaliação a ser realizada: 1) Aporte de serapilheira - coletores quadrados ou coletores cônicos, são fixados na área sob o dossel para quantificar a produção de material decíduo a partir da cobertura vegetal e a deposição de resíduos animais durante um determinado período. 2) Estoque de serapilheira – a serapilheira estocada no piso florestal representa o material orgânico (vegetal ou animal) aportado e acumulado na superfície do solo e se constitui em um compartimento a partir do qual os nutrientes serão disponibilizados para as camadas superficiais por meio de contínuos processos de transformação ao longo da decomposição do material. Para sua avaliação, o coletor comumente utilizado é o “gabarito”, um acessório desmontável e leve feito de madeira ou PVC, com dimensões variáveis (0,25 x 0,25 m; 0,5 x 0,5 m; 1,0 x 1,0 m). Outro tipo de coletor é uma sonda metálica que pode ter as mesmas dimensões apresentadas para o gabarito. Para as coletas do material que compõe a serapilheira estocada, o gabarito ou a sonda serão dispostos de maneira aleatória na área de estudo e o material contido na área interna do coletor é recolhido e acondicionado em sacolas plásticas que serão lacradas e encaminhadas ao laboratório.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de Estudo - Localização**

A área selecionada para o estudo situa-se na “APA Estadual do Rio Pandeiros”, Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável que se encontra localizada no Norte de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho. Essa UC sobrepõe-se à bacia hidrográfica

desse mesmo rio, que é um importante afluente da margem esquerda do médio Rio São Francisco (Figura 2).

A região está localizada na unidade geomorfológica correspondente ao Planalto do São Francisco, especificamente na segunda superfície de aplainamento, que corresponde aos conjuntos de grandes superfícies tabulares reelaboradas, onde se observam áreas com depósitos de cobertura predominantemente arenosos, desenvolvidos a partir de arenitos da Formação Urucuia. Os principais solos que dominam a área são os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, álicos, com textura média, e os Neossolos Quartzarenicos distróficos (CETEC, 1980 e JACOMINE, 1979).

O clima regional, de acordo com as classificações de Köppen e Gaussen, é do tipo Aw ou tropical quente, respectivamente, com temperatura média anual de 24 °C, precipitação anual em torno de 846 mm, evapotranspiração de 1.333 mm ano<sup>-1</sup>, e déficit hídrico de 523 mm ano<sup>-1</sup>, índices observados na estação climatológica do INMET, em Januária-MG (MOURA, 2009).

A vegetação predominante nessa região corresponde a formações de cerrado sensu stricto (s.s.), com fitofisionomias que variam entre o “cerrado ralo”, o “cerrado típico” e o “cerrado denso” (Bethônico, 2009).

Para atingir os objetivos, promoveu-se uma expedição de campo na qual foi estabelecido um transecto, passando por cinco locais ou ambientes de coleta escolhidos e identificados como: “Ambiente A” (coordenadas UTM 523463,542 m E e 8302890,250 m S), “Ambiente B” (515654,463 m E e 8291871,590 m S), “Ambiente C” (515322,128 m E e 8290829,253 m S), “Ambiente D” (519330,969 m E e 8292116,554 m S) e “Ambiente E” (519422,306 m E e 8292163,148 m S), conforme Figura 3.

Esse transecto foi posicionado de forma perpendicular ao rio Pandeiros, entre dois dos seus principais afluentes, o rio Borrachudo e o rio Catolé. Ao longo do mesmo pode ser observada vegetação com considerável grau de preservação e com as variações fitofisionômicas a serem estudadas.

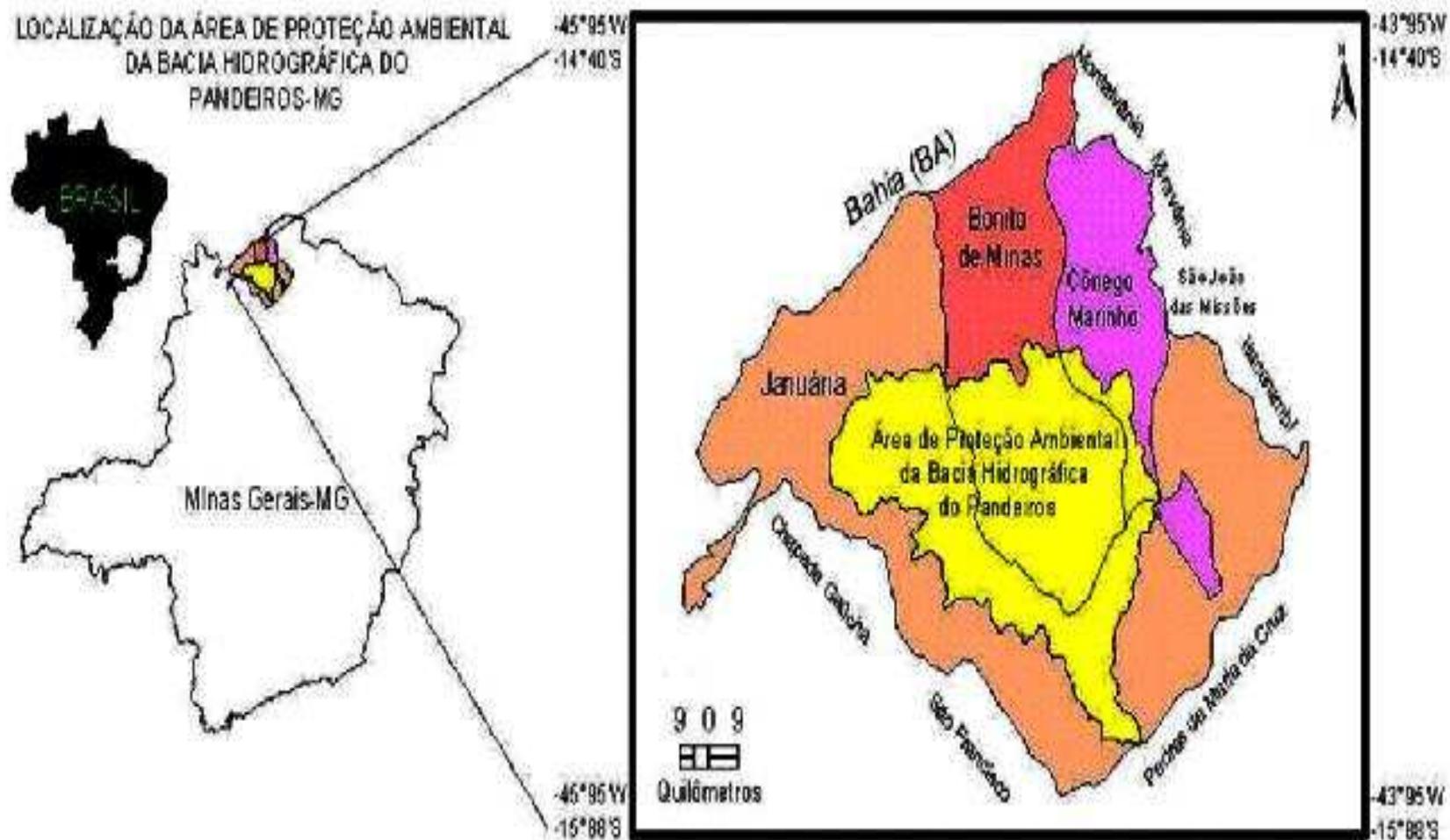


Figura 2 - Localização da APAE do Rio Pandeiros. Fonte: Fonseca (2012).



Figura 3 – Localização do transecto (linha amarela) com indicação dos locais de coleta –APAE do Rio Pandeiros

### 3.2. Coleta de campo

No eixo definido pelo transecto, os cinco locais ou ambientes de coleta já mencionados foram posicionados em função de alterações fitofisionômicas observadas. O trabalho de campo foi realizado entre janeiro e maio de 2013.

Em cada ambiente foram abertas três micro-trincheiras com profundidade de 40 cm cada uma, onde foram coletadas amostras deformadas de solo, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. À profundidades de 0 a 20 cm foram obtidas amostras indeformadas de solo, utilizando-se anéis volumétricos de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro, para a obtenção da curva de retenção de água, densidade do solo, macro e microporosidade, conforme EMBRAPA (1997).

Procedeu-se a formação de grupos fitofisionômicos com base em critérios que levam em consideração, além da florística, a fisionomia predominante no fragmento estudado e a fisionomia influente predominante na circunvizinhança. Na sequência, foi dado início ao estudo fitossociológico utilizando a metodologia apresentada por Melo (2008) e Santos et al. (2010).

Em cada ambiente ou local de coleta foram lançadas ao acaso três parcelas de 10 x 10 m, cada parcela no entorno da minitrincheira, com a finalidade de se realizar o inventário fitossociológico. Em seguida foram feitas amostragens florísticas e a mensuração das variáveis dendrométricas CAP (circunferência à altura do peito), utilizando fita métrica e HT (altura total), com o uso de mira graduada topográfica. Tal procedimento foi realizado para todos os indivíduos lenhosos com  $CAP \geq 3$  cm. A partir do CAP, calculou-se o DAP (diâmetro a altura do peito), utilizando a relação  $DAP = CAP/\pi$ . Com base nos dados coletados, determinaram-se os seguintes parâmetros fitossociológicos:

- Densidade Total ( $DT = N/ha$ ): indica a quantidade total de indivíduos de todas as espécies identificadas no levantamento (N) por unidade de área (ha);

- Densidade Absoluta ( $DA = n \text{ ha}^{-1}$ ): representa o grau de participação das diferentes espécies identificadas na comunidade vegetal, correspondendo ao

número de indivíduos (n) de uma determinada espécie dentro de uma associação vegetal por unidade de área (ha);

- Densidade Relativa ( $DR = 100 \cdot DA \cdot DT^{-1}$ ), dado em %: indica a quantidade de indivíduos de determinada espécie em relação ao total de indivíduos de todas as espécies identificadas no levantamento;

- Área Basal ( $G = \sum g \text{ ha}^{-1}$ ): corresponde ao somatório da área seccional ( $g = CAP^2/4$  ou  $g = DAP^2/40.000$ ) de cada indivíduo por unidade de área (ha);

- Dominância Absoluta ( $DoA = \sum g_e \text{ ha}^{-1}$ ): soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie ( $g_e$ ), por unidade de área, sendo expressa em  $m^2/ha$ ;

- Dominância Relativa ( $DoR = 100 (g \text{ ha}^{-1}) (G \text{ ha}^{-1})^{-1}$ ): representa a relação percentual da área basal de cada espécie ( $g_e$ ) que compõe a área basal total de todas as árvores de todas as espécies (G), por unidade de área;

- Índice de Valor de Cobertura (IVC = DR + DoR): combinação dos valores relativos de densidade e dominâncias, possibilitando o cálculo do índice do valor de cobertura (IVC) de cada espécie.

A partir da amostragem da vegetação, foi elaborada uma listagem contendo famílias, gêneros e espécies encontradas na área com os respectivos nomes vulgares adotando o sistema de classificação de Cronquist (1988). A conferência dos nomes científicos foi realizada consultando o site de nomenclatura [mobot.mobot.org/W3T/search/vast.html](http://mobot.mobot.org/W3T/search/vast.html), do Missouri Botanical Garden, e através de *checklist* apresentado por Mendonça et al. (2008).

### **3.3. Análises laboratoriais**

#### **3.3.1. Análises químicas**

As amostras de solo coletadas foram submetidas às análises químicas de rotina, conforme procedimentos indicados por EMBRAPA (2009), sendo o

pH em água determinado em suspensão solo:líquido 1:2,5, por leitura direta de potenciômetro com eletrodo combinado imerso na mistura. A extração de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis, em conjunto com  $\text{Al}^{3+}$ , foi realizada utilizando  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , sendo o  $\text{Al}^{3+}$  determinado por titulação com  $\text{NaOH}$  na presença de azul-de-bromotimol como indicador, e o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis por espectrofotometria de absorção atômica; P, K e Na foram extraídos com solução extratora Mehlich-1 na proporção solo:extrato 1:10, com P dosado por colorimetria, e  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  pelo método direto de fotômetro de chama. O fósforo remanescente (P-rem) foi determinado após adição de solução de  $\text{CaCl}_2$   $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  contendo  $60 \text{ mg L}^{-1}$  de P em amostra de TFSA, na relação solo:extrator de 1:10, segundo Alvarez e Fonseca (1990), determinando-se o P no sobrenadante dos extratos conforme Murphy e Riley (1962). O P total foi determinado pelo método EPA 3051A. A acidez potencial (H + Al) foi determinada utilizando como extrator solução de  $\text{Ca}(\text{OAc})_2$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ , ajustado a pH 7,0, na proporção 1:15 solo (TFSA) : extrator, e titulando-se com  $\text{NaOH}$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ . O carbono orgânico total (COT) foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  em meio sulfúrico (YEOMANS & BREMNER, 1988). A conversão do COT para teores de matéria orgânica foi realizada utilizando a expressão:  $\text{MO} = 1,724 \times \text{COT}$ .

A extração seqüencial de P foi realizada seguindo metodologia utilizada por Camelo (2012), que consiste no uso de solução de  $\text{HCl}$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  (Mehlich-1), tendo sido feitas 8 extrações sucessivas e o conteúdo do P removido, quantificado por colorimetria.

### **3.3.2. Análises físicas**

#### **Textura e fracionamento da areia**

A determinação da granulometria foi realizada a partir de amostra de TFSA. Assim, 10 g do material coletado foram colocados em béquer de 250 mL, onde foram acrescentados 50 mL de solução de  $\text{NaOH}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  e 150 mL de água deionizada, em três repetições, e submetidos a agitação com bastão de vidro, deixando-se em repouso por um período mínimo de seis horas. Decorrido esse tempo, o material foi transferido para sacos plásticos de 600 ml, onde iniciou-se a dispersão mecânica, com agitação da amostra

durante 16 h, a 50 rpm, com agitador do tipo Wagner. A suspensão foi passada para proveta de 500 mL através de peneira com malha de 0,053 mm separando a fração areia (retida) das frações silte e argila (suspensão). A fração areia foi separada em grossa e fina após secas e passadas em peneira com malha de 0,210 mm. As frações argila e silte, que englobam partículas com tamanho inferior a 0,053 mm, foram separadas por sedimentação, segundo a lei de Stokes (RUIZ, 2005).

A fração areia foi separada em cinco classes: muito grossa (2,0 mm - 1,0 mm), areia grossa (1,0 mm - 0,5 mm), areia média (0,5 mm - 0,25 mm), areia fina (0,25 mm - 0,105 mm) e areia muito fina (0,105 mm - 0,053 mm). O procedimento foi realizado utilizando um conjunto de peneiras acopladas ao aparelho ROTAP, onde as amostras foram submetidas à agitação por um período de dois minutos, com frequência de 3600 vibrações por minuto (vpm). Procedeu-se a pesagem do material retido em cada uma das peneiras, determinando-se a porcentagem em massa de cada classe de areia proposta para o trabalho (EMBRAPA, 1997).

### **Equivalente de umidade**

Amostras de TFSA foram previamente saturadas com água durante uma noite, em pequenas caixas de metal que possuem fina tela de arame contendo papel filtro. O conjunto formado pela caixa e o solo saturado foram submetidos a um processo de centrifugação a 2.440 rpm, durante 30 min. Posteriormente, transferiu-se a amostra para um recipiente com tampa previamente tarado, com aproximação de 0,01 g. Pesou-se então o conjunto solo, água e recipiente, levando-se à estufa a 105°C, durante um período de 24 h. Decorrido o tempo de estufa, retirou-se o conjunto, sendo este colocado em dessecador até ser atingida a temperatura ambiente. Logo em seguida pesou-se o conjunto (recipiente + solo seco). Para a os cálculos de umidade no equivalente de umidade foi utilizada a seguinte formula:

$$U = \frac{M(R+Solo+Água) - M(R+ Solo)}{M(R+Solo) - M(R)}$$

Em que: M= massa; R= Recipiente

Além das amostras de TFSA, o procedimento para obtenção do equivalente de umidade foi também realizado em amostras de grãos de areia capeados e não capeados.

Para retirada do capeamento da areia foi feito o processo de lavagem com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Para isto, foram colocadas 110 g de solo de cada amostra em recipiente de vidro adicionando-se a estes um volume de aproximadamente 20 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> de modo que cobrisse toda a amostra de solo presente no recipiente. O conjunto foi então homogeneizado ficando em descanso por cerca de 12 h, sendo posteriormente lavado três vezes com água destilada, com intervalo de uma hora entre cada lavagem. Esse procedimento foi repetido até o momento em que a água da lavagem não mais se encontrava turva.

### **Curva característica de água do solo**

Para a determinação da curva característica de água do solo, foram utilizados seis valores de tensão: 2 kPa, 6 kPa, 10 kPa, 500 kPa e 1500 kPa.

Em razão da impossibilidade de coleta de amostras de solo indeformadas utilizando o anel volumétrico no ambiente E (RL, com elevado índice de pedregosidade em todo o perfil da trincheira), a confecção da curva característica de água no solo foi realizada apenas para os solos dos ambientes A, B, C e D.

O procedimento iniciou-se com a saturação das amostras, com água, durante um período mínimo de 12 h. Em seguida, as mesmas foram submetidas à mesa de tensão, utilizada para os valores de 2, 6 e 10 kPa, e ao extrator de Richards, para as tensões de 500 e 1500 kPa.

O período de duração dessa etapa foi de 72 h, e decorrido este tempo, cada amostra foi transferida para um recipiente com tampa, sendo estes previamente tarados, com aproximação de 0,01 g. O conjunto foi pesado com aproximação de 0,01 g [M(R+Solo+Água)] para em seguida ser levado à estufa a 105°C durante 24 h. Transcorrido este tempo, o mesmo foi transferido para um dessecador, até que a temperatura ambiente fosse atingida, procedendo-se então a pesagem do conjunto (recipiente + solo seco). Os cálculos de umidade foram realizados conforme descrito anteriormente.

### **Densidade do solo**

Nas amostras indeformadas foram realizadas determinações da densidade do solo, conforme EMBRAPA (1997), pelo método do anel volumétrico.

### **Densidade de partículas**

Foram realizadas em amostras deformadas de solo, utilizando o método do balão volumétrico, conforme EMBRAPA (1997).

#### **3.3.3. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

O uso da microscopia eletrônica visou o estudo da morfologia dos grãos da fração areia, avaliando-se o grau de arestamento e de retrabalhamento dos mesmos de maneira que se busque realizar inferências sobre a gênese e grau de evolução do solo, bem como sobre o efeito do capeamento desses grãos com materiais de natureza coloidal, na melhoria nas condições físico-químicas daquele solo. Esse estudo foi realizado no Núcleo de Microscopia e Microanálises da Universidade Federal de Viçosa, tendo sido utilizado Microscópio Eletrônico de Varredura Leo, 1430VP.

Uma amostra de cada ambiente foi selecionada para esta avaliação, além de uma amostra adicional correspondente a areia submetida à lavagem com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, e portanto sem capeamento com materiais de natureza coloidal, totalizando seis amostras.

Cada amostra foi então aderida a um porta-amostra e submetida previamente ao processo de metalização, que consiste na impregnação a vácuo de película de material condutor de corrente elétrica – no caso o ouro (Au) – para, em seguida, ser conduzida ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

#### **3.3.4. Serapilheira**

Para avaliação do estoque de serapilheira de cada ambiente foram coletadas amostras conforme metodologia descrita por Scoriza et al. (2012). Para tanto foram utilizados gabaritos de madeira com dimensões de 1,0 x 1,0 m, os quais foram distribuídos de forma aleatória dentro de cada parcela. As

amostragens foram realizadas no outono, logo após o final do período chuvoso de 2013. O material coletado, após secagem em estufa (50°C durante 24 horas), foi pesado sem qualquer tipo de fracionamento, com o objetivo apenas de quantificar o total de biomassa aportado pela vegetação, que foi acumulado no solo.

### **3.3.5. Análises estatísticas**

Foi realizada a comparação entre médias dos parâmetros de cada ambiente, através de análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Entre os ambientes estudados, as diferenças quanto a estrutura da vegetação são evidenciadas através do estudo fitossociológico, juntamente com os aspectos fitofisionômicos. Tais diferenças ocorrem mesmo naqueles ambientes cujas classes de solo são semelhantes, e estão representadas no Quadro 2. Os parâmetros avaliados em cada bioma serão, portanto, apresentados e discutidos individualmente a seguir.

### **4.1. Ambiente A – RQ – CERRADO S.S. RALO**

O ambiente A possui topografia plana e solo com boa drenagem, sem impedimento físico ao desenvolvimento de raízes, textura arenosa, com predomínio da subclasse areia fina, baixa CTC, distrófico, sendo classificado como Neossolo Quartzarênico (RQ) (Figura 4).

Uma camada delgada e descontínua de serapilheira (845,20 g/m<sup>2</sup>) foi encontrada nesse ambiente, representada por folhas e pedaços de galhos que recobrem parcialmente o solo (Figura 5 e Quadro 8).

A cobertura vegetal é típica de um “Cerrado stricto sensu Ralo” (Figura 6 e 7), caracterizado por plantas com aspecto arbóreo-arbustivo, com altura média do dossel entre 2 e 3 m.

As espécies amostradas no inventário fitossociológico encontram-se relacionadas no Quadro 3, onde percebe-se a clara predominância da família Caesalpinaceae, seguida da Fabacea e da Loganiaceae, representadas pelas

Quadro 2 – Resumo dos parâmetros dendrológicos – APAE do Rio Pandeiros (valores médios)

| Ambientes    | DT        | G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | h (m)  | V (m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-----------|--------------------------------------|--------|---------------------|
| Amb. A (RQ)  | 5833,33 a | 3,44 a                               | 2,73 a | 8,39 a              |
| Amb. B (RQ)  | 7700,00 b | 29,56 b                              | 5,27 b | 165,13 b            |
| Amb. C (RQ)  | 9400,00 c | 26,84 b                              | 4,00 c | 126,71 b            |
| Amb. D (LVA) | 7100,00 b | 13,83 c                              | 2,48 a | 55,71 c             |
| Amb. E (RL)  | 9733,33 c | 10,05 c                              | 2,79 a | 32,45 c             |

DT = Densidade Total(N/ha): total de indivíduos (N) por área (ha); G = Área Basal (G =  $\Sigma g/ha$ ): somatório da área seccional individual (g) por unidade de área (ha); h = Altura média dos indivíduos (m); V = Volume total de material lenhoso (m<sup>3</sup>); RQ = Neossolo Quartzarênico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo; RL = Neossolo Litólico.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

espécies *Copaifera martii* e *Hymenaea stigonocarpa*, *Vaitarea macrocarpa* e *Strychnos pseudoquina*, respectivamente, e que juntas representam 72,57 % dos indivíduos inventariados e 23,57 % de dominância relativa. Também chama atenção a espécie *Pouteria ramiflora*, da família Sapotaceae, com 65,45% de dominância relativa e IVC de 71,73, embora tenha apenas 6,29% dos indivíduos amostrados, e a *Qualea grandiflora*, pertencente a família Voichysiaceae, cuja dominância relativa é da ordem de 8,01 %, e com o índice de valor de cobertura (IVC) de 15,44. Segundo Melo (2008), a família Voichysiaceae destaca-se em áreas de cerrado sendo típica e importante nesses ambientes de solos ácidos, possuindo vantagem competitiva, haja vista a característica alumínio-acumuladoras de muitas das suas espécies. Destaca ainda a família Caesalpiniaceae, como a de maior número de espécies dentre aquelas inventariadas. O IVC das espécies acima mencionadas, juntas, totaliza 183,28, indicando assim a importância das mesmas naquela comunidade.

O tipo fitofisionômico do cerrado encontrado no ambiente A corresponde a uma comunidade com indivíduos de baixo porte, com menor densidade relativa e com menor área basal, portanto, com menor estrutura vegetacional em relação aos demais ambientes estudados (Quadro 2). Este ambiente também mostrou ser o de menor acúmulo de serapilheira na superfície do solo.

#### **4.1.1. Características químicas dos solos**

Os resultados das análises químicas realizadas nas amostras coletadas no ambiente A são apresentados no Quadro 4 (profundidade de 0 a 20 cm) e Quadro 5 (profundidade de 20 a 40 cm).

Seguindo os critérios propostos por Alvarez et al. (1999) para classificação do estado da fertilidade dos solos para fins agrícolas, os valores de pH em água no Ambiente A são baixos, indicando uma elevada acidez ativa. A CTC a pH 7,0 (T) encontra-se em níveis baixos, e a CTC efetiva (t) com níveis muito baixos, nas duas camadas avaliadas. Uma vez que o solo possui textura arenosa, sua CTC, ainda que considerada baixa, provavelmente deva estar



Figura 4 – Minitrincheira no solo (RQ) do Ambiente A – (0 a 40 cm).



Figura 5 – Serapilheira sobre o solo do Ambiente A (Cerrado s.s. ralo).



Figura 6 – Ambiente A – Cerrado s.s. Ralo – APAE do Rio Pandeiros.



Figura 7 – Ambiente A – Cerrado s.s. Ralo com indivíduos de baixo porte, menor densidade relativa e menor área basal.

Quadro 3 – Levantamento fitossociológico do Cerrado s.s. Ralo – Ambiente A – APAE do Rio Pandeiros

| Família         | Espécie                      | DA (n ha <sup>-1</sup> ) | DR (%)        | FR (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | DoR (%)       | IVC           |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Annonaceae      | <i>Duguetia furfuracea</i>   | 100,00                   | 1,71          | 0,01                                  | 0,09          | 1,81          |
| Caesalpiniaceae | <i>Copaifera martii</i>      | 1800,00                  | 30,86         | 0,33                                  | 3,25          | 34,10         |
| Caesalpiniaceae | <i>Hymenaea stigonocarpa</i> | 633,33                   | 10,86         | 1,05                                  | 10,21         | 21,06         |
| Clusiaceae      | <i>Kielmeyera speciosa</i>   | 100,00                   | 1,71          | 0,02                                  | 0,21          | 1,92          |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum deciduum</i> | 100,00                   | 1,71          | 0,02                                  | 0,16          | 1,87          |
| Euphorbiaceae   | <i>Sapium glandulatum</i>    | 100,00                   | 1,71          | 0,02                                  | 0,22          | 1,94          |
| Fabaceae        | <i>Vatairea macrocarpa</i>   | 1033,33                  | 17,71         | 0,49                                  | 4,78          | 22,50         |
| Loganiaceae     | <i>Strychnos pseudoquina</i> | 766,67                   | 13,14         | 0,55                                  | 5,31          | 18,45         |
| Myrtaceae       | <i>Psidium firmum</i>        | 100,00                   | 1,71          | 0,01                                  | 0,11          | 1,82          |
| Phytolaccaceae  | <i>Spondias tuberosa</i>     | 200,00                   | 3,43          | 0,08                                  | 0,79          | 4,22          |
| Sapotaceae      | <i>Pouteria ramiflora</i>    | 366,67                   | 6,29          | 6,75                                  | 65,45         | 71,73         |
| Vochysiaceae    | <i>Qualea grandiflora</i>    | 433,33                   | 7,43          | 0,83                                  | 8,01          | 15,44         |
| Vochysiaceae    | <i>Vochysia tucanorum</i>    | 100,00                   | 1,71          | 0,15                                  | 1,43          | 3,14          |
| <b>TOTAL</b>    |                              | <b>5833,33</b>           | <b>100,00</b> | <b>10,32</b>                          | <b>100,00</b> | <b>200,00</b> |

DA = Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); DR = Densidade relativa (%); FR = Frequência relativa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); DoR = Dominância relativa (%);

IVC = Índice de Valor de Cobertura

sendo gerada pelas cargas negativas da matéria orgânica (MO), embora também este componente se apresente com baixos teores. Os teores de  $Al^{3+}$  são considerados médios na camada de 0 a 20 cm, onde o teor de MO encontra-se mais alto, e baixos na camada de 20 a 40 cm. A saturação por alumínio (m) é bastante alta, sendo um reflexo dos teores de  $Al^{3+}$  e baixa CTC. Os teores de Ca, Mg, K e, por conseguinte, de soma de bases, são considerados muito baixos, o que associado à baixa CTC, reduz a saturação de bases, conferindo a esse solo o caráter distrófico. O P disponível é muito baixo, o que representa uma limitação para o desenvolvimento da vegetação. O Prem acima de  $40 \text{ mg.L}^{-1}$ , indica que o solo possui uma baixa capacidade de adsorção de fosfatos.

Este ambiente representa bem os solos cujo material de origem são os arenitos da Formação Uruçuia, por possuírem composição química pobre em bases trocáveis e textura arenosa. De acordo com Lima e Santos (2011), dada sua composição formada de arenitos quartzosos, localmente cimentado por material silicoso, os solos derivados da Formação apresentam grandes limitações químicas para o desenvolvimento de plantas cultivadas.

#### **4.1.2. Características físicas dos solos**

##### **4.1.2.1. Análise granulométrica e fracionamento da areia**

Os solos desenvolvidos sob “cerrado s.s. ralo” no “Ambiente A” apresentam, na camada de 0 a 20 cm (Quadro 6), teores médios de areia ( $93,7 \text{ dag kg}^{-1}$ ), com  $6,3 \text{ dag kg}^{-1}$  de argila. Na profundidade de 20 a 40 cm (Quadro 7), os valores e sua distribuição apresentaram magnitudes semelhantes à verificada na camada de 0 a 20 cm, com  $94,3 \text{ dag kg}^{-1}$  para a fração areia e  $5,7 \text{ dag kg}^{-1}$  de argila. A classificação textural para os solos deste ambiente é areia.

Procedido o fracionamento da areia, constatou-se a predominância, nas duas profundidades avaliadas, da fração areia fina, seguida da muito fina e média (Quadros 6 e 7). Observou-se ainda uma discreta tendência de redução do diâmetro das frações areia em profundidade. Fontes (1984), em estudo realizado em Neossolos Quartzarênicos, observou um aumento nos teores das

Quadro 4 – Atributos químicos dos solos amostrados a 20 cm de profundidade – APAE do Rio Pandeiros<sup>(1)</sup>

| Repetições                           | pH               | pH   | P                   | K                   | Ca    | Mg     | Al                     | H+Al  | SB    | t     | T     | V      | m       | MO                   | P-rem              |
|--------------------------------------|------------------|------|---------------------|---------------------|-------|--------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|----------------------|--------------------|
|                                      | H <sub>2</sub> O | KCl  | mg dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> |       |        | cmolc dm <sup>-3</sup> |       |       |       |       | %      |         | dag kg <sup>-1</sup> | mg L <sup>-1</sup> |
| Ambiente A (RQ) - Cerrado s.s.Ralo   |                  |      |                     |                     |       |        |                        |       |       |       |       |        |         |                      |                    |
| T-01                                 | 5,15             | 4,34 | 1,90                | 13,00               | 0,09  | 0,01   | 0,57                   | 3,10  | 0,13  | 0,70  | 3,23  | 4,00   | 81,4    | 1,02                 | 38,8               |
| T-02                                 | 4,89             | 4,41 | 1,70                | 10,00               | 0,04  | 0,00   | 0,86                   | 3,00  | 0,07  | 0,93  | 3,07  | 2,30   | 92,5    | 1,02                 | 37,8               |
| T-03                                 | 4,74             | 4,28 | 1,30                | 10,00               | 0,03  | 0,00   | 0,57                   | 3,10  | 0,06  | 0,63  | 3,16  | 1,90   | 90,5    | 0,90                 | 46,8               |
| Média                                | 4,93a            | 4,34 | 1,63ab              | 11,00a              | 0,05a | 0,00a  | 0,67                   | 3,07a | 0,09a | 0,75a | 3,15a | 2,73a  | 88,13a  | 0,98a                | 41,13a             |
| Ambiente B (RQ) - Cerrado s.s.Denso  |                  |      |                     |                     |       |        |                        |       |       |       |       |        |         |                      |                    |
| T-01                                 | 4,49             | 4,01 | 2,40                | 18,00               | 0,05  | 0,00   | 0,76                   | 4,20  | 0,10  | 0,86  | 4,30  | 2,30   | 88,4    | 1,15                 | 33,3               |
| T-02                                 | 4,60             | 4,24 | 3,30                | 19,00               | 0,07  | 0,00   | 0,67                   | 4,20  | 0,12  | 0,79  | 4,32  | 2,80   | 64,8    | 1,02                 | 45,5               |
| T-03                                 | 4,60             | 4,28 | 2,40                | 15,00               | 0,22  | 0,01   | 0,67                   | 3,10  | 0,27  | 0,94  | 3,37  | 8,00   | 71,3    | 1,02                 | 46,1               |
| Média                                | 4,56a            | 4,18 | 2,70bc              | 17,33a              | 0,11a | 0,00a  | 0,70                   | 3,83a | 0,16a | 0,86a | 4,00a | 4,37a  | 74,83ab | 1,06a                | 41,63a             |
| Ambiente C (RQ) - Cerrado s.s.Típico |                  |      |                     |                     |       |        |                        |       |       |       |       |        |         |                      |                    |
| T-01                                 | 4,65             | 4,25 | 2,00                | 14,0                | 0,05  | 0,01   | 0,76                   | 3,80  | 0,10  | 0,86  | 3,90  | 2,60   | 88,4    | 1,15                 | 36,80              |
| T-02                                 | 4,65             | 4,4  | 1,20                | 10,0                | 0,02  | 0,00   | 0,76                   | 3,10  | 0,05  | 0,81  | 3,15  | 1,60   | 93,8    | 0,90                 | 40,00              |
| T-03                                 | 4,8              | 4,24 | 2,60                | 16,0                | 0,07  | 0,02   | 0,86                   | 3,90  | 0,13  | 0,99  | 4,03  | 3,20   | 86,9    | 1,41                 | 42,80              |
| Média                                | 4,70a            | 4,30 | 1,93ab              | 13,33a              | 0,05a | 0,01ab | 0,79                   | 3,60a | 0,09a | 0,89a | 3,69a | 2,47a  | 89,70a  | 1,15a                | 39,87a             |
| Ambiente D (LV) - Cerrado s.s.Típico |                  |      |                     |                     |       |        |                        |       |       |       |       |        |         |                      |                    |
| T-01                                 | 4,85             | 4,25 | 1,20                | 18,0                | 0,11  | 0,05   | 0,57                   | 3,90  | 0,21  | 0,78  | 4,11  | 5,10   | 73,1    | 1,41                 | 42,7               |
| T-02                                 | 4,6              | 4,37 | 1,20                | 24,0                | 0,05  | 0,04   | 0,57                   | 2,70  | 0,15  | 0,72  | 2,85  | 5,30   | 79,2    | 1,28                 | 44,4               |
| T-03                                 | 4,15             | 4,29 | 0,40                | 7,0                 | 0,01  | 0,00   | 0,48                   | 2,40  | 0,03  | 0,51  | 2,43  | 1,20   | 94,1    | 0,51                 | 44,7               |
| Média                                | 4,53a            | 4,30 | 0,93a               | 16,33a              | 0,06a | 0,03ab | 0,54                   | 3,00a | 0,13a | 0,67a | 3,13a | 3,87a  | 82,13ab | 1,07a                | 43,93a             |
| Ambiente E (RL) - Cerrado s.s.Típico |                  |      |                     |                     |       |        |                        |       |       |       |       |        |         |                      |                    |
| T-01                                 | 4,77             | 4,64 | 4,0                 | 54,0                | 1,53  | 0,49   | 0,38                   | 7,90  | 2,16  | 2,54  | 10,06 | 21,50  | 15,0    | 4,73                 | 31,1               |
| T-02                                 | 4,48             | 4,30 | 3,4                 | 51,0                | 0,59  | 0,21   | 0,86                   | 9,60  | 0,93  | 1,79  | 9,53  | 9,80   | 48,0    | 4,48                 | 27,3               |
| T-03                                 | 4,41             | 4,24 | 2,8                 | 42,0                | 0,18  | 0,08   | 0,95                   | 6,60  | 0,37  | 1,32  | 6,97  | 5,30   | 72,0    | 2,56                 | 31,0               |
| Média                                | 4,55a            | 4,39 | 3,40c               | 49,00b              | 0,77a | 0,26b  | 0,73                   | 8,03b | 1,15b | 1,88b | 8,85b | 12,20a | 45,00b  | 3,92b                | 29,80b             |

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Quadro 5 – Atributos químicos dos solos amostrados à profundidade 20 a 40 cm – APAE do Rio Pandeiros<sup>(1)</sup>

| Repetições                                  | pH<br>H <sub>2</sub> O | pH<br>KCl | P<br>mg dm <sup>-3</sup> | K<br>mg dm <sup>-3</sup> | Ca    | Mg    | Al                     | H+Al  | SB    | t     | T     | V<br>% | m      | MO<br>dag kg <sup>-1</sup> | P-rem<br>mg L <sup>-1</sup> |
|---|------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------------------------|-----------------------------|
|   |                        |           |                          |                          |       |       | cmolc dm <sup>-3</sup> |       |       |       |       |        |        |                            |                             |
| <b>Ambiente A (RQ) - Cerrado s.s.Ralo</b>   |                        |           |                          |                          |       |       |                        |       |       |       |       |        |        |                            |                             |
| T-01  | 5,09                   | 4,52      | 1,10                     | 6,00                     | 0,04  | 0,00  | 0,48                   | 1,60  | 0,06  | 0,54  | 1,66  | 3,60   | 88,90  | 0,64                       | 45,50                       |
| T-02  | 4,89                   | 4,45      | 0,80                     | 6,00                     | 0,02  | 0,00  | 0,48                   | 1,70  | 0,04  | 0,52  | 1,74  | 2,30   | 92,30  | 0,61                       | 46,60                       |
| T-03  | 4,71                   | 4,52      | 0,40                     | 5,00                     | 0,02  | 0,00  | 0,48                   | 1,60  | 0,03  | 0,51  | 1,63  | 1,80   | 94,10  | 0,26                       | 43,70                       |
| Média (20 a 40 cm)                          | 4,90 a                 | 4,50a     | 0,77a                    | 5,67a                    | 0,03a | 0,00a | 0,48                   | 1,63a | 0,04a | 0,52a | 1,68a | 2,57a  | 91,77a | 0,50a                      | 45,27a                      |
| <b>Ambiente B (RQ) - Cerrado s.s.Denso</b>  |                        |           |                          |                          |       |       |                        |       |       |       |       |        |        |                            |                             |
| T-01  | 4,72                   | 4,37      | 1,30                     | 9,00                     | 0,03  | 0,00  | 0,58                   | 3,25  | 0,05  | 0,62  | 3,30  | 1,50   | 92,50  | 0,77                       | 39,95                       |
| T-02  | 4,82                   | 4,35      | 1,40                     | 9,00                     | 0,05  | 0,00  | 0,76                   | 2,80  | 0,07  | 0,83  | 2,87  | 2,40   | 91,60  | 0,64                       | 40,10                       |
| T-03  | 4,95                   | 4,50      | 1,10                     | 8,00                     | 0,15  | 0,01  | 0,57                   | 2,00  | 0,18  | 0,75  | 2,18  | 8,30   | 76,00  | 0,77                       | 44,80                       |
| Média (20 a 40 cm)                          | 4,83ab                 | 4,41ab    | 1,27a                    | 8,67a                    | 0,08a | 0,00a | 0,64                   | 2,68a | 0,10a | 0,73b | 2,78a | 4,07a  | 86,70a | 0,73a                      | 41,62a                      |
| <b>Ambiente C (RQ) - Cerrado s.s.Típico</b> |                        |           |                          |                          |       |       |                        |       |       |       |       |        |        |                            |                             |
| T-01  | 4,75                   | 4,32      | 0,70                     | 6,00                     | 0,02  | 0,00  | 0,67                   | 2,40  | 0,04  | 0,71  | 2,44  | 1,60   | 94,40  | 0,64                       | 48,00                       |
| T-02  | 4,79                   | 4,34      | 1,90                     | 16,00                    | 0,10  | 0,03  | 0,76                   | 3,50  | 0,17  | 0,93  | 3,67  | 4,60   | 81,70  | 1,28                       | 35,60                       |
| T-03  | 4,70                   | 4,45      | 0,90                     | 8,00                     | 0,00  | 0,00  | 0,76                   | 2,40  | 0,02  | 0,78  | 2,42  | 0,80   | 97,40  | 0,51                       | 43,60                       |
| Média (20 a 40 cm)                          | 4,75ab                 | 4,37ab    | 1,17a                    | 10,00a                   | 0,04a | 0,01a | 0,73                   | 2,77a | 0,08a | 0,81b | 2,84a | 2,33a  | 91,17a | 0,81a                      | 42,40a                      |
| <b>Ambiente D (LV) - Cerrado s.s.Típico</b> |                        |           |                          |                          |       |       |                        |       |       |       |       |        |        |                            |                             |
| T-01  | 4,68                   | 4,25      | 0,9                      | 10,00                    | 0,01  | 0,00  | 0,86                   | 2,80  | 0,04  | 0,90  | 2,84  | 1,40   | 95,60  | 0,13                       | 42,80                       |
| T-02  | 4,32                   | 4,33      | 0,40                     | 7,00                     | 0,01  | 0,00  | 0,76                   | 2,40  | 0,03  | 0,79  | 2,43  | 1,20   | 96,20  | 0,38                       | 46,80                       |
| T-03  | 4,20                   | 4,21      | 1,20                     | 22,00                    | 0,11  | 0,03  | 0,57                   | 3,50  | 0,20  | 0,77  | 3,70  | 5,40   | 74,00  | 1,41                       | 42,30                       |
| Média (20 a 40 cm)                          | 4,40b                  | 4,26b     | 0,80a                    | 13,00a                   | 0,04a | 0,01a | 0,73                   | 2,90a | 0,09b | 0,82b | 2,99a | 2,67a  | 88,60a | 0,64a                      | 43,97a                      |

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

frações areia muito fina, silte e argila, em amostras coletadas a profundidades em torno de 2 m, atribuindo tal fato a translocação no perfil do solo das partículas mais finas das camadas mais superficiais para as subjacentes.

#### 4.2. Ambiente B – RQ – CERRADO S.S. DENSO

No Ambiente B a topografia é plana e o solo bem drenado, sem restrições físicas ao desenvolvimento radicular, com textura arenosa, predominando a subclasse areia fina, baixa CTC, distrófico, e classificado como Neossolo Quartzarênico (RQ).

Sobre o solo deste ambiente, foi registrado o acúmulo de uma espessa e contínua camada de serapilheira ( $8.600,0 \text{ g m}^{-2}$ ), composta por folhas e pedaços de galhos, estratificados em profundidade conforme o seu grau de transformação, guardando na superfície maior semelhança com o material da parte aérea, e no contato com o solo, um material mais fragmentado em processo de modificação. Essa camada de serapilheira (Figuras 8 e 9) é a mais expressiva encontrada entre os ambientes estudados (Quadro 8).



Figura 8 – Minitrincheira no solo (RQ) do Ambiente B, com detalhe da camada de serapilheira(12 cm).



Figura 9 – Cobertura contínua do solo no ambiente B (Cerrado s.s. Denso) com serapilheira.



Quadro 7 – Atributos físicos dos solos amostrados à profundidade 20 a 40 cm – APAE do Rio Pandeiros<sup>(1)</sup>

| Ambientes                                   | Repetições | Classe Textural | Areia Muito Grossa   | Areia Grossa | Areia Média | Areia Fina | Areia Muito Fina | Silte | Argila | E.Umidade |                     |
|---|------------|-----------------|----------------------|--------------|-------------|------------|------------------|-------|--------|-----------|---------------------|
|   |            |                 | dag kg <sup>-3</sup> |              |             |            |                  |       |        |           | kg kg <sup>-1</sup> |
| <b>Ambiente A (RQ) - Cerrado s.s.Ralo</b>   |            |                 |                      |              |             |            |                  |       |        |           |                     |
| Amb. A                                      | T-01       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 9,0         | 61,0       | 24,0             | 0,0   | 6,0    | 0,039     |                     |
|   | T-02       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 10,0        | 65,0       | 19,0             | 0,0   | 6,0    | 0,038     |                     |
|   | T-03       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 10,0        | 58,0       | 27,0             | 0,0   | 5,0    | 0,032     |                     |
| Média                                       | 20 a 40 cm | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 9,7 a       | 61,3 a     | 23,3 a           | 0,0 a | 5,7 a  | 0,0363 a  |                     |
| <b>Ambiente B (RQ) - Cerrado s.s.Denso</b>  |            |                 |                      |              |             |            |                  |       |        |           |                     |
| Amb. B                                      | T-01       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 18,0        | 60,0       | 18,0             | 0,0   | 4,0    | 0,030     |                     |
|   | T-02       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 9,0         | 57,0       | 27,0             | 0,0   | 7,0    | 0,044     |                     |
|   | T-03       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 10,0        | 59,0       | 25,0             | 0,0   | 6,0    | 0,040     |                     |
| Média                                       | 20 a 40 cm | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 12,3 a      | 58,7 a     | 23,3 a           | 0,0 a | 5,7 a  | 0,0380 a  |                     |
| <b>Ambiente C (RQ) - Cerrado s.s.Típico</b> |            |                 |                      |              |             |            |                  |       |        |           |                     |
| Amb. C                                      | T-01       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 19,0        | 57,0       | 18,0             | 0,0   | 6,0    | 0,034     |                     |
|   | T-02       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 20,0        | 52,0       | 20,0             | 1,0   | 7,0    | 0,053     |                     |
|   | T-03       | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 19,0        | 54,0       | 21,0             | 1,0   | 5,0    | 0,038     |                     |
| Média                                       | 20 a 40 cm | Areia           | 0,0                  | 0,0          | 19,3 b      | 54,3 a     | 19,7 a           | 0,7 a | 6,0 a  | 0,0417 a  |                     |
| <b>Ambiente D (LV) - Cerrado s.s.Típico</b> |            |                 |                      |              |             |            |                  |       |        |           |                     |
| Amb. D                                      | T-01       | Fr-aren         | 0,0                  | 2,0          | 5,0         | 35,0       | 30,0             | 12,0  | 16,0   | 0,095     |                     |
|   | T-02       | Fr-aren         | 0,0                  | 1,0          | 5,0         | 38,0       | 35,0             | 8,0   | 13,0   | 0,076     |                     |
|   | T-03       | Arei-Fr         | 0,0                  | 1,0          | 4,0         | 40,0       | 40,0             | 5,0   | 11,0   | 0,071     |                     |
| Média                                       | 20 a 40 cm | Fr-aren         | 0,0                  | 1,3          | 4,7 c       | 37,7 b     | 35,0 b           | 8,3 b | 13,3 b | 0,0807 b  |                     |

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Quadro 8 – Estoque de serapilheira em cada ambiente<sup>(1)</sup>

| AMBIENTES    | Espessura média da camada (cm) | Recobrimento do Solo | Peso(g.m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Amb. A (RQ)  | < 1 cm                         | descontínuo          | 845,20 a                 |
| Amb. B (RQ)  | 6 a 12 cm                      | contínuo             | 8.600,00 b               |
| Amb. C (RQ)  | 2 a 5 cm                       | contínuo             | 1.982,80 c               |
| Amb. D (LVA) | < 1 cm                         | descontínuo          | 661,60 a                 |
| Amb. E (RL)  | < 1 cm                         | descontínuo          | 691,70 a                 |

(1) Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

(2) RQ = Neossolo Quartzarênico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo; RL= Neossolo Litólico.

Nesse ambiente a vegetação é caracterizada como “Cerrado s.s. Denso”, e apresenta maior grau de desenvolvimento dentre as formas avaliadas, com árvores com altura variando entre 2,5 e 13,0 m (Figuras 10 e 11, e Quadro 2). O estudo fitossociológico revela a ocorrência de indivíduos com maior área basal, maior altura e maior volume lenhoso, em relação aos demais ambientes (Quadro 2). A identificação e distribuição das espécies e famílias inventariadas, bem como os parâmetros estruturais, estão relacionadas no Quadro 9. As famílias que mais se destacaram foram Caesalpiniaceae e a Annonaceae, com predomínio das espécies *Copaifera maitii* e *Xilopia aromatica*, respectivamente, que juntas representam 73,17 % dos indivíduos inventariados (DR), 67,81 % de DoR e IVC de 140,98.

#### 4.2.1. Características químicas dos solos

Da mesma forma que no ambiente anterior de cerrado s.s. ralo, as amostras de solo analisadas no “Ambiente B” indicam uma pobreza generalizada do ponto de vista químico, relacionada com o caráter distrófico desses solos (Quadros 4 e 5). O pH em água mantém-se baixo, com acidez ativa elevada. A CTC a pH 7,0 e a soma e saturação de bases também são de níveis considerados baixos. Os teores de Al<sup>3+</sup> trocável são médios, mas com a baixa CTC efetiva, a saturação por alumínio atinge valores altos.



Figura 10 – Cerrado s.s. Denso no Ambiente B, com detalhe da camada de serapilheira cobrindo o solo de forma contínua.



Figura 11 – Cerrado s.s. Denso no Ambiente B, com indivíduos que chegam a 12 m de altura.

Nesse ambiente observa-se a ocorrência do tipo fitofisionômico de maior destaque do ponto de vista estrutural, composto pelo “Cerrado s.s. Denso”, cujos parâmetros fitossociológicos avaliados (área basal, altura e volume) expressam o seu maior desenvolvimento em relação às demais formações dos outros ambientes estudados.

O teor de P disponível, apesar de muito baixo nas duas profundidades amostradas, é maior na camada superficial. Da mesma forma, o K é baixo na profundidade de 0 a 20 cm e muito baixo de 20 a 40 cm. O mesmo comportamento foi observado para Ca, indicando uma provável contribuição da ciclagem de nutrientes na camada superficial solo, restrita à biomassa e sem que haja o enriquecimento químico do solo como um todo, como também constatado por Neri (2007) na FLONA de Paraopeba. Isto encontra concordância com o expressivo estoque de serrapilheira no ambiente B, como já destacado.

Em ambientes oligotróficos, como o estudado, torna-se importante destacar o papel da serapilheira na dinâmica desses ecossistemas, e sua contribuição na sustentabilidade dos mesmos como principal responsável pela ciclagem dos nutrientes. Esse processo figura como importante fonte de nutrientes para as plantas. Nesse sentido, a ocorrência da serapilheira em maior intensidade nesse ambiente, em relação aos demais, ainda que o solo apresente caráter distrófico associado à textura arenosa, pode indicar a razão do desenvolvimento mais exuberante da vegetação que o recobre.

Quadro 9 – Levantamento fitossociológico do Cerrado s.s.Denso – Ambiente B – APAE do Rio Pandeiros

| Família        | Espécie                         | DA (n/ha)      | DR (%)        | FR (m <sup>2</sup> /ha) | DoR (%)       | IVC           |
|----------------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Anacardiaceae  | <i>Astronium fraxinifolium</i>  | 200,00         | 2,44          | 1,94                    | 6,56          | 9,00          |
| Annonaceae     | <i>Xilopia aromática</i>        | 2200,00        | 26,83         | 17,61                   | 59,57         | 86,40         |
| Annonaceae     | <i>Annona crassiflora</i>       | 200,00         | 2,44          | 0,89                    | 3,02          | 5,46          |
| Apocynaceae    | <i>Himatanthus articulatus</i>  | 600,00         | 7,32          | 1,31                    | 4,42          | 11,74         |
| Caesalpinaceae | <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 200,00         | 2,44          | 0,14                    | 0,47          | 2,91          |
| Caesalpinaceae | <i>Copaifera martii</i>         | 3800,00        | 46,34         | 2,44                    | 8,24          | 54,58         |
| Loganiaceae    | <i>Strychnos pseudoquina</i>    | 100,00         | 1,22          | 0,44                    | 1,49          | 2,71          |
| Lythraceae     | <i>Lafoensia pacari</i>         | 200,00         | 2,44          | 0,20                    | 0,69          | 3,13          |
| Mimosaceae     | <i>Dimorphandra mollis</i>      | 300,00         | 3,66          | 1,98                    | 6,71          | 10,37         |
| Myrtaceae      | <i>Psidium firmum</i>           | 100,00         | 1,22          | 0,19                    | 0,65          | 1,87          |
| Sapindaceae    | <i>Magonia pubescens</i>        | 200,00         | 2,44          | 2,23                    | 7,53          | 9,97          |
| Vochysiaceae   | <i>Qualea grandiflora</i>       | 100,00         | 1,22          | 0,19                    | 0,66          | 1,87          |
| <b>TOTAL</b>   |                                 | <b>8200,00</b> | <b>100,00</b> | <b>29,57</b>            | <b>100,00</b> | <b>200,00</b> |

DA = Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); DR = Densidade relativa (%); FR = Frequência relativa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); DoR = Dominância relativa (%);

IVC = Índice de Valor de Cobertura

Desta importância que pode ter a serapilheira decorre também a relevância de sua preservação, em especial com relação à prática do fogo como instrumento freqüente de manejo de áreas antropizadas.

Para situações como esta, Santos et al. (2008) destacam que existe a possibilidade de as plantas aproveitarem o P orgânico como fonte de nutriente, fração que representa uma parte apreciável do P total encontrado no solo.

A taxa de mineralização de P no solo pode ser um indicador do seu potencial em suprir a demanda das plantas. De acordo com Correia e Andrade (2008), o compartimento formado pela serapilheira e pelo solo é o sítio de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes. A diversidade da vegetação é a principal responsável pela variabilidade horizontal da serapilheira, enquanto que a sua heterogeneidade vertical é decorrente da velocidade de decomposição, determinada por fatores climáticos, edáficos e biológicos. Entre os mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, a queda de resíduos senescentes da parte aérea é fundamental para a formação da serapilheira na superfície do solo, e isto parece ser fator fundamental na manutenção da sustentabilidade do ambiente estudado. Daí também a importância da conservação deste ambiente, dada sua fragilidade na eventual hipótese de se tentar incorporar a área a algum tipo de processo produtivo.

Apesar da considerável camada de serapilheira que recobre o solo, variando entre 6 e 12 cm (figuras 8 e 9, e Quadro 8), os teores de matéria orgânica são baixos nas duas camadas avaliadas e, especialmente, na profundidade de 20 a 40 cm. Esta situação pode ser justificada pelo fato de que essa cobertura vegetal encontra-se sobre um solo com predomínio de areias ( $94,3 \text{ dag kg}^{-1}$ ), que proporcionam pouca estabilidade e proteção para a matéria orgânica, reduzindo sobremaneira o seu tempo de residência no solo, principalmente nas camadas superficiais, o que pode vir a favorecer a lixiviação das frações mais solúveis de MO. Segundo Anjos et al. (2008), em solos arenosos, sob diversos tipos de clima e ambientes, ocorre rápida mineralização da matéria orgânica, tendo como consequência reduzidos teores de carbono orgânico nos mesmos.

Conforme Dick et al. (2009), a matéria orgânica no solo pode ser organizada, conforme a sua localização, em matéria orgânica particulada

(MOP), matéria orgânica associada aos minerais (MOAM) e matéria orgânica dissolvida (MOD). A MOP corresponde ao material orgânico pouco decomposto com vestígios da sua composição original celular e tissular, sendo um material ainda associado com a serapilheira. A MOAM é formada pela interação de substâncias húmicas, através dos seus variados grupos funcionais, com a superfície mineral, formando complexos organominerais que aumentam a estabilidade da matéria orgânica no solo, e a MOD constitui a fração orgânica solúvel no solo.

A observação de amostras de solo deste ambiente no MEV, revela a predominância de grãos de areias de aparência quartzíticas, com baixo recobrimento com materiais de natureza coloidal. Esse capeamento dos grãos de areia, embora baixo, pode também contribuir para a manutenção dos teores de MO encontrados no solo, bem como no comportamento físico-hídrico do mesmo.

Da mesma forma como foi observado no “Ambiente A” (Cerrado s.s. Ralo), os teores mais elevados de  $Al^{3+}$  e da acidez potencial (H + Al) na camada mais superficial do solo podem estar associados à participação da matéria orgânica como fonte de acidez.

#### **4.2.2. Características físicas dos solos**

##### **4.2.2.1. Análise granulométrica e fracionamento da areia**

Os solos do “Ambiente B”, “cerrado s.s denso”, da mesma forma que no ambiente anterior, apresentaram teores de areia de 94,3 e 94,0 dag  $kg^{-1}$ , com 5,3 e 6,0 dag  $kg^{-1}$  de argila, nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente (classe textural areia).

O fracionamento da areia também revelou que, nas duas profundidades avaliadas, houve predominância da fração areia fina, seguida da muito fina e média (Quadros 6 e 7).

### **4.3. Ambiente C – RQ – CERRADO S.S. TÍPICO**

O Ambiente C, da mesma forma que os anteriores, encontra-se em área de topografia plana, com solo bem drenado. A textura do solo é arenosa, com predomínio da sub-classe areia fina. O mesmo apresenta baixa CTC, sendo distrófico, e também classificado como Neossolo Quartzarênico (RQ).

Nesse ambiente a serapilheira apresentou quantidades inferiores às relatadas no ambiente B, porém em níveis superiores aos demais ambientes, recobrando toda a superfície do solo, com uma espessura variando entre 2 e 5 cm, e uma produção de material orgânico de 1.982,8 g m<sup>-2</sup> (Quadro 8).

A fitofisionomia do Ambiente C é a do “Cerrado s.s. Típico”, com altura do dossel variando entre 4 a 6 m, chegando, em alguns casos, a indivíduos com até 9 m. Observa-se uma dominância do estrato arbustivo-arbóreo em relação ao herbáceo-sub-arbustivo. Os dados do levantamento fitossociológico mostram a ocorrência de indivíduos com menor área basal, altura e volume lenhoso, comparativamente ao ambiente B (RQ com cerrado s.s. denso). Entretanto esses mesmos parâmetros superaram os demais ambientes (Quadro 2), indicando assim uma fitofisionomia com maior grau de desenvolvimento.

No Quadro 10 são apresentadas as espécies e famílias inventariadas, com respectivos parâmetros fitossociológicos. Nesse ambiente mereceram destaque as famílias Caesalpiniaceae, Vochysiaceae, Myrtaceae e Anacrdiaceae, representadas pelas espécies *Copaifera martii*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Psidium firmum* e *Anacrdium humile*, respectivamente, as quais compõem 69,15 % dos indivíduos (DR), com 31,55 % de DoR e IVC de 100,70.

#### **4.3.1. Características químicas dos solos**

Os resultados apresentados nos Quadros 4 e 5 mostram que no “Ambiente C” – Cerrado s.s. Típico – o solo é distrófico. A soma e saturação de bases e a CTC a pH 7,0 são baixas. Os teores de Ca e K são inferiores àqueles detectados no Ambiente B (Cerrado s.s. Denso) e discretamente mais elevados que no Ambiente A (Cerrado s.s. Ralo). Situação semelhante foi

verificada para o P disponível, cujos teores, de forma geral encontram-se em níveis considerados muito baixos. Por outro lado os valores de P-rem, nas duas camadas analisadas, indicam baixa capacidade de adsorção de fosfatos, situação também observada nos solos dos ambientes anteriormente descritos. Novamente, dada a natureza arenosa do solo (92,7 dag kg<sup>-1</sup> de areia), supõe-se que a CTC tenha grande contribuição da MO, uma vez que nas duas camadas avaliadas a argila mantém-se com teores semelhantes, enquanto a CTC é mais baixa na profundidade 20 a 40 cm, acompanhando o comportamento dos teores de MO. O pH é baixo, os teores de Al<sup>3+</sup> e de acidez potencial são considerados médios. Todos esses indicadores denotam a baixa fertilidade natural desses solos.

A serapilheira recobre todo o solo deste ambiente, com espessura que varia de 2 e 5 cm (Figuras 12 e 13), e o volume acumulado é superado apenas pelo do Ambiente B (Quadro 8).

O tipo fitofisionômico cerrado s.s. típico (Figura 14) possui maior riqueza florística que aquele do Ambiente A (cerrado s.s. ralo), onde a cobertura do solo com serapilheira é menor, o que pode ser confirmado através dos parâmetros fitossociológicos (volume, altura e área basal). Entretanto, comparando-se com os mesmos parâmetros encontrados para o Ambiente B (cerrado s.s. denso), onde a espessura da serapilheira é maior, verifica-se que ali o padrão de desenvolvimento da vegetação atinge formas mais exuberantes, com maior produção de material lenhoso.

Diante do exposto, pode ser identificado um gradiente de vegetação que se desenvolve em condições climáticas e topográficas semelhantes, e sobre uma mesma classe de solo (Neossolo Quartzarênico - RQ). Esses solos são caracterizados pela pobreza em nutrientes (solos distróficos) e pela textura arenosa. Assim, do ponto de vista fitofisionômico, o gradiente varia de um porte menor (cerrado s.s. ralo), passando por um porte intermediário (cerrado s.s. típico), até chegar a um tipo de formação mais desenvolvida (cerrado s.s. denso), acompanhando o grau de recobrimento do solo com a serapilheira produzida pela própria cobertura vegetal, indicando dessa maneira o nível de importância da ciclagem de nutrientes na sustentabilidade desses ambientes.

Quadro 10 – Levantamento fitossociológico do Cerrado s.s.Típico – Ambiente C – APAE do Rio Pandeiros

| Família         | Espécie                         | DA (n/ha)      | DR (%)        | FR (m <sup>2</sup> /ha) | DoR (%)       | IVC           |
|-----------------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Anacardiaceae   | <i>Anacardium humile</i>        | 800,00         | 8,51          | 0,52                    | 1,83          | 10,34         |
| Anacardiaceae   | <i>Astronium fraxinifolium</i>  | 100,00         | 1,06          | 0,32                    | 1,12          | 2,18          |
| Annonaceae      | <i>Annona crassiflora</i>       | 300,00         | 3,19          | 0,76                    | 2,68          | 5,87          |
| Caesalpiniaceae | <i>Copaifera martii</i>         | 1800,00        | 19,15         | 1,86                    | 6,55          | 25,70         |
| Caesalpiniaceae | <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 900,00         | 9,57          | 1,22                    | 4,27          | 13,85         |
| Caryocaraceae   | <i>Caryocar brasiliense</i>     | 500,00         | 5,32          | 6,22                    | 21,84         | 27,16         |
| Clusiaceae      | <i>Kielmeyera speciosa</i>      | 300,00         | 3,19          | 0,33                    | 1,17          | 4,36          |
| Fabaceae        | <i>Machaerium villosum</i>      | 200,00         | 2,13          | 1,52                    | 5,33          | 7,46          |
| Fabaceae        | <i>Andira cuiabensis</i>        | 300,00         | 3,19          | 6,08                    | 21,35         | 24,54         |
| Fabaceae        | <i>Pterodon emarginatus</i>     | 300,00         | 3,19          | 3,07                    | 10,78         | 13,97         |
| Fabaceae        | <i>Vatairea macrocarpa</i>      | 100,00         | 1,06          | 0,02                    | 0,08          | 1,14          |
| Loganiaceae     | <i>Strychnos pseudoquina</i>    | 500,00         | 5,32          | 0,43                    | 1,50          | 6,82          |
| Lythraceae      | <i>Lafoensia pacari</i>         | 100,00         | 1,06          | 0,23                    | 0,81          | 1,87          |
| Mimosaceae      | <i>Dimorphandra mollis</i>      | 100,00         | 1,06          | 0,46                    | 1,61          | 2,67          |
| Myrtaceae       | <i>Psidium firmum</i>           | 800,00         | 8,51          | 0,67                    | 2,34          | 10,85         |
| Myrtaceae       | <i>Eugenia dysenterica</i>      | 900,00         | 9,57          | 2,19                    | 7,70          | 17,28         |
| Sapindaceae     | <i>Magonia pubescens</i>        | 100,00         | 1,06          | 0,05                    | 0,19          | 1,25          |
| Vochysiaceae    | <i>Qualea grandiflora</i>       | 1300,00        | 13,83         | 2,52                    | 8,85          | 22,68         |
| <b>TOTAL</b>    |                                 | <b>9400,00</b> | <b>100,00</b> | <b>28,47</b>            | <b>100,00</b> | <b>200,00</b> |

DA = Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); DR = Densidade relativa (%); FR = Frequência relativa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); DoR = Dominância relativa (%);

IVC = Índice de Valor de Cobertura

A ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal pode ser considerada um dos processos mais importantes para a garantia da sua sustentabilidade (Dickow et al., 2009). Esses autores mencionam ainda que a ciclagem ocorre através da decomposição da serapilheira, e representa fonte de nutrientes de grande importância para a vegetação, especialmente em solos arenosos e de baixa fertilidade. Rizzini (1997) afirma que a vegetação desenvolvida sobre "areias muito pobres" exigem do meio edáfico muito mais água do que substâncias químicas, destacando as formas de adaptação das espécies aos diferentes ambientes, ao desenvolverem mecanismos de auto-sustentabilidade e criando assim seu ambiente particular de sobrevivência.



Figura 12 – Minitrincheira no solo (RQ) do Ambiente C (0 a 40 cm), com detalhe da cobertura de serapilheira.



Figura 13 – Cerrado s.s. Típico no Ambiente C, com detalhe da camada de serapilheira cobrindo o solo de forma contínua.



Figura 14 – Cerrado s.s. Típico no Ambiente C.

### **4.3.2. Características físicas dos solos**

#### **4.3.2.1. Análise granulométrica e fracionamento da areia**

Da mesma forma que para os ambientes anteriores, a classificação textural foi areia, respaldada pelos teores de areia de 92,7 e 93,3 dag kg<sup>-1</sup> e de argila de 6,3 e 6,0 dag kg<sup>-1</sup>, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade (Quadros 6 e 7).

O fracionamento da areia revela a predominância da fração areia fina, seguida da média e da muito fina, nas duas profundidades avaliadas. Neste caso, observa-se uma redução na proporção de areia fina e um aumento na areia média, em comparação com os ambientes anteriores.

Todos os três ambientes até então avaliados possuem como característica comum, do ponto de vista físico, o alto teor de areia (acima de 90 dag kg<sup>-1</sup>), predominância da fração areia fina, o que se reflete na baixa CTC e baixa retenção de água, destacando ainda mais o caráter oligotrófico das áreas estudadas na APAE. Assim, mecanismos como a ciclagem de nutrientes e a adaptação das plantas a esses ambientes, são peças importantes para o estabelecimento e sustentabilidade da comunidade vegetal.

### **4.4. Ambiente D – LVA – CERRADO S.S. TÍPICO**

Esse ambiente está localizado em área com topografia plana, com solo bem drenado, de textura arenosa, com predomínio da sub-classe areia fina, porém com expressiva participação da classe areia grossa. Os solos apresentam CTC baixa, caráter distrófico e pertencem à classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA).

A cobertura do solo com serapilheira é descontínua, e com espessura de camada inferior a 1 cm (Figuras 15-B e 21-C). A quantidade acumulada é equivalente a 661,6 g m<sup>-2</sup>(Quadro 8).

Trata-se, portanto, de um estoque de serapilheira inferior àqueles identificados nos ambientes B (cerrado s.s. denso) e C (cerrado s.s. típico). Equipara-se, entretanto, ao grau de cobertura e acúmulo verificado nos demais ambientes (A e E).

A cobertura vegetal do Ambiente D é caracterizada pelo tipo fisionômico “Cerrado s.s. Típico” (Figura 15-A), com altura das árvores variando entre 2 e 5 m. Os dados apresentados no Quadro 2 revelam que os indivíduos desse ambiente possuem menor área basal, altura e volume lenhoso, comparativamente ao Ambiente B (RQ com cerrado s.s. denso) e C (RQ com cerrado s.s. típico). Na comparação com o solo do Ambiente A (RQ com cerrado s.s. ralo), esses parâmetros se mostram superiores, e em relação ao Ambiente E (RL com cerrado s.s.típico) a análise estatística demonstra similaridade entre os mesmos.

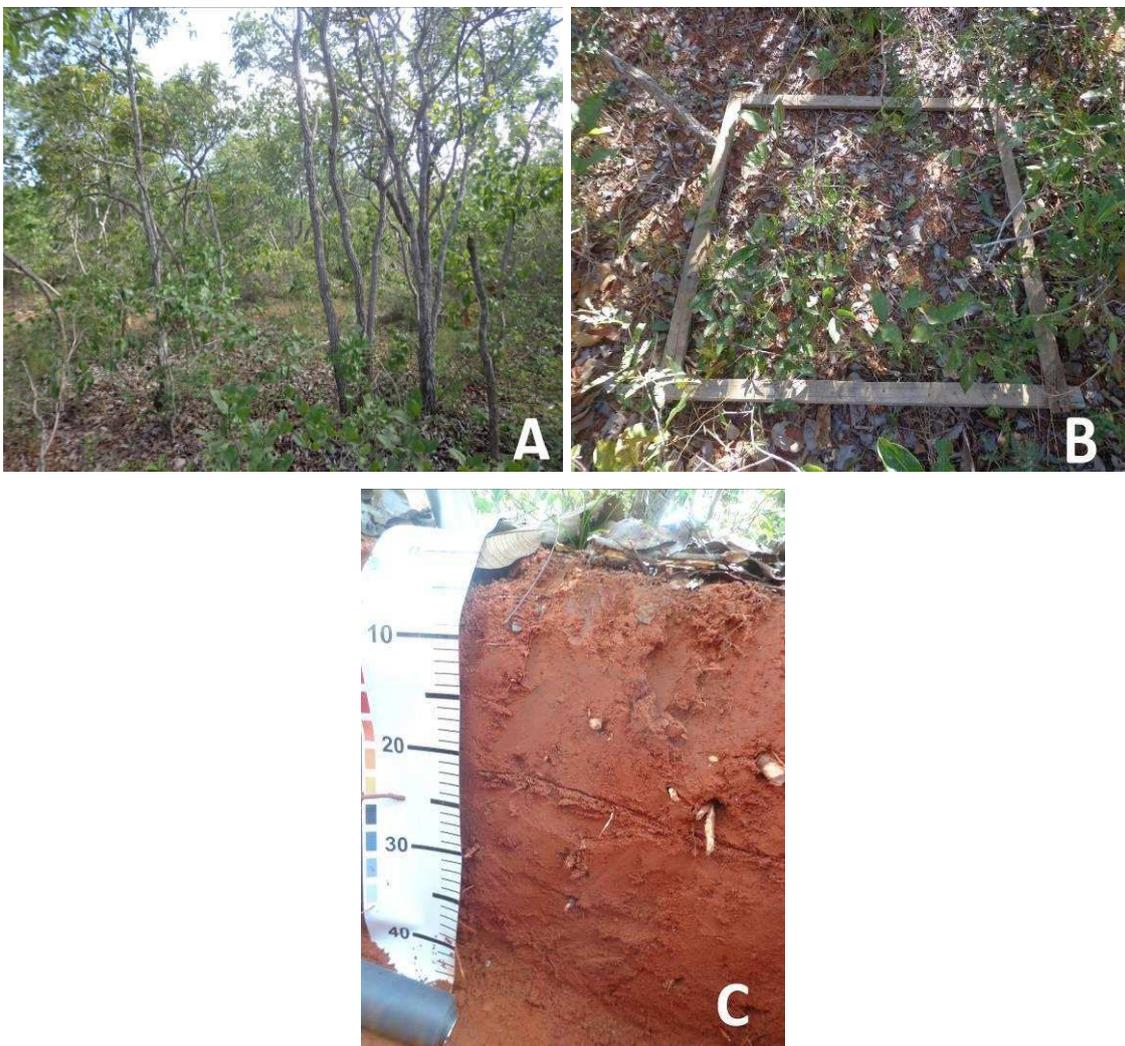


Figura 15 – Características do Ambiente D: (A) Cerrado s.s.Típico; (B) Detalhe da camada de serapilheira cobrindo o solo de forma descontínua, (C) Microtrincheira em LVA, mostrando as camadas de solo amostradas.

Os parâmetros fitossociológicos apresentados no Quadro 11 trazem em destaque as famílias Vochysiaceae (*Qualea grandiflora.*), Sapotaceae (*Pouteria ramiflora*), Caesalpiniaceae (*Sclerolobium paniculatum* e *Copaifera martii*), Loganiaceae (*Strychnos pseudoquina*), Myrtaceae (*Eugenia dysenterica*), que juntas representam 74,32 % dos indivíduos (DR), com 83,43 % de DoR e IVC de 157,75.

#### **4.4.1. Características químicas dos solos**

Os solos desse ambiente guardam certa similaridade, do ponto de vista químico, com aqueles presentes nos ambientes anteriormente descritos e associados com os Neossolos Quartzarênicos (RQ). Eles apresentam teores muito baixos de soma de bases, que decresce em profundidade; baixaS CTC a pH 7,0 e saturação de bases, configurando o caráter distrófico. O pH é baixo e muito baixo nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

O teor de MO é considerado baixo e muito baixo nas duas camadas avaliadas. O teor de  $Al^{3+}$  nas duas profundidades é médio, mas com uma saturação de alumínio considerada muito alta. Os teores de P disponível são considerados muito baixos, sendo menores na camada de 20 a 40 cm, e a capacidade de adsorção de fosfatos, como indicada pelo P-rem, é considerada baixa (Quadros 4 e 5).

Nesse ambiente, a fertilidade do solo é muito baixa e o acúmulo de serapilheira é pequeno, estando o solo coberto com a liteira composta por apenas algumas folhas e pedaços de galhos e ramos não decompostos, com uma camada delgada (Figuras 15-B e 15-C). Ainda assim, a vegetação apresenta grau de desenvolvimento superior àquele do “Ambiente A” (cerrado s.s. ralo) e similar ao do “Ambiente C” (cerrado s.s. típico). Neste caso, a ciclagem de nutrientes aparentemente não apresenta o papel mais importante na manutenção da vegetação. É provável que desenvolvimento vegetal, esteja mais associado aos atributos físicos do solo, o que será discutido a seguir.

Quadro 11 – Levantamento fitossociológico do Cerrado s.s.Típico – Ambiente D – APAE do Rio Pandeiros.

| Família         | Espécie                         | DA (n/ha)      | DR (%)        | FR (m <sup>2</sup> /ha) | DoR (%)       | IVC           |
|-----------------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Anacardiaceae   | <i>Astronium fraxinifolium</i>  | 200,00         | 2,70          | 0,16                    | 1,01          | 3,71          |
| Annonaceae      | <i>Duguetia furfuracea</i>      | 100,00         | 1,35          | 0,00                    | 0,02          | 1,38          |
| Caesalpiniaceae | <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 800,00         | 10,81         | 2,00                    | 12,42         | 23,23         |
| Caesalpiniaceae | <i>Copaifera martii</i>         | 500,00         | 6,76          | 0,14                    | 0,89          | 7,65          |
| Clusiaceae      | <i>Kielmeyera speciosa.</i>     | 400,00         | 5,41          | 0,64                    | 3,96          | 9,37          |
| Euphorbiaceae   | <i>Sapium glandulatum</i>       | 100,00         | 1,35          | 0,01                    | 0,04          | 1,39          |
| Fabaceae        | <i>Andira cuiabensis</i>        | 200,00         | 2,70          | 1,54                    | 9,59          | 12,30         |
| Fabaceae        | <i>Vatairea macrocarpa</i>      | 200,00         | 2,70          | 0,15                    | 0,95          | 3,65          |
| Loganiaceae     | <i>Strychnos pseudoquina</i>    | 700,00         | 9,46          | 0,44                    | 2,72          | 12,18         |
| Mimosaceae      | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 100,00         | 1,35          | 0,03                    | 0,18          | 1,53          |
| Myrtaceae       | <i>Psidium firmum</i>           | 300,00         | 4,05          | 0,05                    | 0,29          | 4,35          |
| Myrtaceae       | <i>Eugenia dysenterica</i>      | 400,00         | 5,41          | 2,84                    | 17,64         | 23,04         |
| Sapotaceae      | <i>Pouteria ramiflora</i>       | 1300,00        | 17,57         | 2,24                    | 13,92         | 31,49         |
| Vochysiaceae    | <i>Qualea grandiflora</i>       | 1800,00        | 24,32         | 5,77                    | 35,84         | 60,16         |
| Vochysiaceae    | <i>Vochysia tucanorum</i>       | 300,00         | 4,05          | 0,08                    | 0,52          | 4,58          |
| <b>TOTAL</b>    |                                 | <b>7400,00</b> | <b>100,00</b> | <b>16,09</b>            | <b>100,00</b> | <b>200,00</b> |

DA = Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); DR = Densidade relativa (%); FR = Frequência relativa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); DoR = Dominância relativa (%);

IVC = Índice de Valor de Cobertura

## **4.4.2. Características físicas dos solos**

### **4.4.2.1. Análise granulométrica e fracionamento da areia**

No solo do ambiente D (LVA, com cerrado s.s típico), diferentemente dos anteriores, nota-se uma maior participação de partículas mais finas como silte e argila. O teor médio de silte é de 7,3 e 8,3 dag kg<sup>-1</sup>, e de argila é de 11,3 e 13,3 dag kg<sup>-1</sup>, nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, respectivamente. Os teores de areia são um pouco menores que os demais ambientes, alcançando valores de 81,3 e 78,7 dag kg<sup>-1</sup> nas duas camadas avaliadas (Quadros 6 e 7). Dessa forma, observa-se uma redução na participação da fração areia fina, que ainda prevalece em relação às demais classes de areia, e também um aumento da fração areia muito fina, que apresenta valores bem próximos da areia fina. Observa-se ainda o incremento da participação de classes de areia de maior granulometria, como a areia grossa e muito grossa, embora com teores ainda discretos. A classificação textural é areia franca na profundidade de 0 a 20 cm, e franco-arenoso, de 20 a 40 cm.

Esse solo proporciona um melhor condicionamento físico-hídrico do que os avaliados anteriormente. O aumento nos teores de argila confere uma melhor disponibilidade hídrica para as plantas que nele se desenvolvem. Como não há impedimento físico, o sistema radicular poderá explorar camadas mais profundas, e as partículas menores poderão reter mais água no perfil. Aqui também vale ressaltar a importância do capeamento dos grãos de areia com materiais de natureza coloidal, em relação a retenção de água no solo. Rocha (2012) relata que o teor de umidade no grão de areia capeado, avaliado pelo equivalente de umidade, chega a ser cinco vezes maior que o grão não capeado.

## **4.5. Ambiente E – RL – CERRADO S.S. TÍPICO**

O Ambiente E diferencia-se dos demais em alguns aspectos, a começar pela topografia, que deixa de ser plana e passa a ser ondulada, especificamente relacionada à formação de elevações do tipo morrote. Estes últimos são compostos por concreções detrítico-lateríticas, sobre as quais

encontra-se a área objeto do estudo. O solo que ali se desenvolve, classificado como Neossolo Litólico (RL), é raso, pedregoso (A/Cr), e assim sendo, com impedimento físico para o desenvolvimento de raízes (Figura 16-B). A superfície do solo em declive, e a menor profundidade efetiva associada à presença de frações grosseiras de cascalhos, calhaus e matacões, representam uma dificuldade à infiltração e manutenção de água no solo, amenizada apenas naquelas posições da paisagem onde localmente ocorre um aplainamento, que frequentemente está associado a um maior aprofundamento do solo. Ainda diferentemente dos solos dos demais ambientes, a textura é mais argilosa, com CTC alta e maior teor de MO, o que torna o solo relativamente um pouco mais fértil, ainda que o caráter distrófico seja diagnosticado.

A serapilheira ocorre em fina camada (inferior a 1 cm) que recobre o solo de forma descontínua, tendo sido quantificada em 691,70 g m<sup>-2</sup> (Figura 16-A)

A fitofisionomia do Ambiente E é caracterizada como Cerrado s.s Típico (Figura 16-C), com indivíduos com área basal e volume que superam apenas aqueles do ambiente A (RQ com cerrado s.s. ralo). O dossel das árvores possui altura que varia entre 4 e 6 m. O estudo fitossociológico mostra que as famílias e espécies que sobressaem neste ambiente são Myrtaceae (*Psidium firmum*), Proteaceae (*Roupala montana*), Caesalpiniaceae (*Sclerolobium paniculatum* e *Copaifera martii*), Loganiaceae (*Strychnos pseudoquina*), Mimosaceae (*Guettarda viburnoides*) e Vochysiaceae (*Qualea grandiflora*), que juntas compõem 76,77 % dos indivíduos (DR), com 71,08 % de DoR e IVC de 147,85 (Quadro 12). Conforme os parâmetros estruturais apresentados no Quadro 2, o volume lenhoso da vegetação nesse ambiente equipara-se ao do ambiente D e é inferior ao dos ambientes B e C, superando em níveis significativos apenas ao do ambiente A.

#### **4.5.1. Características químicas dos solos**

Nesse ambiente somente foi possível a obtenção de amostras na profundidade de 0 a 20 cm (Quadro 4), uma vez que a pedregosidade das camadas subjacentes impossibilitou a coleta de amostras na profundidade 20 a 40 cm. O pH e a soma de bases são baixos, a acidez potencial é alta e o teor

Quadro 12 – Levantamento fitossociológico do Cerrado s.s.Típico – Ambiente E – APAE do Rio Pandeiros.

| Família         | Espécie                         | DA (n/ha)      | DR (%)        | FR (m <sup>2</sup> /ha) | DoR (%)       | IVC           |
|-----------------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Anacardiaceae   | <i>Astronium fraxinifolium</i>  | 600,00         | 6,06          | 0,56                    | 5,22          | 11,28         |
| Annonaceae      | <i>Xilopia aromatica</i>        | 300,00         | 3,03          | 0,42                    | 3,88          | 6,91          |
| Apocynaceae     | <i>Aspidosperma eburneum</i>    | 200,00         | 2,02          | 0,25                    | 2,36          | 4,38          |
| Caesalpiniaceae | <i>Hymenaea stigonocarpa</i>    | 400,00         | 4,04          | 0,22                    | 2,04          | 6,08          |
| Caesalpiniaceae | <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 1300,00        | 13,13         | 2,36                    | 21,93         | 35,06         |
| Caesalpiniaceae | <i>Copaifera martii</i>         | 800,00         | 8,08          | 0,14                    | 1,30          | 9,38          |
| Dilleniaceae    | <i>Curatella americana</i>      | 100,00         | 1,01          | 0,53                    | 4,92          | 5,93          |
| Loganiaceae     | <i>Strychnos pseudoquina</i>    | 1100,00        | 11,11         | 0,78                    | 7,22          | 18,33         |
| Lythraceae      | <i>Lafoensia pacari</i>         | 300,00         | 3,03          | 0,79                    | 7,33          | 10,36         |
| Mimosaceae      | <i>Guettarda viburnoides</i>    | 800,00         | 8,08          | 2,35                    | 21,78         | 29,86         |
| Myrtaceae       | <i>Psidium firmum</i>           | 1400,00        | 14,14         | 0,92                    | 8,53          | 22,67         |
| Proteaceae      | <i>Roupala montana</i>          | 1400,00        | 14,14         | 0,40                    | 3,71          | 17,85         |
| Sapotaceae      | <i>Pouteria ramiflora</i>       | 400,00         | 4,04          | 0,34                    | 3,17          | 7,21          |
| Vochysiaceae    | <i>Qualea grandiflora</i>       | 800,00         | 8,08          | 0,71                    | 6,61          | 14,69         |
| <b>TOTAL</b>    |                                 | <b>9900,00</b> | <b>100,00</b> | <b>10,77</b>            | <b>100,00</b> | <b>200,00</b> |

DA = Densidade absoluta (n ha<sup>-1</sup>); DR = Densidade relativa (%); FR = Frequencia relativa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); DoR = Dominancia relativa (%);

IVC = Índice de Valor de Cobertura

de  $Al^{3+}$  é médio. A CTC a pH 7,0 (T) é alta, decorrente do teor médio de MO e da maior quantidade de argila. Essa argila, pela formação de complexos organominerais, pode estar conferindo maior grau de proteção à matéria orgânica, o que justifica o seu maior teor em comparação com os demais solos, mesmo com um nível mais baixo de produção de serapilheira. O valor de P-rem de 29,80 mg L<sup>-1</sup> indica um solo com média capacidade adsorção de fosfatos.

Neste ambiente verificou-se um baixo estoque de serapilheira (Quadro 8, Figura 16-A e 16-B), em níveis similares àqueles apresentados nos ambientes A (RQ, cerrado s.s. ralo) e D D (LVA, cerrado s.s. típico).

No Quadro 4, podemos observar que os teores de P disponível, K e MO, bem como os valores de SB e T, diferem estatisticamente dos demais ambientes, ocorrendo em maiores magnitudes. Percebe-se que trata-se de um solo que, embora distrófico, apresenta características químicas superiores, do ponto de vista de nutrição de planta, em relação aos demais ambientes, o que pode atuar como mecanismo compensatório em relação à baixa profundidade efetiva. Na medida em que a presença de cascalhos é reduzida e o solo aumenta sua profundidade, observa-se neste ambiente o aumento do porte do cerrado, e inclusive, a presença de elementos florísticos da mata seca (Floresta Estacional Decidual), como, por exemplo, a *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira).

De acordo com Franco (2002), muitas espécies de cerrado acumulam alumínio em grandes quantidades em suas folhas. Entretanto esse acúmulo não interfere na absorção de outros cátions tais como K, Ca e Mg. A acumulação de alumínio é particularmente comum em espécies de cerrado das famílias Vochysiaceae, Melastomataceae, e Rubiaceae. O mesmo autor menciona também, como mecanismo de adaptação, a maior alocação de carbono para as raízes, o que provavelmente, associado à baixa disponibilidade de nutrientes, resulta em baixas taxas de crescimento das árvores. De acordo com Neri (2007), o  $Al^{3+}$  é um dos atributos mais importantes em ecossistemas savânicos, uma vez que em altas concentrações algumas espécies são favorecidas em detrimento de outras. Em quase todos os ambientes estudados foram identificadas espécies da família Vochysiaceae, apesar dos teores de  $Al^{3+}$  naqueles solos serem considerados de baixo a médio.

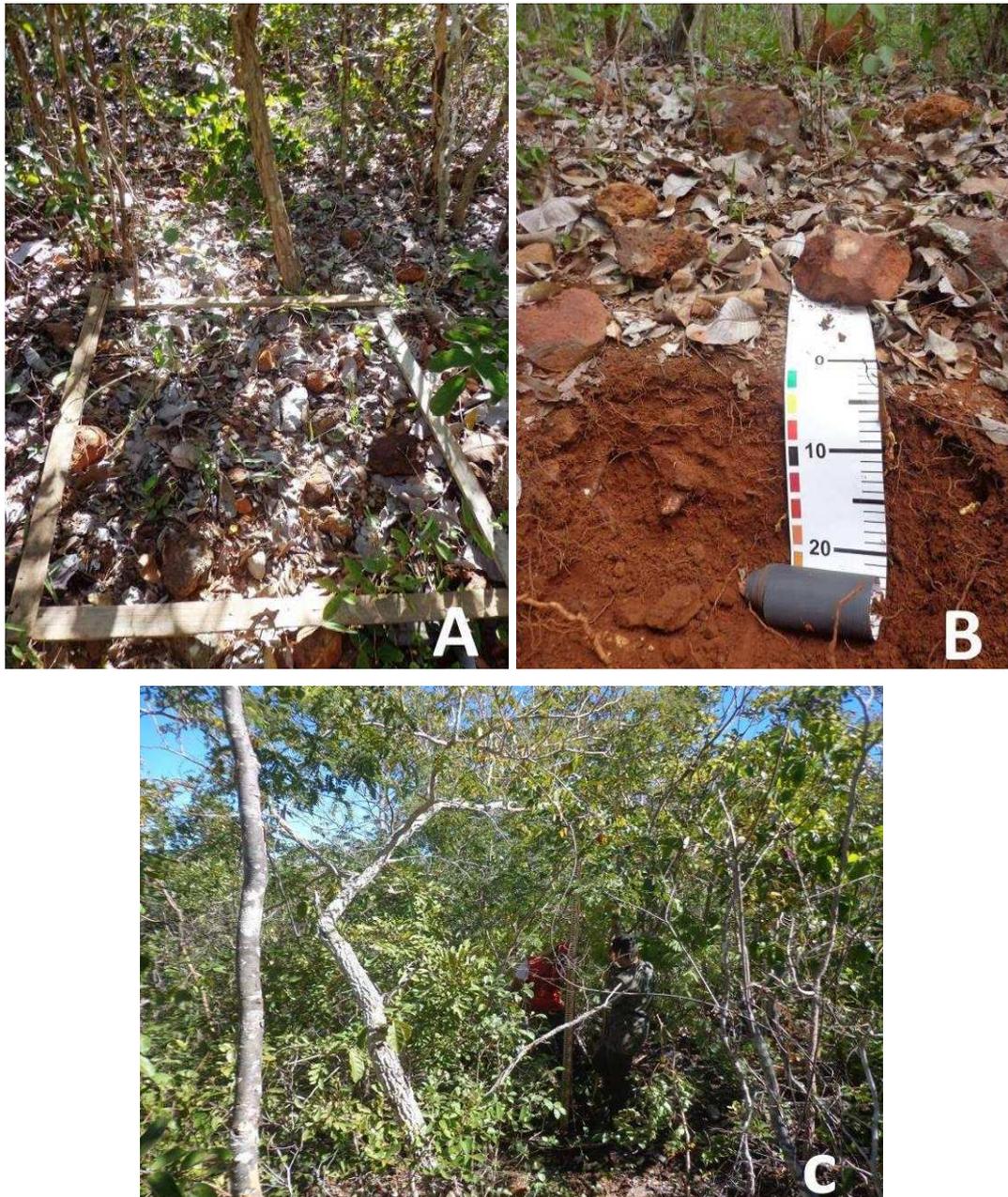


Figura 16 – Ambiente E: (A) camada de serapilheira recobrendo o solo de forma descontínua; (B) Microtrincheira em RL, mostrando a camada de solo amostradas com a ocorrência de pedregosidade; (C) Cerrado s.s.Típico.

Não se observou uma correlação clara da fertilidade do solo com o incremento lenhoso e com a variação fitofisionômica da vegetação. Mesmo apresentando maior disponibilidade de nutrientes, o solo do ambiente E (RL com cerrado s.s. típico) não apresenta o mais exuberante tipo fitofisionômico. O volume de material lenhoso, quantificado no levantamento fitossociológico, também mostra uma produção vegetal menor que a observada no ambiente B (RQ com cerrado s.s. denso), onde os teores de nutrientes disponíveis e

condições de fertilidade são inferiores. Assim, outros fatores devem ser levados em consideração para justificar a presença de distintas fitofisionomias, como a ciclagem de nutrientes, a profundidade do solo e a disponibilidade hídrica relacionada especialmente com os atributos físicos do solo. Disto concorda Neri (2007), quando afirma que a fertilidade do solo não deve ser a única explicação para a ocorrência de gradiente fisionômicos, embora possa ser fator importante para a diferenciação de determinados tipos.

#### **4.5.2. Características físicas dos solos**

##### **4.5.2.1. Análise granulométrica e fracionamento da areia**

No ambiente E, instalado sobre concreções detrítico-lateríticas, o solo tem como característica marcante a ocorrência de pedregosidade, pouca profundidade e limitações físicas ao desenvolvimento de raízes. Dessa forma, apenas a camada de 0 a 20 cm foi amostrada, onde se verificou a classificação textural franco-arenoso. O teor de argila foi de 16,3 dag kg<sup>-1</sup>, o maior valor dessa fração dentre todas as amostras avaliadas. Os teores de silte também se destacaram em relação aos demais ambientes, com valor médio de 27,7 dag kg<sup>-1</sup>.

O teor médio de areia (Quadro 6) foi de 56,0 dag kg<sup>-1</sup>, ainda prevalecendo a areia fina, embora em níveis similares aos da areia muito fina, e com discreta participação das demais classes (areia média, grossa e muito grossa).

#### **4.6. Retenção de Água nos Ambientes Estudados**

##### **4.6.1. Curva de Retenção de Água**

As curvas que representam a capacidade de retenção de água do solo de cada ambiente estudado podem ser visualizadas na Figura 17, com exceção do ambiente E (RL com cerrado ss típico), onde a pedregosidade impossibilitou a coleta de amostras indeformadas,. De maneira geral, em todos os solos avaliados a curva característica de água possui dinâmica semelhante, sendo

observado que nos potenciais aplicados inferiores a -100 kPa a maior parte da umidade do solo foi retirada (valores  $< 0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ), o que pode ser atribuído à textura arenosa dos mesmos. Quando sob potenciais mais baixos, as curvas convergem para uma mesma posição, efeito observado principalmente nos solos dos ambientes A, B e C, todos pertencentes à classe dos Neossolos Quartzarênicos.

O solo do ambiente D (LVA), onde o teor de argila sofre um considerável aumento em relação aos demais, apresenta maiores teores de umidade quando submetido a praticamente todos os valores de potencial. Segundo Silva (2005), a posição relativa da CRA obedece geralmente a ordem de plasticidade do solo, sendo que os solos de maior plasticidade estão acima daqueles de menor plasticidade, a qual está relacionada com o teor de argila, afirmando que um aumento desta fração leva a um aumento da quantidade de água retida sob um mesmo valor de sucção.

De acordo com Grigolon (2013), os fatores que interferem na capacidade de retenção de água do solo são o tipo de solo, a estrutura, a granulometria e a MOS, destacando que as Curvas de Retenção de Água (CRA) geralmente são diferentes para solos argilosos, siltosos e arenosos. Para solos arenosos, pequenas variações de sucção (tensão), respondem por praticamente toda a variação de umidade.

Conforme Libardi (2010), enquanto os macroporos possuem como principais funções a aeração do solo e a condução de água durante o processo de infiltração, os microporos têm grande importância no armazenamento de água.

Convém destacar que, no solo do ambiente D, também os teores de areia fina, bem como os teores de silte, são mais altos, comparativamente com os outros solos estudados, o que pode estar associado à ocorrência de um aumento, ainda que discreto, na proporção de microporos, importantes na retenção de água pelo solo (Quadro 13).

Grigolon (2013) menciona ainda que, dentre os processos básicos que ocorrem na retenção de água no solo, o fenômeno da capilaridade, relacionado com os microporos, é o mais importante na faixa mais úmida do solo, sendo a mesma influenciada pela estrutura, enquanto que o fenômeno da adsorção,

que ocorre na superfície dos sólidos, é mais importante na faixa mais seca do solo sendo influenciada pela textura e pela superfície específica.

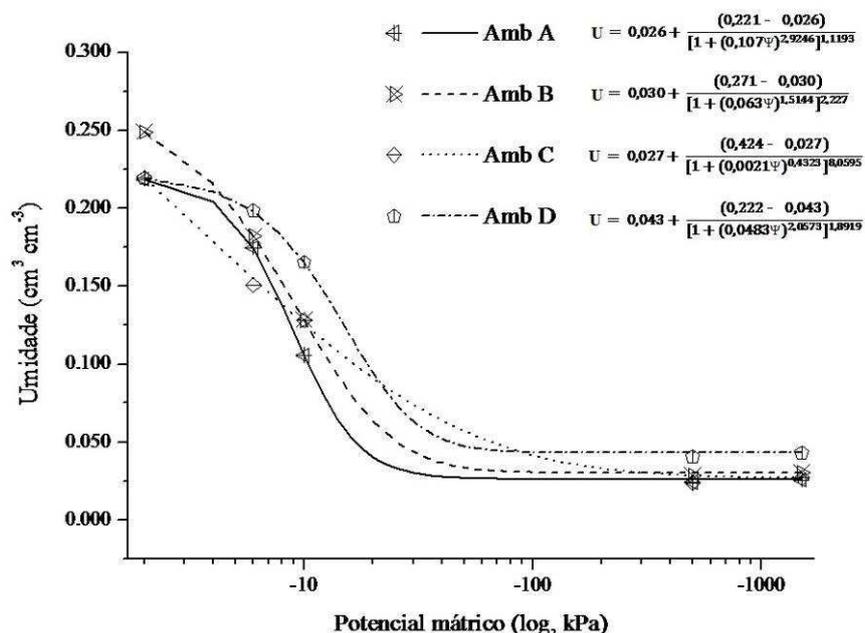


Figura 17 – Curva de retenção de água no solo de cada ambiente estudado – APAE Pandeiros.

Quadro 13 – Atributos físicos dos solos dos ambientes estudados (0 a 20 cm) – APAE do Rio Pandeiros. Dp – densidade de partícula, Ds – densidade do solo, PT – porosidade total, MI – microporosidade, MA – macroporosidade

| Ambiente | Dp (g.cm <sup>-3</sup> ) | Ds (g.cm <sup>-3</sup> ) | PT (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ) | MI (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ) | MA (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ) |
|----------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|
| A (RQ)   | 2,71 a                   | 1,63 a                   | 0,40 a                                  | 0,17 a                                  | 0,23 a                                  |
| B (RQ)   | 2,68 a                   | 1,55 a                   | 0,42 a                                  | 0,18 a                                  | 0,24 a                                  |
| C (RQ)   | 2,68 a                   | 1,62 a                   | 0,40 a                                  | 0,15 a                                  | 0,25 a                                  |
| D (LVA)  | 2,58 b                   | 1,67 a                   | 0,35 a                                  | 0,20 a                                  | 0,15 b                                  |

#### 4.6.2. Equivalente de Umidade

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 14, e com a Figura 18, os solos dos ambientes A, B e C (Neossolos Quartzarênicos) possuem os menores valores de equivalente de umidade nas duas

profundidades avaliadas. Comparando com esses ambientes, no ambiente D (LVA com cerrado s.s. típico) o equivalente de umidade praticamente dobra de valor, e no ambiente E (RL com cerrado s.s. típico) esse valor passa a ser quase quatro vezes superior aos dos três primeiros. Nos solos dos ambientes D e E, esse aumento no equivalente de umidade é acompanhado do incremento no teor de argila. Portanto, nos ambientes onde o solo de baixa fertilidade possui maiores teores de argila, o desenvolvimento da vegetação parece estar ligado à disponibilidade hídrica proporcionada pelos atributos físicos conforme já discutido, dentre os quais se destaca a microporosidade.

Analisando os resultados das amostras nas quais se procedeu a remoção do capeamento dos grãos de areia com materiais de natureza coloidal (Quadro 14), constatou-se que, para os solos de todos os ambientes submetidos a esse procedimento, o equivalente de umidade foi reduzido de maneira significativa. Redução semelhante também pode ser observada nos dados apresentados no Quadro 15. Nos solos mais arenosos (RQ), independente do tipo fitofisionômico que compõe o ambiente, observa-se que o capeamento dos grãos de areia proporcionou um equivalente de umidade 4,5 vezes superior em relação aos grãos que tiveram o capeamento removido. No ambiente com LVA, essa proporção aumenta para 8,7 vezes, e no ambiente com RL, onde se observa os maiores teores de argila, essa diferença é ampliada para 10,2 vezes, evidenciando a importância do capeamento na disponibilidade hídrica do solo.

Quadro 14 – Equivalente de umidade dos solos dos ambientes estudados – Profundidade 0 a 20 cm – APAE do Rio Pandeiros

| Ambiente | Classe Textural | E.Umidade (kg kg <sup>-1</sup> ) |          |                         | Difer.Relat. <sup>2</sup> (%) |
|----------|-----------------|----------------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
|          |                 | Capeadas                         | Não-cap. | Difer.Abs. <sup>1</sup> |                               |
| A (RQ)   | Areia           | 0,0410 a                         | 0,0112 a | 0,0298                  | 264,90                        |
| B (RQ)   | Areia           | 0,0410 a                         | 0,0084 a | 0,0326                  | 386,15                        |
| C (RQ)   | Areia           | 0,0447 a                         | 0,0088 a | 0,0359                  | 406,86                        |
| D (LVA)  | Areia-Franca    | 0,0790 b                         | 0,0091 a | 0,0699                  | 771,03                        |
| E (RL)   | Franco-areno    | 0,1593 c                         | 0,0157   | 0,1437                  | 918,10                        |

<sup>1</sup>Diferença Absoluta(kg kg<sup>-1</sup>) = Capeadas - Não Capeadas

<sup>2</sup>Diferença Relativa(%): 100 (Capeadas/Não Capeadas-1)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

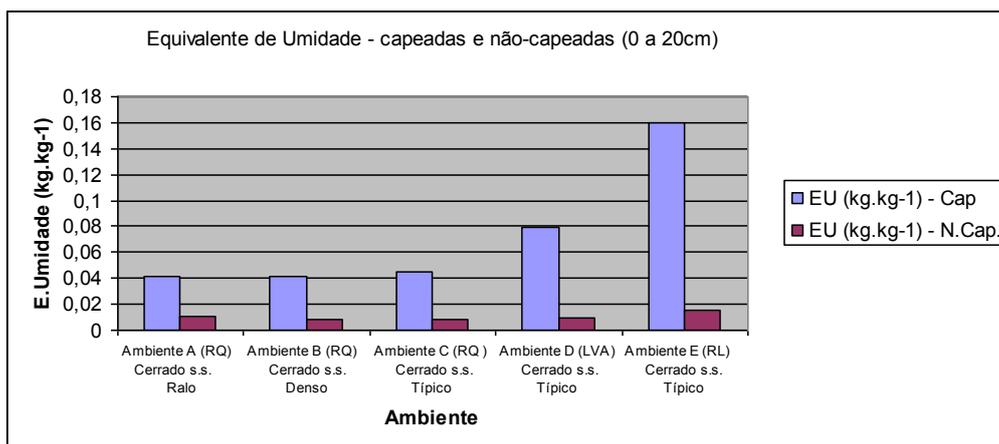


Figura 18 – Equivalente de Umidade(EU) do solo de cada ambiente estudado – APAE Pandeiros – amostras capeadas e não-capeadas (0 a 20cm).

Quadro 15 – Equivalente de umidade dos solos dos ambientes estudados – Profundidade 20 a 40 cm – APAE do Rio Pandeiros

| Ambiente | Classe Textural | E.Umidade (kg kg <sup>-1</sup> ) |          |                         | Difer.Relat. <sup>2</sup> (%) |
|----------|-----------------|----------------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
|          |                 | Capeadas                         | Não-cap. | Difer.Abs. <sup>1</sup> |                               |
| A (RQ)   | Areia           | 0,0363 a                         | 0,0063 a | 0,0300                  | 474,09                        |
| B (RQ)   | Areia           | 0,0413 a                         | 0,0089 a | 0,0324                  | 364,10                        |
| C (RQ)   | Areia           | 0,0417 a                         | 0,0056 a | 0,0360                  | 640,65                        |
| D (LVA)  | Franco-areno    | 0,0807 b                         | 0,0106 a | 0,0700                  | 659,48                        |

<sup>1</sup>Diferença Absoluta(kg kg<sup>-1</sup>) = Capeadas - Não Capeadas

<sup>2</sup>Diferença Relativa(%): 100 (Capeadas/Não Capeadas-1)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

#### 4.7. Microscopia Eletrônica de Varredura dos grãos de areia

Nas micrografias realizadas em grãos de areia sem o capeamento (Figuras 19 – A, B e C) observa-se a superfície irregular e rugosa, com depressões preenchidas por partículas de menores dimensões, como matéria orgânica, microrganismos e frações silte e argila. Analisando as imagens das Figuras 20, 21 e 22, percebe-se que nos ambientes A, B e C o capeamento dos grãos de areia não é muito expressivo, ao contrário das micrografias dos grãos de areia dos ambientes D e E (Figuras 23 e 24) onde se observa o grau mais elevado de capeamento. Tais observações corroboram uma correlação entre o capeamento dos grãos de areia com partículas menores e o conteúdo de umidade no solo tal como discutido anteriormente.

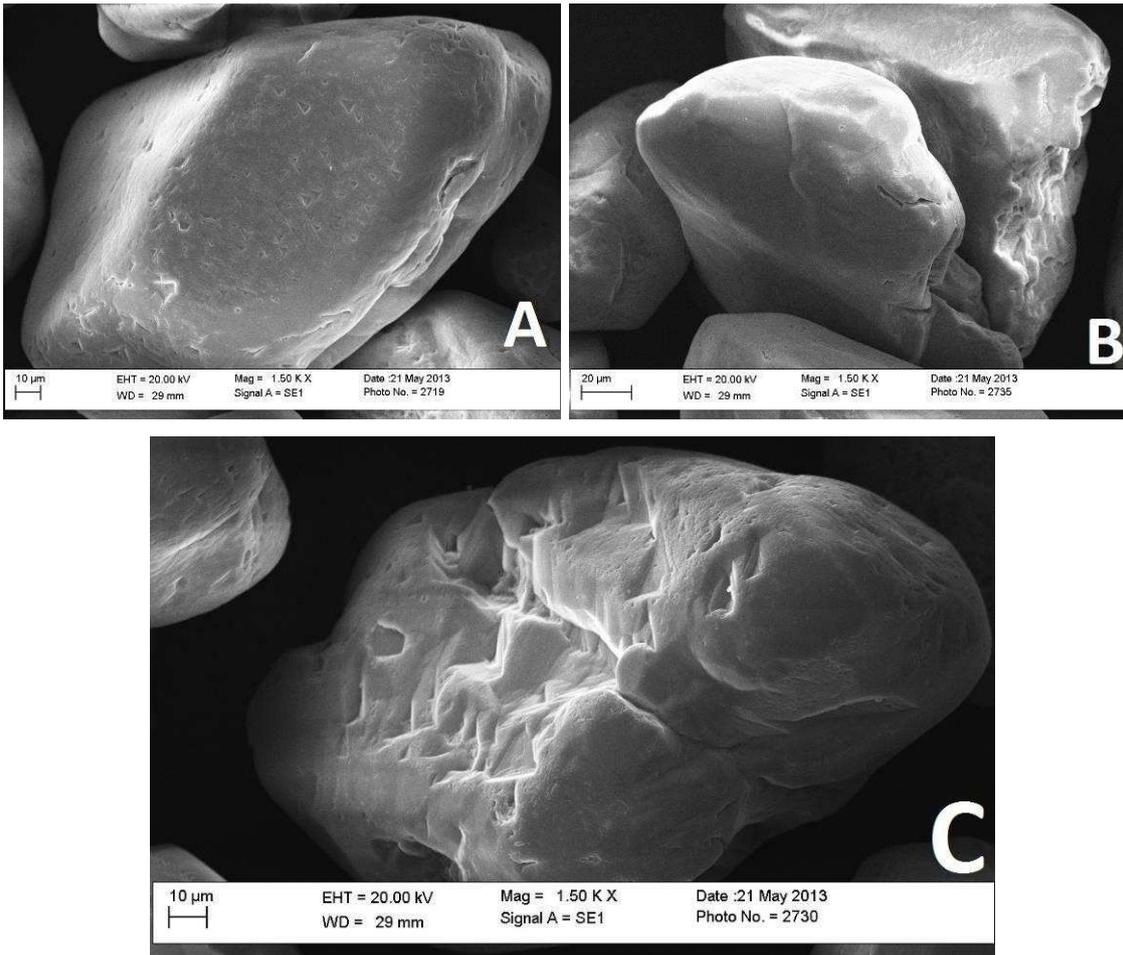


Figura 19 – Micrografias de grãos de areia não capeados – APAE Pandeiros(Ambiente A)

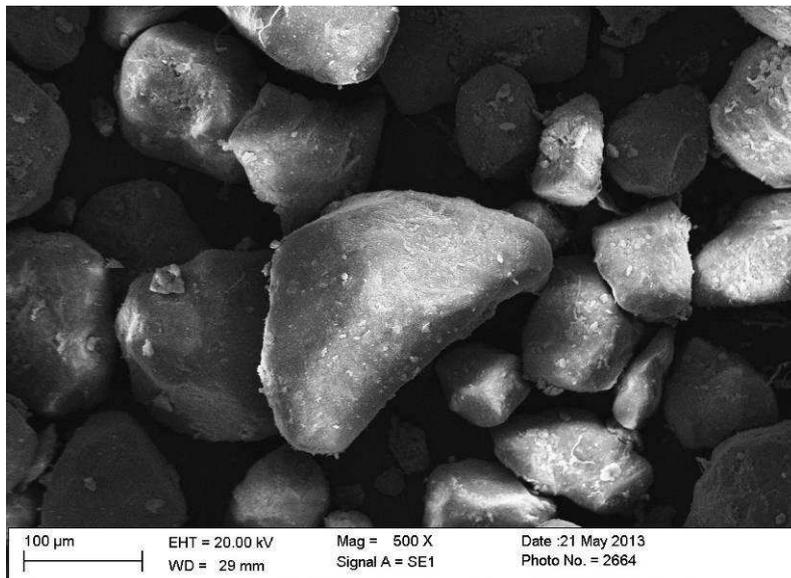


Figura 20 – Ambiente A: Micrografia de grãos de areia capeados – APAE Pandeiros

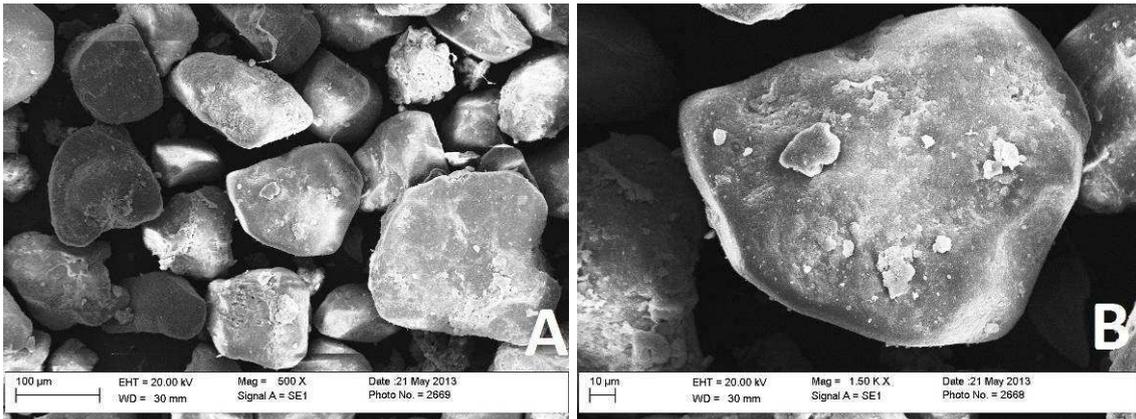


Figura 21 – Ambiente B: (A) Micrografia de grãos de areia capeados; (B) Micrografia com detalhe de grão de areia capeado – APAE Pandeiros

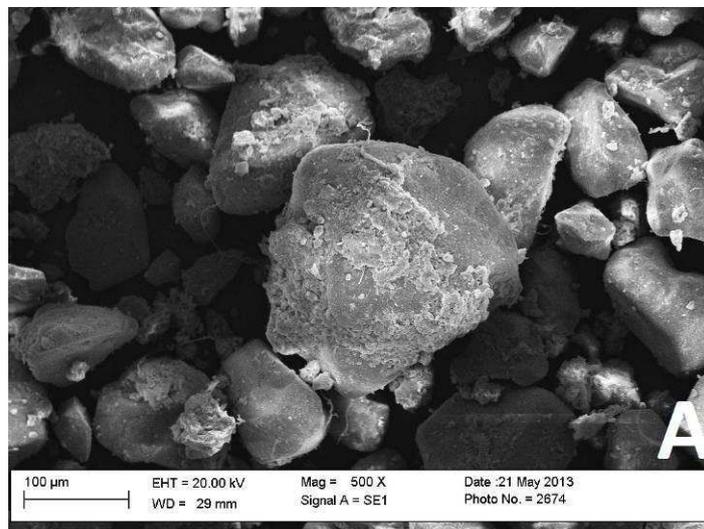


Figura 22 – Ambiente C: Micrografia de grãos de areia capeados – APAE Pandeiros

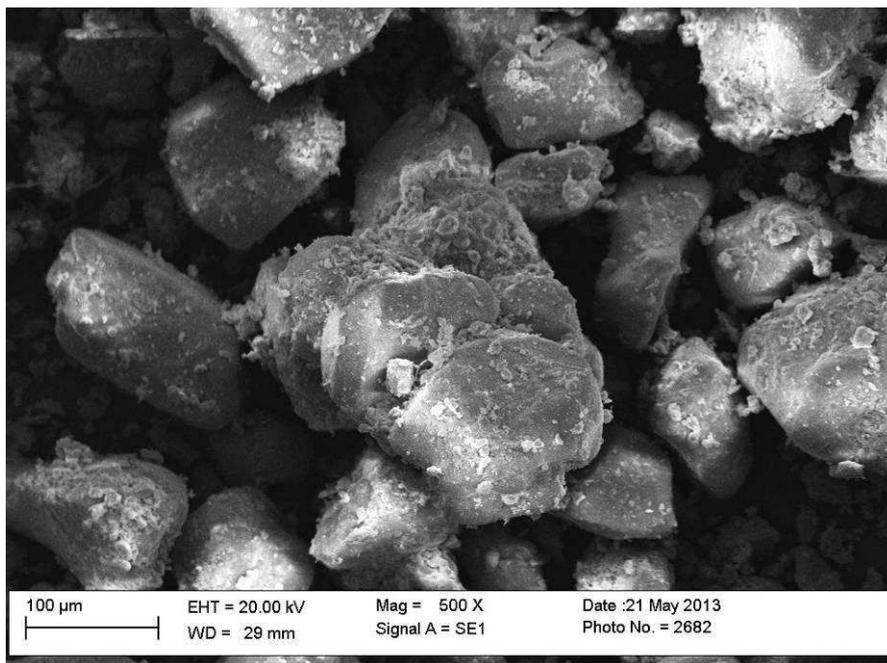


Figura 23 – Ambiente D: Micrografia de grãos de areia capeados – APAE Pandeiros

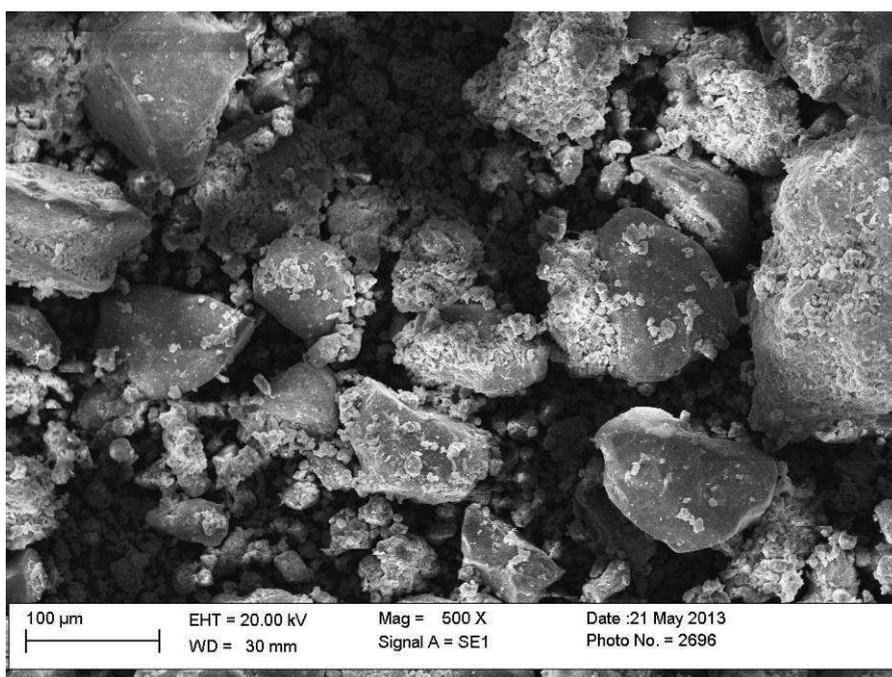


Figura 24 – Ambiente E: Micrografia de grãos de areia capeados – APAE Pandeiros

#### 4.8. Extrações sucessivas de Fósforo com Mehlich-1 e Fósforo Total

De acordo com o Quadro 16, o ambiente E (RL com cerrado s.s.típico) apresenta os maiores teores de P, após oito extrações sucessivas com Mehlich-1 ( $15,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ), seguido do ambiente B (RL com cerrado s.s.denso), com  $9,0 \text{ mg dm}^{-3}$ . Os demais ambientes, com teores entre  $7,1$  e  $7,7 \text{ mg dm}^{-3}$  apresentaram teores mais próximos e menores que os dois ambientes já indicados (Figura 32). Esses dados concordam com a análise química de rotina, procedimento freqüente para fins de avaliação da fertilidade do solo, e que é realizada com apenas uma extração. Dessa forma, no que se refere à disponibilidade de P, nos ambientes E e B verificam-se as melhores condições para o desenvolvimento da vegetação, tendo em vista a reconhecida importância que o P tem para o crescimento das plantas.

É importante ressaltar que, em ambientes oligotróficos, o desenvolvimento dos seres vivos depende da capacidade de adaptação destes, bem como da eficiência na utilização dos escassos recursos disponíveis, que por mais limitados que sejam, em condições naturais repre-

Quadro 16 – Extrações sucessivas de P com Mehlich-1, nos solos dos ambientes estudados – APAE Pandeiros

| Local de Coleta                         | Amostras       | P (mg.dm-3) - Extrações sucessivas (Melich-1) |                |                |                |                |                |                |                |         |
|---|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
|   |                | 1 <sup>a</sup>                                | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | TOTAL   |
| Ambiente A (RQ)                         |                |   |                |                |                |                |                |                |                |         |
| Ambiente A (RQ)<br>Cerrado s.s. Ralo    | T-01 (0-20 cm) | 1,71  | 1,05           | 1,10           | 0,79           | 0,83           | 0,64           | 0,64           | 0,95           | 7,70    |
|   | T-02 (0-20 cm) | 1,90  | 0,94           | 1,21           | 0,70           | 0,71           | 0,71           | 0,61           | 0,71           | 7,49    |
|   | T-03 (0-20 cm) | 1,80  | 1,05           | 1,67           | 0,79           | 0,71           | 0,59           | 0,66           | 0,81           | 8,08    |
|   | Média          | 1,80  | 1,02           | 1,33           | 0,76           | 0,75           | 0,64           | 0,64           | 0,82           | 7,76 a  |
| Ambiente B (RQ)                         |                |   |                |                |                |                |                |                |                |         |
| Ambiente B (RQ)<br>Cerrado s.s. Denso   | T-01 (0-20 cm) | 2,56  | 1,13           | 1,41           | 0,79           | 0,90           | 0,61           | 0,78           | 0,88           | 9,07    |
|   | T-02 (0-20 cm) | 3,09  | 1,32           | 1,48           | 0,91           | 0,95           | 0,47           | 0,59           | 0,47           | 9,27    |
|   | T-03 (0-20 cm) | 2,15  | 0,94           | 1,85           | 0,83           | 0,95           | 0,52           | 0,47           | 0,95           | 8,67    |
|   | Média          | 2,60  | 1,13           | 1,58           | 0,84           | 0,94           | 0,53           | 0,61           | 0,77           | 9,01 b  |
| Ambiente C (RQ)                         |                |   |                |                |                |                |                |                |                |         |
| Ambiente C (RQ)<br>Cerrado s.s. Típico  | T-01 (0-20 cm) | 2,53  | 1,00           | 1,10           | 0,71           | 0,68           | 0,44           | 0,56           | 0,68           | 7,72    |
|   | T-02 (0-20 cm) | 1,37  | 0,77           | 1,10           | 0,77           | 0,64           | 0,40           | 0,47           | 0,52           | 6,03    |
|   | T-03 (0-20 cm) | 2,44  | 0,94           | 1,26           | 0,70           | 0,64           | 0,40           | 0,59           | 0,68           | 7,64    |
|   | Média          | 2,11  | 0,91           | 1,15           | 0,73           | 0,65           | 0,41           | 0,54           | 0,63           | 7,13 ab |
| Ambiente D (LV)                         |                |   |                |                |                |                |                |                |                |         |
| Ambiente D (LVA)<br>Cerrado s.s. Típico | T-01 (0-20 cm) | 1,49  | 0,94           | 1,13           | 0,83           | 0,88           | 0,64           | 0,66           | 0,83           | 7,41    |
|   | T-02 (0-20 cm) | 1,49  | 0,94           | 1,53           | 0,85           | 0,76           | 1,40           | 0,73           | 0,95           | 8,66    |
|   | T-03 (0-20 cm) | 0,94  | 0,64           | 1,05           | 0,71           | 1,25           | 0,64           | 0,54           | 0,73           | 6,50    |
|   | Média          | 1,31  | 0,84           | 1,24           | 0,80           | 0,96           | 0,89           | 0,64           | 0,84           | 7,52 b  |
| Ambiente E (RL)                         |                |   |                |                |                |                |                |                |                |         |
| Ambiente E (RL)<br>Cerrado s.s. Típico  | T-01 (0-20 cm) | 3,84  | 2,65           | 2,93           | 1,97           | 1,25           | 1,45           | 1,47           | 1,42           | 16,98   |
|   | T-02 (0-20 cm) | 3,62  | 2,65           | 2,63           | 2,00           | 1,27           | 1,32           | 0,88           | 1,25           | 15,62   |
|   | T-03 (0-20 cm) | 3,09  | 1,53           | 2,07           | 1,45           | 1,15           | 0,95           | 1,63           | 0,93           | 12,79   |
|   | Média          | 3,51  | 2,27           | 2,54           | 1,81           | 1,23           | 1,24           | 1,33           | 1,20           | 15,13 c |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

sentam o meio que vem possibilitar o estabelecimento de determinada comunidade. Assim, o conhecimento das reservas de nutrientes no solo não deverá se restringir apenas à identificação das suas formas e da quantificação de teores disponíveis, mas deverá levar em conta também os indivíduos que as estão utilizando através de mecanismos próprios de adaptação. Embora os níveis de elementos químicos presentes em solos distróficos venham parecer baixos do ponto de vista do uso de solos agrícolas, os mesmos estão sendo

adequados ao estabelecimento das formas fitofisionômicas dos cerrados que aqui estão sendo estudados. Araujo et al. (2004) avaliando a reposição do P mais lábil pelas frações menos lábeis no solo, chamam a atenção para o fato de que a determinação do P disponível realizada na análise de rotina é uma medida estática e pode não refletir a real capacidade do solo suprir esse elemento às plantas, justificando assim a utilização das extrações sucessivas como método para caracterizar a capacidade de suprimento e investigação da cinética de dessorção de P no solo.

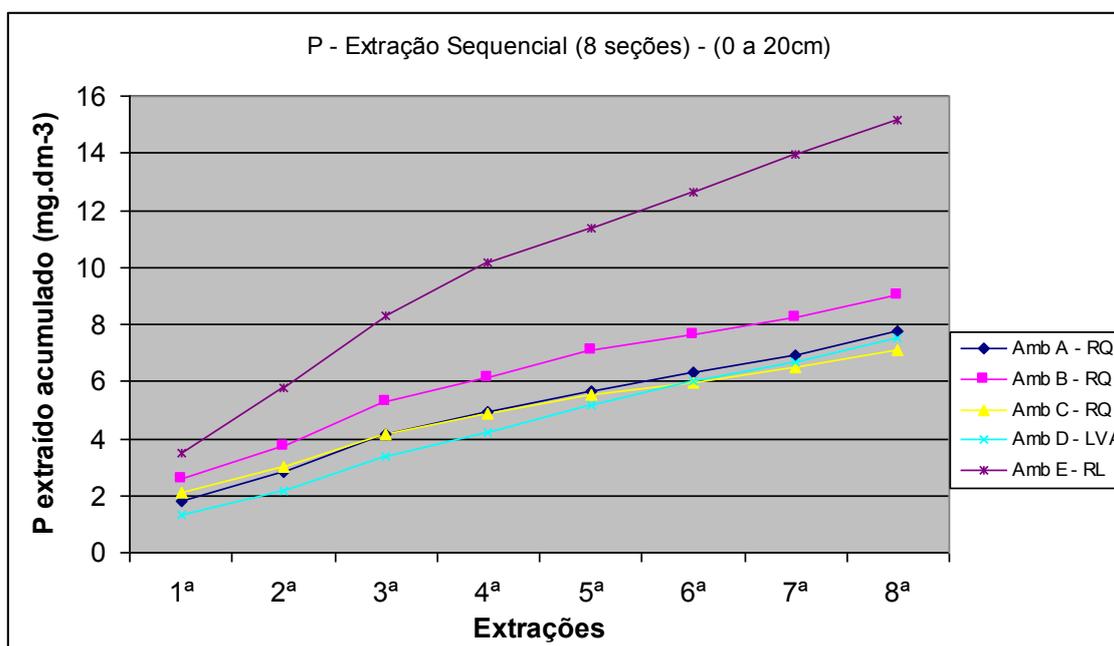


Figura 25 – Extrações sucessivas de P com Mehlich-1, nos solos dos ambientes estudados – APAE Pandeiros

O solo do ambiente B (RQ) apresenta maiores valores de P total (Quadro 17), com teor médio na camada de 0 a 20 cm de  $81,3 \text{ mg dm}^{-3}$ , enquanto nos demais solos os teores variam entre  $44,5$  e  $63,9 \text{ mg dm}^{-3}$ . Interessante destacar que esse mesmo solo apresenta menores valores de P extraível com Mehlich-1 em relação ao solo do ambiente E, indicando que parte do P do solo encontra-se em formas não disponíveis ou não extraíveis pelos procedimentos de rotina. Nesse caso específico, a camada de serapilheira encontrada recobrendo o solo arenoso do ambiente B sugere que tais formas de P podem estar relacionadas com P orgânico, o que representaria assim

importante reserva de P para as plantas que ali se encontram estabelecidas, podendo assim explicar o maior grau de desenvolvimento da vegetação.

De acordo com Silva & Mendonça (2007), os teores de P orgânico no solo podem variar entre 15 a 80 %, tendo mencionado que na camada superficial de solos sob cerrado essa contribuição corresponde a 21 a 34%, com maiores valores sendo observados em solos arenosos. Segundo esses autores, sistemas que privilegiem o aporte orgânico contínuo no solo podem aumentar a ciclagem do P e aumentar a sua disponibilidade para as plantas, afirmando ainda que em ambientes naturais a mineralização do P orgânico pode se constituir na principal fonte de P.

Novais et al. (2008) argumentam que, em condições não-favoráveis à mineralização de resíduos orgânicos, que se acumulam no solo, o acúmulo de MO seria uma “solução” para estocar nutrientes em formas disponíveis, sem favorecer a interferência negativa da fase mineral na manutenção de nutrientes ciclados. Assim, A lenta mineralização da fase orgânica garantiria um suprimento mais gradual de P e de outros nutrientes.

Gatiboni (2003), citando diversos autores, menciona que em ecossistemas naturais a disponibilidade de fósforo está relacionada à ciclagem das formas orgânicas, acrescentando que em solos mais intemperizados 80 % provém dessas frações.

Chama ainda atenção o solo do ambiente E, cujos teores de P total na camada de 0 a 20 cm ( $56,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ) encontram-se inferiores aos detectados nos solos mais arenosos dos ambientes B ( $81,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ), e em níveis estatisticamente similares aos do ambiente C ( $55,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e D ( $63,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ), apesar dos teores de P extraível com Mehlich-1 estarem bastante superiores, indicando a predominância de formas mais disponíveis para as plantas nesse solo. Como fator limitante ao desenvolvimento da vegetação nesse solo, aqui é importante recordar a ocorrência de pedregosidade associada à reduzida profundidade efetiva, que dificulta o crescimento das raízes e a exploração do solo em profundidade.

Quadro 17 – Fósforo total nos ambientes estudados – APAE Rio Pandeiros

|                               | Profundidade / amostras | Ambiente A (RQ) Cerrado s.s. RALO | Ambiente B (RQ) Cerrado s.s. DENSO | Ambiente C (RQ) Cerrado s.s. TÍPICO | Ambiente D (LVA) Cerrado s.s. TÍPICO | Ambiente E (RL) Cerrado s.s. TÍPICO |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Ptotal (mg.kg <sup>-1</sup> ) | 0 a 20 cm               | 37,83                             | 79,83                              | 49,95                               | 58,25                                | 58,25                               |
|                               | 0 a 20 cm               | 49,95                             | 84,30                              | 58,25                               | 71,05                                | 58,25                               |
|                               | 0 a 20 cm               | 45,87                             | 79,83                              | 58,25                               | 62,47                                | 54,08                               |
|                               | Média(0 a 20 cm)        | 44,55 a                           | 81,32 b                            | 55,49 a                             | 63,93 a                              | 56,86 a                             |
| Ptotal (mg.kg <sup>-1</sup> ) | 20 a 40 cm              | 45,87                             | 75,42                              | 54,08                               | 45,87                                | -                                   |
|                               | 20 a 40 cm              | 54,08                             | 71,05                              | 75,42                               | 66,74                                | -                                   |
|                               | 20 a 40 cm              | 45,87                             | 75,42                              | 49,95                               | 66,74                                | -                                   |
|                               | Média(0 a 20 cm)        | 48,61 a                           | 73,96 b                            | 59,82 ab                            | 59,78 ab                             | -                                   |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

## 5. CONCLUSÕES

- Os ambientes estudados têm como característica a ocorrência de solos distróficos (RQ, LVA, RL) cuja cobertura vegetal é o cerrado strictu sensu (s.s.), com variações fitofisionômicas que vão desde o cerrado ralo, passando pelo cerrado típico até o cerrado denso. Mesmo levando em conta o caráter oligotrófico desses ambientes, foram identificadas variações edáficas entre os mesmos que possibilitaram o estabelecimento de gradientes fitofisionômicos.

- No ambiente onde o cerrado se desenvolve sobre concreções detrítico-lateríticas (RL), o porte da vegetação está mais associado com aspectos químicos, relacionados a maiores teores de K, P e soma de bases trocáveis, além das propriedades físico-hídricas, como equivalente de umidade e retenção de água.

- Nos solos arenosos, o porte da vegetação está mais relacionado com a ciclagem de nutrientes (estoque de serapilheira no solo). Nesses solos, o capeamento dos grãos de areia com material de natureza coloidal, seja matéria orgânica ou argila, proporciona melhor condicionamento físico-hídrico, o que se reflete no maior desenvolvimento da vegetação.

- Em ambientes oligotróficos a sustentabilidade das comunidades vegetais que ali se mantêm está diretamente relacionada com o estoque de serapilheira no piso florestal, a qual deverá estar propiciando melhores condições de desenvolvimento das plantas, seja pela ciclagem de nutrientes ou mesmo pelo melhor condicionamento físico-hídrico dos solos.

- Em sistemas arenosos e oligotróficos estudados na APAE do rio Pandeiros, para uma mesma situação climática, topográfica e de classe de solo, a sucessão da vegetação do cerrado parece estar estreitamente ligada com a produção de serapilheira, sugerindo a importância dessa cobertura orgânica sua sustentabilidade do ambiente. Observando a sequência Cerrado s.s. ralo, Cerrado s.s. típico e Cerrado s.s. denso, a produção vegetal, que reflete a sua tipificação fitofisionômica, aumenta com o acúmulo de serapilheira na superfície do solo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.L. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5.<sup>a</sup> Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, p. 25-32. 1999.
- ALVAREZ, V.H.; FONSECA, D.M. Determinação de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **R. Bras. Ci. Solo**, v.14, n.1, p.49-55, 1990.
- ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G., FONTANA, A. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2<sup>a</sup>ed. Porto Alegre: Metrópole, p.65-86. 2008.
- ARAÚJO, M.S.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SAMPAIO, E.V.S.B. Frações de fósforo após extrações sucessivas com resina e incubação, em Latossolos e Luvisolos do Semi-arido de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, v.28, n.2, p.259-268, 2004.
- BERG, E. van den et al. **Estrutura do componente arbóreo de galeria aluvial em Poços de Caldas, MG**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57. 2006, Gramado. Anais. Gramado: SBB, p.1-3, 2006.
- BETHONICO, M.B.M. **Área de proteção ambiental estadual do rio Pandeiros-MG: espaço, território e atores**. 288p. Tese (Doutorado em Geografia), UFF, 2009.
- BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no Norte de Minas Gerais. **Revista Acta Geográfica**, n.5, p.23-38, 2009.
- CALDEIRA, M.C.W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – floresta ombrófila mista Montana - Paraná. **Revista Acadêmica**, v.5, n.2, p.101-116, 2007.
- CAMELO, D.L. **Mineralogia, extração de P, susceptibilidade magnética e teor de elementos traço em s de Minas Gerais**. 106p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), UFV, 2012.
- CETEC. **Levantamento integrado de recursos naturais da região noroeste de Minas Gerais**. 1980. Mapa Geológico. Escala 1:500.000.
- CETEC. **Levantamento integrado de recursos naturais da região noroeste de Minas Gerais**. 1980. Mapa Geomorfológico. Escala 1:500.000.
- CESAR, O.; LEITÃO FILHO, H.F. Estudo florístico quantitativo de mata mesófila semidecídua na Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.50, n.1, p.91-109, 2005.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G.. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2<sup>a</sup>ed. Porto Alegre: Metrópole, p.137-158. 2008.

- COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Caracterização da Paisagem do Cerrado. In: FALEIRO, F.G.;NETO, A.L.F. **Savanas:desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2008. p.363-378.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2.ed. Bronx, USA: The New York Botanical Garden. 555p, 1988.
- DICK, D.P. et al. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V.F., ALLEONI, L.R.F. **Química e Mineralogia do Solo Parte II – Aplicações**. SBCS, p.2-67, 2009.
- DICKOW, K.M.C.; MARQUES,R.; PINTO,C.B. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém depositada em sucessão ecológica na floresta atlântica, litoral do Paraná. **Floresta**, v.39, n.1, p.145-156. 2009.
- EMBRAPA. **Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, 627p, 2009.
- EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Solos). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.212p. 1997.
- FERNANDES, L.A. et al.Propriedades químicas e bioquímicas de solos sob vegetação de mata e campo cerrado adjacentes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.21, n.1, p.58-70, 1997.
- FONSECA, D.S.R. **Avaliação temporal por NDVI em ambientes naturais na Área de Preservação Ambiental do Rio Pandeiros-MG**. 39p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). ICA/UFMG, Montes Claros,MG, 2012.
- FONTES, H.R. **Efeito de sistemas de manejo de solo sobre o desenvolvimento de coqueiros em areia quartzosa marinha**. 81p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), UFV, Viçosa, MG, 1984.
- FRANCO, A.C. Ecophysiology of woody plants. In: OLIVEIRA,P.S.; MARQUIS, R.J.(eds.).**The cerrados of Brazil**. New York: Columbia University Press, 2002, p.178-197.
- GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 231p. Tese (Doutorado), UFSM, Santa Maria, RS, 2003.
- GRIGOLON,G.B. **Curva de retenção de água no solo determinada a partir de um número mínimo de pares de umidade e tensão na câmara de Richards**. 82p. Dissertação(Mestrado em Ciências), ESALQ, Piracicaba, 2013.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro,IBGE, 2004.
- INSTITUTO DE GEOCIENCIAS APLICADAS. **Áreas de proteção ambiental no Estado de Minas Gerais: demarcação e estudos para o pré-zoneamento ecológico-APA Bacia do Rio Pandeiros**. Belo Horizonte, 269 p, 2006.
- JACOMINE,P.K.T. et al. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais, área de atuação da SUDENE**. Recife,PE: EMBRAPA-SNLCS, 108 p, 1979.

- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C.A.; BERNACCI, L.C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasil.Bot.**, v.28, n.3, p.541-562, 2005.
- LIBARDI, P.L. Água no solo. In: QUIRINJ de Jong van Lier. (Org.). **Física do Solo**. Viçosa, SBCS, 2010, p.103-152.
- LIMA, O.A.L.; SANTOS, E.S.M. Caracterização geológica e geofísica do sistema aquífero Urucua e de seu substrato nas bacias dos rios Arrojado e Formoso, Bahia. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.29, n.4, p.723-744, 2011.
- MELO, D.D.V. **Florística, análise fitossociológica e modelo para revegetação da bacia do rio São Francisco MG**. 256p. Dissertação (Mestrado), UFLA, Lavras, 2008.
- MENDONÇA, R.C. et al. Flora vascular do bioma cerrado – checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; J.F. RIBEIRO. **Cerrado Ecologia e Flora**. v.2. Brasília, Embrapa Cerrados, 2008. p.421-442.
- MOURA, M.T.T. O quadro geográfico regional In: PROUS, A., RODET, M.J., OLIVEIRA, R. **Arquivos do Museu de História Natural: Arqueologia do Vale do Rio Peruaçu e adjacências – Minas Gerais**, Belo Horizonte, UFMG, v.19, 2009, p.21-40.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**, v. 27, p. 31-36, 1962.
- NERI, A.V. **Gradiente pedológico-vegetacional de cerrado em Paraopeba-MG**. 125p. Tese (Doutorado em Botânica), UFV, Viçosa, 2007.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F. CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.
- NUNES, Y.R.F.; AZEVEDO, I.F.P.; NEVES, W.V.; VELOSO, M.D.M.; SOUZA, R.A.; FERNANDES, G.W. Pandeiros: o pantanal mineiro. **BIOTA**, v.2, n.2, p.4-17, 2009.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J.A. **Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome**. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (eds.). *The cerrados of Brazil*. New York: Columbia University Press, 2002, p.91-120.
- PAGANO, S.N.; LEITÃO FILHO, H.F. Composição florística do estrato arbóreo da Floresta Estadual Semidecidual, município de Rio Claro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.10, n.1, p.49-61, 1987.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológico, sociológicos e florísticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ambito Cultural, 747 p, 1997.
- ROCHA, P.A. **Características edáficas de cinco ambientes de restinga do Parque Estadual Paulo Cesar Vinha-ES, Brasil**. 74p. Dissertação (Mestrado), UFV, Viçosa, 2012.

- ROSSI, M. et al. Relação solo-vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v.17, n.1, p.45-61, 2005.
- RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **R. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.257-300, 2005.
- SANTOS, A.H.; CASSOL, P.C.; KAMINSKI, J.; ANGHIONONI, I. Fósforo orgânico do solo. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ªed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.101-111.
- SANTOS, L.J.; MARMONTEL, C.V.F.; MARTINS, T.M.; MELO, A.G.C. Fitossociologia de cerrado sensu stricto localizado no município de Carbonita–MG. **Rev.C.E.E.Florestal**, v.15, n.1, p.77-90, 2010.
- SCORIZA, R.N. et al. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e ambiente**, v.2, n.2, p.01-18, 2012.
- SILVA, A.M. **Banco de dados de curvas de retenção de água de solos brasileiros**. 125p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), USP-Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.
- SILVA, I.R e MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F. CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.
- SPERA, S.T.; FERREIRA, M.M.; CURI, N. Inter-relações entre propriedades físico-hídricas de solos e vegetações adjacentes de mata e campo no alto Rio Grande, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.2, p.178-182, 1996.
- WALTER, B.M.T; CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, J.F. O conceito de savana e de seu componente cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; J.F. RIBEIRO. **Cerrado Ecologia e Flora**. v.1. Brasília, Embrapa Cerrados, 2008. p.21-45.
- VELOSO, H.P. et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 124 p, 1991.
- VELOSO, M.D.M. **Estrutura, diversidade florística e variações espaciais do componente arbóreo-arbustivo da vegetação ciliar do rio Pandeiros, Norte de Minas Gerais**. 156 p. Tese (Doutorado), UFLA, Lavras, MG, 2011.
- VIDAL, M.M.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T.; METZGER, J.P. Produção de serrapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada, Ibiúna, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.3, p.521-532, 2007.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.