

NICOLÒ CLEMENTE

**GEOAMBIENTES DA RPPN DA SERRA DO CARAÇA E FEIÇÕES DO
CARSTE QUARTZÍTICO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

C626g
2015 Clemente, Nicolò, 1984-
Geoambientes da RPPN da Serra do Caraça e feições do
carste quartzítico / Nicolò Clemente. – Viçosa, MG, 2015.
xi, 82f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Liovando Marciano da Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.50-55.

1. Solos. 2. Quadrilátero Ferrífero (MG). 3. Carste.
4. Quartzitos. 5. Comunidades vegetais. I. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Solos. Programa de Pós-graduação
em Solos e Nutrição de Plantas. II. Título.

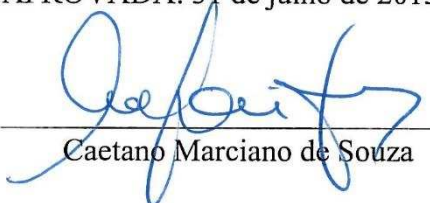
CDD 22. ed. 631.4

NICOLÒ CLEMENTE

**GEOAMBIENTES DA RPPN DA SERRA DO CARAÇA E FEIÇÕES DO
CARSTE QUARTZÍTICO**

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

APROVADA: 31 de julho de 2015.


Caetano Marciano de Souza


João Carlos Ker


Carlos Ernesto Goncalves Reynaud Schaefer
(Coorientador)


Liovando Marciano da Costa
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Camila pelo amor, apoio e confiança.

Ao professor Liovando pelo avanço técnico, pelas discussões sempre proveitosas e seu espírito humano.

Ao professor Carlos pela ajuda e estímulo a trabalhar no ambiente acadêmico.

Aos professores do DPS-UFV.

Ao professor André, pelos dias de campo e estímulo a novas ideias.

Aos amigos e colegas do DPS - UFV. Em especial ao Pablo, Karol, Bruno, João José, Eduardo e Nicolas.

Ao Departamento de Solos UFV e todos que trabalham para uma melhoria constante.

Aos estagiários André, Tailslaine, Cachu e Tamirys pela dedicação ao trabalho sobre a RPPN Santuário do Caraça.

À minha família, que acompanha de longe meus avanços.

Ao Santuário do Caraça e Província Brasileira da Congregação da Missão, especialmente nas figuras da coordenadora ambiental Aline Abreu e de Padre Lauro Palú.

A comunidade de Canelas pelas boas vivências.

Ao Brasil, pela oportunidade de conhecer essa terra maravilhosa e estudar em nível de pós-graduação.

Ao Grupo espeleológico Bambuí Pesquisas Espeleológicas, GBPE, pelo apoio na expedição ao pico do Inficionado.

A amiga Primula Viana pelo trabalho de levantamento florístico.

SUMÁRIO

Índice das figuras	v
Índice das tabelas	vii
Resumo:.....	viii
Abstract:	x
1 INTRODUÇÃO:	1
2 MATERIAL E MÉTODOS:	4
2.1 Área de estudo.....	4
2.1.1 Enquadramento fisiográfico	4
2.1.2 Geologia	5
2.1.3 Geomorfologia	8
2.1.4 Solos.....	9
2.1.5 Vegetação	11
2.2 Estratificação das Unidades Geoambientais.....	11
2.3 Caracterização de solo, rocha e guano de cavernas	12
2.3.1 Atividade de campo e coletas	12
2.3.2 Toposequência de solos	13
2.3.3 Rochas externas e internas à gruta	13
2.4 Análises e procedimentos laboratoriais.....	14
2.3.1 Análise dos solos.....	14
2.3.2 Análise das rochas	15
2.3.3 Análise dos guanos.....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:	16
3.1. Descrição geral dos geoambientes da Serra do Caraça	16
3.2. Campos rupestres quartzítico aberto com feições cársticas e grutas	19
3.3. Campo rupestre arbustivo.....	34
3.4. Patamares de topo com campo rupestre sobre solo arenoquartzoso pedregoso	34
3.5. Campo cerrado rupestre e Cambissolos de xisto.....	38
3.6. Brejo montanhoso com Gleissolos e Turfeiras.....	39
3.7. Arbustal e mata de escarpa.....	41
3.8. Mata baixa sobre rochas máficas.....	42
3.9. Mata nebulosa baixa de candeia em colúvio arenoso.....	47
3.10 Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de filito	48
4 CONCLUSÕES.....	49
5 BIBLIOGRAFIA:.....	50
6 ANEXOS:	56

6.1 Descrição dos perfis coletados	56
6.1.1 Perfil 1, Cambissolo háplico tb distrófico	56
6.1.2 Perfil 2, Neossolo quartzarênico órtico típico	58
6.1.3 Perfil 3, Neossolo regolítico distrófico espessoarênico	59
6.1.4 Perfil 4, Neossolo litólico com contato lítico fragmentário	61
6.1.5 Perfil 5a, Cambissolo háplico tb distrófico	63
6.1.6 Perfil 5b, Gleissolo háplico alumínico cambissólico	65
6.1.7 Perfil 6, Latossolo vermelho distrófico típico	67
6.1.8 Perfil 7, Neossolo litólico distrófico típico	69
6.1.9 Perfil 8, Neossolo regolítico distrófico léptico	70
6.1.10 Perfil 9, Latossolo vermelho distrófico típico	72
6.1.11 Perfil 10, Argissolo vermelho distrófico típico	74
6.1.12 Perfil 11, Neossolo litólico distrofico típico	76
6.1.13 Perfil 12, Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvissólico	78
6.3 Seção da gruta do Centenário.....	80
6.5 Florística.....	81

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 Modelo Digital de Elevação evidenciando a RPPN Serra do Caraça, elaborado a partir dos dados ASTER da NASA (2015) e da base dados APA Sul do CPRM (2005).	4
Figura 2 Mapa da RPPN do Caraça com geologia e localização de pontos de coletados.	6
Figura 3 Bloco Diagrama da Borda leste da Serra do Caraça, com base em estudos Geológicos detalhados (Ribeiro-Rodrigues, 1992) e observações de campo de C. Schaefer. Quartzítos e matapelítos do Super Grupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda (a). Diques metabásicos de gabbro e diabásio (b). Xistos verdes, contato tectonizado e Formação Batatal, Super grupo Minas (c). Sistema de falhas de empurrão do Caraça, Falha da Alegria e zonas de cisalhamento (d). Quartzítos e lentes de conglomerados, Super Grupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda (e). Superfícies de cimeira do Caraça com cavernas (cárste quartzítico) em falhas e fraturas (f).	7
Figura 4 Mapa da RPPN do Caraça com solos levantados por CPRM (2005).	10
Figura 5 Bloco-Diagrama ilustrando os pontos de coleta dos solos (P 1-12), as duas cavidades naturais em estudo (G), e o substrato rochoso (representado com: V os diques máficos, X os quartzitos, + o embasamento cristalino de gneiss). São visíveis no lado esquerdo da paisagem as dobras das rochas quartzíticas, a direita as intrusões básicas. No fundo os picos do Sol e do Inficionado.	13
Figura 6 Mapa de Geoambientes da RPPN Santuario do Caraça, MG. 1 Campo rupestre quartzítico aberto com feições cársticas e grutas. 2 Campo Rupestre arbustivo. 3 Campo Rupestre de topo sobre solo arenoquartzoso. 4 Campo cerrado rupestre e Cambissolos de xisto. 5 Brejo montanhoso com Gleissolos e Turfeiras. 6 Arbustal e Mata Baixa de escarpa. 7 Mata Baixa sobre rochas máficas . 8 Mata Nebular Baixa em colúvio arenoso. 9 Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de Filito.	18
Figura 7 Campos rupestres. Patamar de Complexos Rupestre Quartzítico no local 'Pedra da Paciência'(a). Microformas exocársticas superficiais, os karren (b). Serra do Caraça, MG	19
Figura 8 Campos rupestres. Amostra de uma camada superficial de rocha quartzítica (a). Perfil de solo 1(b).	20
Figura 9 Paisagens com erosão diferencial de estruturas resistentes, fendas e fraturas de origem tectonoestrutural no Pico do Inficionado, Serra do Caraça. MG.....	25
Figura 10 Amostras de rocha coletadas na gruta do Centenário a diferentes profundidades: concreções a -120 m (a), quartzito a - 150 m (b), quartzito a -200 m (c) e quartzito micáceo a - 200 m (d).	26
Figura 11 Perfil de guano coletado no interno da gruta do Centenário.....	29
Figura 12 Gruta da Bocaina inferior, Serra do Caraça, MG. Panorama interno, final do 2º salão (a). Fenda de ingresso da gruta (b).....	30
Figura 13 Amostras de rochas coletadas no interior da gruta da Bocaina. Marmita de quartzito conglomerático (a). Quartzíto capeado por Fe (b). Saprolito de quartzito (c). Quartzíto do antigo leito do rio interno a gruta (d). Saprolito de quartzito entremeado de Fe (e).	31
Figura 14 Imagem MEV (a) e mapas microquímicos da amostra de Quartzíto capeado por Fe da gruta. As cores evidenciam a presença de elementos químicos. Assim se observam grãos de quartzo, Si (b). Cimento ferruginoso, Fe (c). Nódulos, Ti (d) e V (e). Micas, K (f).	32
Figura 15 Imagem MEV (b) e análise microquímica da amostra de quartzito (a) da gruta da Bocaina inferior, do antigo leito. Em evidência uma mica, K (c) e Al (e). O cimento intergranular ferruginoso (d). Serra do Caraça, MG.....	32
Figura 16 Concreção aluminosa, bauxítica da gruta do vale da Bocaina. Serra do Caraça, MG. Amostra de mão (a). Imagem MEV com pontos de leitura EDS (b).	33
Figura 17 Patamares de topo (a-b). Geoambiente 3.	35
Figura 18 Geoambiente 4, cerrado rupestre. Latossolo vermelho (a). Fitofisionomia de cerrado (b).	38

Figura 19 Brejo montanhoso na Serra do Caraça, MG	39
Figura 20 Patamares de vegetação rupestre arbustiva. Serra do Caraça, MG.....	41
Figura 21 Geoambiente 6. Fitofisionomia de arbustal e mata de encosta (a). Perfil 11 de Neossolo liólico distrófico típico (b).....	41
Figura 22 Paisagem da Serra do Caraça com em evidência matas desenvolvidas sobre solo de rochas básicas (a-b).	42
Figura 23 Solos desenvolvidos sobre litologia básica. Latossolo vermelho (a). Campo rupestre arbustivo alto (b). Serra do Caraça, MG	44
Figura 24 Imagem MEV (a) do saprolito do perfil 8 (b) evidenciando feldspato-K e seus mapas microquímicos: Mg (c), K (d), Fe (e), Si (f) e Al (g).	47
Figura 25 Cambissolo háplico tb distrófico	56
Figura 26 Neossolo quartzarênico órtico típico	58
Figura 27 Neossolo regolítico distrófico espessarênico	59
Figura 28 Neossolo litólico com contato lítico fragmentário.....	61
Figura 29 Cambissolo háplico tb distrófico	63
Figura 30 Gleissolo háplico alumínico cambissólico.....	65
Figura 31 Latossolo vermelho distrófico típico	67
Figura 32 Neossolo litólico distrófico típico.....	69
Figura 33 Neossolo regolítico distrófico léptico	70
Figura 34 Latossolo vermelho distrófico típico	72
Figura 35 Argissolo vermelho distrófico típico	74
Figura 36 Neossolo litólico distrófico típico.....	76
Figura 37 Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvissólico	78
Figura 38 Seção da gruta do Centenário (Grupo Bambui Pesquisas Espeleológicas) com os pontos de coletas das rochas. Serra do Caraça, MG	80

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 Geoambientes identificados na RPPN do Caraça, MG.	17
Tabela 2 Atributos morfológicos e físicos dos perfis de solos. Serra do Caraça, MG, Brasil1 ..	22
Tabela 3 Minerais encontrados por XRD nas amostras de rocha da gruta do Centenário. Legenda na tabela 5 abaixo. Serra do Caraça, MG.....	27
Tabela 4 Legenda da tabela acima, dos minerais das amostras da gruta do Centenário, com espaçamento basal encontrado (d-spacing)	27
Tabela 5 Análise químicas das amostras de guano coletados na gruta do Centenário	29
Tabela 6 Concentrações (%) microquímicas de elementos principais, no transecto MEV/EDS da concreção, a 20 kV	33
Tabela 7 Análises químicas dos perfis de solos em estudo da Serra do Caraça, MG	36
Tabela 8 Florística das principais fitofisionomia da Serra do Caraça, MG.....	81

RESUMO

CLEMENTE, Nicolò, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2015. **Geoambientes da RPPN Serra do Caraça e feições do carste quartzítico.** Orientador: Liovando Marciano da Costa. Coorientador: Carlos Ernesto Goncalves Reynaud Schaefer.

A RPPN Serra do Caraça se enquadra na borda leste da província geológica do Quadrilátero Ferrífero, estado do Minas Gerais. A Reserva abrange refúgios ecológicos montanos e altimontanos em litologia predominantemente quartzítica, sendo portanto um forte fator de distribuição dos geoambientes locais. No local, diferentes patamares com vegetação principalmente endêmica formam um complexo entre campos cerrados e enclaves de mata atlântica. Além disso, a área em estudo contempla um dos mais complexos sistemas cársticos em quartzitos do Brasil. É notório a ocorrência de feições como dolinas e cavidades. Nesse contexto, procurou-se identificar, caracterizar e mapear os geoambientes para entender as dinâmicas e as relações ecológicas, para subsidiar as estratégias de manejo e visitação do parque. Para definir as unidades geoambientais utilizou-se uma metodologia pedogeomorfológica, identificando as principais características ecogeográficas. Utilizaram-se imagens satelitais ASTER de alta resolução e mapa 1: 50.000 planialtimétrico, para auxiliar as campanhas de estudo in loco. Foram abertos doze perfis de solos em diferentes níveis da paisagem, contemplando os topos, afloramentos, encostas, vales de acúmulo e diques. Cada perfil foi descrito e os horizontes coletado, identificação dos principais processos pedogenéticos e posteriormente submetidos às análises físicas, químicas e mineralógicas. As rochas de cavidades naturais foram analisadas por difratometria de raios-X (XRD) e microscopia eletrônica de varredura com microsonda EDS acoplada (MEV/EDS), procurando assim entender a gênese deste sistema cárstico quartzítico. Também foram identificadas as principais fitofisionomias vegetais, através da descrição em campo e coleta, quando necessário. Produziu-se o mapa das unidades geoambientais, sendo cada unidade caracterizada pormenorizadamente, procurando estabelecer as interações entre eles. Foram identificadas nove unidades: Campos rupestres, Campos cerrados, Brejos e turfeiras, Matas de encosta, Matas nebulares e Matas de candeias. Particular ênfase foi dada aos ambientes desenvolvidos sobre intrusões de rochas metabásicas, que proporcionaram solos distróficos porém texturalmente mais argilosos, com maior retenção hídrica e

consequentemente desenvolveram fitofisionomias contrastantes, de maior porte. Todos os outros perfis se mostraram com texturas substancialmente arenosas, alumínicos e ácidos. Os dados levaram a entender que na RPPN, a taxa de pedogênese é menor que a morfogênese, sendo os ambientes definidos pelo controle morfoestrutural. As análises MEV/EDS das amostras de rochas mostraram mobilidade do Fe e Al intergranulares, podendo capear saprolitos e formar concreções nas paredes das grutas. A caracterização das unidades geoambientais permitiu esclarecer as relações entre os diferentes níveis da paisagem da Serra do Caraça, corroborada pelas análises físicas, químicas e mineralógicas dos solos, que em geral se mostraram gibbsíticos, com distrofismo e elevada saturação por alumínio. Assim, dado às condições extremas desses solos, as espécies vegetais ocorrentes indicam um alto grau de especialização e endemismo, que sugerem adaptações que otimizam a ciclagem biogeoquímica, tolerância à toxidez, e bioacumulação de alumínio.

ABSTRACT

CLEMENTE, Nicolò, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2015. **Geoambients of RPPN Serra do Caraça e features of quartzitic carste.** Adviser: Liovando Marciano da Costa. Co-adviser: Carlos Ernesto Goncalves Reynaud Schaefer.

The RPPN Serra do Caraça falls on the eastern edge of the geologic province of the Iron Quadrangle, State of Minas Gerais. The Reserve covers ecological and montane highland refuges in lithology predominantly quartzite and is therefore a strong distribution factor of local Geoenvironments. On site, different levels with mostly endemic vegetation form a complex between savanna and niche of Atlantic forest. In addition the study area includes one of the most complex karst systems in quartzite from Brazil, it is clear the present features such as sinkholes and cavities. In this context we sought to identify, characterize and map the Geoenvironments to understand the dynamics and ecological relationships, to support management strategies and visiting the park. To define the environmental Units used a methodology pedogeomorphological identifying key characteristics ecogeographic. We used high-resolution ASTER satellite images and map 1: 50,000 planialtimetric to assist the on-site study of campaigns. Twelve soil profiles were opened at different levels of the landscape, covering the tops, outcrops, slopes, valleys and accumulation of dikes. Each profile was described and collected horizons, identifying key processes pedogenetic and subsequently subjected to physical, chemical and mineralogical. The rocks of natural cavities were analyzed by diffraction of X-ray (XRD) and scanning electron microscopy coupled with EDS microprobe (SEM / EDS), thus seeking to understand the genesis of this quartzite karst system. Also the main plant vegetation types were identified by describing the field and collect when needed. The map of the geo-environmental units was produced, each unit being characterized in detail, trying to establish the interactions between them. Nine units were identified: Outcrops, Savannas, Swamps and Bogs, Hillside Forest, Elfin Forest and Lamps. Particular emphasis was given to the developed environments on intrusion metabasic rocks, which provided dystrophic soils but texturally more clayey, with greater water retention and consequently developed contrasting vegetation types, of greater size. All other profiles have proven to substantially sandy textures, aluminic and acids. The data led to the understanding that the PRNP pedogenesis rate is less than the morphogenesis, the environments being defined by morphostructural control. Analyses SEM / EDS of rock samples showed the mobility of Fe and Al intergranular and can coat saprolite and form

concretions on the walls of caves. Characterization of geoenvironmental units has clarified the relationships between the different levels of landscape Caraça, corroborated by physical, chemical and mineralogical soil, which generally showed gibbsitic, with dystrophic and high aluminum saturation. So, given the extreme conditions of these soils, the plant species occurring indicate a high degree of specialization and endemism, which suggest adaptations that optimize the biogeochemical cycling, tolerance toxicity, and aluminum bioaccumulation.

1 INTRODUÇÃO

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Santuário do Caraça está situada no estado de Minas Gerais, centro leste do Brasil, abrangendo 10.187,89 hectares. A Reserva faz parte da cadeia montanhosa do Espinhaço meridional e constitui o limite oriental da província geológica do Quadrilátero Ferrífero, caracterizada por intenso metamorfismo (ALKMIM e MARSHAK, 1998). A Serra do Caraça apresenta uma das maiores altitudes do Brasil, com cotas variando entre 2.072 m (pico do Sol) e 2.068 metros (pico do Inficionado), as quais derivam dos mesmos ciclos de aplainamento, a partir da superfície Sul-americana (KING, 1956; BRASIL, 1983). A RPPN do Caraça necessita de mais estudos que valorizem as suas riquezas naturais, como refúgios ecológicos montanos e altimontanos únicos. Embora sejam encontrados trabalhos sobre a fauna e a flora (LOPES DE ABREU, 2013), são ainda necessários estudos ambientais complementares na Reserva do Caraça, em especial que abordem o detalhamento pedológico e geomorfológico, para completar o quadro ecológico local, com fins na valorização e conservação da Reserva. Isto também considerando as fortes pressões antrópicas em volta da RPPN, em particular a intensa exploração mineral.

As Reservas Naturais do Patrimônio natural são unidades de conservação (UC) criadas em áreas privadas, por ato voluntário do proprietário em caráter perpétuo (WIEDMAN, 2001). Entre os benefícios, esse procedimento, possibilita maior apoio dos órgãos governamentais para fiscalização e proteção da área, de acordo com a regulamentação estabelecida pelo decreto 5.746, de 5 abril 2006. Qualquer intervenção em Unidade de Conservação, tanto no aspecto do meio físico ou biótico, deve ser precedida da elaboração de criação de um plano de manejo, com as necessárias caracterizações geológica, pedológica, hídrica e biótica local (WILCOX, 1978). Nos estudos de planejamento das Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais, Dias (2000) detectam a falta de informação sobre as características físicas, biológicas e de infra-estrutura, recomendando criar e implementar um banco de dados amplo sobre áreas protegidas no Estado de Minas Geais, do qual se ressentem muitas UCs, como o Santuário do Caraça.

As UC, geralmente, compõem-se de diferentes unidades geoambientais (DIAS, 2000), sendo importantes a sua identificação para a preservação do meio ambiente, bem como a análise de seus atributos e funcionalidade, visando um manejo sustentável e a

minimização dos impactos. Segundo Dias (2000) “geoambiente foi definido como ambiente geográfico, que numa extensão territorial apresenta homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse”. Neste sentido a caracterização ambiental dos diferentes patamares que constituem a paisagem, é necessária para entender as dinâmicas e as relações ecológicas. Para a estratificação geoambiental é necessário ordenar as classes de atributos físicos, químicos, geográficos ou culturais (entre outros), para diferenciar as unidades. Sendo assim, a distinção e caracterização dos geoambientes mostram-se um importante instrumento no planejamento de áreas de conservação.

Geoambientes tropicais com presença de cavidades naturais e evidências de dissolução das rochas não-carbonáticas são amplamente descritos na literatura mundial (MARTINI, 1982; AULER, 2004). As feições características são de ambientes pseudocársticos¹, geralmente descritos como típicas paisagens tropicais, não sendo aprofundados os estudos de sua gênese. O forte intemperismo é requisito para desenvolver feições de karren², abismos, tafoni³, concreções de opala entre outros (BIGARELLA et al., 1994). É importante ressaltar que as características do material de origem têm papel fundamental, sendo as características químicas e mineralógicas, porosidade primária e rede de fraturamento e falhamento as principais.

No mundo todo, existem paisagens cársticas desenvolvidas em litologias não-carbonáticas (HALLIDAY, 2007). Cavidades endoglaciais, tubos de lava e condutos nos quartzitos entre outros mostram que com diferentes mecanismos podem se obter feições geomorfológicas similares, identificadas genericamente como cárste. O termo pseudo-cárste é utilizado para designar cavernas e superfícies de dissolução em rochas não carbonáticas, contudo, existem fortes críticas à terminologia. No 12º Congresso Internacional de Espeleologia, Halliday (2007) discute que o pseudo-cárste é uma paisagem com morfologia que parece cárste, e/ou, pode ter predominância de drenagem subterrânea em condutos e vazios, e os fatores da espeleogênese são a solubilidade das rochas e a erosão.

Existem controvérsias sobre a definição de cárste desde a metade do século XX, no entanto, a designação atual destas paisagens ampliou seu sentido, identificando

¹ Pseudocárste é uma paisagem cujas morfologias parecem cárste, formada por dissolução e erosão física (HALLIDAY, 2007).

² Karren são microformas erosivas superficiais (CASTIGLIONI, 2000).

³ Tafoni são grandes alvéolos produzidos nas rochas (BIGARELLA et al., 1994).

aspectos morfológicos derivados de qualquer processo de dissolução (AB'SABER, 1979a; BIGARELLA et al., 1994). O desenvolvimento de cárstes em rochas não-carbonáticas é um tema ainda em discussão, embora processos típicos como a dissolução ou a erosão física sejam frequentemente reportados na literatura (SAURO, 2014).

Morfologias tipicamente cársticas em rochas não carbonáticas, como quartzitos, ocorrem amplamente distribuídos (SAURO, 2014). Províncias de cárste quartzíticos são descritas na África por Martini (1982), na Austrália por Young (1988) e Wray (1995), na Venezuela por Urbani e Szczerban (1974), Chalcraft e Pye (1984), Pouyllau e Seurin (1985), Galan e Lagarde (1988), Briceño et al. (1991), Zink e Huber (2011), Sauro (2014) e no Brasil por Lino e Allievi (1980), Correa Neto (2000), Auler (2004), Hardt e Pinto (2009), Renó (2009), Oliveira (2011). Essa bibliografia mostra a amplitude do fenômeno cárstico em rochas silicosas. No Estado de Minas Gerais, foram descritos canais subterrâneos, arranhaduras superficiais e mega kamenitzas⁴, na região de Diamantina, nos contrafortes do Espinhaço, no Parque Estadual do Rio Preto, bem como na Serra da Mantiqueira e no Parque Estadual do Ibitipoca (WILLEMS, 2008).

Já na RPPN Serra do Caraça, estudos de Dutra e Rubbioli (2002) revelam uma das maiores evidências cársticas em quartzitos do mundo, a gruta do Centenário (-481 m de profundidade e 4700 m de comprimento). Apesar do grande conhecimento de cunho geológico e biológico, a Reserva Natural do Patrimônio Natural (RPPN) do Caraça ainda carece de trabalhos que explorem os diferentes geoambientes.

Com base no exposto, esse trabalho teve por objetivo identificar, caracterizar e mapear os geoambientes da RPPN, utilizando uma metodologia com ênfase pedogeomorfológica e ecogeográfica, de forma a subsidiar as estratégias de manejo e visitação do parque. Procurou-se caracterizar os solos, a vegetação geral e a geomorfologia de cada um dos ambientes, com base em análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, buscando-se ainda, classificar os solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação (EMBRAPA, 2013). Para aprofundar o conhecimento sobre a gênese do pseudocarste, avaliou-se em maior detalhe as frentes de intemperismo dissolutivo nas rochas presentes nas cavidades subterrâneas.

⁴ Kamenitzas são uma especificidade de karren ou pequenas cavidades fechadas a perímetro circular derivadas de corrosão (CASTIGLIONI, 2000).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

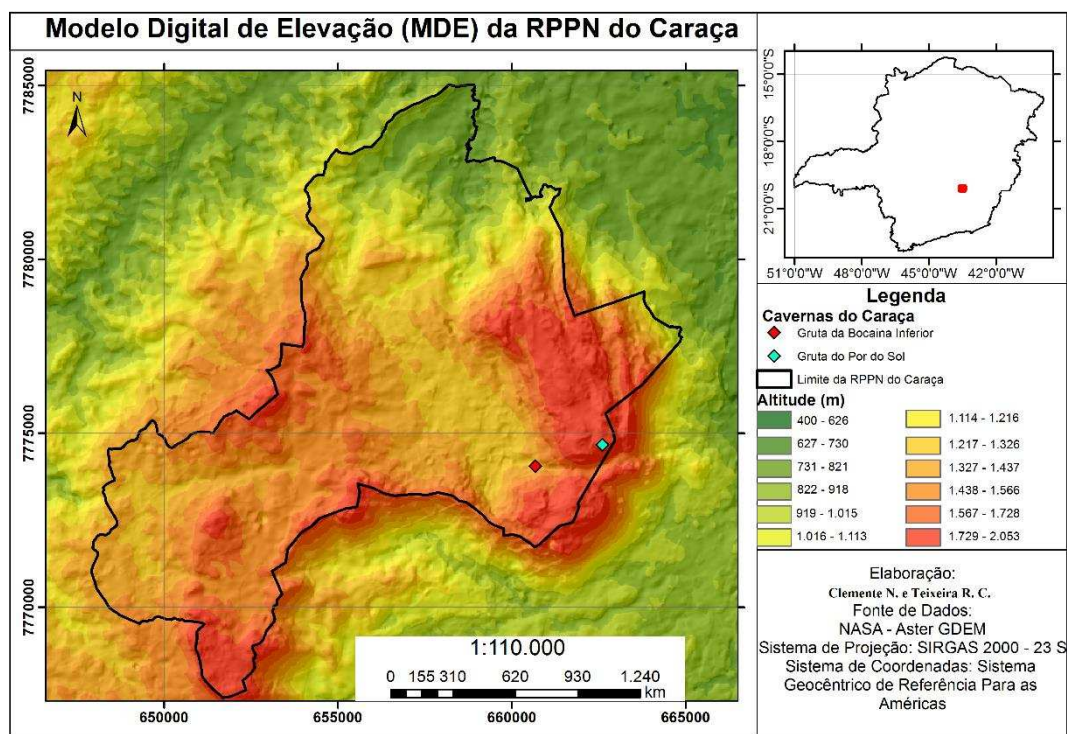


Figura 1 Modelo Digital de Elevação evidenciando a RPPN Serra do Caraça, elaborado a partir dos dados ASTER da NASA (2015) e da base dados APA Sul do CPRM (2005).

2.1.1 Enquadramento fisiográfico

A RPPN Serra do Caraça possui 10.187,89 ha e está inserida no centro leste do Brasil, no Estado de Minas Gerais, na zona mais meridional da Serra do Espinhaço, na província geológica do Quadrilátero Ferrífero (Figura 1).

A RPPN constitui o divisor das águas entre o rio São Francisco e rio Doce, tendo as maiores altitudes da região (pico do Sol com 2078 m e pico do Inficionado com 2068 m). A Serra do Caraça integra a Reserva da Biosfera Serra do Espinhaço e Mata Atlântica, sendo incluído na APA Zona Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Três são as Organizações Não Governamentais (ONG' s) relacionadas ao plano de manejo da Unidade de Conservação: Conservação Internacional, Nature Conservancy e SOS Mata Atlântica (LOPES DE ABREU, 2013).

O clima local é determinado pelas cotas elevadas e pela morfologia peculiar do vale montano. Os desníveis abruptos e as cotas elevadas, amenizam a “tropicalidade” do clima regional, funcionando como barreira natural. No vale interno e nos picos tem-se, por isso, clima tropical de altitude com verões amenos (Cwb de Köppen). O regime de precipitações apresenta ciclo bem definido com verão chuvoso e inverno seco, sendo junho, julho e agosto os meses mais secos e novembro, dezembro e janeiro os mais chuvosos, com precipitações médias anuais de 2100 mm. É elevada a oscilação térmica, variando entre o dia e a noite de de 25 a 5 °C (LOPES DE ABREU, 2013). A Reserva Privada é de propriedade da Província Brasileira da Congregação da Missão, e atualmente o Padre coordenador é Lauro Palú.

2.1.2 Geologia

A RPPN Serra do Caraça está inserida na Serra do Espinhaço meridional, cadeia formada por materiais principalmente silicosos, na província geológica do Quadrilátero Ferrífero. A área apresenta grande diversidade geológica (Figura 2) e a estratigrafia mostra a presença de dois Supergrupos: Rio das Velhas e Minas. A região em estudo consta das formações Piracicaba (filitos) e Cauê (Itabirito ou ‘Banded Iron Formation’). Afloramentos de cobertura Cenozóicas são constituídos por lateritas ferruginosas ou brachóides (cangas) e depósitos aluviais. Especificamente, no Parque do Caraça tem evidência da formação Cambotas e do Grupo Caraça com as formações Moeda e Batatal. A formação Moeda apresenta duas facies distintas, uma grosseira e uma mais fina, as duas sendo de orto-quartzitos e orto-quartzitos sericíticos, conglomeráticos e paraconglomeráticos, com cloritas e muscovitas. A formação Batatal, além dos orto-quartzitos sericíticos, tem filito, formação ferrífera, metachert e grafitos (DORR, 1969; RIBEIRO RODRIGUES, 1992). Apreciam-se três tipologias de quartzitos, originalmente sedimentos eólicos e fluviais, depositados em bacias internas (CPRM, 2005; ALKMIM informação pessoal, 2015). Localmente evidenciam-se diques máficos de até 500 m de diâmetro, especialmente no lado ocidental do vale interno, representados por gabros e diabásios.

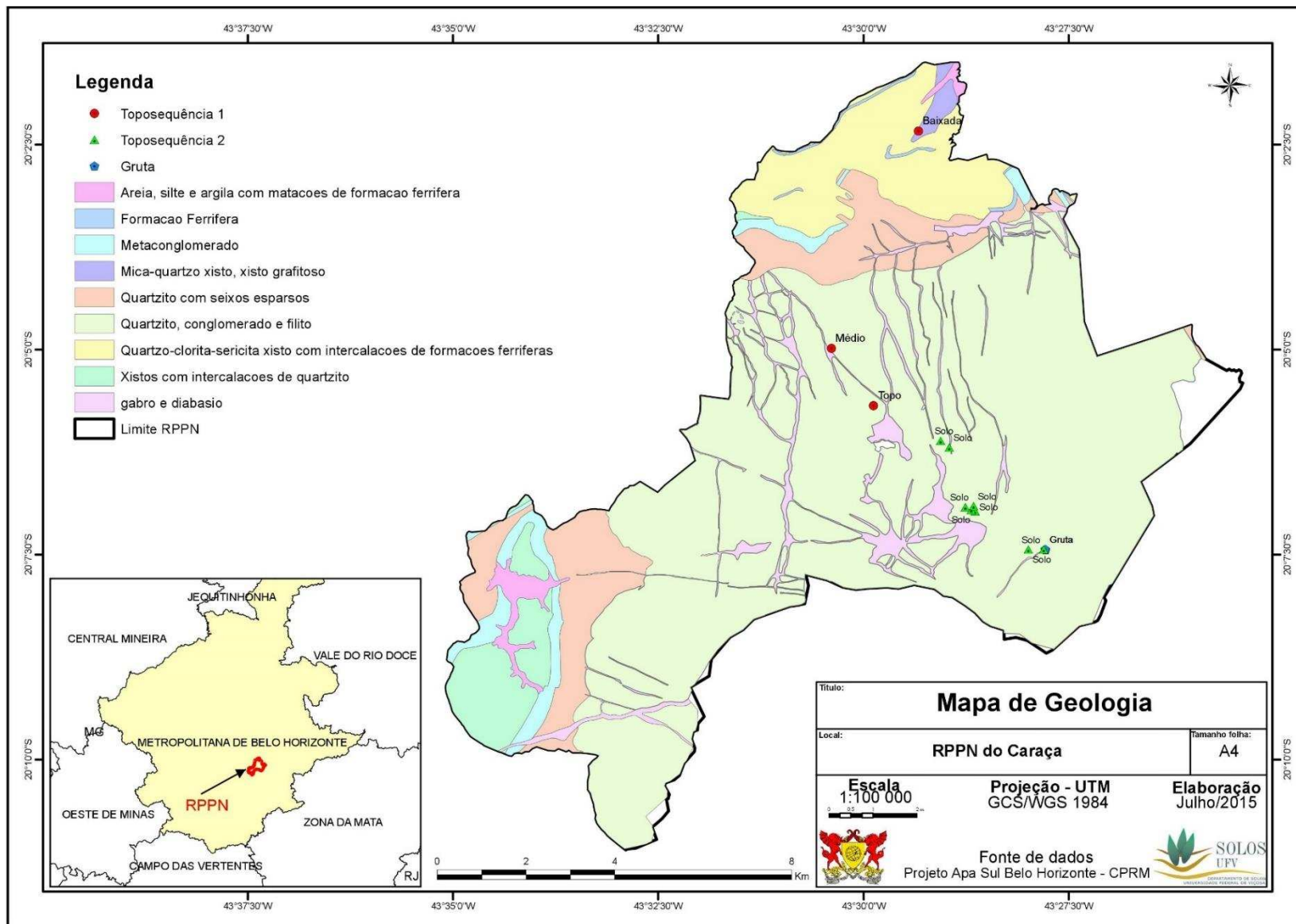


Figura 2 Mapa da RPPN do Caraça com geologia e localização de pontos de coletados

Na Serra do Caraça são evidentes processos estruturais derivados de falha de empurrão com a tectônica local apresentando três ciclos de metamorfismos. Os ciclos Transamazônico, Brasileiro, e Sul Atlântico, que deformaram as estruturas existentes, modificando as características das rochas e o mergulho dos estratos (BRASIL, 1983). A gruta do Centenário, também objeto de estudo, é desenvolvida ao longo de fraturas tectônicas, especificamente na falha transcorrente do Engenho, resultante da reativação das estruturas arqueanas e proterozóicas (KARMANN e SANCHES, 1979; DUTRA e RUBBIOLI, 2002).

No Bloco Diagrama a seguir (Figura 3, desenho de SCHAEFER, 2015), estão ilustradas as feições do relevo e o sistema de falhas de empurrão da borda leste do Caraça, evidenciando o papel proeminente das falhas e dos diques de metabásicas na evolução da dissecação e do entalhe fluvial e penetração do intemperismo.

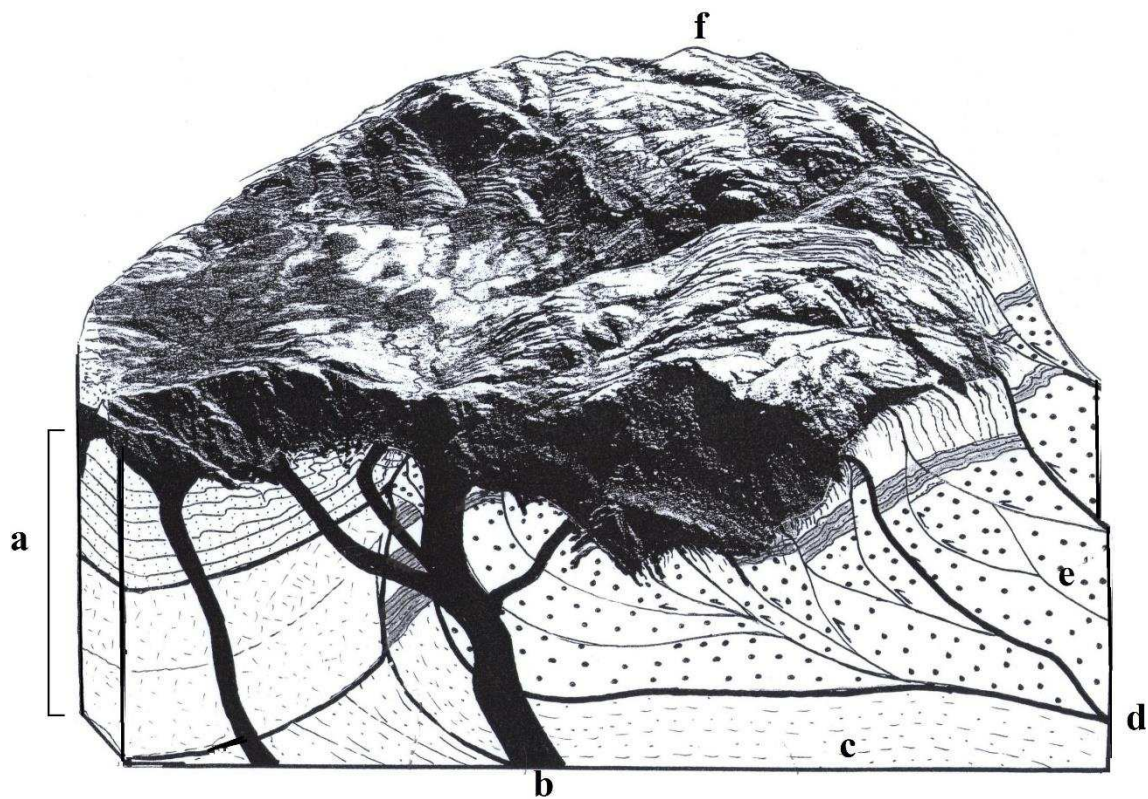


Figura 3 Bloco Diagrama da Borda leste da Serra do Caraça, com base em estudos Geológicos detalhados (Ribeiro-Rodrigues, 1992) e observações de campo de C. Schaefer. Quartzitos e matapelitos do Super Grupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda (a). Diques metabásicos de gabbro e diabásio (b). Xistos verdes, contato tectonizado e Formação Batatal, Super grupo Minas (c). Sistema de falhas de empurrão do Caraça, Falha da Alegria e zonas de cisalhamento (d). Quartzitos e lentes de conglomerados, Super Grupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda (e). Superfícies de cimeira do Caraça com cavernas (cárste quartzítico) em falhas e fraturas (f).

2.1.3 Geomorfologia

A RPPN Serra do Caraça constitui a borda leste do Quadrilátero Ferrífero, importante região geológica de cotas elevadas, caracterizada por acentuado metamorfismo e hidrotermalismo. A RPPN apresenta alinhamentos de serras com estratos geológicos dobrados e formas de erosão em anticlinais esvaziadas e sinclinais suspensas. Os topos podem se apresentar nivelados, em uma superfície mesozóica de altitudes, a mais elevada e antiga do Brasil. King (1956) considera a Serra do Caraça como integrante da superfície Gondwana (Cretáceo Inferior). Já Barbosa e Rodriguez (1965) atribuem idade anterior ao ciclo Gondwana, que, na visão deles, removeu camadas metassedimentares, expondo os quartzitos. Estudos mais recentes de Saadi (2013) identificam esses altos platôs da Serra do Espinhaço como relictos de duas superfícies de pediplanação terciárias, resultados de erosão em clima tropical úmido. A neotectônica, posterior à superfície de aplainamento permitiu a fragmentação por falhamento, que seccionou os topos truncados, a qual se associaram sucessivos processos de dissecação (BRASIL, 1983).

Grutas são encontradas em diferentes geologias no Quadrilátero Ferrífero, nas cangas descritas por Simmons (1963) e Oliveira (2011), e em quartzitos por Renó (2009). Ambientes com morfologias tipicamente cársticas como estruturas ruiformes e grutas são identificados também na RPPN. A Serra do Caraça apresenta paisagens superficiais e subsuperficiais que podem ser definidas como cárste. As feições mais características na Serra do Caraça estão em litologias quartzíticas, com presença de grandes desníveis e abrigos, grutas de morfologia labiríntica quadrática, com seções retangulares e condicionamento estrutural. Frequentemente, as cavidades possuem drenagem ativa em seu interior e mostram blocos encaixados nas fendas e predomínio de erosão mecânica (DUTRA e RUBBIOLI, 2002). A Serra do Caraça apresenta importantes feições espeleológicas, podendo ser considerada uma Província Espeleológica, segundo as definições de Karmann e Sanchez (1979). “É necessário que os geomorfólogos se ocupem de estudar a geografia interna dos vazios”, assinatou o professor Ab'Saber (1979), exaltando a falta de estudo destas paisagens subterrâneas com drenagem criptorréica⁵.

A RPPN mostra uma das grutas em rocha quartzíticas mais profunda do mundo, a gruta do Centenário, objeto desse estudo, que consta de um desnível de 481 m, e um

⁵ Drenagem criptorréica é aquela caracterizada por rios subterrâneos.

cumprimento de 4700 m. A cavidade se desenvolve desde o Pico do Inficionado até estratos profundos do grupo Moeda. A gruta foi explorada e mapeada pela primeira vez, entre o ano de 1996 e 1998 pelo Grupo de Pesquisas Espeleológicas Bambuí. Dutra e Rubbioli (2002) oferecem uma detalhada descrição do referido ambiente: “a gruta do Centenário possui várias entradas, todas em forma de abismo. Os condutos são estreitos, sendo poucos os locais onde é possível observar o teto. A morfologia da gruta apresenta-se retangular e vertical, controlada evidentemente por fraturas tectônicas e diaclases”.

2.1.4 Solos

Pouco se conhece sobre a distribuição dos solos em regiões montanhosas brasileiras em litologias quartzíticas (SCHAEFER et al., 2002). Não existem estudos específicos de pedologia na RPPN, o que levanta questões sobre a conservação e visitação sob o aspecto dos solos, no plano de manejo. Contudo, sabe-se que a região em foco é caracterizada por formações quartzíticas altimontanas, associadas a complexos rupestres de altitude. Somente a CPRM (2005) efetuou um estudo exploratório no contexto do levantamento APA Sul de Belo Horizonte, produzindo mapas 1:50.000, em colaboração com a EMBRAPA Solos (Figura 4).

Nos ambientes do Caraça prevalecem solos rasos e arenosos, como Neossolos Litólicos e Quartzarênicos, e Cambissolos. Em alguns locais o acúmulo significativo de matéria orgânica permite o reconhecimento de raros Organossolos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Podem ser encontrados, ainda, solos pontuais com horizontes espódicos, que originam os rios de cores escuras da RPPN, associados a solos com eluviação de materiais orgânicos (BENITES et al., 2007). O projeto APA Sul RMBH do CPRM (2005) identificou na área de Caraça Cambissolo Háptico tb distrófico típico e Gleissolo Háptico tb distrófico cambissólico.

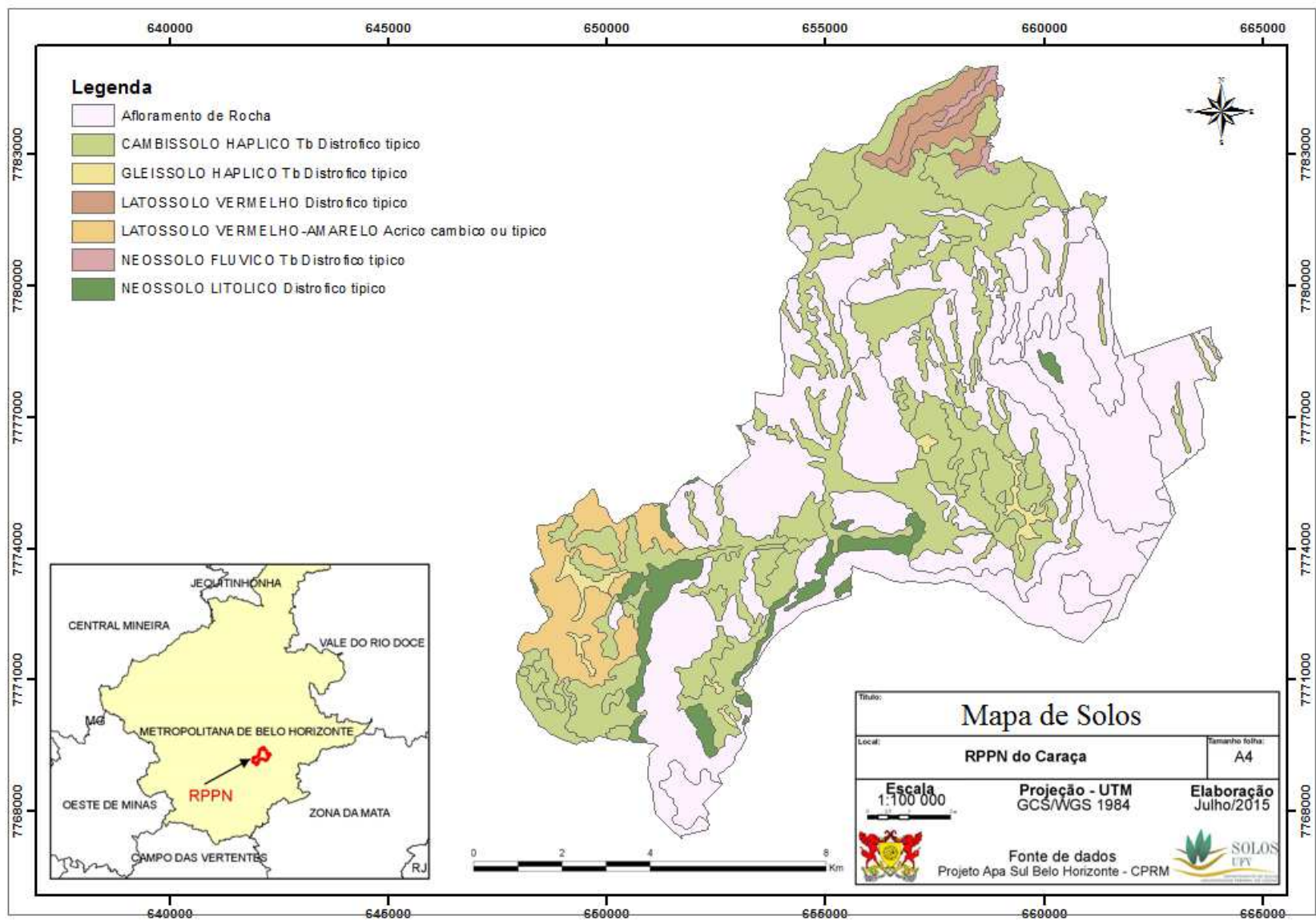


Figura 4 Mapa da RPPN do Caraça com solos levantados por CPRM (2005).

2.1.5 Vegetação

A Serra do Caraça faz parte de um conjunto de serras que proporcionam elevado endemismo biológico, que, em geral, aumenta com a altitude. Este fato é relacionado a escassez de fatores de crescimento, principalmente por ter solos rasos, distróficos e com alto teor de alumínio (BENITES et al, 2007). Os gêneros de plantas mais comuns em altitudes quartzíticas brasileira, segundo Conceição et al. (2007), são Velloziaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae, Amaryllidaceae e Cyperaceae.

A Serra do Caraça se identifica como ecótono entre os biomas mata atlântica e cerrado. No plano de manejo da RPPN são descritas apenas duas fitofisionomias gerais: as florestais (VELOSO et al, 1991) e as campestres (RIBEIRO e WALTER, 1998). As formações florestais são agrupadas em matas de galeria, ciliares, nebulares e de encosta, enquanto as formações campestres são caracterizadas em campos sujos, limpos e rupestre (LOPEZ DE ABREU, 2013). VIVEIROS (2010) destaca as criptógamas vasculares de Caraça, descrevendo 236 táxons infragenéricos, distribuídos em 27 famílias. No estudo do mesmo autor tiveram grande representatividade as famílias Polyplodiaceae, Dyopteridaceae, Pterydaceae, Hymenophyllaceae e Thelypteridaceae. Outros trabalhos sobre endemismos da RPPN se encontram na literatura, como sobre as famílias Myrtaceae (MORAIS e LOMBARDI, 2006) e Cactaceae (REGO et al., 2012). Há grande carência de estudos sobre o estrato arbóreo, lenhoso, da RPPN.

2.2 Estratificação das Unidades Geoambientais

Objetivando uma caracterização pormenorizada da RPPN, com fins de planejamento ambiental, ordenou-se as classes de atributos para diferenciar os patamares. Para a estratificação das unidades geoambientais, utilizou uma metodologia pedogeomorfológica, estratificando as unidades e identificando as principais características ecogeográficas (rocha, solos, relevo e vegetação) e os problemas geoambientais associados (TRICART e KIEWITDEJONGE, 1992; SCHAEFER, 1997, DIAS, 2000). Para este fim, foram utilizadas imagens de alta resolução do QF cedidas pela Vale (GEOEYE, 2014), e o mapa planialtimétrico do IBGE, todos na escala 1:50.000, além de extensas visitas de campo, percorrendo intensamente a área de estudo. A partir do reconhecimento de campo e da identificação nos mapas-base, os geoambientes

foram demarcados em papel, na rede de drenagem e nas vias de acesso. Na digitalização e edição dos mapas foram utilizados os programas ARC/MAP 10.2 (ESRI, 2014) e ArcView Gis (ESRI, 2014).

Foram abertos 12 perfis de solos representativos dos geoambientes da área, de acordo com as feições pedogeomorfológicas, ao longo de transectos previamente escolhidos. Para caracterização e classificação dos solos, procedeu-se à coleta de todos os horizontes, que foram encaminhadas para análises químicas e físicas. O local onde foram coletados os perfis de solos foi georreferenciado com uso de GPS (Global Positioning System) de navegação. As análises foram feitas em laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Com exceção da análise de carbono total (Yeanomans e Bremner, 1988), todas as demais seguiram os métodos da EMBRAPA (2011).

2.3 Caracterização de solo, rocha e guano de cavernas

2.3.1 Atividade de campo e coletas

Neste trabalho foram efetuadas três expedições de campo. Inicialmente, em julho 2013, foi realizada uma visita exploratória ao campo de estudo, onde foi avaliado o sistema de amostragem, definindo assim os pontos de coleta de solos, rochas e guano de cavernas. Em fevereiro de 2014, durante quatro dias de trabalho coletaram-se as amostras do perfil de guano e rochas na cavidade partindo do topo do maciço do Inficionado até a profundidade -250 m da gruta quartzítica do Centenário.. Em setembro 2014, foi feito o terceiro campo, quando se coletou solos e rochas de todos os geoambientes do Caraça, desde a bacia interna da RPPN, até o canion da Bocaina e na pequena gruta da Bocaina Inferior. Foram levantados dados exploratórios de geomorfologia da RPPN, fotografando e registrando características dos ambientes, para melhor definir os patamares em estudo. Por se tratar de pesquisa em cavidade naturais, que são protegidas pela legislação, o trabalho foi autorizado pelos órgãos federais ambientais ICMbio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), em parceria com o CECAV (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas). Todas as amostras foram coletadas nos diferentes níveis da paisagem e em gruta, com especiais cuidados por tratar-se de ambiente frágil. Para as coletas na gruta do Centenário com uma equipe de espeleólogos foi necessário

armar os condutos para decida em rapel, técnica laboriosa e delicada que ocupou boa parte do tempo da segunda expedição. As coletas externas se realizaram seguindo uma trilha existente que conduz em um canion, na zona da Reserva chamada de Bocaina.

2.3.2 Topossequência de solos

Para compreender a relação solo-relevo, coletaram-se solos em uma topossequência desde o Santuário até o canion da Bocaina (Figura 5). Foram diferenciados os geoambientes e coletados perfis para caracterizá-los: as coletas seguiram SANTOS et al. (2013) e os solos foram classificados segundo EMBRAPA (2013).

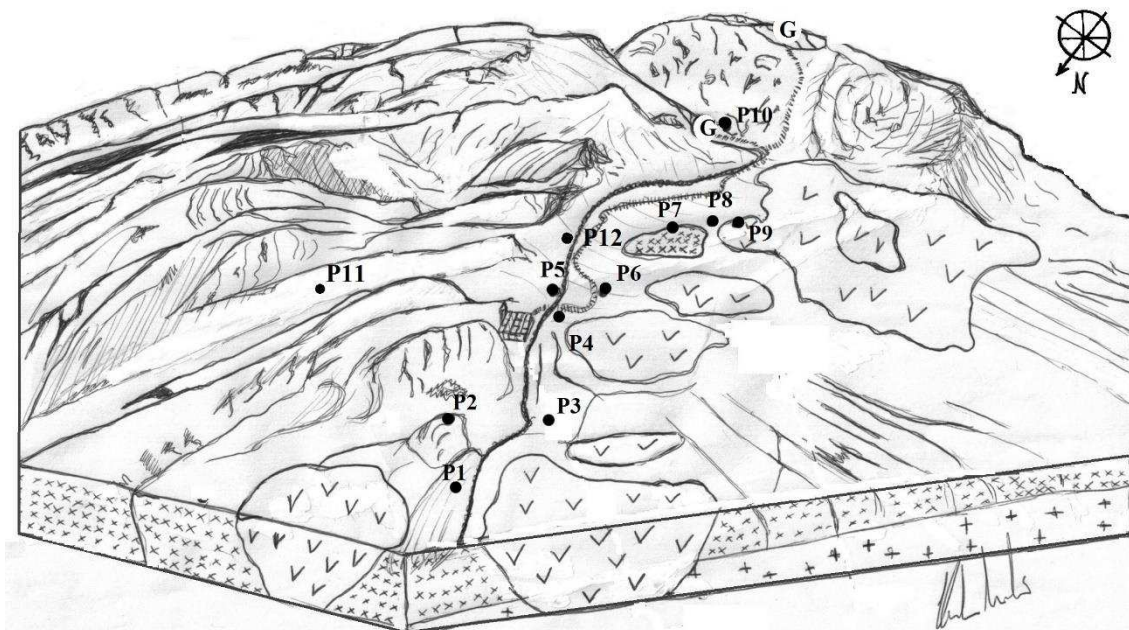


Figura 5 Bloco-Diagrama ilustrando os pontos de coleta dos solos (P 1-12), as duas cavidades naturais em estudo (G), e o substrato rochoso (representado com: V os diques máficos, X os quartzitos, + o embasamento cristalino de gneiss). São visíveis no lado esquerdo da paisagem as dobras das rochas quartzíticas, a direita as intrusões básicas. No fundo os picos do Sol e do Inficionado.

2.3.3 Rochas externas e internas à gruta

As rochas no interior das cavidades naturais foram coletadas na gruta do Centenário e na gruta da Bocaina Inferior. Coletaram-se amostras de rocha na interface de intemperismo, ao longo das fraturas principais dos quartzitos e nas paredes, na

quantidade de 1 kg para cada ponto amostral. Em especial, na Centenário, por descer em maior profundidade, coletaram-se amostras no interior dos abismos quando a estratigrafia mostrava mudanças na tipologia das rochas. O serviço do governo brasileiro SISBio do MMA, que monitora atividade de pesquisa em áreas de conservação, receberam os relatórios, com os trabalhos efetuados. Foi coletado ainda um perfil de Guano superficial, na gruta do Centenário, a uma profundidade de -150 m, identificando-se cinco horizontes. As diferentes camadas diferenciaram-se pelo grau de humificação, evidente na textura do material. Isso permitiu diferenciar as camadas, coletadas e acondicionadas em sacos plásticos fechados e refrigerados em caixa de isopor.

2.4 Análises e procedimentos laboratoriais

2.3.1 Análise dos solos

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, para obter a terra fina seca ao ar (TFSA), submetidas às análises químicas, físicas e mineralógicas.

Análises físicas: a determinação da granulometria foi realizada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ como dispersante químico e com uso de agitação mecânica lenta por 16 horas. A fração argila foi separada por sedimentação; as areias grossa e fina por tamisação; o silte calculado por diferença. Quantificou-se, também, a argila dispersa em água (EMBRAPA, 2011).

As análises químicas seguiram os métodos descritos por EMBRAPA (2011): pH; P disponível, Na⁺ e K⁺, e os micronutrientes, Fe, Mn e Cu, foram extraídos com Mehlich-1, e Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ com KCl 1 mol L⁻¹. Os elementos foram determinados por absorção atômica (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe, Mn e Cu), fotometria de emissão de chama (Na⁺ e K⁺), espectrofotometria (P), e titulometria (Al³⁺). O carbono orgânico total (COT) foi determinado pela titulação do dicromato de potássio remanescente, com sulfato ferroso amoniacal, após o processo de oxidação por via úmida.

A mineralogia da fração argila foi caracterizada por difratometria de raios X (EMBRAPA, 2011; WHITTING e ALLARDICE, 1986) depois das amostras serem trituradas em almofariz de ágata a TFSA e fracionada segundo o método EMBRAPA (2011). A argila natural foi tratada, para fazer lâminas, para remoção da matéria orgânica

com hipoclorito de sódio (MIKUTTA et al., 2005) e desferrificada com ditionito citrato (AGUILERA e JACKSON, 1953). As condições de trabalho do difratômetro de raio X foram: amplitude de 2 a 50 °2 θ , ânodo de cobre, filtro de níquel e detector tipo Centelha com $\lambda = 0,17889\text{nm}$. O aparelho foi operado a 25 mA e 35 kV, para todas as análises a efetuar.

2.3.2 Análise das rochas

As rochas coletadas foram seccionadas para obter lâminas delgadas e polidas com disco de nylon com pasta de diamante. Foi efetuada lavagem ultra-sônica, para remoção de resíduos de polimento. Assim as lâminas foram avaliadas na microscopia eletrônica de varredura (MEV) com uma sonda EDS acoplada. O aparelho utilizado foi Zeiss Leo 1430 VP com EDS acoplado modelo Iridium Ultra versão 1.3 IXRF system.

Em cada amostra da gruta do Centenário foi selecionada a fração de cristais de quartzo e aquela contendo outros minerais, para obter nesta segunda picos maiores de minerais acessórios, na difratometria de raio X. As frações assim selecionadas foram trituradas em moinho mecânico para efetuar a difratometria de raio X, com aparelho modelo e operado conforme acima (WHITTING e ALLARDICE, 1986; EMBRAPA, 2011).

2.3.3 Análise dos guanos

Com auxílio de uma pá as camadas de guano foram secas ao ar. Nesta fase foi necessário utilizar filtro respirador purificador de ar semifacial para partículas, pois com elevados calor e temperatura pode-se desenvolver o perigoso fungo *Histoplasma capsulatum*, causando danos respiratórios. As amostras de guano foram utilizadas para determinação da composição química, com técnicas de análises de solos conforme EMBRAPA (2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

3.1. Descrição geral dos geoambientes da Serra do Caraça

O Santuário homônimo apresenta-se encaixado na bacia do homônimo ribeirão Caraça, circundado pelas elevações quartzíticas, produzidas no dobramento das três tipologias de quartzitos presentes (ALKMIM, informação pessoal, 2015). As porções mais elevadas, possuem Complexos Rupestres de Altitude (BENITES et al., 2007), com amplos sistemas de cavidades subterrâneas naturais, morros rebaixados sobre diques máficos, canions estreitos e vales aluviais suspensos. A paisagem foi moldada pelo metamorfismo, que evoluiu em encostas de vales altimontanos dissecadas e associadas a um vale principal, nos espessos pacotes de ortoquartzitos do grupo Moeda. A dissecação é evidente sendo as cavidades subterrâneas aquíferos que canalizam e sequestram temporariamente a água, processo fundamental na gênese da paisagem local.

De forma geral, os solos da RPPN são pouco profundos e com pequeno grau de desenvolvimento pedogenético, características condizentes com solos desenvolvidos sob clima de altitude e material de origem silicoso quartzítico. Além disso, os solos apresentaram distrofismo generalizado, junto de uma saturação por alumínio e acidez elevadas. Em todos os perfis observou-se que as cargas do solo são provenientes da matéria orgânica e de minerais secundários. Isso foi evidenciado pelo aumento da CTC em superfície e pela geração de cargas com a variação do pH (CTC potencial).

Na mineralogia da fração argila dos solos do Caraça encontrou-se principalmente quartzo cristalino e amorfo e argilominerais 2:1, estando em equilíbrio com uma paisagem rejuvenescida constantemente pela drenagem em relevo escarpado, ou seja, a pedogênese é menor que a erosão local. Em ambientes quartzíticos, minerais primários de alta CTC como cloritas são frequentemente citados na literatura (BENITES et al, 2007), sendo herdadas do processo de metamorfismo, ou no caso dos diques máficos, sendo autigênicos. A presença de gibbsita na fração argila desses solos indica elevado intemperismo químico dos feldspatos presentes nas rochas. Os solos apresentam ainda caulinita e óxidos de ferro na fração argila, indicando fases intermediárias de alteração química. Tais características corroboram o encontrado por DIAS (2000).

Os nove (9) geoambientes encontrados e descritos da Serra do Caraça são mostrados na Tabela 1, Figura 6 e descritos nos parágrafos seguintes. Destes apenas uma

unidade ainda não teve perfil de solo representativo coletado, mas apenas observações de campo.

Tabela 1 Geoambientes identificados na RPPN do Caraça, MG.

ID	GEOAMBIENTE E REPRESENTATIVIDADE	SOLO	FITOFISIONOMIA	PERFIS	LITOLOGIA	RELEVO/ POSIÇÃO NA PAISAGEM
1	Campo rupestre quartzítico aberto com feições cársticas e grutas (21%)	RL, AR	Complexos rupestres de altitude	P7	Quartzito Moeda	Topos serranos e patamares com fendas e grutas
2	Campo Rupestre arbustivo (16.5%)	RLd, CXbd	Candeial e Escrube	(Não coletado)	Quartzito Maquiné	Encostas montanhosas
3	Campo Rupestre de topo sobre solo arenoquartzoso (6.5%)	RQ	Campo Rupestre	P2	Quartzito Moeda	Topos serranos
4	Campo cerrado rupestre e, Cambissolos de xisto (3%)	CXbd	Cerrado	P5a P6	Xisto	Encostas e Patamares
5	Brejo montanhoso com Gleissolos e Turfeiras (2%)	GXbd, RYbd e OX	Campos Brejosos com raros arbustos	P5b P12	Quartzito Moeda	Depressões hidromórficas aluviais e vales suspensos
6	Arbustal e Mata de escarpa (14%)	RLd, CXbd e LVAd cambissolico	Mata, arbustais e capões baixos	P11	Coluvios sobre Quartzitos	Escarpas e encostas íngremes
7	Mata Baixa sobre rochas máficas (22%)	CXbd, LV LVAd, RL Fragmentário RRd PVd	Mata baixa e transição para Escrube nas bordas	P4, P8 P9 e P10	Diques de gabro e diabásio	Encostas em relevo ondulado
8	Mata Nebular Baixa em colúvio arenoso (3%)	CHd, RQ húmicos	Mata Baixa Transicional	P3	Quartzito Maquiné	Grotas úmidas nos vales internos
9	Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de filito (12%)	CXbd/ LVA	Candeial	P1	Mica xisto	Encostas montanhosas e Escarpas

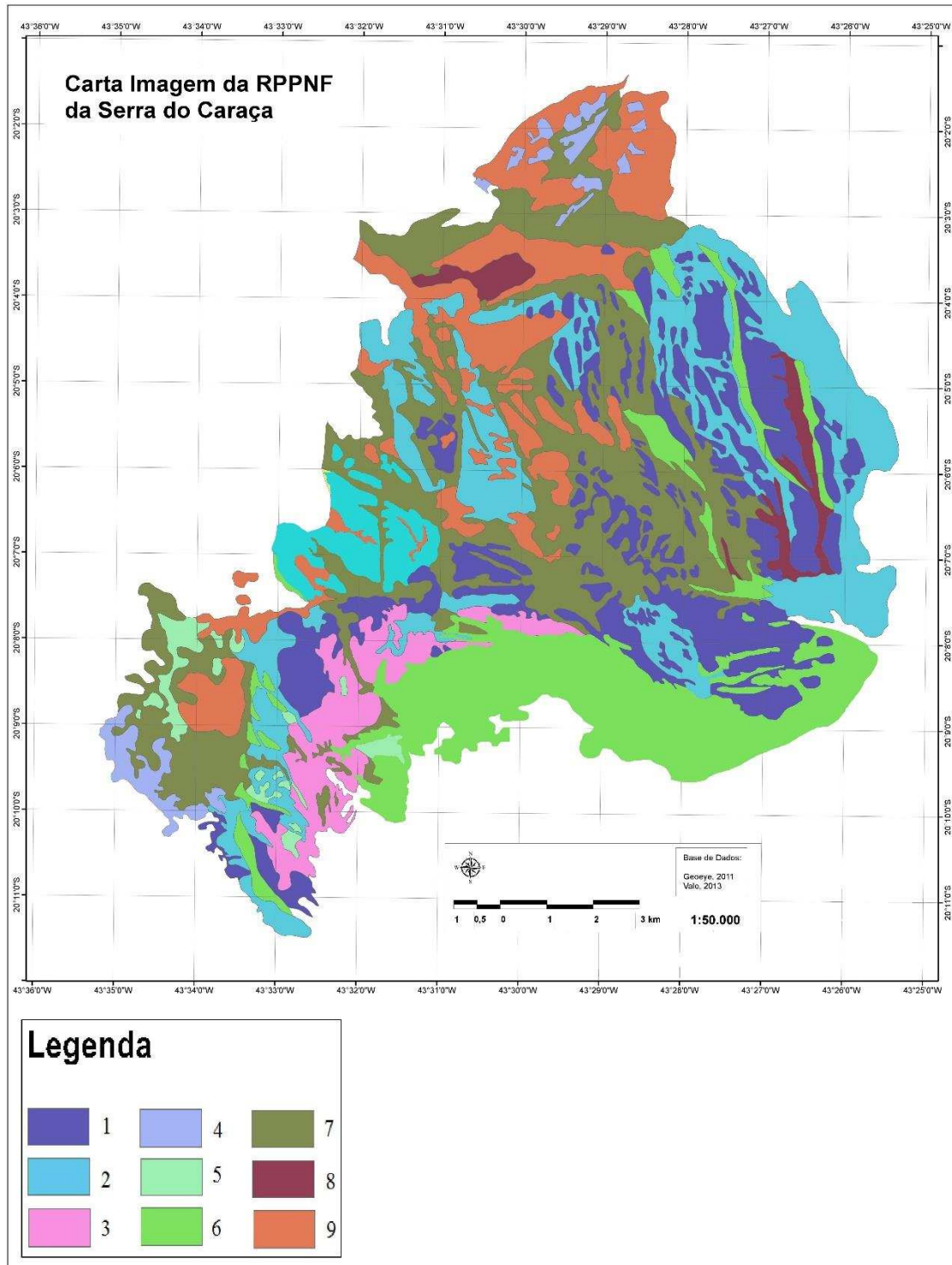


Figura 6 Mapa de Geoambientes da RPPN Santuario do Caraça, MG. 1 Campo rupestre quartzítico aberto com feições cársticas e grutas. 2 Campo Rupestre arbustivo. 3 Campo Rupestre de topo sobre solo arenoquartzoso. 4 Campo cerrado rupestre e Cambissolos de xisto. 5 Brejo montanhoso com Gleissolos e Turfeiras. 6 Arbustal e Mata Baixa de escarpa. 7 Mata Baixa sobre rochas máficas . 8 Mata Nebular Baixa em colúvio arenoso. 9 Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de Filito.

3.2. Campos rupestres quartzítico aberto com feições cársticas e grutas

Apesar da área constituir somente o 21% da RPPN, trata-se do seu ambiente mais emblemático, por possuir as cavidades e feições cársticas singulares (Grotas, Cavidades) mais importantes, além de acumulações biogênicas internas (Guanos), que serão alvo de uma descrição mais pormenorizada, a seguir, como subitens da seção. Como foram feitas diversas análises específicas nesses ambientes, optou-se em incorporar essa discussão dentro da apresentação do geoambiente, para facilitar a compreensão.

Os afloramentos rochosos da RPPN do Caraça (Figura 7a) representam patamares com “Complexos Rupestres de Altitude” (BENITES et al, 2007), embora a elevada pluviosidade, fitofisionomias xeromórficas, graminóides desenvolvam-se sobre solos rasos, enquanto líquens e briófitas são os primeiros colonizadores da rocha. Nos patamares de maiores altitudes campos de velózias (*Vellozia squamata*, Pohl) prevalecem. Os afloramentos do Caraça são constituídos de quartzito sericítico e clorítico do grupo Moeda, com veios hidrotermais de quartzo expostos. A geomorfologia deste ambiente é constituída por microformas exocársticas superficiais, os karren, como identificado na Figura 7b (FORD e WILLEMS, 2007). Nestes patamares evidencia-se dissolução química do cimento do quartzito, com sucessivo transporte canalizado dos grãos soltos de areia, formando canais de escoamento preferenciais.

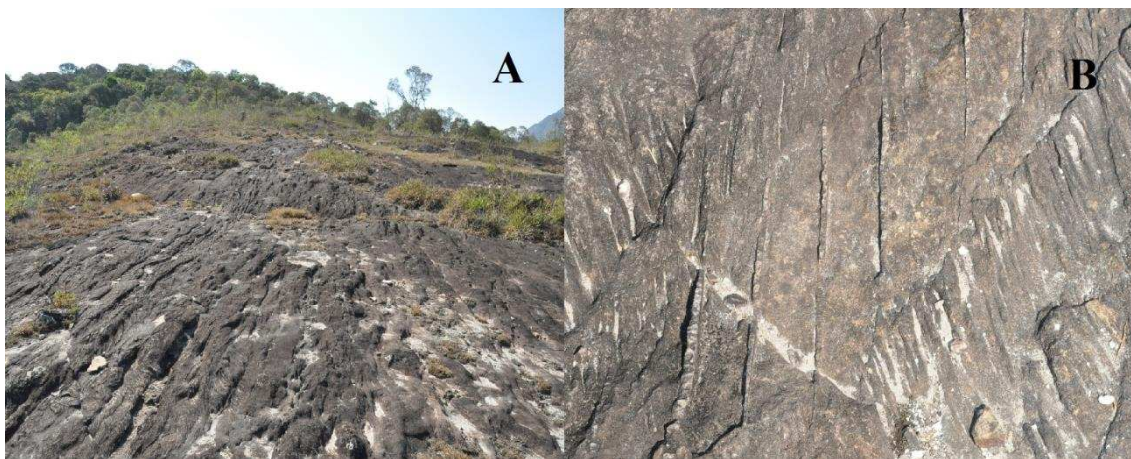


Figura 7 Campos rupestres. Patamar de Complexos Rupestre Quartzítico no local 'Pedra da Paciência'(a). Microformas exocársticas superficiais, os karren (b). Serra do Caraça, MG

Quartzitos expostos a alta pluviosidade em clima ameno devido a altitude, mostram ilhas de pequena vegetação especializada a ambientes extremos, que com ácidos orgânicos produzidos pelos sistemas radiculares cria desgaste químico. A mineralogia do quartzito do complexo rupestre, efetuada na amostra de uma camada superficial de rocha (Figura 7a), indicou a presença de minerais típicos de quartzitos, como quartzo, feldspato-K e micas. Além disso foram observadas grafita e γ alumina.



Figura 8 Campos rupestres. Amostra de uma camada superficial de rocha quartzítica (a). Perfil de solo 1(b).

O perfil 7 coletado no campo rupestre aberto (Figura 8b) foi classificado como Neossolo Litólico distrófico típico, tendo um único horizonte diretamente sobre a rocha (A/R) e baixa saturação de base. A incipiência deste perfil é devido a resistência do material de origem e aos fatores de formação, como o clima frio que determinam um intemperismo lento. O intemperismo do quartzito se dá principalmente segundo a teoria da arenização (SAURO, 2014), onde o cimento intergranular é dissolvido deixando a matriz quartzosa e os minerais característicos do estrato.

O perfil 7 apresenta características típicas de solos pouco evoluídos. Não há desenvolvimento de estrutura, sendo organizadas em grãos simples. Sua consistência apresenta-se solta, sem plasticidade ou pegajosidade. Estas características estão associadas ao baixo teor de argila observado, sendo classificado texturalmente como franco arenoso (Tabela 2).

O solo do complexo rupestre estudado apresenta pH ácido e se mostra alumínico, com valores de saturação por alumínio de 93 %, a soma de base trocáveis e a saturação

por bases são baixas, respectivamente com 0,26 e 2,2 %, ressaltando em acentuado distrofismo. A maior parte da CTC se deve a carbono orgânico, presente no valor de 7,29 dag/kg. O valor de Fe, com 83,2 mg/dm³, está de acordo com o ambiente com pH ácido; ferro solúvel é encontrado nos intergrãos dos quartzitos. O teor de K é relativamente elevado (24 mg/dm³), devido ao intemperismo dos feldspatos-K e a ciclagem biogeoquímica.

Por meio da difratometria de raios X identificou-se a presença tanto de minerais primários (hidromuscovita, clorita e feldspato-K) quanto minerais secundários (caulinita e gibbsita) na fração argila deste solo. Isto confirma que o desenvolvimento do ambiente é incipiente. A presença do mineral gibbsita contraria a pouca evolução do ambiente, estando sua presença associada aos altos níveis de alumínio em sistema dessaturado com intensa lixiviação.

Desta forma, os solos desenvolvidos no complexo rupestre, se caracterizam por serem rasos e pouco evoluídos pedogeneticamente. Isso se explica pelo fato da pedogênese neste ambiente, estar associada ao controle estrutural do relevo.

Tabela 2 Atributos morfológicos e físicos dos perfis de solos. Serra do Caraça, MG, Brasil

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor do solo úmido		Estrutura ²	Consistência			Transição	Areia ⁴	Silte ⁵	Argila ⁶	Classificação textural
		Código	Nome ¹		Seca	Úmida	Molhada ³					
P1 Cambissolo háplico tb distrófico (Geoambiente 9, 12%)												
A1	0-5	7,5 YR 3/4	Br es	Fr pq bls	Lig. dura	Friável	lpl e lpe	Ondulada e gradual	-	-	-	Franco-argilosa
Bi	5-30	7,5YR 5/6	Br es	Fr m bla	Macia	Friável	Pl e lpe	Ondulada e gradual	-	-	-	Areia franca
BC	30-55	7,5 YR 4/6	Br es	Fr m gr	Lig. dura	Friável	Pl e pe	Ondulada e gradual	-	-	-	Argilo arenoso
2A	55-75	7,5YR 5/6	Br es	Fr m bla	Macia	Friável	Pl e lpe	Ondulada e gradual	-	-	-	Franco argiloso
2Bw	75-120+	7,5 YR 4/6	Br es	Fr pq gr	Macia	Friável	Lpl e lpe		-	-	-	Argilo arenoso
P2 Neossolo quartzarênico órtico típico (Geoambiente 3, 6,5%)												
A	0-10	10 YR 4/2	Cz cl	Fr mpq gs	Solta	Solta	Npl npe	Ondulada e gradual	0,668	0,124	0,209	Franco argilo arenoso
A/C	10-80+	10 YR 4/2	Cz cl	Fr mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe		0,689	0,118	0,193	Franco arenoso
P3 Neossolo regolítico distrófico espessoarênico (cambissólico) (Geoambiente 8, 3%)												
A	0-15	5 Y 3/1	Br es	Fr mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe	Ondulada e difusa	-	-	-	Franco arenosa
AC	15-30	10 YR 3/3	Br es	Fr mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe	Ondulada e difusa	-	-	-	Franco arenosa
C1	30-45	10 YR 5/3	Br	Fr mpq gs	Macia	Solta	Npl e npe	Ondulada e difusa	-	-	-	Franco arenosa
C2	45-70+	10 YR 6/2	Br ac	Fr m bls	Macia	Muito friável	Npl e npe		-	-	-	Franco arenosa
P4 Neossolo litólico com contato lítico fragmentário (Geoambiente 7, 22%)												
A	0-10	10 YR 4/4	Br am es	Mo m gr	Dura	Friável	Npl e npe	Ondulada e gradual	-	-	-	Franco arenosa
A/C	10-30	7,5 YR 5/6	Br ft	Mo m gr	Macia	Firme	Npl e lpe	Ondulada e gradual	-	-	-	Franco arenosa
C/R	30-60+	7,5 YR 5/6	Br ft	Mo m gr	Macia	Firme	Npl e lpe		-	-	-	Franco arenosa
P5a Cambissolo háplico tb distrófico (Geoambiente 4, 3%)												
A	0-10	10 YR 4/3	Br	Mo pq bls	Solta	Solta	Npl e npe	Irregular difusa	-	-	-	Franco arenosa
C1	10-25	10 YR 6/6	Am br	Mo mgr bls	Macia	Muito friavel	Npl e lpe	Irregular difusa	-	-	-	Franco arenosa
C2	25-50	10 YR 5/4	Br am	Fr m bls	Macia	Muito friavel	Npl e lpe	Irregular difusa	-	-	-	Franco arenosa
C3	50-70	2,5 Y 7/6	Am	Fr m gr	Macia	Muito friavel	Npl e lpe		-	-	-	Franco arenosa
P5b Gleissolo háplico aluminico cambissólico (Geoambiente 5, 2%)												
A1	0-10	10 R 4/6	V	Mo m gru	Macia	Muito friável	Pl e pe	Gradual e ondulada	0,641	0,135	0,215	Franco argilo arenoso
A2	10-15	10 R 6/4	V pl	Mo m gru	Dura	Firme	Pl e pe	Gradual e ondulada	0,652	0,129	0,219	Franco argilo arenoso
Bi	15-40	10 R 6/4	V pl	Mo m gru	Macia	Muito friável	Pl e pe	Gradual e ondulada	0,671	0,118	0,212	Franco argilo arenoso
Cg1	40-60	2,5 YR 7/1	V v	Mc	Dura	Firme	Pl e pe	Gradual e ondulada	0,708	0,104	0,188	Franco arenoso
Cg2	60-120	2,5 YR 7/1	Cz v	Mc	Macia	Muito friável	Lpl e npe	Gradual e ondulada	0,802	0,075	0,123	Franco arenoso
Cg3	120-140+	2,5 YR 7/1	Cz v	Mc	Macia	Muito friável	Npl e npe		0,833	0,053	0,114	Areia franca

¹Cor: br ft = bruno forte, v am = vermelho-amarelado, br m es = bruno muito escuro, br ac m es = bruno acinzentado muito escuro, pr v = preto avermelhado, br v es = bruno avermelhado escuro; cz cl = cinza claro; cz ev = cinza esverdeado; v pl = vermelho polo; v = vermelho ²Desenvolvimento de estrutura: fr = fraca, mo = moderada, fo = forte; Tamanho de estrutura: pq = pequena, m = média, g=grande; Tipo de estrutura: bla = blocos angulares, bls = blocos subangulares; bls/gr = blocos subangulares que se desfazem em granular, gr = granular, gru = grumosa, mc = maciça, gs = grãos simples; ³Consistência molhada: npl = não plástica, lpl = ligeiramente plástica, pl = plástica, mpl = muito plástica, npe = não pegajosa, lpe = ligeiramente pegajosa, pe = pegajosa, mpe = muito pegajosa; ⁴Areia: 2,0 mm-0,05 mm Ø; ⁵Silte: 0,05-0,002 mm Ø; ⁶Argila: <0,002 mm Ø.

Tabela 3 Atributos morfológicos e físicos dos perfis de solos. Serra do Caraça, MG, Brasil (Continua...)

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor do solo úmido		Estrutura ²	Consistência			Transição	Areia ⁴	Silte ⁵	Argila ⁶	Classificação textural
		Código	Nome ¹		Seca	Úmida	Molhada ³					
P6 Latossolo vermelho distrófico típico (Geoambiente 4, 3%)												
A	0-10	5 YR 4/6	V am	Fo mp gr	Macia	Muito friável	Npl e npe	Irregular difusa	-	-	-	Franco-argilosiltosa
BW	10-80+	5 YR 4/6	V am	Fo mp gr	Macia	Muito friável	Npl e npe		-	-	-	Franco-argilosiltosa
P7 Neossolo litólico distrófico típico (Geoambiente 1, 21%)												
A/R	0-10	5 YR 2,5/1	Preto	Gs	Solta	Solta	Npl e lpe	Abrupta e plana	0,768	0,124	0,108	Franco arenoso
P8 Neossolo regolítico distrófico léptico (Geoambiente 7, (20%))												
A1	0-10	10 YR 2/2	Br m es	Mo m gru	Macia	Friável	Npl e npe	Difusa e descontínua	0,676	0,163	0,161	Franco arenoso
A2	10-30	10 YR 3/2	Br ac m es	Fo m gru	Macia	Muito friável	Npl e npe	Difusa e descontínua	0,699	0,160	0,142	Franco arenoso
AC	30-90	2,5 YR 2,5/2	V m es ac	Gs	Macia	Muito friável	npl e npe		0,590	0,217	0,193	Franco arenoso
P9 Latossolo vermelho distrófico típico (Geoambiente 7, 22%)												
A1	0-5	7,5 YR 4/6	Br ft	Fr m gr	Macia	Muito friável	Pl e lpe	Difusa e irregular	0,478	0,132	0,390	Franco argiloso
A2	5-15	7,5 YR 4/4	Br	Fr m gr	Macia	Muito friável	Pl e lpe	Difusa e irregular	0,463	0,140	0,397	Franco argiloso
AB	15-25	7,5 YR 4/4	Br	Fr m gr	Macia	Muito friável	Lpl e lpe	Difusa e irregular	0,460	0,122	0,417	Argila
Bw1	25-60	5 YR 4/6	V am	Mo m bls/gr	Lig. dura	Muito friável	Pl e pe	Difusa e irregular	0,488	0,117	0,394	Franca argiloso
Bw2	60-85+	7,5 YR 4/6	Br ft	Fr m bls/gr	Macia	Muito friável	Pl e pe		0,525	0,015	0,460	Argila
P10 Argissolo vermelho distrófico típico (Geoambiente 7, 22%)												
A1	0-25	2,5 YR 2,5/2	V m es ac	Fr mp gr	Solta	Solta	Npl e lpe	Difusa e ondulada	0,682	0,165	0,151	Franco arenoso
A2	25-40	5 YR 3/2	Br v es	Mo pq bls	Macia	Muito friável	Lpl e lpe	Difusa e ondulada	0,669	0,203	0,128	Franco arenoso
Bt1	40-70	2,5 YR 5/4	Br v	Mo m gr	Macia	Muito friável	Npl e lpe	Difusa e ondulada	0,733	0,051	0,216	Franco argilo arenoso
Bt2	70-100	10 R 3/4	Br v es	Mo pq bls	Macia	Muito friável	Npl e npe	Difusa e ondulada	0,660	0,126	0,214	Franco argilo arenoso
Bt3	100-130+	10 R 3/4	Br v es	Mo pq bls/gr	Macia	Muito friável	Npl e npe		0,646	0,120	0,234	Franco argilo arenoso
P11 Neossolo litólico distrófico típico (Geoambiente 6, 14%)												
A	0-2	10 YR 5/3	Br	Mo mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe	Difusa e irregular	-	-	-	Franca arenosa
AC	2-13	10 YR 5/6	Br am	Mo mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe	Difusa e irregular	-	-	-	Areia franca
C/R	13-80+	10 YR 7/4	Br cl	Mo mpq gs	Solta	Solta	Npl e npe		-	-	-	Areia franca
P12 Gleissolo háptico Tb distrófico neofluvíssico (Geoambiente 5, 2%)												
A1	0-5	10 R 2,5/1	Pr v	Gs	Macia	Muito friável	Pl e npe	Difusa e ondulada	0,617	0,273	0,110	Franco arenoso
A2	5-20	10 R 2/1	Preto	Mo pq bla	Macia	Muito friável	Lpl e npe	Difusa e ondulada	0,602	0,268	0,130	Franco arenoso
Cg1	20-30	10 R 2/2	Br m es	Mo pq bla	Macia	Muito friável	Lpl e npe	Abrupto e plano	0,679	0,189	0,132	Franco arenoso
E	30-50	2,5 YR 3/4	Br v es	Fr pq bla	Macia	Muito friável	Npl e lpe	Abrupto e plano	0,790	0,101	0,109	Franco arenoso
Cg2	50-85+	5 YR 2,5/2	Br v es	Mo pq bls	Lig. dura	Friável	Npl e lpe		0,336	0,400	0,265	Franco argiloso

¹Cor: br ft = bruno forte, v am = vermelho-amarelado, br m es = bruno muito escuro, br ac m es = bruno acinzentado muito escuro, pr v = preto avermelhado, br v es = bruno avermelhado escuro; cz cl = cinza claro; cz ev = cinza esverdeado; v pl = vermelho polo; v = vermelho ²Desenvolvimento de estrutura: fr = fraca, mo = moderada, fo = forte; Tamanho de estrutura: pq = pequena, m = média, g=grande; Tipo de estrutura: bla = blocos angulares, bls = blocos subangulares; bls/gr = blocos subangulares que se desfazem em granular, gr = granular, gru = grumosa, mc = maciça, gs = grãos simples; ³Consistência molhada: npl = não plástica, lpl = ligeiramente plástica, pl = plástica, mpl = muito plástica, npe = não pegajosa, lpe = ligeiramente pegajosa, pe = pegajosa, mpe = muito pegajosa; ⁴Areia: 2,0 mm-0,05 mm Ø; ⁵Silte: 0,05-0,002 mm Ø; ⁶Argila: <0,002 mm Ø.

Grotas

São padrões de geoformas de profundas ravinas e sulcos estruturais encontrados por todos os topos da RPPN, controlados estruturalmente pelas falhas e diáclases das rochas, onde as águas de percolação abriam lentamente profundas incisões, semelhante às grotas descritas por DIAS (2000) no Parque do Ibitipoca. Através desses grotões e abismos se iniciam as drenagens de cabeceira e formam-se canais de drenagem organizados na parte montanhosa da RPPN, a montante dos vales colmatados. Materiais decompostos, guanos e sedimentos minerais se acumulam, gerando um ambiente sombreado com alta disponibilidade de água. O sistema ombrófilo favorece o crescimento de uma vegetação de maior porte, onde os solos estão ao alcance das raízes, formando algumas Matas de Grotas. Esta vegetação propicia a existência de fauna cavernícola e grande diversidade de habitats.

As grotas presentes na RPPN são desenvolvidas principalmente ao longo de fendas tectônicas neste geoambiente, que permitiram o intemperismo dos quartzitos, formando abismos e condutos. As duas grutas aqui caracterizada são a do Centenário e a da Bocaina Inferior.

A gruta do Centenário tem sua entrada superior na dolina chamada Garganta do Diabo, localizada no pico do Inficionado. As primeiras explorações e mapas da gruta do Centenário se devem a Padre Estanislau, Irmão do Colégio de Caraça. Em 1996 recomeçaram as explorações pelo grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, topografando os condutos até uma profundidade de 480 m (DUTRA e RUBBIOLI, 2002). O principal sistema subterrâneo em quartzito do Brasil encontra-se no maciço do Inficionado. Esse maciço é amplamente fraturado em direção preferencial oeste. Esses fatores em conjunto com o ambiente ameno e montano úmido favorece o desenvolvimento de sistemas cársticos nos quartzitos, o que confirma a existência de amplas e profundas grutas no pico do Inficionado. Os dolinamentos e as fendas são as entradas preferencial das águas na montanha (Figura 9). Também evidenciam-se feições de erosão diferencial de estruturas resistentes e fraturadas: canhões, flutes⁶, tors⁷,

⁶ Flutes são caneluras, formas derivadas da erosão canalizada, forma de lapiáz (Bigarella et al., 1994).

⁷ Tors são estruturas remanescentes em forma de torres (Bigarella et al., 1994).

gnammas⁸, simas⁹, cockpits¹⁰ e espeleotemas. Essas formas são representativas de geomorfologias cársticas, sendo aqui nos quartzitos e não em rochas carbonáticas (BIGARELLA et al., 1994; ZINK e HUBER, 2011). Nessas grutas quartzíticas o aprofundamento da drenagem subterrânea segue a mecânica da teoria da arenização: infiltração, piping e drenagem livre (SAURO, 2014).



Figura 9 Paisagens com erosão diferencial de estruturas resistentes, fendas e fraturas de origem tectonoestrutural no Pico do Inficionado, Serra do Caraça. MG.

Ao descer nas cavidades, as feições superiores foram identificadas como abismos e condutos fósseis¹¹, observando erosão e intemperismo de canais preteritamente sob pressão hidráulica (com águas freáticas). Identificaram-se diferentes tipologias de quartzitos, alguns formados por grãos de quartzo e outros minerais em uma trama granular como evidencia a amostra de quartzito coletada a – 150 m (Figura 10b). Já em outras amostras são observados grandes cristais de sílica sacaroidal (Figura 10c) e fibras

⁸ Gnammas são depressões de intemperismo, pode se referir a qualquer espécie de reentrância ou cavidade na superfície da rocha, produzida pelo intemperismo predominantemente químico (Bigarella et al., 1994)

⁹ Simas são depressões em forma de abismos, típicas dos cárste tropical (Bigarella et al., 1994)

¹⁰ Cockpits são depressões em forma de estrela, típicas do cárste em torres (Bigarella et al., 1994).

¹¹ Condutos fósseis: feições de erosão na rocha, sem mais circulação de água

alongadas de micas (Figura 10d). Também são observadas concreções nas paredes (Figuras 10a), indicando ciclos de dissolução e deposição sucessiva.

Nos trechos mais profundos da gruta do Centenário, onde a drenagem é ativa, ao longo das paredes se releva contínuo filme de água. A água é o principal agente do intemperismo químico e a velocidade com a qual ela passa nas superfícies influi nas taxas de erosão. A acidez adquirida pelos fluidos em contato com CO₂ atmosférico e majoritariamente no solo, associado a presença de ácidos orgânicos provenientes da vegetação, infiltra em profundidade formando paisagem subterrâneas, por meio da dissolução do cimento. A termodinâmica e cinética de reações também influem amplamente nesses processos, indicando que a muito baixa solubilidade de rochas silicosas permite a não rápida saturação da água ácida, que consegue infiltrar ao longo dos poros e produzir intemperismo profundo. Este fato é fundamental na formação de amplos sistemas cársticos nos quartzitos (Martini, 1982).



Figura 10 Amostras de rocha coletadas na gruta do Centenário a diferentes profundidades: concreções a -120 m (a), quartzito a -150 m (b), quartzito a -200 m (c) e quartzito micáceo a -200 m (d).

Como mostram as Tabelas 3 e 4, a caracterização das rochas e das concreções por difratometria de raios X, indicou que as amostras são constituídas principalmente de feldspato- K ($KAlSi_3O_8$) quartzo (SiO_2) e em traços de gamma alumina (gamma Al_2O_3). As concreções da parede da gruta coletadas exibiram também picos de hematita (Fe_2O_3),

goethita (FeO(OH)) e caulinita. As rochas identificativas de diferentes camadas da formação Moeda, de diferente textura e nível de intemperismo, se diferenciam na difratometria através das tipologias de óxidos de ferro presente, devido à dinâmica hidráulica diferente no interior da cavidade, ou seja, ramos fósseis e ativos, secos ou úmidos. Encontram-se também caulinita, pirofillita (geralmente associado a caulinita e alunita) e plagioclásio, comuns em ambientes de alteração hidrotermal e em intemperismo de minerais ferrosos, em baixas temperaturas, definitivamente coerente com ambiente cavernícola.

Tabela 4 Minerais encontrados por XRD nas amostras de rocha da gruta do Centenário. Legenda na tabela 5 abaixo. Serra do Caraça, MG

AMOSTRA	MINERALOGIA
Concreção a -120 m	Fd-K, Qtz Low, Gt, Hm, Ct, γ Al
Quartzito a -120 m	Fd-K, Qtz Low, Gt, Hm, Ct, γ Al
Quartzito a - 150 m	Fd-K, Qtz Low, Mm, Hm, γ Al
Quartzito a - 180 m	Fd-K, Qtz Low, Hm, γ Al
Quartzito a - 200 m	Fd-K, Qtz Low, Gt, γ Al
Quartzito a - 200 m	Fd-K, Qtz Low, Pr, Pl, γ Al
Quartzito micáceo a -200 m	Fd-K, Qtz Low, Hm, Le, Ct, γ Al

Tabela 5 Legenda da tabela acima, dos minerais das amostras da gruta do Centenário, com espaçamento basal encontrado (d-spacing)

MINERAL	Espaçamentos basais encontrados em nm
Fd-K: Feldspato potássico	4.23, 3.33, 3.92
Hm: hematita	3.67, 2.23, 1.69, 2.69, 2.50
Qtz:Low: quartzo e cristobalita amorfos	1.81, 3.17, 2.44
Gt: goethita	2.45, 2.69, 2.18
Ct: caulinita	2.34, 2.50, 4.36
γ Al: gamma alumina	1.97, 2.38, 2.28
Mm: Maghemita	2.50, 3.75, 2.09
Pr: pirofillita	9.17, 3.00, 4.50
Pl: plagioclásio	3.18, 2.94, 4.00
Le: lepidocrocita	1.93, 6.26, 3.30

A cavidade com maior extensão da Serra do Caraça é a do Centenário, onde a preservação do lugar, o clima de altitude e a posição geográfica permitem a nidificação sazonal de andorinhões da espécie *Streptoprocne zonaris* (Shaw, 1796) e *Streptoprocne biscutata*, como indicado por Dutra e Rubbioli (2002). Os excrementos desses animais (guano) são importantes fontes de nutrientes do ambiente subterrâneo, se acumulando no piso. O guano contribui para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica, aqui já escassa, tendo disponibilização de outros nutrientes importantes. Caracterizando quimicamente as fezes dos andorinhões, pode se definir que existe diferença entre as camadas de acúmulo, tendo interação com a rocha e podendo assim, as características do guano, influenciar no processo de intemperismo, onde ocorrer o contato rocha-guano.

Guano interno

O exame visual do guano coletado na cavidade, evidenciou que as camadas mais profundas (15-20 e 20-25 cm) do perfil estudado (Figura 11), apresentaram aparência mais uniforme e com materiais orgânicos fortemente humificados, de acordo com os estudos de Bernath e Kunz (1981). Nas camadas superficiais (0-5 e 5-10 cm) o material grosseiro foi observado com microscopia eletrônica, aparentando restos de insetos e grãos de areia derivados do material de origem. O pH das camadas de guano foi em média de 5 (Tabela 5), mas em geral, a acidez diminui com a permanência no ambiente cavernícola, contrariamente ao encontrado por Gnaspini e Trajano (2000) e Ferreira e Martins (1998). As análises químicas indicaram que o guano superficial (0-5 cm) apresentou teor de fósforo de $38,8 \text{ mg/dm}^3$.

Já o segundo maior quantitativo se encontrou na camada 10-15 cm, com $48,9 \text{ mg/dm}^3$. O estrato 5-10 cm mostra pouca continuidade com a sequência de camadas provavelmente porque o guano já se mistura com o quartzito sericítico do material de origem, adicionando K. A camada 10-15 cm nas análises químicas se destacou: máximos valores de K (109 mg/dm^3), Ca ($0,46 \text{ cmol/dm}^3$), Mg $0,25 \text{ cmol/dm}^3$, Al $3,40 \text{ cmol/dm}^3$ e Cu $3,73 \text{ mg/dm}^3$. O cátion cálcio existe em média na concentração de $0,36 \text{ cmol/dm}^3$, considerada alta nesses ambientes. Os resultados demonstram que o magnésio é lixiviado ao longo do perfil. A presença de alumínio encontra valores máximos na amostra de 10-15 cm com valor de $3,4 \text{ cmol/dm}^3$.



Figura 11 Perfil de guano coletado no interno da gruta do Centenário.

Tabela 6 Análise químicas das amostras de guano coletados na gruta do Centenário

Camadas de guano	pH H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cu	Mn	Fe	Zn
		---mg/dm ³ ---		-----cmol _c /dm ³ -----		-----mg/dm ³ -----				
0-5 cm	4,75	38,8	36	0,38	0,19	1,3	3,60	1,5	29,8	6,42
5-10 cm	4,98	97,0	49	0,31	0,24	0,8	3,49	2,1	23,2	10,58
10-15 cm	5,30	48,9	109	0,46	0,25	3,4	3,73	1,4	28,8	8,62
15-20 cm	5,53	18,0	36	0,31	0,10	1,6	3,55	0,7	29,3	4,61
20-25 cm	-	43,7	-	-	-	-	-	-	-	-

A gruta da Bocaina Inferior encontra se na região da RPPN chamada Bocaina, sendo constituída de duas entradas conectadas internamente (Figura 12a). A gruta possui duas salas conectadas por um pequeno corredor, sendo que a mais profunda apresenta uma nascente entre quartzitos conglomeráticos, com preenchimentos de idades diferentes.

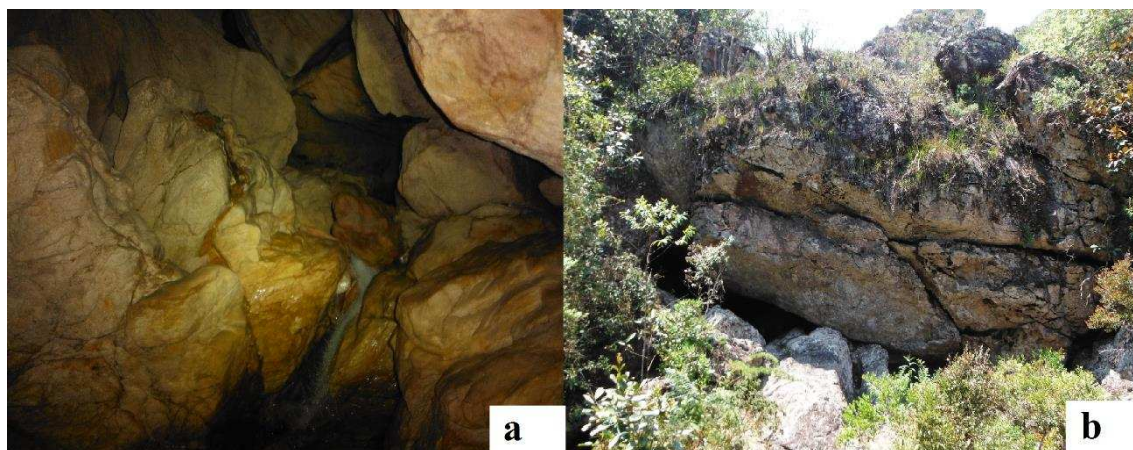


Figura 12 Gruta da Bocaina inferior, Serra do Caraça, MG. Panorama interno, final do 2º salão (a). Fenda de ingresso da gruta (b).

A gruta da Bocaina Inferior evidencia formas tipicamente moldadas pela água através da dissolução e ablação das rochas, sempre ao longo das fendas (Figura 12b). As amostras de rocha coletadas no interior da cavidade no Vale da Bocaina indicam visível alteração superficial e pigmentação avermelhada.

A difratometria de raios X das amostras de rochas coletadas na caverna (Figura 13a-b-c-d-e) demonstrou a presença de minerais primários tipicamente encontrados em quartzitos como quartzo (0,334; 0,245; 0,181 nm), feldspato potássico (0,332; 0,423; 0,390 nm), amesita (0,700; 0,352; 0,195 nm), brucita (0,177; 0,237; 0,154 nm) e plagioclásio (0,366; 0,316; 0,92 nm), predominantemente. Além disso, foram encontrados minerais acessórios como ilmenita (0,254; 0,224; 0,171 nm), cristobalita (0,415; 0,217; 0,207 nm), grafita (0,166; 0,336; 0,203 nm) e traços de micas.

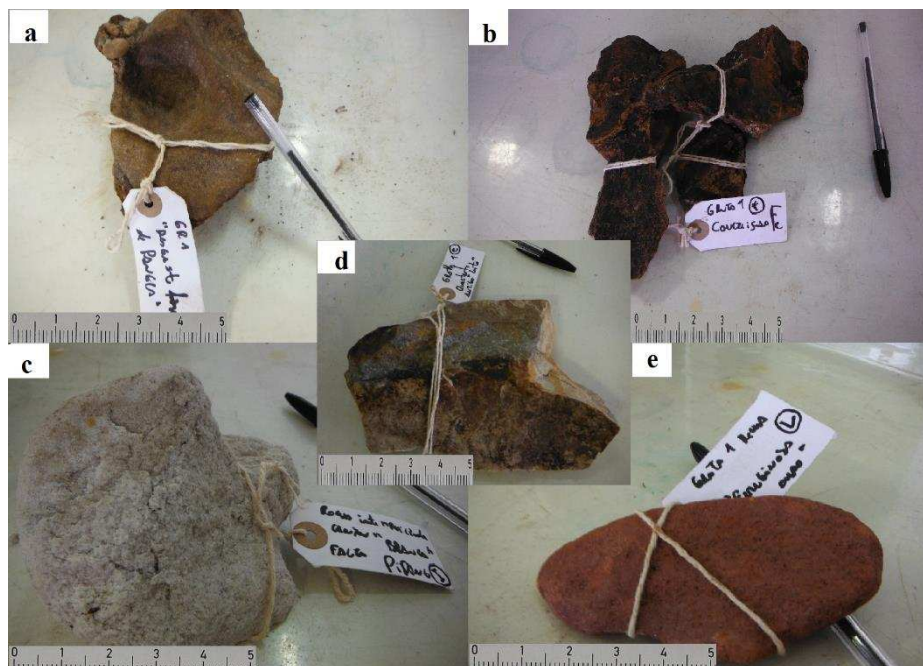


Figura 13 Amostras de rochas coletadas no interior da gruta da Bocaina. Marmitta de quartzito conglomerático (a). Quartzito capeado por Fe (b). Saprolito de quartzito (c). Quartzito do antigo leito do rio interno a gruta (d). Saprolito de quartzito entremeado de Fe (e).

O interior da cavidade mostra-se altamente intemperizado, em algumas amostras, apresentando forte capeamento ferruginoso e incrustações de material de cor amarelo (2,5 Y 8/6) em outras (Figura 16a). Os difratogramas de raios X das rochas não indicaram a presença de minerais de ferro cristalinos. No entanto, transectos das amostras avaliados microquimicamente em MEV-EDS (Figura 14a-b-f) mostraram capeamento de ferro amorfo na superfície das rochas em detrimento de seu interior (Figura 14c). Além disto, há evidência de concentração de ferro intergranular, do quartzito, conforme as análises MEV da amostra de quartzito do antigo leito do rio interno a gruta (Figuras 15a-b-c-d-e). Também se relevaram K, de acordo com a XRD e titânio, associado ao V (Figura 14d-e).

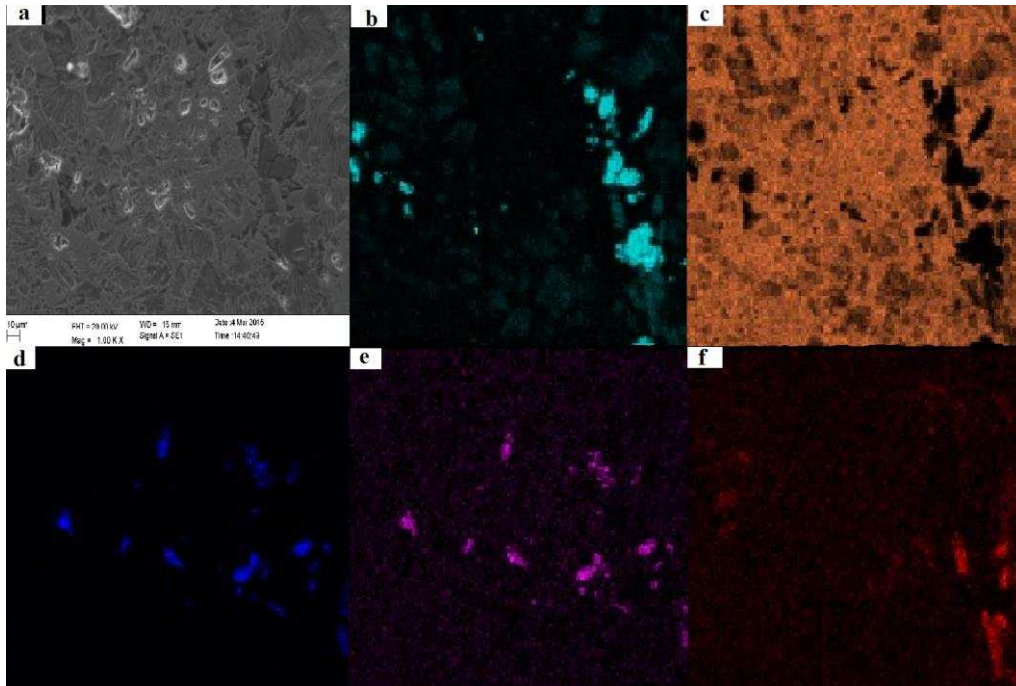


Figura 14 Imagem MEV (a) e mapas microquímicos da amostra de Quartzito capeado por Fe da gruta. As cores evidenciam a presença de elementos químicos. Assim se observam grãos de quartzo, Si (b). Cimento ferruginoso, Fe (c). Nódulos, Ti (d) e V (e). Micas, K (f).

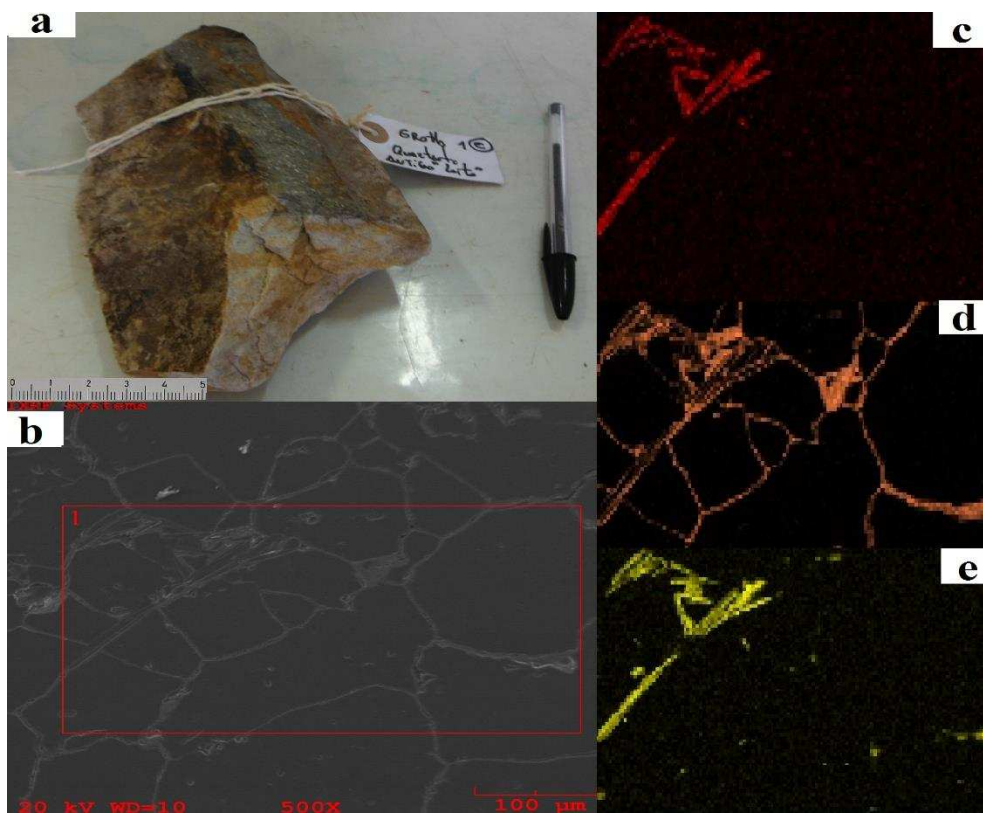


Figura 15 Imagem MEV (b) e análise microquímica da amostra de quartzito (a) da gruta da Bocaina inferior, do antigo leito. Em evidência uma mica, K (c) e Al (e). O cimento intergranular ferruginoso (d). Serra do Caraça, MG

O material de cor amarelo (2,5 Y 8/6) também encontrado sobre rochas quartzosas da gruta da Bocaina Inferior apresentou composição essencialmente aluminosa (Tabela 6). Apesar de a rocha local ser bastante rica em alumínio, a forma dendrítica das concreções indica que sua gênese está relacionada à dissolução de rochas aluminosas externas e deposições sucessivas nas paredes das cavidades. As sucessivas deposições também ficam evidentes pelas imagens da microscopia eletrônica de varredura que reproduzem em microescala as feições escamosas observadas nas amostras de mão (Figura 16b). Possivelmente trata-se de cristalizações de gibbsita.

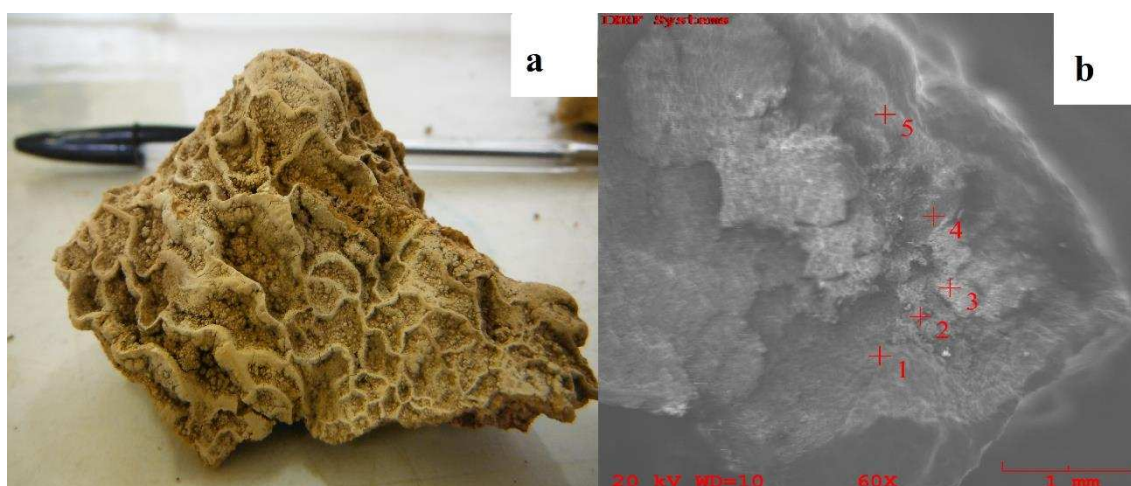


Figura 16 Concreção aluminosa, bauxítica da gruta do vale da Bocaina. Serra do Caraça, MG. Amostra de mão (a). Imagem MEV com pontos de leitura EDS (b).

Tabela 7 Concentrações (%) microquímicas de elementos principais, no transecto MEV/EDS da concreção, a 20 kV

Elemento	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ti	V	Fe
Ponto 1	27,2	50,5	0,1	0,2	20	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Ponto 2	21,5	40	0,4	0,1	18	1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	18
Ponto 3	22	53	0,2	0,2	14,4	2	0,2	0,5	0,4	0,2	0,5	0,4	6
Ponto 4	13	50	0,2	0,1	21	2	0,2	0,5	0,2	0,2	1	0,6	11
Ponto 5	31	44,6	0,2	0,2	22	0,6	0,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3

3.3. Campo rupestre arbustivo

É o geoambiente dominante nas partes rebaixadas da RPPN (16,5% do total), acima do nível brejoso e inundável. Está associado a solos rasos, frequentemente de natureza colúvio-aluviais, arenosa ou franco-arenosa. Em boa parte, representam antigas rampas, terraços e leques aluviais de encostas, de drenagens bem mais amplas que as atuais. Tais depósitos são conspícuos no Quadrilátero Ferrífero, relacionados a pequenas bacias de deposição sob alguma ação neotectônica, do Oligoceno ao Mioceno (VARAJÃO et al., 2009; LIPSKI, et al., 2002). A fitofisionomia de escrube é típica, e transiciona para Capões Baixos, ou Campos Rupestres abertos, onde o substrato é bem mais raso.

Os solos associados às encostas em forma de rampas dissecadas ocupam 16,5% da área total da RPPN, e estão representados pelo perfil 11. São solos que apresentam profundidade até o horizonte C de até 50 cm, oriundos da colmatação de antigos vales por material arenoso carregado das vizinhanças, com alguma influência local de xistos e filitos, comuns nas linhas de pedra no topo do horizonte C. Possuem fertilidade natural muito baixa e acidez generalizada. A maior profundidade dos solos favorece a presença de uma vegetação herbácea densa com pequenos arbustos. A pobreza observada nesse ambiente não é suficiente para o estabelecimento de uma vegetação de porte maior, como no ambiente de mata, possivelmente pela deficiência de água.

Os solos mais típicos são Cambissolos distróficos, rasos. Um perfil típico foi descrito por Carvalho-Filho et al. (2010), sendo de cores bastantes pálidas (10 YR 4/2 e 2,5 Y 6/4), de textura média com teores de argila e carbono orgânico muito baixos, ácidos e com alta saturação por alumínio. Os mesmos autores indicam que nos trechos de maior declividade esses solos tendem a ser cascalhentos e pedregosos, apresentando baixa profundidade (lépticos ou líticos), comumente associados a Neossolos litólicos.

3.4. Patamares de topo com campo rupestre sobre solo arenoquartzoso pedregoso

Nas superfícies de cimeiras do Quadrilátero, especialmente do Caraça, ocorrem solos epipedregosos muito antigos, com evidências de forte ação erosiva pretérita em clima mais seco, formando um verdadeiro lençol de cascalhos superficiais, típicos de climas mais secos (VARAJÃO et al., 2009). Estes patamares elevados constituem

superfícies muito antigas, aplainadas e soerguidas, e intensamente intemperizadas. Os Campos Rupestres de topo (Figura 17a-b) possuem padrão aberto, e são muito suscetíveis ao fogo, que é mais forte aí que em outros Campos Rupestres da RPPN, em função da posição exposta e ventosa, favorável à propagação. Os solos são comumente Neossolos litólicos, Neossolos Regolíticos ou Cambissolos, normalmente pedregosos e cascalhentos.

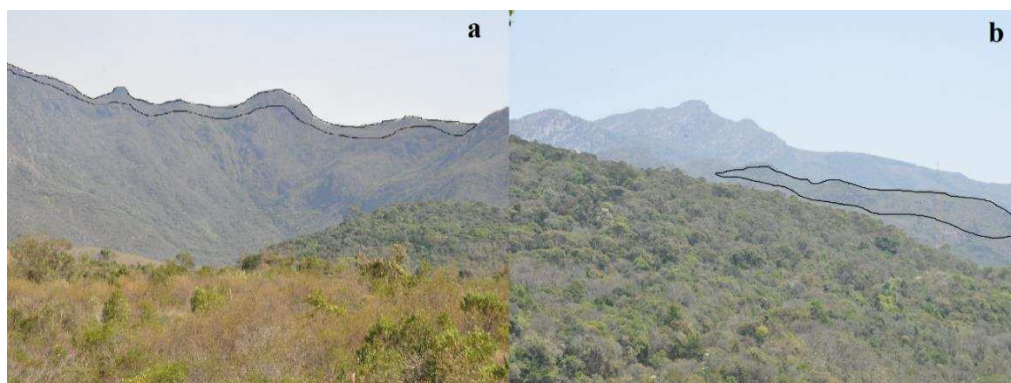


Figura 17 Patamares de topo (a-b). Geoambiente 3.

As fitofisionomias dos campos encontradas nos topos aplainados em substratos mais profundos são bastante distintas das fitofisionomias dos campos rupestres mais típicos, sobre solos mais rasos de encostas e escarpas. Tais diferenças são explicadas pelas diferentes espessuras do solum, mas ainda existe uma indefinição na separação destas tipologias. Para Oliveira-Filho e Fluminhan-Filho (1999) a vegetação herbácea de altitude associada a afloramento de rocha seriam campos rupestres e, quando não ocorre afloramento, campos de altitude. No presente caso, considera-se mais pertinente o termo Complexo Rupestre para definir a situação existente na RPPN do Caraça.

Foi coletado um solo arenoquartzoso pedregoso de topo, identificado como Neossolo quartzarênico órtico típico, de cor cinza claro (10 YR 4/2), sendo que a análise textural indicou ser franco arenoso, de estrutura fraca organizada em grãos simples e com consistência solta. Nas análises químicas (Tabela 7) o elemento K se destacou, com valores de 59 e 38 mg/dm³, de acordo com o material de origem micáceo. Encontraram-se valores elevados de saturação por alumínio (94,3 e 93,1 %) e carbono orgânico (9,00 e 5,58 dag/kg), devido ao clima de ambiente montano, desenvolvido em rochas quartzíticas.

Tabela 8 Análises químicas dos perfis de solos em estudo da Serra do Caraça, MG

Horizonte	pH ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽²⁾	Ca ²⁺ ⁽³⁾	Mg ²⁺ ⁽³⁾	Al ³⁺ ⁽³⁾	H+Al ⁽⁴⁾	SB ⁽⁵⁾	T ⁽⁶⁾	T ⁽⁷⁾	V ⁽⁸⁾	m ⁽⁹⁾	CO ⁽¹⁰⁾	Cu	Mn	Fe
		-----mg/dm ³ -----		-----cmol _c /dm ³ -----						-----%-----	dag/kg		-----mg/dm ³ -----			
P2 Neossolo quartzarênico (Geoambiente 3, 6,5%)																
A	5,27	4,6	59	0,30	0,09	5,00	16,0	0,54	5,54	16,54	3,3	90,3	9,00	0,25	3,6	140,2
A/C	5,31	3,5	38	0,20	0,06	5,70	13,4	0,36	6,06	13,76	2,6	94,1	5,58	0,04	0,7	165,1
P3 Neossolo regolítico distrófico espessoarênico (cambissólico) (Geoambiente 8, 3%)																
A	5,05	13,7	60	0,35	0,15	6,30	26,1	0,65	6,65	26,75	2,4	90,6	20,28	0,20	5,3	125,7
A/C	5,10	3,5	57	0,22	0,11	6,90	25,1	0,48	7,38	25,58	1,9	93,5	16,48	0,20	2,5	129,6
P5b Gleissolo háplico aluminico cambissólico (Geoambiente 5, 2%)																
A1	5,19	2,9	61	0,11	0,06	5,40	13,9	0,33	5,73	14,23	2,3	94,2	6,46	0,47	1,0	180,8
A2	5,33	2,3	39	0,11	0,06	6,10	13,7	0,27	6,37	13,97	1,9	95,8	4,69	0,48	0,7	146,3
Bi	5,63	2,1	29	0,08	0,05	5,70	13,0	0,20	5,90	13,20	1,5	96,6	4,31	0,52	1,0	237,6
Cg1	5,38	1,4	22	0,08	0,02	4,20	10,2	0,16	4,36	10,36	1,5	96,3	2,66	0,20	1,2	236,5
Cg2	5,17	1,2	16	0,10	0,02	2,80	5,6	0,16	2,96	5,76	2,8	94,6	1,01	0,09	0,5	88,1
Cg3	5,29	1,6	10	0,10	0,02	2,50	4,3	0,15	2,65	4,45	3,4	94,3	0,76	0,14	0,6	140,0
P7 Neossolo litólico distrófico típico (Geoambiente 1, 21%)																
A/R	5,26	3,9	24	0,16	0,04	4,00	11,4	0,26	3,76	11,66	2,2	93,1	7,29	0,16	1,4	83,2
P8 Neossolo regolítico distrófico léptico (Geoambiente 7, 22%)																
A1	5,18	1,6	56	0,19	0,04	3,40	8,9	0,37	3,77	9,27	4,0	90,2	3,68	0,56	1,8	286,6
A2	5,23	1,1	19	0,07	0,02	3,70	8,7	0,14	3,84	8,84	1,6	96,4	2,41	0,31	0,9	283,3
AC	5,31	2,1	48	0,19	0,06	4,40	11,4	0,37	4,77	11,77	3,1	92,2	7,10	0,49	3,4	379,0
Bt3	5,36	1,6	4	0,10	0,02	0,10	6,4	0,13	0,23	6,53	2,0	43,5	3,17	0,03	1,3	254,1
P9 Latossolo vermelho distrófico típico (Geoambiente 7, 22%)																
A1	4,98	2,4	78	0,13	0,09	4,40	15,5	0,42	4,82	15,92	2,6	91,3	10,77	0,87	2,6	166,1
A2	5,40	2,1	63	0,08	0,07	2,70	12,7	0,31	3,01	13,01	2,4	89,7	7,60	0,96	3,6	196,0
AB	5,38	1,6	46	0,10	0,06	2,40	11,9	0,28	2,68	12,18	2,3	89,6	6,59	1,23	3,8	310,5
Bw1	5,34	1,1	31	0,09	0,04	1,60	6,4	0,21	1,81	6,61	3,2	88,4	3,55	1,23	3,4	271,1
Bw2	5,60	1,0	45	0,11	0,04	1,90	7,6	0,27	2,17	7,87	3,4	87,6	3,55	0,84	2,0	72,8

¹Em água; ²Extraído com Mehlich 1; ³Extraído com KCl 1 mol.L⁻¹; ⁴Extraído com Acetato de Cálcio 0,5 mol.L⁻¹ à pH 7,0; ⁵Soma de bases trocáveis; ⁶Capacidade de troca catiônica efetiva; ⁷Capacidade de troca catiônica à pH 7,0; ⁸Saturação por bases; ⁹índice de saturação por alumínio; ¹⁰C.Org x 1,724 –Yeanomans e Bremner.

Tabela 9 Análises químicas dos perfis de solos em estudo da Serra do Caraça, MG (Continua...)

Horizonte	pH ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽²⁾	Ca ²⁺ ⁽³⁾	Mg ²⁺ ⁽³⁾	Al ³⁺ ⁽³⁾	H ⁺ Al ⁽⁴⁾	SB ⁽⁵⁾	T ⁽⁶⁾	T ⁽⁷⁾	V ⁽⁸⁾	m ⁽⁹⁾	CO ⁽¹⁰⁾	Cu	Mn	Fe
		-----mg/dm ³ -----		-----cmol/dm ³ -----					-----%-----		dag/kg		-----mg/dm ³ -----			
P10 Argissolo vermelho distófico típico (Geoambiente 7, 22%)																
A1	5,15	6,0	64	0,13	0,12	3,8	24,8	0,41	4,21	25,21	1,6	90,3	25,35	0,15	4,9	266,7
A2	5,38	4,1	27	0,08	0,07	2,5	22,8	0,22	2,72	23,02	1,0	91,9	12,04	0,02	3,3	134,8
Bt1	5,00	3,5	15	0,09	0,04	1,2	14,7	0,17	1,37	14,87	1,1	87,6	9,19	0,02	3,2	149,4
Bt2	5,26	1,7	8	0,08	0,01	0,4	7,3	0,11	0,51	7,41	1,5	78,4	4,18	0,00	2,9	167,4
Bt3	5,36	1,6	4	0,10	0,02	0,1	6,4	0,13	0,23	6,53	2,0	43,5	3,17	0,03	1,3	254,1
P12 Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvisólico (Geoambiente 5, 2%)																
A1	5,34	4,4	46	0,15	0,07	4,6	16,3	0,34	4,94	16,64	2,0	93,1	7,48	0,32	1,1	230,1
A2	4,88	1,8	9	0,09	0,03	3,9	14,2	0,14	4,04	14,34	1,0	96,5	4,44	0,24	0,7	194,1
Cg1	4,69	1,0	6	0,12	0,03	2,9	11,4	0,17	3,07	11,57	1,5	94,5	3,30	0,39	1,0	194,1
E	4,71	2,1	4	0,10	0,01	2,2	7,6	0,12	2,32	7,72	1,6	94,8	1,90	0,53	0,7	393,5
Cg2	5,39	1,1	5	0,08	0,01	5,8	15,5	0,10	5,90	15,6	0,6	98,3	6,08	0,12	0,4	226,7

¹Em água; ²Extraído com Mehlich 1; ³Extraído com KCl 1 mol.L⁻¹; ⁴Extraído com Acetato de Cálcio 0,5 mol.L⁻¹ à pH 7,0; ⁵Soma de bases trocáveis; ⁶Capacidade de troca catiônica efetiva; ⁷Capacidade de troca catiônica à pH 7,0; ⁸Saturação por bases; ⁹índice de saturação por alumínio; ¹⁰C.Org x 1,724 –Yeanomans e Bremner.

3.5. Campo cerrado rupestre e Cambissolos de xisto

Em áreas de relevo aplainado, ou suave-ondulado, em posição rebaixada, e bem drenada, rochas xistosas alcançaram grau de intemperismo bem maior, constituindo materiais latossólicos extremamente ácricos e lixiviados. Aqui, os baixíssimos teores de nutrientes já não permitem o desenvolvimento de vegetação Florestal. O caráter rupestre está menos definido, pois a rocha encontra se alterada em profundidade, salvo em raros e pontuais afloramentos. É um geoambiente correlato ao encontrado nos topos do Ibitipoca, onde afloram xistos (DIAS, 2000).



Figura 18 Geoambiente 4, cerrado rupestre. Latossolo vermelho (a). Fitofisionomia de cerrado (b).

Neste geoambiente predominam Latossolos ou Cambissolos com caráter latossólico sobre um saprolito residual de xisto, na maioria não húmicos. A vegetação é predominantemente savânica, campestre, com uma flora com elementos de cerrado (Figura 18b), mais típica. Para caracterizar esse geoambiente foram coletados dois perfis. O perfil 6 descrito nas campanhas de coleta foi identificado como Latossolo Vermelho distrófico típico com caráter ácrico (Figura 18a). Esse solo tem cor vermelho amarelo (5 YR 4/6) e estrutura pequena granular em “pó de café”, tipicamente latossólica, identificando o Bw. É um solo gibbsítico e muito intemperizado, fato devido também a boa drenagem. Já o perfil 5a foi classificado como Cambissolo háplico tb distrófico. Esse solo, bruno amarelado (10 YR 5/4), apresenta matéria orgânica iluvial e podzolização em estágio inicial, provavelmente por ter textura franco arenosa e ser desenvolvido em ambiente propício ao elevado intemperismo.

3.6. Brejo montanhoso com Gleissolos e Turfeiras

São áreas aplainadas e rebaixadas, em vários níveis, localizados na porção central do Maciço do Caraça (Figura 19), correspondendo 2% da área total do parque. Apresenta solos gleizados em relevos planos até suave-ondulados, com concentração de argilas e areias quartzosas finas, espriadas em leques aluviais ou representando paleocanais.



Figura 19 Brejo montanhoso na Serra do Caraça, MG

São normalmente associados a Gleissolos, Neossolos Flúvicos e alguns bolsões de Organossolos (Turfeiras). A vegetação de campo brejoso de caráter aberto, rica em Pteridófitas baixas ou arborescentes, Xiridáceas, Ciperáceas, Gramineas, Typhaceaea e Bromeliaceas é típica dos ambientes distróficos argilo-arenosos inundáveis da RPPN. Os solos encontrados na unidade são predominantemente Gleissolos e Neossolos flúvicos.

O perfil 5b coletado representa uma zona de maior acumulação, inativa atualmente. A drenagem acumulou materiais aluviais em suas margens, até o ponto de gerar zonas altas o suficiente para não serem mais constantemente saturadas por água. As características dos horizontes ao longo do perfil representam esses dois momentos da pedogênese: feições de gleização em subsuperfície associadas à formação de horizonte B incipiente acima. Por estes motivos o perfil 5b foi classificado como Gleissolo háplico Alumínico cambissólico.

As cores brunadas (10 YR 4/3) e a estrutura mais desenvolvida (grumosa) do Bi indicam um maior grau de desenvolvimento pedogenético. Já em subsuperfície os

horizontes Cg2 e Cg3 apresentaram cores acinzentadas e estrutura maciça, características correlacionadas à gleização. As análises físicas da TFSA definiram uma classe textural franco argilo-arenosa, que resultou em consistência macia, friável, plástica e pegajosa, sendo a transição gradual e ondulada.

O caráter alumínico da classificação do perfil 5b foi baseada também nas análises químicas, que ressaltaram em alumínio extraível superior a 4 cmol_c/kg, CTC e a soma de bases muito baixas, com saturação por Al maior que 94,3%. Os horizontes subsuperficiais apresentam clara migração do ferro por possível variação do potencial redox (Tabela 7).

A DRX da fração argila do perfil 5b mostrou presença de minerais secundários do tipo 2:1, mas também caulinita, gibbsita e brucita. Os minerais 2:1 confirmam a existência de maior plasticidade e pegajosidade. Além disto, esses minerais representam importantes fontes de carga para este solo, pois diferentemente dos outros ambientes em estudo, a disparidade entre a CTC efetiva e a CTC potencial não foi tão acentuada. Isso indica presença de minerais com carga permanente, portanto não dependentes do pH.

Também o perfil 12 coletado é caracterizado pela oscilação do nível do lençol freático, sendo lugar de depósito de materiais durante as enchentes, que geralmente acontecem no período do verão. Provavelmente existe um lençol flutuante, por formação de uma camada impermeável.

As baixas temperaturas e cotas elevadas proporcionam nos horizontes superficiais acúmulo de matéria orgânica. Esse fato, junto a um substrato arenoso, dificulta a proteção física do perfil 12 e proporciona sua migração com aumento da profundidade. Os compostos orgânicos mobilizados ao longo do perfil acumulam se e cimentam o horizonte Cg2, condicionado pelo nível freático. Acima deste horizonte foi observada a presença de uma zona de eluviação, mais clara. Nesta zona observa se a presença de mosqueados, feições típicas do caráter redoximórfico. Tais características levam a caracterizar o perfil 12 como Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvíssólico.

De forma geral, esse Gleissolo háplico apresenta uma estrutura em blocos angulares ao longo do perfil, exceto o horizonte A, onde as partículas apresentam se em grão simples e o horizonte E, que apresentou estrutura fraca, devido a migração da fração coloidal. Apesar dos horizontes superficiais serem arenosos, o horizonte E apresentou textura franco argilosa provenientes do acúmulo de partículas finas dos outros horizontes.

3.7. Arbustal e mata de escarpa

Na faces internas e encostas mais íngremes da RPPN (Figura 20a-b), as escarpas (14% da área total) apresentam características de forte morfogênese (Erosão), com feições que variam desde paredes de pedra (Rock-walls) até cristas, solo raso e vegetação rupestre arbustiva (Figura 21a), condicionada às fraturas e bolsões de solos, entremeados ou intercaladas nas paredes.

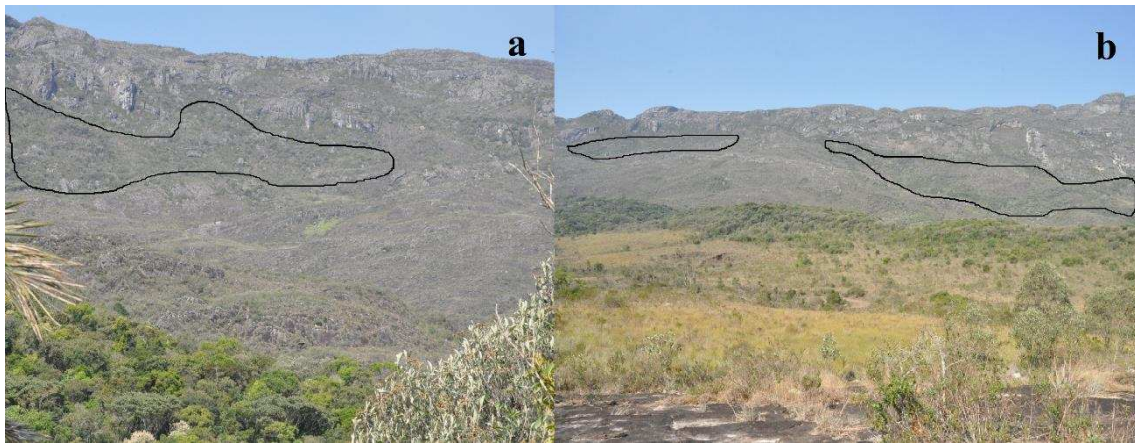


Figura 20 Patamares de vegetação rupestre arbustiva. Serra do Caraça, MG

Esses patamares representam as áreas de maior declividade, nas frentes de anticlinais e charneiras, esvaziadas pela erosão interna da Serra. São ainda barreiras naturais e os quartzitos expostos, neste caso, mostram grande resistência ao aprofundamento do intemperismo.



Figura 21 Geoambiente 6. Fitofisionomia de arbustal e mata de escarpa (a). Perfil 11 de Neossolo liólico distrófico típico (b).

Nos pontos mais elevados das escarpas internas existem muitos mirantes naturais que oferecem amplo panorama da paisagem, passíveis de serem explorados pelas trilhas ecoturísticas da RPPN.

Os solos representativos deste geoambiente são Neossolos Litólicos muito rasos, húmicos ou não, cuja foto está ilustrada na Figura 21b. O Neossolo liólico distrófico típico (P11) deste geoambiente diferencia-se daquele dos campos quartzíticos abertos para ser desenvolvido em litologia diferente: o material de origem do P11 é quartzito fino com seixos esparsos do Grupo Maquiné, Formação Casa Forte. A cor é bruna amarelada (10 YR 5/3), sendo a textura, indicada por análise da TFSA, areia-franca, estruturada em grão simples. O horizonte A deste perfil se observa ser em bolsões, em zonas onde o relevo permite maior acúmulo.

3.8. Mata baixa sobre rochas máficas

Em toda a Serra do Espinhaço, quanto mais ao sul, aumenta a incidência de diques máficos, que permitem o desenvolvimento de ambientes mais ricos quimicamente e estruturalmente mais evoluídos. Essas intrusões de gabro e diabásio formam solos menos distróficos e mais argilosos, podendo assim sustentar vegetações de maior porte. Na RPPN os morros máficos identificam fitofisionomias de Mata Atlântica, cerrado ou capão (Figura 22a-b).



Figura 22 Paisagem da Serra do Caraça com em evidência matas desenvolvidas sobre solo de rochas básicas (a-b).

A intensa e generalizada rede de diques máficos por todo o Caraça, especialmente na sua parte central (vide o Bloco Diagrama, Figura 3) cria as condições para a ocorrência de solos ora profundamente alterados, com maiores teores de argila, ora mais rasos e concrecionários, com muito cascalho rico em minerais primários da rocha máfica original. Nos dois casos tem-se matas em forte transição com os campos rupestres ou arbustais (Figura 23b) nos substratos quartzíticos. Vários perfis típicos desta situação foram descritos, e sempre ocorrem sob mata de porte médio a baixo, mas com forte antropização, o que impede um conhecimento preciso sobre as condições naturais dessas matas antes da chegada do homem ao Caraça. Estudos florísticos e históricos podem ajudar a elucidar essa questão, para se concluir da verdadeira natureza dessas matas altimontanas singulares. Diversos perfis de solos desenvolvidos de rochas metabásicas foram coletados.

Foi caracterizado o perfil 9 (Figura 23a), representativo de patamares sobre litologia básica. O P9 foi identificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013), sendo que a pedogênese de diques de gabro e diabásio, leva a obter solos mais profundos que nos demais materiais de origem e também mais argilosos. O solo apresentou horizonte Bw, característicos de solos mais desenvolvidos. Outra característica típica desta ordem de solos é a influência da matéria orgânica, mesmo em profundidade (até 25 cm), indicado pelas cores brunadas (7,5 YR 4/4 e 4/6) nos horizontes A1, A2 e AB.

Dos solos levantados em toda a RPPN este perfil foi o que apresentou a estrutura mais desenvolvida, sendo classificada como granular em todos os horizontes. Apresentou consistência macia, muito friável e ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica. O perfil apresenta textura franco-argilosa, sendo elevado o conteúdo de argilas (40%). Observaram-se evidências de queimadas para presença de carvão de até 1 cm³ de tamanho no perfil. Além disto observou-se a presença de raízes médias e finas nos horizontes A1 e A2.

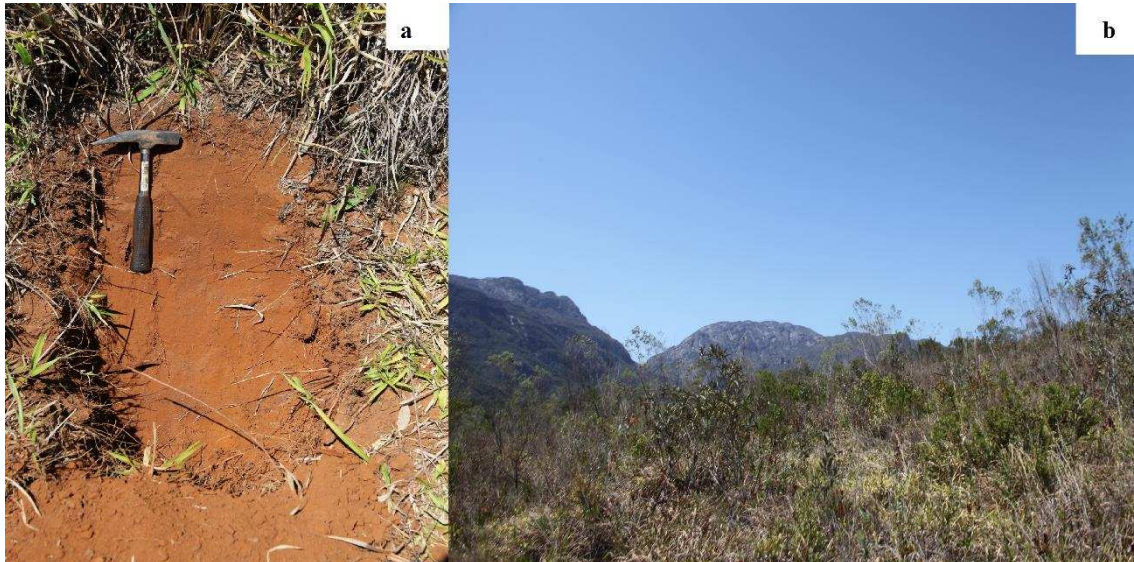


Figura 23 Solos desenvolvidos sobre litologia básica. Latossolo vermelho (a). Campo rupestre arbustivo alto (b). Serra do Caraça, MG

Não obstante ser desenvolvido de litologia básica, os solos dos diques máficos da RPPN do Caraça são distróficos, com soma de bases com valores médios de $0,30 \text{ cmol/dm}^3$. Existe alta saturação por alumínio, com média de 89,3 %, devido a intemperismo e lixiviação intensos. Esses solos são capazes de sustentar fisionomias vegetais complexas, como a mata atlântica, sendo considerada a reserva ecótono entre essa fitofisionomia e o cerrado. O teor de carbono orgânico no horizonte A é de 10,77 dag/kg.

Os difratogramas da fração argila evidenciaram a presença de caulinita e gibbsita, coexistindo com minerais secundários do tipo 2:1. Essa diversidade mineralógica deriva da influência do material de origem máfico, que possibilita a presença de minerais típicos de solos altamente intemperizados e minerais característico de solos menos desenvolvidos.

Foi identificado um Neossolo litólico com contato fragmentário (perfil 4) desenvolvido sobre rochas básicas, sendo muito mal drenado e epipedregoso, com 20% de material solto. Sob uma serapilheira de 5 cm o horizonte A Bruno Amarelo Escuro (10 YR 4/4) mostra textura franco argilosa, que se organiza em estrutura granular.

Outro solo representativo do ambiente desenvolvidos em rochas máficas foi o perfil 10, classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico. Apesar da generalizada ocorrência de quartzitos mais puros, localmente encontram-se bandas

filíticas e ainda influências de material coluvial proveniente de diques de gabro e diabásio, que são responsáveis pela formação de solos mais argilosos. O perfil estudado situa-se em encosta do canion da Bocaina, sob mata atlântica, sendo dividido em cinco horizontes: A1, A2, Bt1, Bt2 e Bt3 (não tendo encontrado o C, para ser um solo bem profundo).

O solo foi classificado como Argissolo pela presença de gradiente textural, entre os horizontes A e B. Este incremento de argila reflete em profundidade um maior desenvolvimento estrutural, visível pelo aumento do grau e tamanho da estrutura. A consistência, no entanto, não acompanha o comportamento do teor de argila, resultando em um solo não plástico e não pegajoso ao longo do perfil (Tabela 2).

Nos horizontes superficiais evidenciou grande acúmulo de carbono orgânico (25,35 dag/kg), sendo acompanhado por incrementos em valor e decréscimo em croma. Os teores de nutrientes também diminuem com a profundidade, evidenciando a importância da matéria orgânica como fonte de nutrientes nestes sistemas distróficos. Além disto, a matéria orgânica contribui para a elevação da CTC nos horizontes superficiais atingindo valores de 25 cmol_c/dm³ no horizonte A1 (Tabela 7).

A visível diferença entre a CTC efetiva e a CTC potencial ao longo do perfil indica as diferentes fontes de cargas do solo. Em superfície, a diferença está associada as cargas provenientes da matéria orgânica enquanto que em profundidade aumenta a contribuição de carga devido aos minerais dependentes de pH.

A mineralogia da fração argila do material do canion da Bocaina, caracterizada no perfil 10, espelha o material de origem. Os difratogramas das lâminas de argila natural dos horizontes do perfil 10 mostraram conteúdo de hematita e sucessivamente a desferrificação evidenciam-se picos de minerais 2:1, feldspato-K sericita. Também encontram-se gibbsita e caulinita, evidências de forte dessilificação dos filossilicatos.

Contato litológico

Um outro perfil identificativo do geoambiente de mata baixa sobre rochas máficas é o perfil 8, desenvolvido nos quartzitos da Formação Moeda, sob a influência de um colúvio de materiais máficos, identificado também como contato litológico. O substrato sustenta uma fitofisionomia de cerrado (Campo sujo). Já o relevo resultante é escarpado, mostrando-se bem drenado, condições para forte erosão.

O contato litológico do ambiente em estudo proporciona grande variabilidade de influências de rochas. Embora o substrato local seja essencialmente quartzítico existem diversas evidências da contribuição do dique máfico. A difração de raios X da amostra de saprolito do perfil 8 (Figura 24b) revelou a ocorrência de quartzo e feldspato-K, minerais característicos de quartzitos (Figura 24b). Tal fato foi confirmado pelas análises microquímicas realizadas na mesma amostra (MEV-EDS), indicando forte predominância de Si, Al e K (Figura 24d-f-g). Por outro lado, foi também identificado o mineral pela DRX na mesma rocha o mineral espinélio, característicos de rochas básicas. Os mapas microquímicos mostraram também acumulação de ferro (Figura 24e) e magnésio migrados (Figura 24c) do intemperismo de rochas dos diques.

O perfil 8 foi coletado no terço inferior da escarpa do colúvio do relevo local, ambiente onde a erosão é maior que a pedogênese. Assim, os solos são incipientes com saprolito raso, configurando-se como Neossolo regolítico distrófico léptico. As cores levantadas foram identificadas como bruno escuras (10 YR 2/2), nos horizontes A1 e A2 (0- 30 cm) e vermelho-escuro-acinzentadas (2,5 YR 2,5/2) no horizonte AC (30-90 cm).

O solo tem uma estrutura granular nos horizontes A1 e A2 devido à abundância do sistema radicular superficial. Já em subsuperfície a ausência de agentes cimentantes impõe às partículas organização em grão simples. A TFSA foi classificada texturalmente como franco arenosa, devido a elevada proporção de areia (até 69 % em A2). É evidente, observando o volume total do solo, considerável quantidade de cascalhos, devido ao saprolito muito superficial.

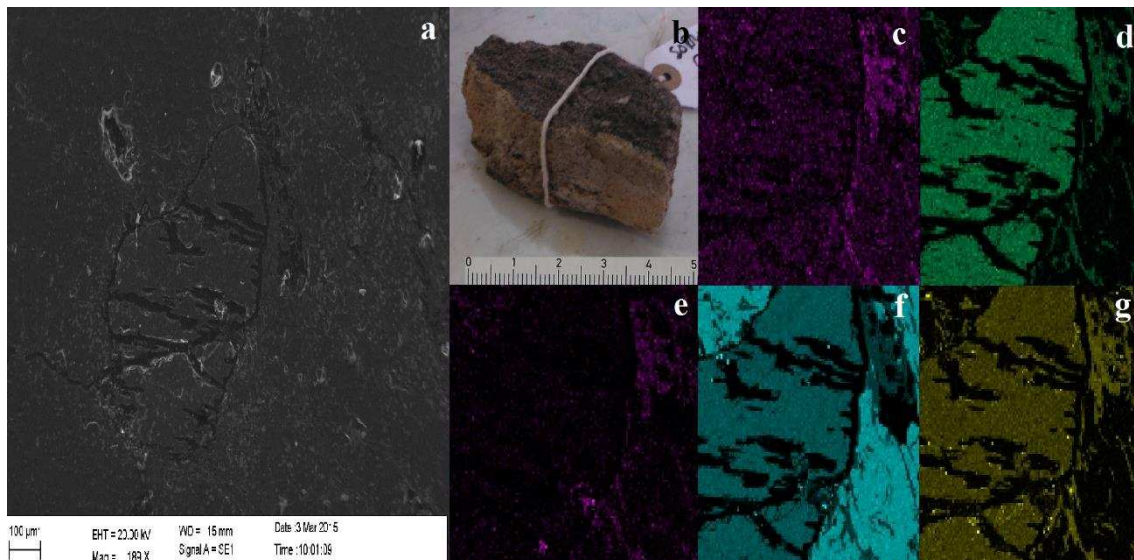


Figura 24 Imagem MEV (a) do saprolito do perfil 8 (b) evidenciando feldspato-K e seus mapas microquímicos: Mg (c), K (d), Fe (e), Si (f) e Al (g).

De forma geral, as análises químicas do perfil em estudo (Tabela 7) apresentaram teores de ferro acima do esperado para um solo desenvolvido sobre quartzito. Devido ao incipiente grau de desenvolvimento de estrutura dos horizontes superficiais e falta de proteção física, a matéria orgânica migra no perfil.

3.9. Mata nebulosa baixa de candeia em colúvio arenoso

Nas matas baixas de candeia, com área equivalente a 3% da RPPN, há dominância de Candeia (*Eremantus erythropappa* Sch. Bip), com ocorrência de outras espécies de porte mediano e atrofiado, caracterizando esta unidade como “mata baixa”. Em função da umidade nebulosa há muita liquenização dos troncos e parte aérea, assemelhando-se a fitofisionomia geral da Elfin Forests (Florestas Nebulares) porém de menor porte, como “paliteiros”. Formam uma transição com matas de porte mais elevado, mas estão sempre em condições de solos ecotonais, de transição. Os Cambissolos e Neossolos desenvolvidos nessas áreas são fortemente arenosos, dificultando o estabelecimento de uma vegetação florestal mais densa, pela excessiva drenagem do solo e pobreza extrema de bases.

No geoambiente 8 foi descrito um Neossolo regolítico distrófico espessarênico (cambissólico) (P3). O solo, com textura franco-arenosa estrutura se em grão simples. Apresenta cor brunada em superfície e acinzentada descendo ao longo do perfil e nas

análises químicas observa-se migração de carbono orgânico, que no horizonte A corresponde a 20.28 dag/kg. Como em todos os perfis em estudo destacam-se a concentração de ferro (125 mg/dm³ no A) devido ao aporte do material de origem.

3.10 Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de filito

A floresta densa altimontana, ocupando uma área correspondente a 12% da RPPN está associada ao aparente aumento nos teores de argila do solo, bem como aos efeitos das maiores profundidades do solo. O aumento de argila, em relação aos outros ambientes, é explicado pelo material de origem: filitos ou xistos – rochas metapelíticas intensamente fraturadas. Os solos são mais desenvolvidos, com estrutura mais favorável à manutenção da umidade e maior capacidade de troca de cátions (CTC), mesmo nos Cambissolos, corroborando as ilhas de matas semelhantes descritas por DIAS, (2000) no Ibitipoca. Espécies lenhosas de maior porte encontram melhores condições para se estabelecerem, suprimindo a deficiência de nutrientes pela maior eficiência da ciclagem. Características físicas melhores nos solos (porosidade, drenagem, textura, umidade, profundidade e permeabilidade) parecem compensar a adversidade química extrema. Além de maior fitomassa, há presença de serapilheira mais espessa e horizonte O mais desenvolvido, o que indica maior produtividade primária, bem como ciclagem intensa de nutrientes.

Como solo identificativo deste geoambiente foi descrito o perfil 1, classificado como Cambissolo háplico tb distrófico por horizonte B incipiente e ter argila de atividade baixa e baixa saturação por bases (V menor que 50%). Esse solo se caracteriza por ter horizonte enterrado, identificando um bisezum natural. A cor bruna escura (7,5 YR 5/6) reflete o elevado teor de carbono orgânico, também em profundidade e o material de origem xistoso da unidade Santa Quitéria do grupo Nova Lima. A textura se mostra mais argilosa que nos outros perfis, permitindo uma vegetação de maior porte.

4 CONCLUSÕES

A RPPN Santuário Serra do Caraça é caracterizada por geoambientes típicos altimontanos quartzíticos em clima tropical. Identificaram nove geoambientes: Campo rupestre quartzítico aberto com feições cársticas e grutas, Campo rupestre arbustivo, Patamares de topo com campo rupestre sobre solo arenoquartzoso pedregoso, Campo cerrado rupestre e Cambissolos de xisto, Brejo montanhoso com Gleissolos e turfeiras, Arbustal e mata de escarpa, Mata baixa sobre rochas máficas, Mata nebulosa baixa de candeia em colúvio arenoso e Mata alta de candeia em Cambissolos e Latossolos de filito.

Os patamares de campos quartzíticos nas cotas mais elevadas mostram feições morfológicas e ambientais como lapiás, dolinamentos e cavidades, formas típicas de cárste quartzítico tropical. A gênese destas paisagens é ligada ao intemperismo a nível de cimento intergranular, que mobilizando Fe, Mg e Al facilita o “piping” das rochas saprolitizadas. Por esses motivos a RPPN Santuário Serra do Caraça identifica-se como importante província espeleológica nos quartzitos.

De forma geral, os solos da RPPN são rasos e com baixo grau de desenvolvimento pedogenético, a pedogênese é menor que a morfogênese. Não obstante o caráter incipiente, os perfis estudados são pobres, saturados por alumínio e com acidez elevada, resultado do forte controle da litologia predominantemente quartzítica em clima tropical de altitude, onde existem fortes fatores climáticos relacionados ao intemperismo. Enclaves de solos da RPPN desenvolvidos sobre xistos ou rochas metabásicas não apresentam eutrofismo, mas maior conteúdo de argilas e solos mais profundos, que permitem principalmente um maior acúmulo de água, mostrando fitofisionomias de maior porte.

5 BIBLIOGRAFIA:

AB ´SABER, N. A. "Geomorfologia e espeleologia". Anais do XII Congresso Brasileiro de Espeleologia, Sociedade Brasileira de Espeleologia. Espeleotema (Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Espeleologia). 24-31. 1979.

AGUILERA, N. H.; JACKSON M. L. "Iron oxide removal from soils and clays." Soil Science Society of America Journal. 359-364. 1953.

ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. "Transamazonian orogeny in the Southern Sao Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero." Precambrian Research. 29-58. 1998.

AULER, A. S. "Quartzite caves of South América." Encyclopedia of Caves and Karst Science. Fitzroy Dearborn, London". 611-613. 2004.

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES D. M. S. "O Quadrilátero Ferrífero e seus problemas geomorfológicos." Boletim Mineiro de Geografia. 3-35. 1965.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. R.; SIMAS, F.N.B.; SANTOS, H. G. "Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço." Brazilian Journal of Botany. 569-577. 2007.

BERNATH, R. F.; KUNZ T. H. "Structure and dynamics of arthropod communities in bat guano deposits in buildings." Canadian Journal of Zoology. 260-270. 1981.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F.; PASSOS, E.; SUGUIO, K. "Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais". Florianópolis: Ed. UFSC, 337p. 1994.

BRASIL, PROJETO RADAMBRASIL. "Levantamento de recursos naturais. Folha SF. 23/24." Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro. 775p. 1983.

BRICEÑO, H.; SHUBERT, C.; PAOLINI, J. "Table mountain geology and surficial geochemistry: Chimanta massif, Guyana Shield". Journal of South American Earth Sciences 3, 179-249. 1991.

CARVALHO FILHO, A.; CURI, N.; SHINZATO, E. "Relações solo-paisagem no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais". Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 45, 903-916. 2010.

- CASTIGLIONI, G. B. "Geomorfologia", Torino, UTET. 436p. 2000.
- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T. "Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", Northeast Brazil". *Revista Brasileira de Botanica*. 30, 641-656. 2007.
- CHALCRAFT, D.; PYE, K. "Humid tropical weathering of quartzite in southeastern Venezuela. *Zeitschrift für Geomorphologie*". 28, 321-332. 1984.
- CPRM. "Projeto APA Sul RMBH. Estudos do meio físico". Volume 5 "Pedologia e Geologia". 2005.
- CORREA NETO, A. V. "Speleogenesis in quartzite in southeastern Minas Gerais, Brazil." Klimchouk, BA, Ford, CD, Palme, NA & Deybrodt, W., eds. "Speleogenesis. Evolution of karst aquifers". National Speleological Society. 427-429. 2000.
- Dias, H. C. T. "Geoambientes e pedogênese do Parque Estadual do Ibitipoca, Município de Lima Duarte (MG)". Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 76p. 2000.
- DORR J. V. N. "Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais, Brazil". USGS Prof. Paper 641-A, Washington. 110p. 1969.
- DUTRA, G. M.; RUBBIOLI, E. L. "Gruta do Centanário, Pico do Infecionado (Serra do Caraça), MG". In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E.; Winge, M. 2002.
- EMBRAPA. "Sistema Brasileiro de Classificação de Solo". 3.ed. Brasília. 353p. 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. "Manual de métodos de análise de solo". 212p. 2011.
- FERREIRA, R. L.; MARTINS L. P. "Diversity and distribution of spiders associated with bat guano piles in Morrinho cave (Bahia State, Brazil)." *Diversity and distributions*. 235-241. 1998.
- FORD, D; WILLIAMS, P. "Karst Hydrogeology and Geomorphology". Ed. Rev. England: John Wiley & Sons Ltd. 562p. 2007.
- GALAN, C.; LAGARDE, J. "Morphologie et evolution des cavernes et formes superficielles dans le quartzites du Roraima, Venezuela. *Karstologia*". 11-12. 49-60. 1988.

- GNASPINI, P.; TRAJANO E. "Guano communities in tropical caves." *Ecosystems of the World*. 251-268. 2000.
- HALLIDAY, W.R. "Pseudokarst in the 21st century". *Journal of Cave and Karst Studies*. 69, 103–113. 2007.
- HARDT, R.; PINTO, S. A. F. "Carste em litologias não carbonáticas". *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 10, 99-105. 2009.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. H. "Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil". *Espeleotema, Monte Sião*. 13, 105-167. 1979.
- KING, L. C. "A geomorphological comparison between Eastern Brazil and Africa (Central and Southern)." *Quarterly Journal of the Geological Society*. 445-474. 1956.
- LINO, C. F.; ALLIEVI, J. "Cavernas Brasileiras". São Paulo. Ed. Melhoramentos. 1980.
- LIPSKI, M. "Tectonismo Cenozóico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais." MD Thesis, Federal University of Ouro Preto, Ouro Preto. 2002.
- LOPES DE ABREU A. C. Minas Gerais. "Plano de manejo da RPPN "Santuário do Caraça". 195p, 2013.
- MARTINI J. E. J. "Karst in Black Reef and Wollenberg Group Quartzite of the eastern Transvaal". *Boletim da Sociedad Venezuela Espeleologia*. 10, 99-114. 1982.
- MIKUTTA, R.; KLEBER, M.; KAISER, K.; JAHN, R. "Review: Organic Matter Removal from Soils using Hydrogen Peroxide, Sodium Hypochlorite, and Disodium Peroxodisulfate". *Soil Science Society of America Journal*. 120-135. 2005.
- MORAIS, P. O.; LOMBARDI J. A. "A Família Myrtaceae na Reserva Particular do Patrimônio Natural da Serra do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais, Brasil". *Lundiana*. 7. 3-32. 2006.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do parque Florestal Quedas do Rio Grande. *Revista Cerne*, 5, 51-64, 1999.
- OLIVEIRA O. A. "Aspectos geológicos relacionados s cavernas no Quadrilátero Ferrífero – MG". *Anais do 31 Congresso Brasileiro de Espeleologia*. 2011.
- POUYLLAU, M.; MAGGY, S. "Pseudo-karst dans des roches greso-quartzitiques de la formation Roraima." *Karstologia*. 5, 45-52. 1985.

- REGO, J. O.; FRANCESCHINELLI, E. V.; ZAPPI D. C. "Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 26. 243-250. 2012.
- RENÓ, R. "Considerações sobre o carste em quartzito do Parque Estadual do Itacolomi, Mariana – Ouro Preto, MG". *Anais do 30 Congresso Brasileiro de Espeleologia*. 2009.
- RIBEIRO-RODRIGUES, L.C. "O Contexto Geológico Estrutural do Parque Natural do Caraça e Adjacências, Quadrilátero Ferrífero, MG". *Dissertação de Mestrado, Brasília, DF*. 133p. 1992.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In *Cerrado – ambiente e flora*. (eds. Sano, S.M. & Almeida, S.P.). Embrapa, Planaltina. 89-166. 1998.
- SAADI, A. "A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens." *Revista Geonomos*. 24p. 2013.
- SANTOS R. D.; LEMOS R. C.; SANTOS H. G.; KER J. C.; ANJOS L. H. C. "Manual de descrição e coleta de solo no campo". SBCS Viçosa. 100p. 2013.
- SAURO F. "Speleogenesis and secondary caves minerals in quartz-sandstone and quartzite environment". *Doctorate Thesis. Bologna*. 254p.2014
- SCHAEFER, C.E.R. "Ecogeography and Human Scenario". *Ciência e Cultura*, 49, 241-252. 1997.
- SCHAEFER, C. E. R.; KER, J. C.; GILKES, R.J.; COSTA, L. M.; SAADI, A. "Pedogenesis on the uplands of the Diamantina Plateau, Minas Gerais, Brazil: a chemical and micropedological study." *Geoderma* 107. 243-269. 2002.
- SHAW, G. *Museum Leverianum, Containing Select Specimens from the Museum of the Late Sir Ashton Lever: With Descriptions in Latin and English*. J. Parkinson, 1796.
- SIMMONS, G. C. "Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil". *The National Speleological Society Bulletin*, 25, 66-72. 1963.
- TRICART, J.; KIEWITDEJONGE, C. "Ecogeography and rural management". Harlow: Longman Scintific, 267p.1992.
- URBANI, F.; SZCZERBAN, E. "Venezuela Caves in Non-Carbonate Rocks". *A New Field in Karst Research. National Speleological Society News*. 32, 233-235. 1974.

- VARAJÃO, C.A.; SALGADO, A. A. R.; VARAJÃO, A. F. D. C., BRAUCHER, R; COLIN, F.; NALINI JR. H. A.” Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração de taxas de erosão e de pedogênese. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33. 1409-14-25. 2009.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro. 1991.
- VIVEIROS R. S. “Pteridófitas da Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil”. Tese D. Sc. UFMG. 256 p. 2010.
- WHITTING, L.D.; ALLARDICE, W.R. “X-ray diffraction techniques”. In: Klute, A., ed. “Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods”. Madison, American Society of Agronomy. 331-362. 1986.
- WILCOX, A.T. “Short term consultant in park and recreation administration to the superior school of Forestry Federal University of Viçosa: Colorado State University”. Viçosa: UFV. 40-50. 1978.
- WILLEMS, L. "Karsts in sandstones and quartzites in Minas Gerais, Brazil." *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe: Revista de Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular*. 33. 127-138. 2008.
- WIEDMANN, S. M. P. "Reserva particular do patrimônio natural–RPPN–na Lei nº 9.985/2000, que instituiu o sistema nacional de unidades de conservação–SNUC." *Direito ambiental das áreas protegidas*. 2001.
- WRAY, R. A. L. “Solutional Landform in Quartz Sandstone of the Sydney Basin”. Unpublished PhD thesis. University of Wollongon, 381 p. 1995.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. “A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil”. *Communications Soil Science Plant Analysis*, 19. 467-1476. 1988.
- YOUNG, A. R. M. “Quartz etching and sandstone karst: Examples from the East Kimberleys, Northwestern Australia”. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. 32, 409-423. 1988.

ZINK, A. J.; HUBER, O. (Editors). "Peatlands of weastern Guyana Highlands, Venezuela. Proprieties and paleogeographic significanee of peats". Springer. 295p. 2011.

6 ANEXOS:

6.1 Descrição dos perfis coletados

6.1.1 Perfil 1, Cambissolo háplico tb distrófico



Figura 25 Cambissolo háplico tb distrófico

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO - Cambissolo háplico tb distrófico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da estrada de acesso a RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.0551540777087 Lon. -43.5044616926461. Altitude: 966 m.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço inferior.

LITOLOGIA – quartzo clorita, sericita-xisto

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Nova Lima, unidade Santa Quitéria

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Candeial tropical

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-5 cm; bruno escuro (7,5 YR 3/4 seco; 7,5 YR 3/4 úmido); Franco-argiloso; pouco cascalhento; fraca pequena e em blocos subangulares; friável; ligeiramente dura; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástico; transição ondulada e gradual.

Bi: 5-30 cm; bruno escuro (7,5 YR 4/6 seco; 7.5 YR 4/6 úmido); Areia franca; pouco cascalhento; moderada; pequena; blocos subangulares; friável; macia; ligeiramente pegajosa; plástico, transição ondulada e gradual.

BC: 30-55 cm; bruno escuro (7.5 YR 4/6 seco; 7.5 YR 4/6 úmido), argilo arenoso; pouco cascalhento; moderada; pequena; blocos subangulares; friável macia e granular pegajosa e plástico; transição ondulada e gradual.

2A: 55-75 cm; bruno escuro (7,5 YR 5/6 seco; 5 YR 4/6 úmido); argilo-arenosa; pouco cascalhento; moderada; pequena; blocos subangulares; friável média; ligeiramente pegajosa; plástico; transição ondulada e gradual.

2Bw: 75-120+ cm; bruno escuro (7.5 YR 4/6 seco, 7.5 YR 4/6 húmido); argilo- arenoso; pouco cascalhento; fraca; pequena, granular; friável e macia, ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástico.

RAÍZES - abundantes no A1 (finas) e 2A, comuns no B (médio grossas), BC e BW.

OBSERVAÇÕES – Bisecum natural. Cor vermelho amarelo, serapilheira de 0-5 cm. Presença de carvão no horizonte BC.

6.1.2 Perfil 2, Neossolo quartzarênico órtico típico



Figura 26 Neossolo quartzarênico órtico típico

Descrição geral:

DATA - 11/08/2013

CLASSIFICAÇÃO – Neossolo quartzarênico órtico típico

LOCALIZAÇÃO – Topo ao longo da estrada de acesso à esquerda, da RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.094749588 Lon. -43.497960477. Altitude: 1328m.

SITUAÇÃO - Coletado em topo quartzítico, sob arbustal.

LITOLOGIA – ortoquartzito sercítico e clorítico

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Formação Moeda, Grupo Caraça

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - montanhoso

RELEVO REGIONAL - montanhoso

EROSÃO - moderada laminar

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Arbustal

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-10 cm; cinza claro (10 YR 4/2 seco; 10 YR 4/2 úmido); franco-argilo-arenoso; pouco cascalhento; fraca e muito pequena em grão simples; solta; não pegajosa e não plástico, transição ondulada e gradual.

A/C: 10-80+ cm; cinza claro (10 YR 4/2 seco, 10 YR 4/2 húmido); franco-arenosa; pouco cascalhento; fraca e muito pequena em grão simples; solta; não pegajosa e não plástico.

6.1.3 Perfil 3, Neossolo regolítico distrófico espessarênico



Figura 27 Neossolo regolítico distrófico espessarênico

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO - Neossolo regolítico distrófico espessarênico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da estrada de acesso a RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.0796576496214 Lon. -43.5079716984183. Altitude: 1169 m.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em mata de “palito” (Elfin Forest) em colúvio

LITOLOGIA - Quartzito

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Maquiné

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL - montanhoso

EROSÃO - ligeira

DRENAGEM – muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Mata de palito/floresta tropical

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-15 cm; bruno escuro (5 Y 3/1 seco; 5 Y 3/1 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; muito fraca e pequena em grão simples; solta; não pegajosa; não plástico; transição ondulada e difusa.

AC: 15-30 cm; bruno (5 YR 3/4 seco; 7.5 YR 4/4 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; muito fraca e pequena em grão simples; solta; não pegajosa; não plástico; transição ondulada e difusa.

C1: 30-45 cm; bruno (10 YR 5/3 seco; 10 YR 5/4 úmido), Franco arenosa; pouco cascalhento; muito fraca e pequena em grão simples; macia e solta; não pegajosa; não plástico; transição ondulada e difusa.

C2: 45-70+ cm; bruno acinzentado (10 YR 6/2 seco; 10 YR 6/2 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; Fraca e média em blocos subangulares; macia e muito friável; não pegajosa; não plástico.

RAÍZES - abundantes em A.

OBSERVAÇÕES – Materia orgânica “fibrica”. Perfil com crater Cambissolico.

6.1.4 Perfil 4, Neossolo litólico com contato lítico fragmentário



Figura 28 Neossolo litólico com contato lítico fragmentário

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO - Neossolo litólico com contato lítico fragmentário

LOCALIZAÇÃO – 1 km depois a entrada da trilha para Cascatinha, RPPN Santuário do Caraça, MG. Lat. -20.0997728761286Lon. -43.4868462011218. Altitude: 1268 m.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em trilha no vale suspenso

LITOLOGIA – Gabbro e diabásio

FORMAÇÃO GEOLOGICA – Diques máficos

PEDREGOSIDADE - muito pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - plano

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada

DRENAGEM – muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Capão e floresta altimontana de araucária plantada

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-10 cm; bruno amarelo escuro (10 YR 4/4 seco; 10 YR 5/4 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; moderada, média, granular; friável e dura; não pegajosa; não plástico; transição ondulada e gradual.

AC: 10-30 cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 seco; 7.5 YR 5/6 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento, moderada, média, granular; firme e muito dura; ligeiramente pegajosa; não plástico, transição ondulada e gradual.

C/R: 30-60+ cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 seco; 7.5 YR 5/6 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento moderada, média, granular; firme e muito dura; ligeiramente pegajosa; não plástico.

RAÍZES - abundantes de 0-15 cm, comuns até 80 cm.

OBSERVAÇÕES – Contato lítico fragmentário, solo epipedregoso com 20% de material solto. Serrapilheira de 0 a 5 cm.

6.1.5 Perfil 5a, Cambissolo háptico tb distrófico



Figura 29 Cambissolo háptico tb distrófico

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO - Cambissolo háptico tb distrófico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da trilha para Cascatinha, RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat-20.101216994226 Lon -43.4849150106311. Altitude: 1255 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em trilha no vale suspenso

LITOLOGIA – muscovita xisto e quartzito

FORMAÇÃO GEOLOGICA – Grupo Moeda

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - plano

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada

DRENAGEM – muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Campo rupestre arbustivo alto

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-10 cm; 5 bruno (10 YR 4/3 seco; 7,5 YR 4/6 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; moderada, pequena, em blocos subangulares; solta; ligeiramente pegajosa; não plástico; transição plana e gradual.

C1: 10-25 cm; amarelo brunado (10 YR 6/6 seco; 7,5 YR 6/6 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; moderada, grande- muito grande, blocos subangulares; muito friável; macia; ligeiramente pegajosa; não plástico, transição plana e gradual.

C2: 25-50 cm; bruno amarelado (10 YR 5/4 seco; 10 YR 6/4 úmido), Franco arenosa; pouco cascalhento; fraca, média, granular; muito friável; macia; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástico; transição plana e gradual.

C3: 50-70+ cm; amarelo (2,5 Y 7/6 seco; 2,5 Y 7/6 úmido); Franco arenosa; pouco cascalhento; fraca, média, granular; muito friável e macia; ligeiramente pegajosa; não plástico.

OBSERVAÇÕES – Acúmulo de matéria orgânica iluvial. Podzolização em estágio inicial.

6.1.6 Perfil 5b, Gleissolo háplico alumínico cambissólico



Figura 30 Gleissolo háplico alumínico cambissólico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Gleissolo háplico alumínico cambissólico

LOCALIZAÇÃO - Na trilha para o local “Cascatinha” na RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat -20.1012188382447 Lon -43.4848971571773. Altitude: 1255 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em corte de trilha

LITOLOGIA - Ortoquartzito

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Moeda

PEDREGOSIDADE - ligeiramente pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO – muito forte em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Campo cerrado tropical

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-10 cm; vermelho (10 YR 4/3 seco; 10 YR 3/2 úmido); argilo-arenoso; pouco cascalhento; moderada, médio, grumoso, muito friável; macia, consistência pegajosa e plástica; transição ondulada e gradual.

A2 10-15 cm; vermelho claro (10 YR 4/3 seco, 10 YR 3/2 úmido), argilo-arenoso, pouco cascalhento, moderada, médio, grumoso, firme, dura, pegajoso, plástico; transição ondulada e gradual.

Bi: 15-40 cm; vermelho claro (10 YR 5/3 seco, 10 YR 3/2 úmido); argilo-arenoso; pouco cascalho; moderada, médio, grumoso; muito friável, macia, pegajosa; plástica; transição ondulada e gradual.

Cg1: 40-60 cm; vermelho claro (10 YR 5/2 seco; 10 YR 2/2 úmido); franco arenoso; pouco cascalho, maciça; firme, dura, pegajosa; plástica, transição ondulada e gradual.

C2g: 60-120 cm; cinza claro (10 YR 4/2 seco, 10 YR 3/2 úmido); areia franca; poucos cascalhos; maciça; muito friável; macia; não pegajosa, ligeiramente plástico, transição ondulada e gradual.

Cg3: 120-140⁺ cm; cinza esverdeado (10 YR 3/3 seco; 10 YR 3/2 úmido); areia franca; poucos cascalhos; maciça; muito friável; macia; não pegajosa, não plástico.

OBSERVAÇÕES: muitas raízes média e finas em todo o perfil.

6.1.7 Perfil 6, Latossolo vermelho distrófico típico



Figura 31 Latossolo vermelho distrófico típico

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO – Latossolo vermelho distrófico típico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da estrada trilha para Bocaina, RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.1067890319973 Lon. -43.4787925332785. Altitude: 1262 m.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado na planície aluvial do vale suspenso, em campo cerrado

LITOLOGIA – Quartzito xisto

FORMAÇÃO GEOLOGICA – Formação Moeda

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - suave ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Campo cerrado

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-10 cm; vermelho amarelo (5 YR 4/6 seco; 5 YR 5/6 úmido); Franco-argillo siltosa; pouco cascalhento; forte, muito pequena, granular; muito friável e macia; não pegajosa; não plástico; transição irregular e difusa.

Bw: 10-80+ cm; vermelho amarelo (5 YR 4/6 seco; 5 YR 5/6 úmido); Franco-argillo siltosa; pouco cascalhento; forte, muito pequena, granular; muito friável e macia; não pegajosa; não plástico.

RAÍZES – comuns fina e muito fina (A), comuns finas e médias em todo o perfil (Bw)

OBSERVAÇÕES – estrutura em “pó de café”. Possivelmente solo gibbsítico, muito intemperizado. A boa drenagem facilitou o intemperismo. Exibe caráter Acrico.

6.1.8 Perfil 7, Neossolo litólico distrófico típico



Figura 32 Neossolo litólico distrófico típico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Neossolo litólico distrófico típico

LOCALIZAÇÃO – No afloramento rochoso chamado “Pedra da Peciência”, RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20,1162541285157. Altitude: 1270 m

Lon. -43,4773315675557.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em afloramento de rocha

LITOLOGIA - orto-quartzito conglomerático e filítico

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Moeda

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO – muito forte em sulcos

DRENAGEM - fortemente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Complexo rupestre de altitude

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A/R: 0-10 cm, preto (5 YR 2.5/1 úmido, 2 YR 3/2 seco); arenoso com muita MO; estrutura em grãos simples; consistência solta; ligeiramente pegajoso, não plástico.

6.1.9 Perfil 8, **Neossolo regolítico distrófico léptico**



Figura 33 Neossolo regolítico distrófico léptico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Neossolo regolítico distrófico léptico

LOCALIZAÇÃO – a 300 m em direção oeste do local “ Pedra da Paciência”, RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20,1162541285157 Lon.-43,4773315675557. Altitude: 1281 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em trilha, em terço médio da encosta, sob campo cerrado.

LITOLOGIA – Ortoquartzito e colúvio de gabro e diabásio (metabásicas)

FORMAÇÃO GEOLOGICA – Grupo Moeda e diques

PEDREGOSIDADE - extremamente pedregosa

ROCHOSIDADE - extremamente rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO – muito forte em sulcos

DRENAGEM - fortemente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Campo cerrado de altitude

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-10 cm; bruno muito escuro (10 YR 5/2 seco; 10 YR 2/2 úmido), franco-arenoso, muitos cascalhos, moderada; médios; granular; consistência friável; macia; não pegajoso, não plástico; transição descontínua e difusa.

A2: 10-30 cm; bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/3 seco; 10 YR 3/3 úmido); franco-arenoso; muito cascalho; forte; médios, granular; consistência macia, muito friável; não pegajoso, não plástico; transição descontínua e difusa.

AC: 30-90 cm; vermelho acinzentado muito escuro (10 YR 4/2 seco; 2,5 YR 2/2 úmido); franco-arenoso; muito cascalhento; grão solto; não pegajoso, não plástico; transição descontínua e difusa.

C: 90+ cm; muitos cascalhos.

OBS: muito cascalhento

6.1.10 Perfil 9, Latossolo vermelho distrófico típico



Figura 34 Latossolo vermelho distrófico típico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Latossolo vermelho distrófico típico

LOCALIZAÇÃO – A 1 km do local “ Pedra da Paciência”, Catas Altas, MG. Lat. - Lat. -20,1162541285157 Lon. -43,4773315675557. Altitude: 1286 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em terço inferior de morrote florestado sobre litologia básica

LITOLOGIA – Gabbro e diabásio

FORMAÇÃO GEOLOGICA – Diques máficos

PEDREGOSIDADE - não pedregosa

ROCHOSIDADE - não rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical ombrófila densa. Mata atlântica

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-5; bruno forte (7,5 YR 4/4 seco; 7,5 YR 4/6 úmido); areno-argiloso; pouco cascalhento; fraca, médio, granular; muito friável; ligeiramente dura; ligeiramente pegajosa; não plástico; transição irregular e difusa.

A2: 5-15 cm; bruno (5 YR 3/4 seco; 7.5 YR 4/4 úmido); argila-arenoso; pouco cascalhento; fraca; tamanho médios; granular; muito friável; macia; ligeiramente pegajosa; não plástico; transição irregular e difusa.

AB: 15-25 cm; bruno (7.5 YR 4/4 seco; 7.5 YR 4/4 úmido), areno-argiloso; pouco cascalhento; fraca; médios; granular; muito friável; macia; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástico; transição irregular e difusa.

Bw1: 25-60 cm; vermelho-amarelo (7,5 YR 5/6 seco; 5 YR 4/6 úmido); argilo-arenosa; pouco cascalhento; moderada; grânulos médios; em blocos que se desfaz em granular; muito friável; ligeiramente dura; pegajosa; plástico; transição irregular e difusa.

Bw2: 60-85⁺ cm; bruno forte (7.5 YR 4/6 seco, 7.5 YR 4/6 humido); argilo- siltoso; pouco cascalhento; fraca; grânulos médios, em blocos que se desfaz em granular e granular pequenos; muito friável; macia, pegajosa; plástico.

OBS: elevada quantidade de MO e presença de carvão de até 1cm³ de volume.

6.1.11 Perfil 10, **Argissolo vermelho distrófico típico**



Figura 35 Argissolo vermelho distrófico típico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Argissolo vermelho distrófico típico

LOCALIZAÇÃO – Vale da Bocaina, ao externo da gruta da Bocaina inferior, Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.124030187726 Lon. -43.4633878525347. Altitude: 1336 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em encosta florestada

LITOLOGIA – Quartzitos e colúvio de material derivado de rochas básicas

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Moeda e diques máficos

PEDREGOSIDADE - ligeiramente pedregosa

ROCHOSIDADE - ligeiramente rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO – muito forte em sulcos

DRENAGEM - fortemente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta de grotas úmidas

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-25 cm; vermelho acinzentado muito escuro (5 YR 3/2 seco, 2,5 YR 2,5/2 úmido); arenoso, fraca, muito pequeno; granular; solta; ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

A2: 25-40 cm; bruno vermelho escuro (5 YR 4/2 seco, 5 YR 3/2 úmido); areno-argiloso; moderada; blocos subangulares pequenos; muito friável; macia; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; transição ondulada e difusa.

Bt1: 40 -70 cm; bruno avermelhado (2,5 YR 3/4 seco, 2,5 YR 5/4 úmido); argilo-arenoso; moderada; grânulo médios; granular; muito friável; macia; ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

Bt2: 70-100 cm; bruno vermelho escuro (2,5 YR $\frac{3}{4}$ seco, 10 R $\frac{3}{4}$ úmido); argilo-arenoso; moderada; pequenos; blocos subangulares; macia, muito friável; não plástico e não pegajoso; transição ondulada e difusa.

Bt3: 100-130+ cm; bruno vermelho escuro (2,5 YR $\frac{4}{4}$ seco, 10 R $\frac{3}{4}$ úmido); argilo-arenoso; sem cascalho; moderada; blocos que se desfaz em granulo pequenos e médios, granular, muito friável; consistência macia; não plástico não pegajoso.

RAÍZES - muitas pequenas, médias e grandes ao longo de todo o perfil.

OBSERVAÇÕES – muita serapilheira, evidencia nas amostras de matéria orgânica como pó escuro.

6.1.12 Perfil 11, Neossolo litolico distrófico típico



Figura 36 Neossolo litolico distrófico típico

Descrição geral:

DATA - 2/09/2015

CLASSIFICAÇÃO - Neossolo litolico distrófico típico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da estrada de acesso a RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. -20.0703031104058 Lon. -43.5129620321095. Altitude: 1161 m.

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em sob mata de candeia.

LITOLOGIA – Quartzito fino com seixos esparsos de quartzo e metachert

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Maquiné, Formação Casa Forte

PEDREGOSIDADE - pedregosa

ROCHOSIDADE - rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - moderada em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Campo rupestre de candeia arbustivo

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A: 0-2 cm; bruno (10 YR 5/3 seco; 10 YR 6/4 úmido); areia-franca; pouco cascalhento; moderada, muito pequena, grão simples; solta; não pegajosa; não plástico; transição difusa e irregular.

AC: 2-13 cm; bruno amarelo (10 YR 5/6 seco; 10 YR 5/6 úmido);, pouco cascalhento, moderada e muito pequena com grão simples; solta; não pegajosa; não plástico, transição difusa e irregular.

CR: 13-80 cm; bruno claro (10 YR 7/4 seco; 10 YR 7/4 úmido), franco arenosa; pouco cascalhento; moderada e muito pequena em grão simples; solta; não pegajosa e não plástica.

OBSERVAÇÕES – Horizonte A descontínuo em “bolsões”. Estrutura - grão simples. Canais de térmita no Cr.

6.1.13 Perfil 12, **Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvisólico**



Figura 37 Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvisólico

Descrição geral:

DATA - 16/10/2014

CLASSIFICAÇÃO - Gleissolo háplico Tb distrófico neofluvisólico

LOCALIZAÇÃO - Ao longo da trilha para o local “Cascatinha”, a 100 m da margem do córrego Caraça, na RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, MG. Lat. - 20.1032765116543 Lon. -43.4825986716897. Altitude: 1256 m

SITUAÇÃO - Descrito e coletado em barranco de corte de trilha

LITOLOGIA – Orto-quartzito

FORMAÇÃO GEOLOGICA - Grupo Moeda

PEDREGOSIDADE - ligeiramente pedregosa

ROCHOSIDADE - ligeiramente rochosa

RELEVO LOCAL - forte ondulado

RELEVO REGIONAL – montanhoso

EROSÃO - muito forte em sulcos

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Arbustal de margem de rio

USO ATUAL - Área de preservação

Descrição morfológica:

A1: 0-5 cm; vermelho escuro (10 YR 3/2 seco, 10 R 2,5/1 úmido), franco, não cascalhento; grão simples, não pegajosa ou plástica; transição ondulada e difusa.

A2: 5-20 cm; preto (10 YR 5/1 seco, 10 YR 2/1 úmido), franco, não cascalhento, moderada, pequeno, blocos; muito friável, macia, não pegajoso, ligeiramente plástico, transição ondulada e difusa.

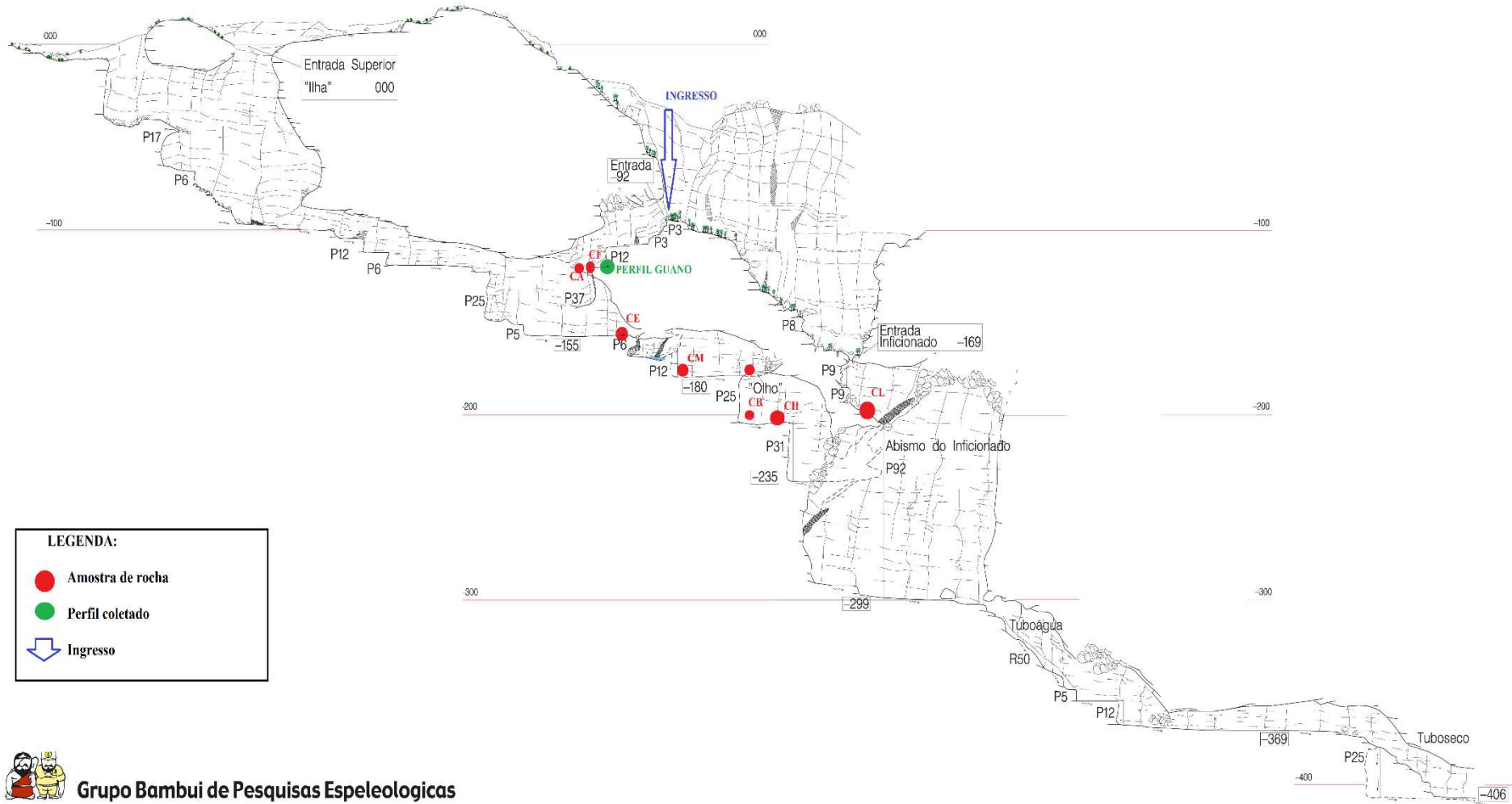
Cg1: 20-30 cm; bruno muito escuro (10 YR 5/2 seco, 10 YR 2/2 úmido); franco; não cascalhento; moderada, pequeno, blocos; muito friável, macia, não pegajosa, ligeiramente plástico; transição plano e abrupto.

E: 30-50 cm; bruno vermelho escuro (10 YR 5/3 seco, 2,5 YR 3/4 úmido), franco argilo-arenoso, sem cascalho; fraca, pequena, blocos; muito friável, macia, ligeiramente pegajosa, não plástica; transição plano e abrupto.

Cg2: 50-85⁺ cm; bruno vermelho escuro (7,5 YR 5/2 seco, 5 YR 2,5/2 úmido), franco argilo siltoso, não cascalho, moderada, pequenos, blocos subangulares; friável, ligeiramente dura, ligeiramente pegajosa, não plástica.

OBS: muita matéria orgânica, raízes médias e finas. Mosqueados no horizonte E

6.3 Seção da gruta do Centenário



Grupo Bambui de Pesquisas Espeológicas

Figura 38 Seção da gruta do Centenário (Grupo Bambui Pesquisas Espeológicas) com os pontos de coletas das rochas. Serra do Caraça, MG

6.5 Florística

Nesse anexo apresenta-se a florística das principais espécies, levantada nas fitofisionomias sobre os perfis: P1, P3, P4, P5a, P5b, P6, P7, P8 e P11.

Tabela 10 Florística das principais fitofisionomia da Serra do Caraça, MG

Parcela	Fitofisionomia	Família	Espécie
Perfil 1	Mata alta com candeia sobre Xisto	Myrtaceae	- <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.
		Fabaceae	- <i>Machaerium villosum</i> Vogel - <i>Dalbergia foliolosa</i> Benth.
		Lamiaceae	- <i>Hyptidendron asperrimum</i> (Epling) Harley
		Asteraceae	- <i>Baccharis</i> sp. - <i>Gochnatia paniculata</i> (Less.) Cabrera
		Melastomataceae	- <i>Tibouchina</i> sp.
		Urticaceae	- <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul
		Euphorbiaceae	- <i>Sapium</i> sp.
		Arecaceae	- <i>Geonoma schottiana</i> Mart
Perfil 3	Mata de Palito / Floresta Ombrófila Densa Alto Montana	Fabaceae	- <i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes - <i>Inga</i> sp. - <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.
		Arecaceae	- <i>Geonoma schottiana</i> Mart
		Asteraceae	- <i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.
		Melastomataceae	- <i>Miconia</i> sp.
		Myrtaceae	- <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg
Perfil 4	Capão	Myrtaceae	- <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC
		Rubiaceae	- <i>Psychotria</i> sp.
		Fabaceae	- <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton
		Verbenaceae	- <i>Lantana camara</i> L.
		Annonaceae	- <i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.
		Melastomataceae	- <i>Miconia</i> sp. - <i>Tibouchina</i> sp.
Perfil 5a	Escrube / campo rupestre arbustivo alto	Myrtaceae	- <i>Myrciaria</i> sp. - <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.
		Annonaceae	- <i>Annona</i> sp.
		Melastomataceae	- <i>Miconia</i> sp.
		Fabaceae	- <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub
		Primulaceae	- <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.
		Vochysiaceae	- <i>Qualea parviflora</i> Mart.
		Cyperaceae	- <i>Rhynchospora</i> sp.
Apiaceae	- <i>Eryngium</i> sp.		

Perfil 5b	Scrub / campo rupestre arbustivo alto	Myrtaceae	- Myrciaria sp. - Myrcia rufipes DC. - Eugenia puniceifolia (Kunth) DC. - Myrcia obovata (O. Berg) Nied.
		Euphorbiaceae	- Sebastiania sp. - Croton sp.
		Sapindaceae	- Matayba marginata Radlk.
		Rubiaceae	- Palicourea sp.
		<u>Erythroxylaceae</u>	- Erythroxylum deciduum A. St.-Hil.
		Fabaceae	- Periandra mediterranea (Vell.) Taub.
		Bignoniaceae	- Handroanthus sp.
		Asteraceae	- Gochnatia paniculata (Less.) Cabrera - Achyrocline satureioides (Lam.) DC. - Baccharis sp.
Perfil 6	Cerrado rupestre	Asteraceae	- Gochnatia paniculata (Less.) Cabrera - Eremanthus incanus (Less.) Less. - Baccharis sp.
		Myrtaceae	- Myrcia tomentosa (Aubl.) DC. - Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg - Eugenia bella Cambess.
		Fabaceae	- Stryphnodendron barbatimam (Vell.) Mart.
		Malpighiaceae	- Byrsonima sp. - Tetrapteryx microphylla (A. Juss.) Nied.
		Bignoniaceae	- Handroanthus sp.
		Poaceae	- Eragrostis sp.
		Winteraceae	- Drimys brasiliensis Miers
		Melastomataceae	- Miconia sp.
Perfil 7	Complexo rupestre	Velloziaceae	- Vellozia albiflora Pohl - Barbacenia sp.
		Asteraceae	- Baccharis sp.
		Ericaceae	- Gaylussacia sp.
		Amaryllidaceae	- Hippeastrum morelianum Lem.
		Gesneriaceae	- Sinningia sp.
		Eriocaulaceae	- Paepalanthus sp.
Perfil 11	Escrube sobre Quartzito / campo rupestre arbustivo	Melastomataceae	- Microlicia sp. - Leandra sp.
		Fabaceae	- Periandra mediterranea (Vell.) Taub
		Lamiaceae	- Hyptidendron asperrimum (Epling) Harley
		Asteraceae	- Eremanthus incanus (Less.) Less. - Baccharis sp.
		Melastomataceae	- Microlicia sp. - Leandra sp.
		Fabaceae	- Periandra mediterranea (Vell.) Taub