

LUCAS TEIXEIRA FERRARI

**GEOAMBIENTES NA RPPN CAPIVARI II E MONITORAMENTO
TÉRMICO E HÍDRICO EM SOLOS DE CANGA FERRÍFERA E
QUARTZITO, QUADRILÁTERO FERRÍFERO – MINAS GERAIS**

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
2013

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

T

F375g
2013

Ferrari, Lucas Teixeira, 1984-

Geoambientes na RPPN Capivari II e monitoramento térmico e hídrico em solos de canga ferrífera e quartzito, Quadrilátero Ferrífero-Minas Gerais / Lucas Teixeira Ferrari. – Viçosa, MG, 2013.

ix, 88 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Solos - Temperatura. 2. Solos - Unidade. 3. Mapeamento ambiental. 4. Quadrilátero Ferrífero (MG). 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

LUCAS TEIXEIRA FERRARI

**GEOAMBIENTES NA RPPN CAPIVARI II E MONITORAMENTO
TÉRMICO E HÍDRICO EM SOLOS DE CANGA FERRÍFERA E
QUARTZITO, QUADRILÁTERO FERRÍFERO – MINAS GERAIS**

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: 28 de março de 2013.

Bruno Araújo Furtado Mendonça

Elpídio Inácio Fernandes Filho

Felipe Nogueira Bello Simas
(Coorientador)

Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Ernesto, pela oportunidade concedida, pela orientação, sábios conselhos.

Aos companheiros durante os trabalhos de campo, Wimblendom, Josafá, Davi, Júlia, Samuca, Tiagão, Guilherme, Pedro, Aianã e Israel pelo companheirismo e ajuda valiosa.

À Vale, pelo financiamento.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos, pela oportunidade e suporte concedidos.

Ao Brás, Cláudio, Carlos, Mário, Claudinha, Lu e demais funcionários do Departamento de Solos.

Ao Bruno Mendonça, pelos conselhos, pela atenção prestada e pela paciência.

Ao professor Anôr, pelos sábios conselhos e idéias mirabolantes.

Aos professores Felipe Simas e Elpídio, pelas sugestões e críticas construtivas.

À professora Irene, pela orientação e incentivo para o ingresso no mestrado.

Ao Liovando, Genelício, Raphael, João Ker, Ivo Juksch, Jaime, Walter e demais professores do Departamento de Solos que tanto contribuíram para minha formação, desde o ingresso ao mestrado.

Aos demais colegas, companheiros de curso, que também contribuíram para minha formação, além horas prazerosas de estudos e bate-papos pedológicos.

Ao pessoal do GTÁgua, pelos rallys em Araponga.

Ao meu pai, minha mãe, irmãos, irmãs e Ângela, pelo amor incondicional.

À minha companheira Carol, minha inspiração, por tudo que passamos juntos até agora e pelo maravilhoso futuro que nos espera.

Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
 CAPÍTULO 1: GEOAMBIENTES NA RPPN DE CAPIVARI II	
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	6
2.2. Estratificação geoambiental da RPPN de Capivari II.....	10
2.3. Amostragem e análises de solo.....	11
2.3.1. Descrição de perfis e coleta e preparação de amostras de solo.....	11
2.3.2. Análises químicas.....	11
2.3.3. Análises granulométricas.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1. Descrição geral da área.....	13
3.2. Descrição das unidades geoambientais.....	18
3.2.1. Campo cerrado altimontano em patamates quartzíticos.....	18
3.2.2. Campo rupestre quartzítico em patamares sobre RL.....	19
3.2.3. Campo rupestre quartzítico degradado de topo.....	23
3.2.4. Campo rupestre quartzítico sobre afloramentos de rocha.....	25
3.2.5. Capões baixos em drenagens encaixadas.....	26
3.2.6. Campo rupestre quartzítico em escarpas.....	27
3.2.7. Campo cerrado altimontano em xistos cloríticos.....	28
3.2.8. Capão florestal denso em xistos cloríticos.....	29
3.2.9. Arbustal denso em xistos cloríticos.....	31
3.2.10. Arbustal em patamares quartzíticos.....	31
4. CONCLUSÕES.....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

CAPÍTULO 2: DINÂMICA TÉRMICA E HÍDRICA EM SOLOS DE CANGA E QUARTZITO

1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	42
2.2. Sistemas solo-vegetação selecionados.....	45
2.3. Amostragem e análises de solo.....	46
2.3.1. Descrição de perfis e coleta e preparação de amostras de solo.....	46
2.3.2. Análises químicas.....	46
2.3.3. Análises granulométricas.....	47
2.4. Monitoramento da umidade do solo e da temperatura do solo e do ar.....	47
2.5. Calibração dos sensores de umidade do solo.....	48
2.5.1. Coleta de solo, cálculo da fração grosseira e densidade de partículas....	48
2.5.2. Montagem do experimento (sistema de calibração).....	50
2.5.3. Construção das curvas de calibração.....	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
3.1. Características gerais dos solos.....	51
3.2. Aspectos pedoclimáticos dos sistemas solo-vegetação.....	56
3.2.1. Umidade do solo.....	56
3.2.2. Temperatura.....	65
4. CONCLUSÕES.....	69
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
 CONCLUSÕES FINAIS.....	 72
ANEXO.....	75

RESUMO

FERRARI, Lucas Teixeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Geoambientes na RPPN Capivari II e monitoramento térmico e hídrico em solos de canga ferrífera e quartzito, Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais.** Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Coorientador: Felipe Nogueira Bello Simas.

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é uma região montanhosa de ecossistemas bastante peculiares, condicionados pela heterogeneidade da paisagem, composta de substratos geológicos diversos. As rochas mais resistentes e salientes na paisagem, tais como quartzitos e itabiritos, sustentam ambientes rupestres diversificados e com elevado grau de endemismo. Apesar da importância de conservação destes ecossistemas, há muitos anos o minério de ferro é explorado no QF, suprimindo as áreas de canga ferrífera, sendo que ainda são escassos os estudos sobre sua vegetação peculiar, sua relação com o solo e importância ambiental. A região do QF abrange várias unidades de conservação, como por exemplo as Reservas de Proteção ao Patrimônio Natural (RPPN), pertencentes a empresas mineradoras, e que ainda carecem de estudos ambientais integrados, importantes para o manejo adequado dessas áreas e para o fomento de novas pesquisas. Esta pesquisa teve como objetivo geral aprofundar o conhecimento acerca das relações entre solo e vegetação no QF e, nesse sentido, dois capítulos distintos foram desenvolvidos. No primeiro capítulo, foi feita a estratificação geoambiental da RPPN de Capivari II, na qual as unidades geoambientais foram descritas, mapeadas e identificadas, utilizando imagem Ikonos de alta resolução, mapa geológico em programa ArcGIS 10 e viagens de campo. No capítulo 2, objetivou-se caracterizar e comparar a dinâmica térmica e hídrica do solo em área de canga e quartzito no QF. Para tal, foi realizado, durante o período de 14 meses, o monitoramento *in situ* da umidade e da temperatura do solo e da temperatura do ar em quatro ambientes distintos, a saber: Campo Rupestre sobre Canga (CC), Mata sobre Canga (MC), Campo Rupestre sobre Quartzito (CQ) e Mata sobre Quartzito (MQ). O monitoramento da umidade do solo foi baseado no método TDR (do inglês *Time Domain Reflectometer*), através do qual, por meio de calibração dos sensores em laboratório, valores de tempo de propagação do pulso

eletromagnético detectado por sensores instalados no solo foram convertidos em valores de umidade gravimétrica. Perfis de solo representativos de cada ambiente amostrado, tanto na RPPN quanto nos sítios de monitoramento, foram descritos e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e as amostras de solo coletadas foram submetidas às análises físicas e químicas de rotina do Departamento de Solos da UFV. A RPPN de Capivari II apresentou 10 unidades geoambientais distintas, em sua maioria representada por solos rasos, pobres, cascalhentos e vegetação campestre; os geoambientes com feições de vegetação florestais e arbustivas ficam restritas às áreas com maior umidade do solo, proporcionada pela profundidade do solo e posição na paisagem, ou às áreas protegidas contra a ação do fogo, devido à rochiosidade/pedregosidade do solo. O mapeamento da área revelou também sua fragilidade ambiental, bem como mostrou o quanto é diversificada a paisagem no QF, mesmo em áreas de dimensões restritas. A caracterização da dinâmica térmica e hídrica mostrou a influência da temperatura, da umidade do solo e da profundidade sobre as fitofisionomias de vegetação de canga e quartzito, além da profundidade do solo. Os dados também revelaram a magnitude das variações de temperatura e umidade do solo, que denuncia condições ambientais extremas às quais estão submetidas a vegetação naturalmente adaptada aos ecossistemas rupestres do QF, além de permitir o entendimento mais detalhado da dinâmica pedoclimática destes ambientes. Este estudo mostrou que a utilização do equipamento TDR para a determinação da umidade do solo apresenta alguns desafios metodológicos, desde sua correta instalação no campo até a determinação da densidade do solo, necessária para a calibração dos sensores. Por fim, os estudos aqui detalhados ilustraram as estreitas relações existentes entre solo e vegetação no QF, uma região com notável fragilidade ambiental, ao mesmo tempo em que abrem novos caminhos para investigações mais detalhadas acerca dos mecanismos de adaptação das plantas, naturalmente adaptadas a estes ambientes.

ABSTRACT

FERRARI, Lucas Teixeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2013. **Geoenviroments in PNR Capivari II and thermal and water monitoring in soils in canga and quartzite, Iron Quadrangle – Minas Gerais.** Adviser: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Co-adviser: Felipe Nogueira Bello Simas.

The Iron Quadrangle (IQ) in Minas Gerais State is a mountainous region with rather peculiar ecosystems, conditioned by the heterogeneity of the landscape, composed of various geological substrates. The more resistant and prominent rocks in the landscape, such as quartzites and itabirites, support diverse rocky environments with high number of endemics. Despite the importance of ecosystems conservation, for many years the iron ore has been mined in IQ, removing the lateritic surface (canga) and the associated vegetation growing on it. However, the ecological studies of this peculiar vegetation are scarce and necessary to understand its environmental importance. The region possesses several IQ conservation units, such as the Private Natural Reserves (PNR), belonging to mining companies, requiring integrated environmental studies, needed for the appropriate management of these areas and promoting long-term ecological research. This project aimed to enhance the knowledge about the relationship between soil and vegetation in the IQ. For this purpose, two separate chapters were developed. In the first chapter, we made the geoenviromental stratification of the PNR Capivari II, in which the geoenviromental units were described, mapped and identified using high-resolution Ikonos image, geological map in ArcGIS 10 program and field campaigns. In chapter 2, we characterized and compared the thermic and water dynamics of soils on canga and quartzite substrates, in IQ. For this purpose, we conducted for in situ monitoring of soil moisture, soil temperature and air temperature in four different environments for 14 months, namely: Rocky Field on Canga (CC), Forest on Canga (MC), Rocky Field on Quartzite (CQ) and Forest on Quartzite (MQ). The soil moisture monitoring method was based on the TDR (Time Domain Reflectometer), by means of calibration of sensors in laboratory, in which the propagation time of electromagnetic pulse detected by sensors installed in the soil were converted into gravimetric moisture values. Representative soil profiles at each environment

sampled, both in the PNR as the monitoring sites were described and classified according to the Brazilian System of Soil Classification and soil samples were subjected to physical and chemical routine analysis at the Soil Science Department of UFV. The PNR Capivari II presented 10 different geoenvironmental units, mostly represented by shallow, rocky and nutrient-poor soils and grassy vegetation; geoenvironments with forest and shrubby vegetation are restricted to areas with greater moisture, provided by soil depth and landscape position, or protected areas from the action of fire, due to the soil rockiness/stoniness. The mapping also revealed its environmental fragility, and showed how diverse is the landscape in IQ, even in areas of limited size. The thermic and hydric dynamic characterization showed the influence of temperature, soil moisture and depth on vegetation physiognomies in canga and quartzite. The data also revealed the magnitude of temperature and soil moisture variations, highlighting the extreme environmental conditions to which these plant communities are subjected. Results allowed a deeper understanding of the pedoclimatic dynamics in these environments. The use of TDR equipment for the soil moisture determination presents some methodological challenges, like its correct installation on the field, as well as the soil density determination, required for sensors calibration. Finally, the studies illustrated the close relationship between soil and vegetation in IQ, a region with considerable environmental fragility, offering new challenges for further investigations on the adaptation mechanisms of plants that are naturally adapted to these environments.

INTRODUÇÃO GERAL

A região do Quadrilátero Ferrífero (QF) corresponde à porção sul da cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais, próxima à região metropolitana da capital estadual, Belo Horizonte. A abundância de recursos minerais no QF contribuiu para o desenvolvimento da região, especialmente durante o ciclo do ouro, no período colonial do Brasil, quando Villa Rica (atualmente Ouro Preto) era capital de Minas Gerais. Além disso, a região era o ponto de encontro entre os principais caminhos da Estrada Real, ligando o litoral (Paraty e Rio de Janeiro) à Diamantina. A abundância de recursos minerais reflete ainda nos dias atuais, sendo que o QF se tornou um dos principais polos mundiais de exploração de ferro. Por outro lado, o potencial agrícola dos solos no QF é muito baixo, o que torna a atividade agrícola limitada à subsistência, mas a abundância de água (em qualidade e quantidade) facilitou o estabelecimento da população e o desenvolvimento dos centros urbanos.

Nas peculiaridades ambientais do QF incluem a intensa diversificação da paisagem, conferindo à região uma importância ambiental relevante para conservação da fauna e flora. Além disso, o QF se localiza na transição entre dois grandes biomas brasileiros: a Mata Atlântica (na borda sul e leste) e o Cerrado (na borda norte e oeste), constituindo-se dessa forma, uma zona de forte tensão ecológica. A mineração em ritmo acelerado põe em risco as peculiaridades naturais da região, tais como a abundância de água com qualidade e a rica biodiversidade. As cangas ferríferas, localizadas sobre o minério de ferro, são especialmente descritas pela sua elevada biodiversidade e endemismo de espécies da fauna e flora.

Estudos ambientais detalhados que abrangem os diversos elementos da paisagem, tais como geomorfologia, clima, geologia, solos, ecossistemas e uso e ocupação do solo são a base para o manejo ambiental adequado das áreas atingidas diretamente e indiretamente pela mineração e expansão urbana, mas são dificultados pela intensa diversificação da paisagem. Atualmente, com a crescente preocupação das autoridades e da comunidade em geral com as questões ambientais, a necessidade e a quantidade de estudos deste tipo vem aumentando nos últimos anos. A ciência do solo contribui para esses estudos na medida em

que possibilita a compreensão dos diferentes ecossistemas como frutos das geodiversidades da região, sendo o solo a interface de interação entre o meio físico e biótico, embora estudos pedológicos detalhados ainda sejam escassos no QF.

Esta pesquisa teve como objetivo geral aprofundar o conhecimento acerca das relações entre solo e vegetação no QF, especialmente em áreas de canga ferrífera e entorno. Nesse sentido, dois capítulos distintos foram desenvolvidos: o Capítulo 1, intitulado “Geoambientes na RPPN de Capivari II”, teve como objetivo mapear, identificar e descrever as unidades geoambientais na RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) de Capivari II, localizada na região central do QF. O Capítulo 2, intitulado “Dinâmica térmica e hídrica do solo em áreas de canga e quartzito”, teve como objetivo caracterizar e comparar a dinâmica térmica e hídrica do solo sob fragmentos bem preservados de Campo Rupestre e Mata, em área de canga ferrífera e quartzito.

CAPÍTULO 1

GEOAMBIENTES NA RPPN DE CAPIVARI II

1. INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF) se localiza no extremo sul da cadeia do Espinhaço, na região central de Minas Gerais, próximo à região metropolitana de Belo Horizonte. É uma região de ecossistemas bastante peculiares, condicionados pela heterogeneidade da paisagem, composta de substratos geológicos diversos e um relevo bastante movimentado e elevado.

A pobreza química, os processos erosivos intensos e a alta resistência ao intemperismo das rochas do QF resultam na predominância de Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos, sempre distróficos, com áreas expressivas de afloramentos rochosos. Mas devido à heterogeneidade geológica e principalmente ao expressivo gradiente altitudinal, proporcionado pelo relevo bastante movimentado, a diversidade de solos, que reflete na diversidade de ecossistemas, é muito grande.

O Mapa de Solos de Minas Gerais (FEAM/DPS-UFV, 2010) apresenta várias unidades de mapeamento, tais como Afloramentos Rochosos (AR), Neossolos Litólicos (RL), Cambissolos Háplicos (CX) e Latossolos (LV e LVA) em sua maioria na forma de associações entre classes de solo diversas.

Os solos do QF, por serem em geral muito rasos, cascalhentos, pobres, com elevada acidez e baixa CTC, não apresentam potencial para uso agrícola. Nota-se a ocorrência de plantios esparsos de eucalipto, não sendo raros casos de abandono após o primeiro corte. Além disso, como fator limitante de uso agrícola, deve-se ressaltar o relevo acidentado e a baixa capacidade de retenção de água destes solos, reflexo da estrutura fortemente desenvolvida de um plasma altamente oxidado (COSTA, 2003).

Por outro lado, a região do QF apresenta forte potencial para a atividade mineradora. Outrora pólo de mineração de ouro, como em Ouro Preto e Mariana na época do Brasil colônia, atualmente o QF constitui um dos grandes pólos mundiais de mineração de ferro, assim como a região de Carajás, no Pará. Dessa forma, destacam-se muitos trabalhos científicos existentes na literatura com

relação a estudos geológicos, geotectônicos e geomorfológicos na região do QF (DORR II, 1969; BRASIL, 1983; CHEMALE Jr et al, 1994; VARAJÃO et al, 2002; VARAJÃO et al, 2009), ao mesmo tempo em que estudos detalhados referentes à vegetação e, principalmente, ao solo ainda são escassos (COSTA, 2003; SCHAEFER et al, 2005; JACOBI & CARMO, 2008; SCHAEFER et al, 2008; PEREIRA, 2009; FEAM/DPS-UFV, 2010), mas que têm sido cada vez mais comuns, devido à crescente preocupação com relação à conservação ambiental.

O QF constitui uma das áreas prioritárias para conservação indicadas pelo grupo de fatores abióticos (BIODIVERSITAS, 2005). Além disso, a região se localiza na transição entre dois grandes biomas brasileiros: a Mata Atlântica (na borda sul e leste) e o Cerrado (na borda norte e oeste), constituindo-se dessa forma, uma zona de forte tensão ecológica. Os campos rupestres ferruginosos, ameaçados diretamente pela mineração de ferro, e quartzíticos do QF constituem especialmente ambientes muito diversificados e com muito endemismo de plantas, devido ao fato destes ambientes ficarem relativamente isolados entre si, pois se restringem aos topos da paisagem. Dessa forma, o QF apresenta singular heterogeneidade da paisagem, com fitofisionomias integrando um mosaico moldado pela conjunção da topografia, litologia, solos, clima e altitude (JACOBI & CARMO, 2008).

Nos ambientes rupestres em geral, a relação entre solo e vegetação é bastante estreita. Mesmo pequenas diferenças na concentração de nutrientes ou na acidez do solo são suficientes para determinar diferenças florísticas (SCARANO, 2007). Assim como no cerrado, a heterogeneidade espacial dos fatores edáficos é mais importante nas camadas mais superficiais do solo, haja vista a grande diversidade de espécies herbáceas e arbustivas em comparação às lenhosas nestes dois ambientes (VINCENT & MEGURO, 2008).

Vários estudos demonstram o controle edáfico sobre a vegetação. Enquanto nas formações rupestres a cobertura vegetal é esparsa e de baixo porte, a medida que o solo se torna mais espesso, plantas lenhosas passam a ocupar a paisagem (BENITES et al., 2003).

É evidente o controle edáfico sobre a fisionomia da vegetação, especialmente em se tratando do comportamento físico-hídrico do solo. À medida

que o solo torna-se mais profundo, a vegetação torna-se mais densa e de porte mais elevado, devido à maior capacidade de retenção de água no solo. A vegetação também pode ser condicionada pela disponibilidade de água via umidade do ar, que não depende das propriedades físicas do solo, mas das condições climáticas (VALENTE, 2009).

Nunes (2009) verificou fitofisionomias distintas nos afloramentos ferruginosos da Serra de Carajás, Pará, em estreita relação com o solo subjacente, onde variações nas características químicas do solo, principalmente o teor de matéria orgânica, acompanharam mudanças na vegetação. A profundidade do solo, que governa a capacidade de retenção de água, também parece constituir outro fator determinante nos gradientes fitofisionômicos na Serra de Carajás (RIBEIRO, 2009).

A vegetação no QF varia de áreas campestres a florestais, são fortemente condicionadas pelas propriedades edáficas e compõe um quadro paisagístico e geoambiental bastante diversificado, especialmente sobre as formações ferríferas, muito embora ainda sejam escassos os estudos acerca da geodiversidade em áreas canga na região, tão importantes como subsídio ao manejo ambiental adequado em áreas de mineração (SCHAEFER et al, 2008).

Devido à pressão exercida sobre as empresas mineradoras, tendo em vista o cumprimento das exigências impostas pela legislação ambiental vigente, são cada vez mais comuns na região do QF unidades particulares de conservação ambiental, como por exemplo a RPPNⁱ de Capivari II, sendo que muitas delas ainda não foram contempladas com estudos ambientais integrados, importante para o manejo adequado destas áreas. A estratificação geoambiental constitui importante ferramenta para fomento de novas pesquisas e elaboração de planos de gestão em áreas de relevância ambiental (SCHAEFER, 1997; SIMAS, 2002; PEREIRA, 2009).

Neste capítulo será feito o mapeamento, a identificação e a descrição das unidades geoambientais da RPPN de Capivari II, localizada na região central do QF.

ⁱ Reserva Particular do Patrimônio Natural

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) constitui uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (BRASIL, 2000). A RPPN de Capivari II é uma das RPPN's da Vale distribuídas no QF, muitas das quais ainda não foram contempladas com estudos ambientais integrados, necessários para parte do cumprimento das exigências impostas pela legislação ambiental vigente sobre as empresas que possuem empreendimentos minerários na região.

A RPPN de Capivari II está localizada na região central do QF (Figura 01), próxima à serra de Ouro Fino no município de Itabirito, próximo ao limite com o município de Santa Bárbara, que também coincide com o limite hidrográfico das bacias do rio São Francisco (a oeste, pela vertente mais seca, com tendência para o Cerrado) e do rio Doce (a leste, pela vertente mais úmida, com tendência para a Mata Atlântica). Juntamente com as serras de Itabirito, da Água Limpa (ou Gandarela), do Curral e da Moeda, a serra de Ouro Fino faz parte das serras itabiríticas que se distribuem de forma alinhada e descontínua em toda a paisagem do QF, onde se verifica intenso extrativismo mineral, especialmente de ferro (CARVALHO FILHO, 2008). Dentro dos limites da RPPN, entretanto, não se verifica formações ferríferas e a litologia quartzítica predominante inclui o contato entre os quartzitos cinzas e conglomerados do Supergrupo Minas e os xistos e quartzitos sericíticos do Supergrupo Rio das Velhas (Figura 02).

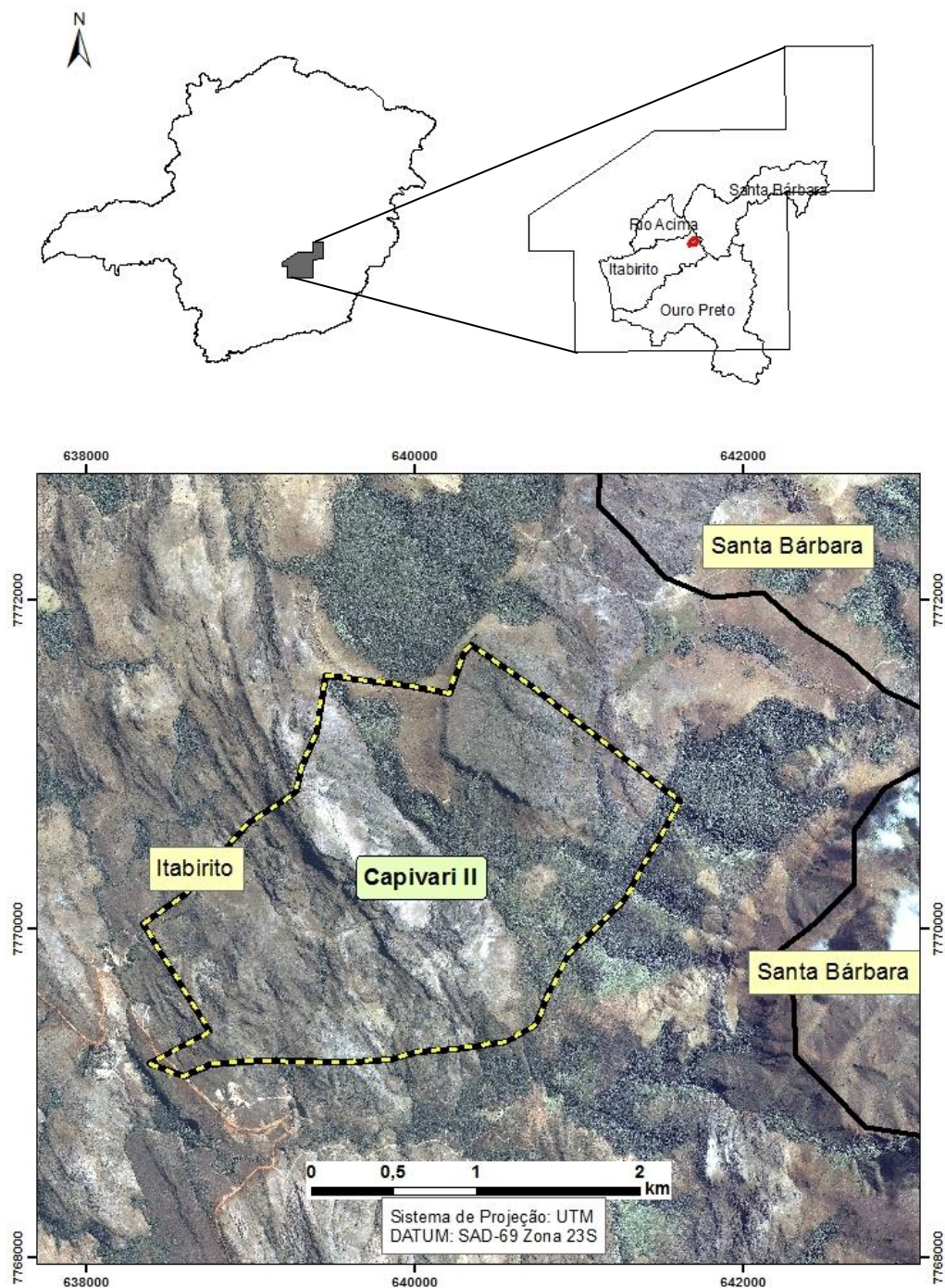


FIGURA 01: Estado de Minas Gerais com a região do QF na área sombreada (canto superior esquerdo), limites municipais no entorno da RPPN de Capivari II, em vermelho, dentro do QF (canto superior direito), e imagem de satélite (Ikonos), com destaque para os limites da RPPN de Capivari II e dos municípios de Itabirito e Santa Bárbara.

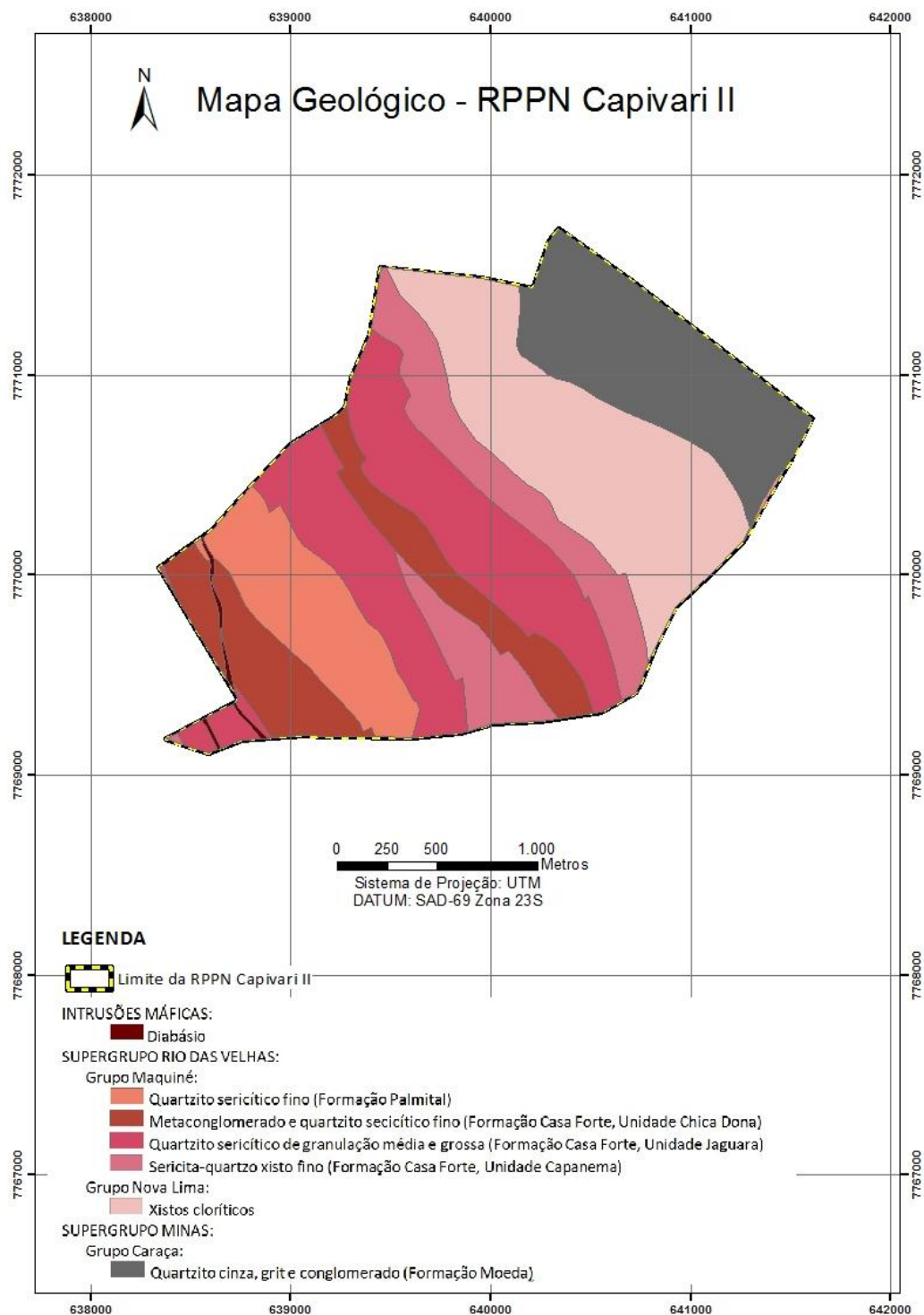


Figura 02: Mapa geológico de Capivari II. Adaptado de Baltazar et al (2005)

A altitude média da RPPN é 1258 metros, variando aproximadamente entre 1100 e 1500 metros, como mostra o modelo digital de elevação da área na Figura 03 a seguir. Essa diferença de nível entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto da RPPN de aproximadamente 400 metros, associado à sua largura

máxima de 3,5 km, reflete o relevo montanhoso da região, o que contribui para a intensificação dos processos erosivos e diversificação ambiental.

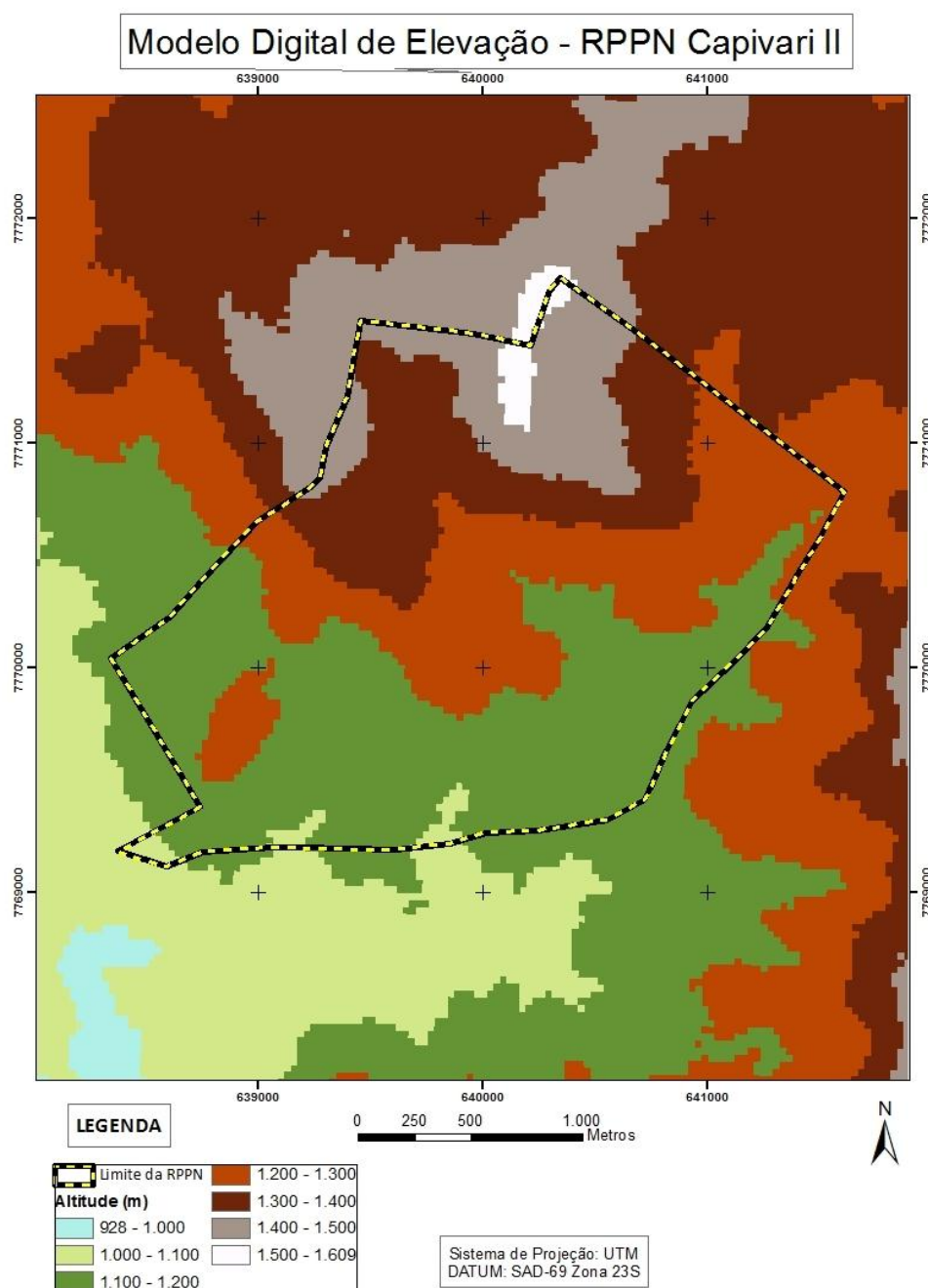


Figura 03: Modelo Digital de Elevação da RPPN de Capivari II, adaptado de NASA/METI (2011).

O clima é tropical semi-úmido com duas estações bem definidas: inverno frio e seco e verão quente e chuvoso e pode ser classificado como Cwa (Koppen), com variações locais fortemente condicionadas pelo gradiente altitudinal. A Figura 04 a seguir mostra o regime de chuvas típico da região, através de duas

estações pluviométricas próximas à área de estudo, com série histórica de 1985 a 2011: Colégio Caraça, no município de Santa Bárbara, e Represa das Codornas, no município de Nova Lima (ANA, 2013).

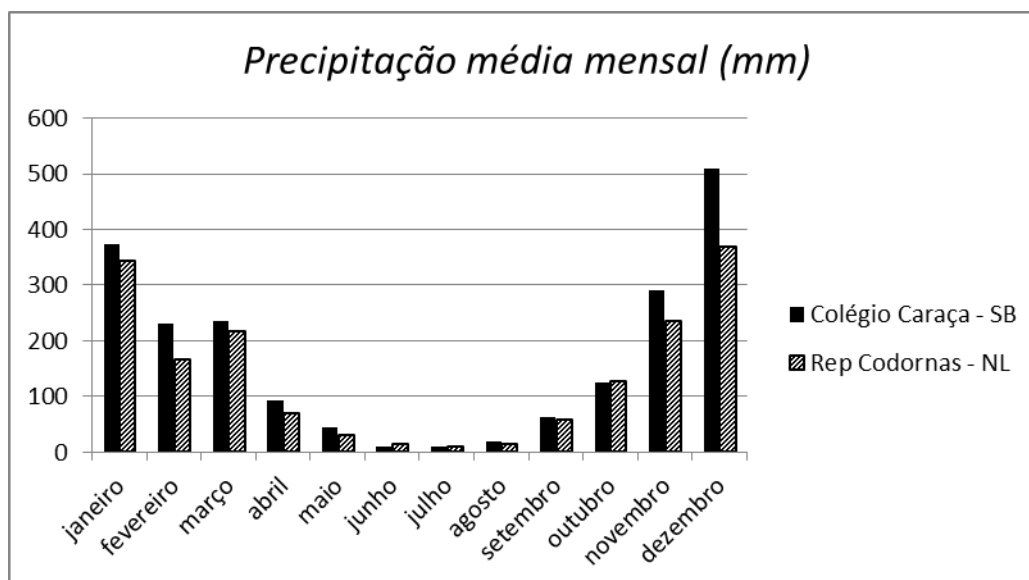


Figura 04: Precipitação média mensal em duas estações pluviométricas próximas à área de estudo: Colégio Caraça, no Município de Santa Bárbara (Lat: -20° 5' 49"; Long: -43° 29' 17"; altitude: 1300 m; precipitação anual: 2007 mm) e Represa das Codornas, no Município de Nova Lima (Lat: -20° 9' 53"; Long: 43° 53' 31"; altitude: 1200 m; precipitação anual: 1668 mm).

2.2. Estratificação geoambiental da RPPN de Capivari II

Para a estratificação do meio físico em unidades geoambientais, foram considerados aspectos geológicos e pedogeomorfológicos, bem como os relacionados a fitofisionomia e antropização (TRICART e KIEWIEDEJONGE, 1992; SCHAEFFER, 1997). Áreas com características similares em relação aos atributos avaliados foram agrupadas, identificadas e descritas quanto às características ecogeográficas observadas e problemas geoambientais associados.

Para tal, utilizou-se imagens Ikonos de alta resolução e mapa geológico, analisados com o programa ArcMap 10, através dos quais os geoambientes foram identificados e mapeados. Posteriormente, com as informações obtidas através de trabalhos de campo, tais como características pedológicas e vegetacionais, a descrição das características das unidades geoambientais foi concluída. A

amostragem e coleta de solos para a caracterização pedológica das unidades geoambientais foram realizadas conforme explicitado no item 2.3, a seguir.

2.3. Amostragem e análises de solo

2.3.1. Descrição de perfis e coleta e preparação de amostras de solo.

A coleta e descrição dos perfis foram feitas de acordo com SANTOS et al (2005). Os perfis de solo foram classificados até o 4º nível categórico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS (EMBRAPA, 2006).

As amostras coletadas foram levadas ao Departamento de Solos da UFV (DPS-UFV), onde foram destorroadas e peneiradas em peneira de 2 mm, para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), e então submetidas às análises químicas e físicas de rotina, segundo EMBRAPA (1997).

2.3.2. Análises químicas

O pH em água e em KCl 1 mol/L foram determinados na suspensão solo:solução 1:2,5. As concentrações de cálcio, magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídas com KCl 1 mol/L e determinadas por espectrometria de absorção atômica. O potássio e o sódio trocáveis foram extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por fotometria de chama. O fósforo trocável foi extraído com solução Mehlich-1, mas determinado por colorimetria. O ferro, o zinco e o manganês também foram extraídos com solução Mehlich-1, e determinados por espectrometria de absorção atômica. Para a determinação da acidez potencial foi utilizado-se o extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0. O teor de matéria orgânica (MO) foi determinado pelo método titulação após oxidação via úmida (Walkley-Black) e carbono orgânico total (COT) foi obtido através da relação: $MO = COT \times 1,724$. Além dos parâmetros citados, foram determinados os seguintes: capacidade de troca catiônica – CTC – efetiva (t), e total (T), soma de bases trocáveis (SB) índice de saturação de bases (V), índice de saturação por alumínio (m) e fósforo remanescente (P-rem).

2.3.3. Análises granulométricas

A granulometria foi determinada a partir da dispersão de 10 g de TFSA com NaOH 0,1 mol/L. Em seguida, as frações areia grossa e fina foram separadas por tamização. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta, e a fração silte calculada por diferença (RUIZ, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Descrição geral da área

A paisagem da RPPN de Capivari II é bastante diversificada, com predomínio de afloramentos rochosos, com solos rasos e pobres e vegetação campestre entremeada. Os processos erosivos, em forma de sulcos e ravinas, são marcantes em toda a área, propiciados pelo relevo acidentado, alto índice pluviométrico, vegetação esparsa e solos rasos. A diversificação da paisagem, com relevo tipicamente estrutural, é fortemente controlada pela geologia, bastante heterogênea, com camadas litoestratigráficas alinhadas aproximadamente na direção noroeste-sudeste.

Quartzitos da Formação Moeda - Grupo Caraça, Supergrupo Minas - compõem a crista mais elevada da área, no extremo nordeste, com mais de 1500 metros de altitude, sobre a qual predominam campos rupestres herbáceos e arbustivos, sempre entremeados a afloramentos de rocha. Seguindo a toplotossequência, no sentido nordeste-sudoeste, nota-se um profundo vale com solos mais profundos e feições florestadas, sobre xistos cloríticos do Grupo Nova Lima - Supergrupo Rio das Velhas. Do outro lado do vale, outro cume quartzítico se sobrepõe na paisagem, devido a sua maior resistência ao intemperismo. A borda sudoeste desta segunda crista é composta por uma sucessão de campos quartzíticos alternando-se entre as Formações Casa Forte e Palmital - Grupo Nova Lima, Supergrupo Rio das Velhas - com faixas estreitas de intrusões máficas.

Foram dez os geoambientes identificados e mapeados (Tabela 01 e Figura 05). Destes dez, apenas os geoambientes referentes aos números 4, 6 e 10 não tiveram perfis de solo representativos. Estes são geoambientes com domínio de afloramentos rochosos, com pequenos bolsões de Neossolos Litólicos entremeados e pouco representativos. A área total da RPPN de Capivari II é de 557 hectares. Os geoambientes 6, 7 e 8 apresentaram nuances durante a identificação dos mesmos na imagem Ikonos, que foram interpretadas como fases degradadas, o que também foi constatado durante os trabalhos de campo: sinais de degradação por fogo, desmatamento, atividade pastoril e processos erosivos associados. Na Tabela 01, se incluem nas áreas representativas dos geoambientes 6, 7 e 8 as áreas das respectivas fases degradadas.

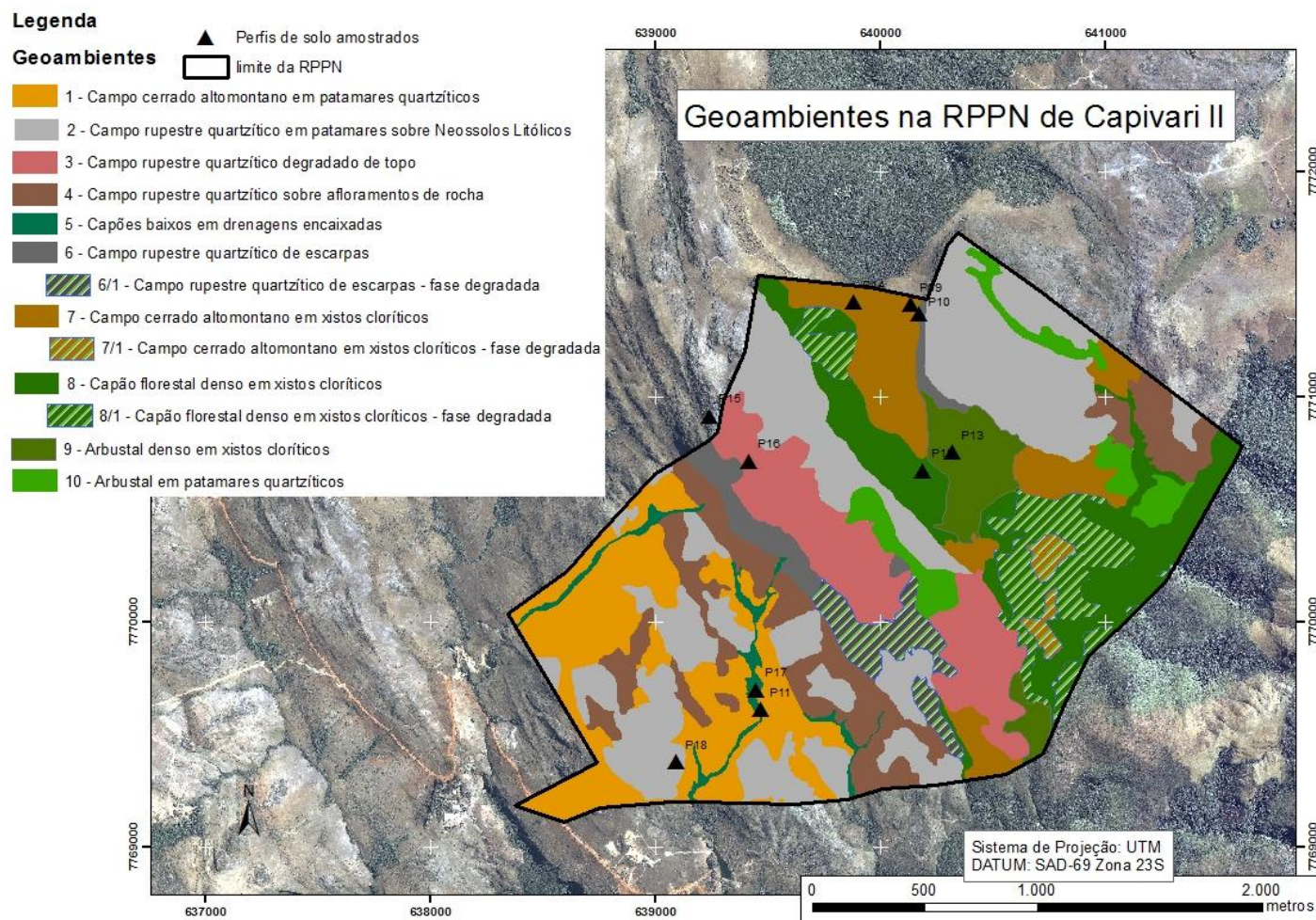


Figura 05: Mapa geoambiental da RPPN de Capivari II. Observa-se os dez geoambientes mapeados e numerados de 1 a 10 e os perfis de solo amostrados, de 9 a 18. As áreas hachuradas se referem às feições (ou fases) degradadas dos geoambientes 6, 7 e 8.

TABELA 01: Geoambientes da RPPN de Capivari II: classificação dos perfis de solo mais representativosⁱⁱ, tipologia vegetal dominante, litologia, relevo/posição na paisagem e área, expressa em porcentagem.

ID	GEOAMBIENTE	SOLO	PERFIS	COBERTURA VEGETAL	LITOLOGIA ⁱⁱⁱ	RELEVO/POSIÇÃO NA PAISAGEM	ÁREA (%)
1	Campo cerrado altimontano em patamares quartzíticos	CXbd	11	Campo cerrado (“cerrado rupestre”)	Quartzitos sericíticos (Rio das Velhas)	Forte ondulado/terço inferior	14,2
2	Campo rupestre quartzítico em patamares sobre Neossolos Litólicos	RLd	09, 10, 15 e 18	Campo rupestre herbáceo arbustivo	Quartzito cinza, grit e conglomerado (Minas); quartzitos sericíticos (Rio das Velhas)	Montanhoso/topo	30,8
3	Campo rupestre quartzítico degradado de topo	RLd	16	Campo rupestre herbáceo	Quartzitos sericíticos (Rio das velhas)	Suave ondulado/topo	9,1
4	Campo rupestre quartzítico sobre afloramentos de rocha	RLd	-	Campo rupestre herbáceo arbustivo	Quartzitos sericíticos (Rio das Velhas)	Montanhoso/topo	9,6
5	Capões baixos em drenagens encaixadas	RYbd	17	Floresta estacional semi-decídua	Depósitos elúvio-colvionares	Plano/nível de base	1,4
6	Campo rupestre quartzítico em escarpas	RLd	-	Campo rupestre herbáceo arbustivo	Quartzito cinza, grit e conglomerado (Minas)/ quartzito sericítico (Rio das Velhas)	Escarpado/topo	4,9
7	Campo cerrado altimontano em xistos cloríticos	CXbd	14	Campo cerrado	Xistos cloríticos. (Rio das Velhas)	Montanhoso/terço médio-superior	8,1
8	Capão florestal denso em xistos cloríticos	CXbd	12	Floresta estacional semi-decídua	Xistos cloríticos. (Rio das Velhas)	Montanhoso/terço médio-inferior	14,8
9	Arbustal denso em xistos cloríticos	CXbd	13	Arbustal (samambaias)	Xistos cloríticos. (Rio das Velhas)	Montanhoso/terço médio	3,7
10	Arbustal em patamares quartzíticos	RLd	-	Arbutal (candeias)	Quartzito cinza, grit e conglomerado (Minas); quartzitos sericíticos (Rio das Velhas)	Montanhoso/topo e terço superior	3,4

ⁱⁱ Os geoambientes representados pelos números 4, 6 e 10, não tiveram perfis de solo levantados durante as expedições de campo e, dessa forma, adotou-se a classificação até o 3º nível categórico, através de informações obtidas durante o pré-mapeamento e das observações de campo.

ⁱⁱⁱ Em parêntese o Supergrupo geológico correspondente à litologia citada. Os quartzitos sericíticos do Supergrupo Rio das Velhas se apresentam na RPPN em diferentes Grupos e Formações geológicas, que serão detalhados durante a descrição das unidades geoambientais.

As Tabelas 02 e 03 a seguir mostram os resultados das análises químicas e físicas (granulométricas), respectivamente, realizadas para os 10 perfis de solo amostrados (P09 a P18). Embora a diversificação da paisagem seja expressiva, nota-se a predominância de solos rasos, pouco desenvolvidos, de textura arenosa e com distrofia elevada, sendo quase todos enquadrados como NEOSSOLOS LITÓLICOS e CAMBISSOLOS HÁPLICOS, de acordo com o SBCS (EMBRAPA, 2006).

Tabela 02: Resultado das análises granulométricas dos perfis de solo em Capivari II

Horizonte		Análise Granulométrica				Classe Textural	Silte/Argila
Símbolo	Profund. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
dag/kg							
P09 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico							
A/R	0 – 7/2	40	20	19	21	Franco-Argilo-Arenosa	0,90
R	7/2 - 15						
P10 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário							
A	0 – 22	57	21	13	9	Franco-Arenosa	1,44
AC	22 – 31	68	14	11	7	Areia-Franca	1,57
CR	31 – 53	68	15	14	3	Areia-Franca	4,67
P11 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico							
A	0 – 7	25	30	28	17	Franco-Arenosa	1,65
BC	7 – 24	31	19	32	18	Franco	1,78
Cr	24 – 35	26	19	37	18	Franco	2,06
CR	35 – 48	23	23	44	10	Franco	4,4
P12 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico							
A	0 – 18	27	12	22	39	Franco-Argilosa	0,56
Bi ₁	18 – 39	26	13	19	42	Argila	0,45
Bi ₂	39 – 60	27	12	20	41	Argila	0,49
Bi ₃	60 - 130+	33	14	7	46	Argilo-Arenosa	0,15
P13 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico							
A	0 - 10/15	6	23	33	38	Franco-argilosa	0,87
BA	10/15 - 28	7	23	37	33	Franco-argilosa	1,12
Bi ₁	28 – 45	9	24	30	37	Franco-argilosa	0,81
2Bi ₂	45 - 60/64	10	21	41	28	Franco-argilosa	1,46
3Cr	60/64 - 145+	4	55	26	15	Franco-argilosa	1,73
P14 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico							
A	0 – 10	14	8	20	58	Argila	0,34
Bi ₁	10 – 26	10	5	28	57	Argila	0,49
2Bi ₂	26 – 55	11	4	30	55	Argila	0,55
3Cr	55 - 118+	5	16	48	31	Franco-Argilosa	1,55
P15 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico							
A	0 – 10	37	33	21	9	Franco-arenosa	2,33
C	10 – 15	41	27	25	7	Franco-arenosa	3,57
P16 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico							
A	0 – 12	42	27	23	8	Franco-Arenosa	2,88
C ₁	12 – 21	43	24	25	8	Franco-Arenosa	3,13
Cr	21 - 45+	29	18	39	14	Franco	2,79
P17 -NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico							
A	0 – 10	16	45	29	10	Franco-Arenosa	2,90
C ₁	10 – 22	31	37	22	10	Franco-Arenosa	2,20
C ₂	22 – 52	18	32	34	16	Franco	2,13
C ₃	52 - 80+	27	36	26	11	Franco-Arenosa	2,36
P18 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico							
A	0 -11/14	23	23	42	12	Franco	3,50
Cr	11/14 - 25+	19	26	45	10	Franco	4,50

Tabela 03: Resultados das análises químicas dos perfis de solo de Capivari II

Hor.	Prof (cm)	pH		P mg/dm³	SB	t	T	Al³⁺	V	m	COT dag/kg	P-rem mg/L	Zn	Fe	Mn
		Água	KCl												
P09 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico															
A/R	0-7/2	4,42	3,51	2,60	0,66	2,56	12,06	1,90	5,5	74,2	4,44	28,7	1,55	312,6	4,6
P10 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário															
A	0-22	4,46	3,41	2,10	0,48	1,18	5,28	0,70	9,1	59,3	1,92	46,2	1,12	48,9	1,6
AC	22-31	4,67	3,39	1,60	0,16	0,66	3,16	0,50	5,1	75,8	0,85	52,9	0,72	23,4	0,3
CR	31-53	4,89	3,67	0,70	0,10	0,80	4,90	0,70	2,0	87,5	0,22	59,2	0,82	15,4	0,4
P11 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico															
A	0 – 7	5,09	4,12	1,6	0,71	1,51	7,11	0,8	10	53	2,91	28,9	2,34	108,7	48,8
BC	7 – 24	4,95	3,94	1,6	0,16	0,96	5,76	0,8	2,8	43,3	1,99	22,5	2,47	309,3	16,8
Cr	24 – 35	5,23	4,46	0,8	0,1	0,6	4,2	0,5	2,4	83,3	1,13	22,5	1,32	384,9	9,7
CR	35 – 48	5,45	4,69	0,4	0,05	0,15	1,55	0,1	3,2	66,7	0,35	23,9	0,52	129,9	6,3
P12 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico															
A	0-18	4,98	4,02	3,0	0,96	3,79	18,36	2,83	5,2	74,7	6,76	19,0	1,80	202,9	28,4
Bi₁	18-39	4,96	4,46	1,4	0,24	1,80	9,44	1,56	2,5	86,7	2,63	8,7	1,29	245,4	8,5
Bi₂	39-60	5,05	4,43	1,0	0,24	1,80	8,24	1,56	2,9	86,7	1,95	8,1	1,31	530,1	13,1
Bi₃	60-130+	4,47	4,43	0,7	0,21	1,77	8,11	1,56	2,6	88,1	1,58	5,9	1,29	308,4	15,1
P13 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico															
A	0-10/15	4,76	3,93	4,1	0,49	4,00	18,69	3,51	2,6	87,8	8,26	16,5	1,71	129,4	11,1
BA	10/15-28	5,02	4,32	2,0	0,17	2,22	10,27	2,05	1,7	92,3	3,68	12,8	1,30	159,0	0,0
Bi₁	28-45	4,98	4,53	1,3	0,12	1,29	8,12	1,17	1,5	90,7	2,55	12,4	1,26	157,7	0,0
2Bi₂	45-60/64	5,21	4,60	0,8	0,09	0,97	4,89	0,88	1,8	90,7	1,20	18,4	1,18	22,6	0,0
3Cr	62-145+	4,86	4,77	0,8	0,09	0,29	1,49	0,20	6,0	69,0	0,15	41,0	1,23	45,9	0,0
P14 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico															
A	0-10	5,15	4,28	1,0	1,18	2,45	11,18	1,27	10,6	51,8	4,20	16,1	1,57	157,6	20,9
Bi₁	10-26	5,35	4,81	0,7	0,18	0,28	4,88	0,10	3,7	35,7	2,26	8,9	1,15	119,6	1,8
2Bi₂	26-55	5,60	5,36	0,5	0,14	0,14	2,54	0,00	5,5	0,0	1,05	7,4	1,10	68,8	1,5
3Cr	55-118+	4,59	6,25	0,6	0,08	0,08	1,08	0,00	7,4	0,0	0,30	18,5	1,00	97,2	1,3
P15 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico															
A	0-10	4,69	4,10	1,6	0,21	1,09	4,91	0,88	4,3	80,7	1,88	36,8	1,42	177,7	0,0
C	10-15	4,75	4,37	1,8	0,18	0,86	3,58	0,68	5,0	79,1	1,28	39,1	1,37	223,8	0,0
P16 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico															
A	0-12	4,80	4,45	1,2	0,16	0,75	3,06	0,59	5,2	78,7	0,83	39,8	1,23	102,8	1,7
C₁	12-21	4,90	4,60	1,3	0,16	0,75	3,56	0,59	4,5	78,7	1,42	34,1	1,30	87,4	0,0
Cr	21-45+	5,17	5,12	0,6	0,09	0,19	1,89	0,10	4,8	52,6	0,60	31,1	1,12	73,7	0,0
P17 - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico															
A	0-10	4,50	3,82	2,0	0,17	1,73	8,57	1,56	2,0	90,2	2,85	30,0	1,95	100,5	1,4
C₁	10-22	4,34	3,69	2,7	0,49	2,05	9,99	1,56	4,9	76,1	3,94	38,2	2,79	91,3	18,1
C₂	22-52	4,43	3,94	2,1	0,15	2,00	9,35	1,85	1,6	92,5	2,63	27,2	1,70	176,1	1,6
C₃	52-80+	4,52	3,96	1,7	0,13	1,79	7,83	1,66	1,7	92,7	1,88	29,5	1,55	225,9	1,5
P18 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico															
A	0-11/14	4,75	4,28	1,3	0,19	0,78	4,49	0,59	4,2	75,6	2,26	33,9	1,77	630,6	24,9
Cr	11/14-25+	4,86	4,52	1,0	0,15	0,54	2,25	0,39	6,7	72,2	1,42	42,2	1,52	477,0	2,3

3.2.Descrição das unidades geoambientais

A seguir estão descritos detalhadamente cada um dos dez geoambientes mapeados na RPPN de Capivari II. A área, expressa em porcentagem, que cada um ocupa dentro dos limites da RPPN é destacada entre parênteses, em cada um dos subitens a seguir.

3.2.1. Campo cerrado altimontano em patamares quartzíticos (14,2%)

A Figura 06 se refere aos *campos cerrados altimontanos em patamares quartzíticos*. Os solos mais profundos do que as encostas adjacentes, formados provavelmente de material coluvionar e com pedogênese bem ativa, ao mesmo tempo em que apresentam Bi com estrutura forte granular, são endo e epipedregosos. A pobreza do material de origem, associada à baixa capacidade de retenção de água dos solos (embora maior do que as encostas adjacentes), favorece o desenvolvimento da fitofisionomia típica de cerrado, que pode também ser referida como “cerrado rupestre”.

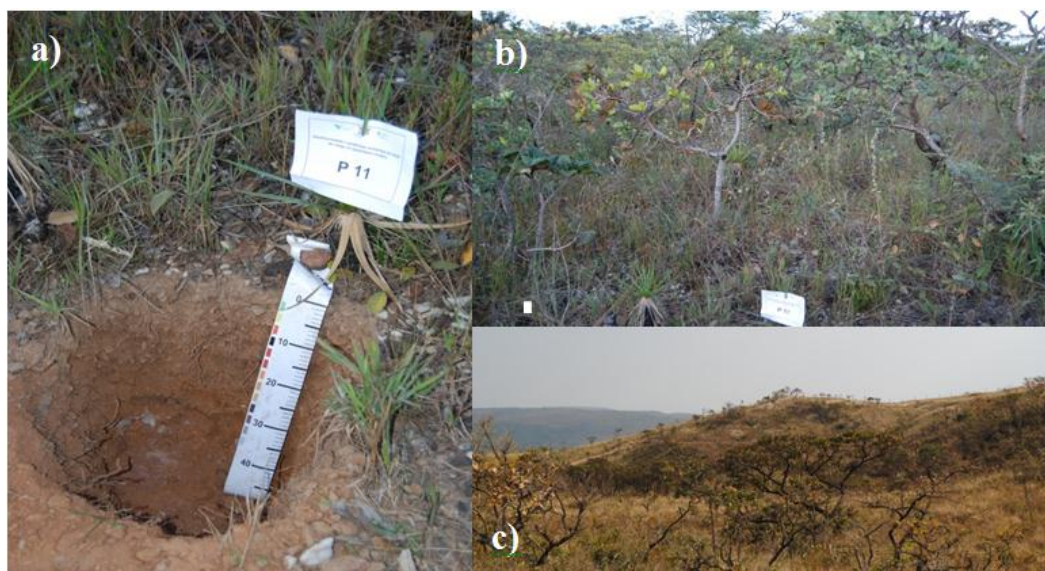


FIGURA 06: CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (P11) (a); campo cerrado altimontano em patamares quartzíticos (b) e (c).

Os cascalhos que compõe todo o perfil são basicamente fragmentos de quartzo com impregnações de ferro. Nas proximidades do perfil foram

encontradas concreções ferruginosas, principalmente próximas ao curso d'água, denunciando certa riqueza de ferro nos solos. Tais concreções são desenvolvidas a partir do intemperismo de diques de diabásio ou podem ter sido transportadas por erosão das encostas itabiríticas mais próximas. De acordo com Castro (2008), fragmentos de canga transportados pela erosão até o sopé das encostas, recobrimo rochas de outra natureza, podem se acumular e, ao longo do tempo, com processos de dissolução/reprecipitação de ferro sucessivos, podem-se formar novas cangas, menos coesas, mais permeáveis, mais susceptíveis à degradação e com fragmentos da rocha subjacente. Essas condições indicam uma gênese policíclica e muito antiga para os solos.

3.2.2. Campo rupestre quartzítico em patamares sobre Neossolos Litólicos (30,8%)

As Figuras 07 e 08 a seguir se referem ao geoambiente de *Campo rupestre quartzítico em patamares sobre Neossolos Litólicos*. Quatro perfis de solo foram utilizados para representar este geoambiente (P09, P10, P15 e P18), que abrange campos rupestres em três litologias quartzíticas distintas. Os solos são invariavelmente rasos e pobres, e ocorrem em bolsões descontínuos dispersos entre afloramentos de rocha.

A RPPN de Capivari II apresenta duas cristas quartzíticas principais, que se sucedem na paisagem. A mais elevada delas está sobre os quartzitos da Formação Moeda, Grupo Caraça, Supergrupo Minas, onde foram coletados os perfis 09 e 10. Nota-se o aspecto conglomerático e a coloração acinzentada e não oxidada do quartzito em questão (Figura 07c). A segunda crista, mais a sudoeste, descendo a bacia do Rio das Velhas, representa os quartzitos sericíticos da Unidade Jaguará, Formação Casa Forte, Grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas, onde foi coletado o perfil 15. Nota-se o aspecto micáceo dessa feição quartzítica, bem como sua coloração avermelhada, denunciando maior teor de Fe e grau de oxidação (Figura 07e e Figura 07g).

Mais a sudoeste, seguindo a litossequência, algumas cristas quartzíticas menores se sobressaem na paisagem, compondo os campos rupestres quartzíticos em patamares, onde foi coletado o perfil 18. A litologia, da qual tais cristas se originam é também do Grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas, mas se

intercalam entre as Formações Palmital e Casa Forte. Quanto mais abaixo se segue em direção à bacia do rio das Velhas, nota-se quantidade cada vez menor de afloramentos rochosos. É interessante observar que a RPPN de Capivari II representa as camadas litoestratigráficas mais recentes do Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Maquiné), os últimos degraus dos “patamares escalonados” do Vale do Rio das Velhas, conforme identificados por Carvalho Filho (2008).



FIGURA 07: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário (P10) (a); em destaque o ponto mais elevado da RPPN de Capivari II (b); destaque do quartzito cinza, com aspecto conglomerático, onde foram descritos os perfis 09 e 10 (c); NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (P15) (d), sobre quartzito sericítico (e) e (g), que corresponde à segunda crista de quartzito mais elevada da RPPN, com geoambiente igualmente identificado como campo rupestre quartzítico em patamares sobre RL (2) (f).

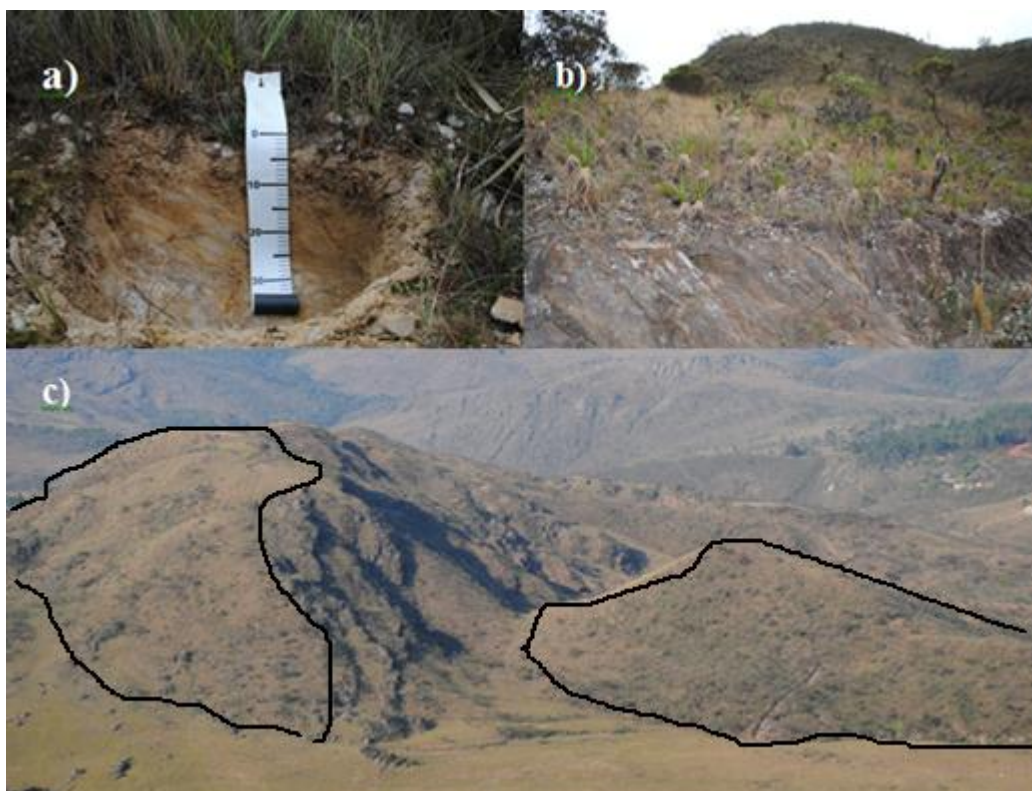


FIGURA 08: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (P18) (a), sob campo rupestre quartzítico em patamares (b) e (c).

Estes campos rupestres ocupam as áreas de topo e a vegetação sobre os quais se desenvolve apresenta fitofisionomias diversificadas, tais quais como Complexos Rupestres de Altitude, sugerido por Benites et al (2003). Os campos rupestres alternam entre feições herbáceas (gramíneas, ciperáceas), associadas aos NEOSSOLOS LITÓLICOS (RL) fragmentários (P10), e feições claramente arbustivas, dominadas por asteráceas e melastomatóceas, associadas aos RL típicos (P09, P15 e P18) entremeados aos afloramentos de rocha, normalmente com abundância generalizada de velózias. A nítida relação entre fitofisionomia arbustiva e quantidade de afloramentos de rocha pode ser explicada pela presença da rocha, a qual pode favorecer a permanência de maior quantidade de água e nutrientes, o que possibilita o estabelecimento de espécies arbustivas. Por outro lado, no campo rupestre graminoso, o perfil de solo igualmente arenoso (P10), mas com menos matéria orgânica e maior profundidade, sugere menor permanência da umidade nos solo. Essa relação se intensifica nas linhas de drenagem, onde as feições arbustivas sobre os patamares quartzíticos atingem portes ainda maiores (Figura 09d), o que levou a identificação de um geoambiente à parte, denominado *arbustais sobre patamares quartzíticos*, como será discorrido

mais à frente. Outro fator, já aventado por Schaefer et al (2005) na Serra de Ouro Branco, localizada também no QF, é a maior dificuldade do fogo em propagar-se nas áreas de afloramento, as quais tornam-se mais protegidas da destruição; os ambientes gramíneos e abertos, por outro lado, possuem influência elevada de fogo, natural ou antrópico.

3.2.3. Campo rupestre quartzítico degradado de topo (9,1%)

Pequenos fragmentos de campo herbáceo quartzítico são encontrados entremeados aos afloramentos de rocha, compondo os *campos rupestre quartzíticos em patamares*, como foi anteriormente discutido. Entretanto, extensas áreas de campo herbáceo quartzítico, com relevo mais aplainado, são encontradas na segunda crista mais elevada da RPPN de Capivari II, levando a identificação do geoambiente 3: *Campo rupestre quartzítico degradado de topo*. Neste geoambiente, é nítida a atuação do fogo, evidenciada pelos baixos teores de matéria orgânica e pela abundância de velózias queimadas (“canelas-de-ema”), além de terem sido encontrados na área sinais de trilhas e atividade pastoril; esses fatores são responsáveis pelo desencadeamento de processos erosivos intensos em forma de ravinas, justificando o caráter *degradado* deste geoambiente.

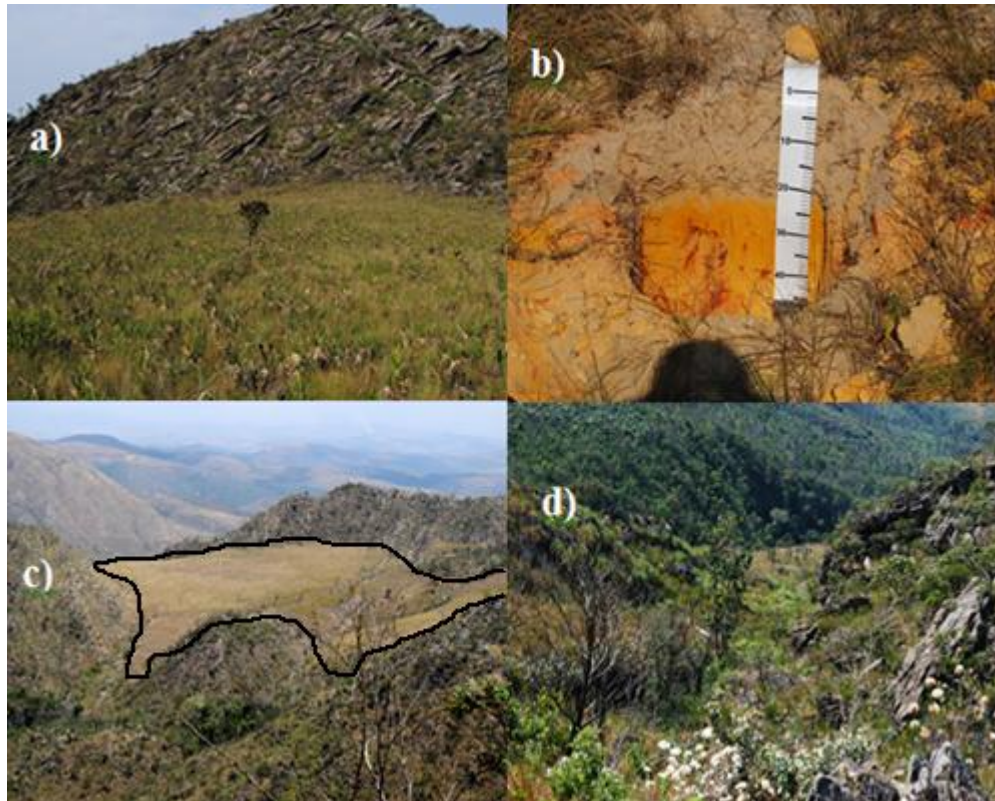


FIGURA 09: Campo herbáceo com velózias sobre quartzito sericítico, representado pelo geoambiente *campo rupestre quartzítico degradado de topo*, entre afloramentos rochosos (a) e (c); NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico sob campo herbáceo com velózias (P16) (b); arbustal em patamares quartzíticos, que ocorre associado às linhas de drenagem, como será detalhado mais adiante (d).

Como mostra a FIGURA 09 (b), o perfil do solo amostrado para o geoambiente 3 (P16) apresenta camadas bastantes distintas entre si. A linha de pedra no horizonte C_1 indica desmonte das encostas adjacentes de quartzito, e o croma mais baixo e o maior valor COT em C_2 (Tabela 03) indicam possível processo de podzolização. De fato, é comum a existência de Espodossolos em planaltos quartzíticos, como aqueles encontrados na Serra do Espinhaço (SCHAEFER et al., 2002; VALENTE, 2009). A presença de pontuações de ferro oxidado, de forma irregular, indica drenagem ineficiente e, ao mesmo tempo a riqueza de ferro do material de origem (quartzito sericítico).

3.2.4. Campo rupestre quartzítico sobre afloramentos de rocha (9,6%)

Este geoambiente é semelhante ao geoambiente 2 (*campos rupestres quartzíticos em patamares sobre RL*). Entretanto, os *campos rupestres quartzíticos sobre afloramentos de rocha* se localizam em encostas mais declivosas e é notável o maior predomínio de afloramentos rochosos. Durante o trabalho de campo, contudo, tal distinção não se apresentou tão evidente. Os campos rupestres quartzíticos da RPPN de Capivari II apresentam várias nuances, a ponto de dificultar bastante a classificação dos diferentes geoambientes. Se todos os campos rupestres quartzíticos fossem enquadrados em um só geoambiente, este ocuparia mais de 50% da área total da RPPN. Não foi amostrado um perfil de solo representativo para o geoambiente 4, mas observando estes ambientes, pode-se afirmar que predominam Neossolos Litólicos entre os afloramentos de rocha.

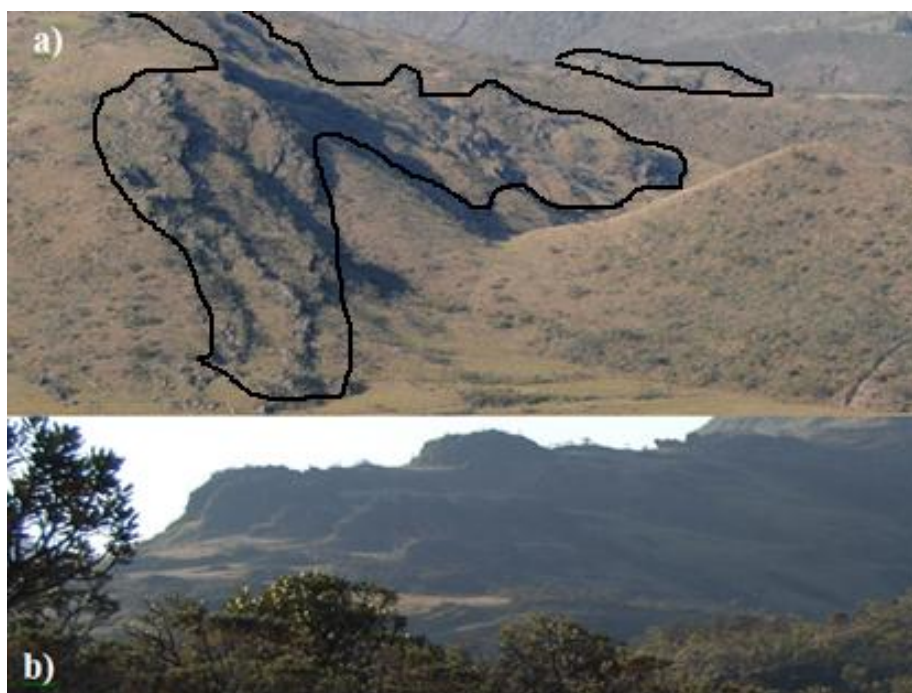


FIGURA 10: Campo rupestre quartzítico sobre afloramentos de rocha (a) ao fundo (b). Nota-se o predomínio de afloramentos rochosos.

3.2.5. Capões baixos em drenagens encaixadas (1,4%)

A oeste da segunda crista mais elevada de Capivari II, as linhas de drenagem (sobre os sulcos estruturais do material quartzítico subjacente) são ocupadas por uma fitofisionomia florestal de baixo porte, representando o geoambiente 5: *capões baixos em drenagens encaixadas* (Figura 11). Os *campos cerrados altimontanos* (geoambiente 1) são cortados por estas pequenas matas ciliares que, devido à baixa profundidade generalizada dos solos, não alcançam portes maiores tais como o são as feições florestadas sobre os xistos cloríticos encontradas no vale entre as duas maiores cristas da RPPN, como será detalhado mais à frente.

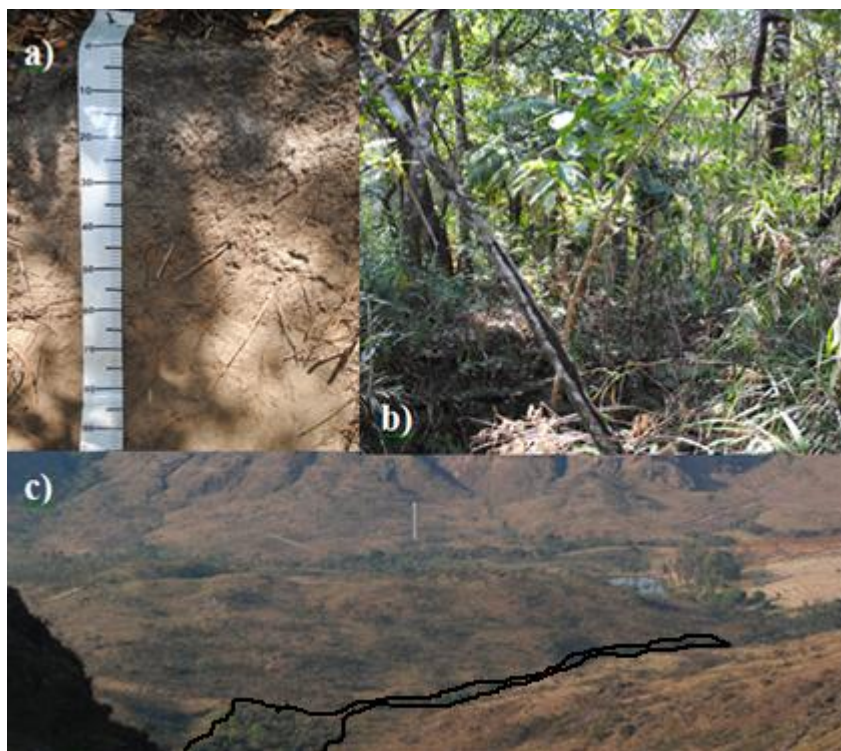


FIGURA 11: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico (P17) (a) em capões baixos (b) sobre drenagens encaixadas (c), detalhadas na parte inferior esquerda da foto, ao lado de campos cerrados altimontanos em patamares quartzíticos.

Os *capões baixos em drenagens encaixadas* são bastante estreitos em praticamente toda sua extensão, mas em determinados locais se torna mais largo, onde o relevo é plano, em pequenas áreas de represamento, onde foi amostrado o perfil 17. Este solo possui origem aluvial e foi classificado como NEOSSOLO

FLÚVICO. Apesar da notável profundidade do solo, seu caráter bastante arenoso indica forte oscilação da umidade do solo, com acentuado déficit hídrico nos períodos de seca, possibilitando o desenvolvimento de floresta estacional semi-decídua.

3.2.6. Campo rupestre quartzítico em escarpas (4,9%)

Os Campos rupestres quartzíticos em relevos extremamente declivosos são bastante comuns na RPPN de Capivari II. Este geoambiente não foi amostrado, devido à dificuldade de acesso, embora seja razoável afirmar que nessas áreas predominam NEOSSOLOS LITÓLICOS entremeados a afloramentos de rocha. Os *campos rupestres quartzíticos em escarpas* (Figura 12) diferem dos outros campos rupestre quartzíticos (geoambientes 2 e 4) na declividade, essencialmente, sugerindo condições ambientais específicas, o que contribui para a diversificação dos campos rupestres quartzíticos na RPPN.



FIGURA 12: Campo rupestre quartzítico em escarpas (a), (b) e (c).

3.2.7. Campo cerrado altimontano em xistos cloríticos (8,1%)

Os *campos cerrados altimontanos em xistos cloríticos* (7) (Figura 13) diferem dos *campos cerrados altimontanos em patamares quartzíticos* (1) pelo material originário. Ao contrário dos patamares quartzíticos à oeste da segunda crista mais elevada da RPPN de Capivari II, os xistos cloríticos no vale central da RPPN possibilitam a formação de solos mais profundos e argilosos. A fitofisionomia entre os dois geoambientes também diferem: em 7, a vegetação é tipicamente campestre, com candeias bem esparsas. Descendo na topossequência, próximo ao curso d'água, a espessura do *solum* aumenta e a feição florestal predomina, formando os *capões densos sobre xistos cloríticos* (8).



FIGURA 13: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (P14) (a) em campo cerrado altimontano sobre xistos cloríticos (b).

3.2.8. Capão florestal denso em xistos cloríticos (14,8%)

Assim como nos outros geoambientes identificados sobre xistos cloríticos (7 e 9), no *capão florestal denso em xistos cloríticos* (8) (Figura 14), o solo se enquadrava como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (P12). Sob estas fitofisionomias florestais, encontram-se solos mais profundos e intemperizados, o que justifica o caráter latossólico ao 4º nível categórico na classificação do P12. A presença notável de fragmentos de quartzito das encostas adjacentes denuncia a natureza coluvionar destes solos.

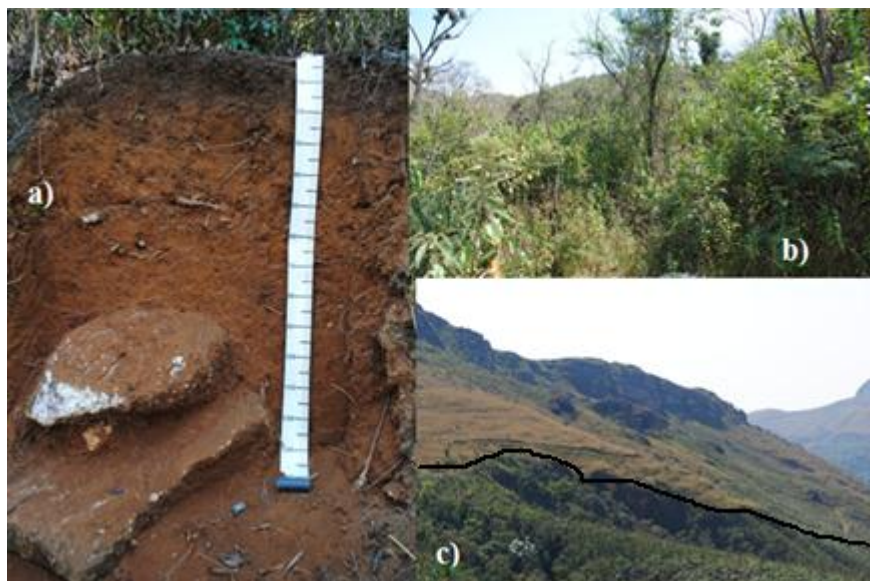


FIGURA 14: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico (P12) (a) sob capão florestal denso degradado (b); capão florestal denso em xistos cloríticos abaixo de campo cerrado altimontano em xistos cloríticos, arbustal denso em xistos cloríticos e campo rupestre quartzítico de escarpas (c)

A textura mais argilosa, valores de ΔpH próximo de zero e valores de P-rem muito baixos denunciam a natureza oxídica destes solos (Veja Tabelas 02 e 03). Características semelhantes a estas foram encontradas nos perfis 14 e 13. Isto mostra a maior facilidade com que o intemperismo avança sobre material xistoso, em relação aos quartzitos das encostas adjacentes.

A espessura do *solum* acompanha o gradiente topográfico, indicando a importância dos processos erosivos na formação da paisagem. Este gradiente também acompanha o gradiente de vegetação (campo rupestre → campo cerrado → floresta estacional semi-decídua) e o gradiente geológico (quartzito → xisto) (Figura 14c).

Na antiga estrada que desce o vale (entre as duas cristas principais da RPPN), percorrendo os geoambientes 7, 8 e 9, a grande quantidade de ravinas denuncia a susceptibilidade destes ambientes à erosão. Outro sinal de degradação nos geoambiente 8 é a atuação do fogo, e possivelmente desmatamento.

3.2.9. Arbustal denso em xistos cloríticos (3,7%)

Enquanto parte das encostas adjacentes sobre xistos cloríticos é ocupada por vegetação campestre (geoambiente 7), outra parte é ocupada por arbustos, com muitas samambaias. Tal diferença na fitofisionomia levou à identificação do geoambiente 9: *arbustal denso em xistos cloríticos* (Figura 15). Os solos são bem semelhantes e a classificação até o 4º nível categórico foi a mesma para o geoambiente 7 e 9: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, embora haja diferença notável no teor de matéria orgânica: muito maior no perfil representativo do geoambiente 9 (P13). É provável que tais diferenças entre a fitofisionomia e o teor de matéria orgânica estejam associadas à presença marcante de afloramentos rochosos no geoambiente 9, dificultando a propagação do fogo, muito comum na região.



FIGURA 15: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (P13) (a) sobre arbustal denso em xistos cloríticos (b), onde nota-se o predomínio de samambaias sobre solo raso.

3.2.10. Arbustal em patamares quartzíticos (3,4%)

Como foi discorrido anteriormente, os patamares quartzíticos da RPPN de Capivari II apresenta diferentes fitofisionomias, sendo que a fitofisionomia arbustiva está provavelmente associada à rochiosidade da superfície. Nas linhas de drenagem, sobre os sulcos estruturais dos quartzitos, devido à maior acumulação de água, a feição arbustiva apresenta porte ainda maior, levando à identificação do geoambiente 10: *arbustal em patamares quartzíticos* (Figura 16). Assim como os

campos rupestres quartzíticos, o geoambiente 10 também ocorre sobre diferentes litologias: sobre quartzito sericítico do Grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas (Figura 16a) e sobre quartzito cinza do Grupo Caraça, Supergrupo Minas (Figura 16b).

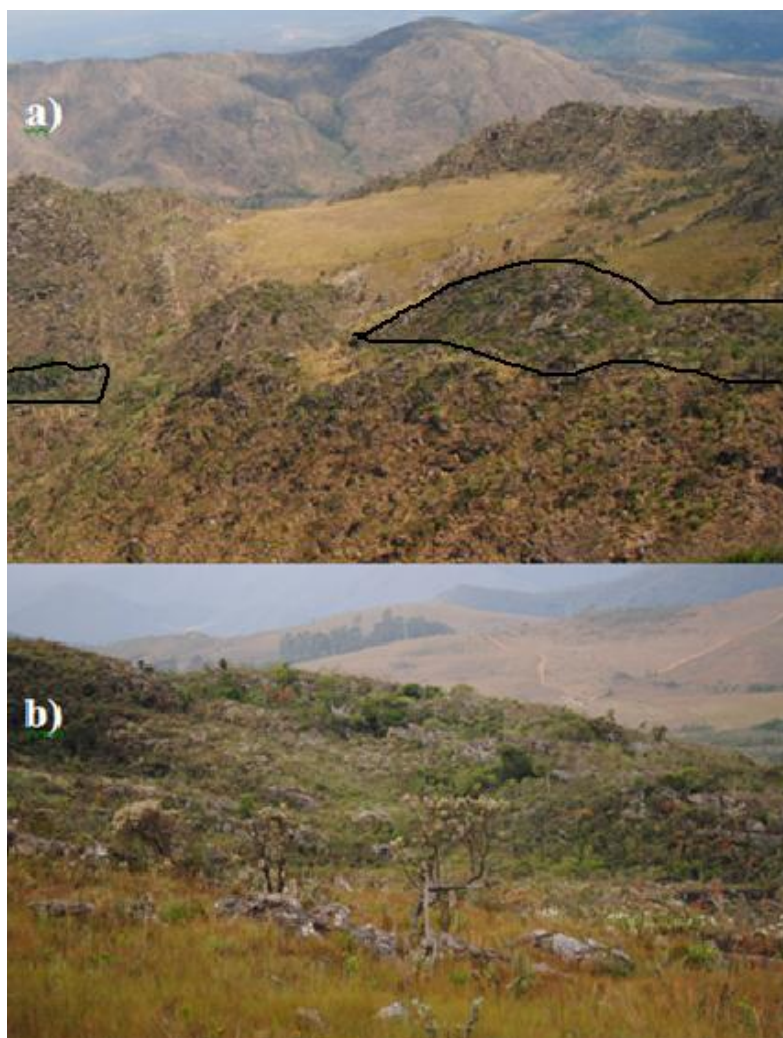


FIGURA 16: Arbustal em patamares quartzíticos sobre quartzito sericítico do Grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas (a) e sobre quartzito cinza do rupo Caraça, Supergrupo Minas (b); como mencionado anteriormente, a ocorrência de vegetação mais arbustiva, em contraste com os campos rupestres nas adjacências, parece estar associada às linhas de drenagem, sobre os sulcos estruturais.

4. CONCLUSÕES

A estratificação geoambiental da RPPN de Capivari II mostrou que a região do QF pode apresentar paisagens extremamente diversificadas, mesmo em áreas pouco expressivas, tais como a estudada, o que dificulta o mapeamento geoambiental em áreas mais abrangentes. Tal diversificação se deve principalmente à heterogeneidade geológica e ao relevo movimentado.

As feições florestadas ficam restritas às áreas propícias para a acumulação de água e sedimentos, como no terço inferior das encostas sobre material xistoso. Nas áreas quartzíticas essas condições estão associadas às drenagens encaixadas, sobre sulcos estruturais. As feições campestres estão associadas aos solos rasos, sendo que a abundância de espécies arbustivas está diretamente relacionada à rochosidade da superfície.

A susceptibilidade ao fogo e à erosão é bastante elevada, mostrando a fragilidade do ambiente frente à atividade humana, o que caracteriza a importância da conservação destas áreas, mesmo por que estes fatores (fogo e erosão) são partes inerentes da dinâmica natural e evolução da paisagem, ou seja, determinantes na formação de solos e diferenciação dos padrões de vegetação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. **Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG**. Belo Horizonte, 2005. Escala 1:50.000.
- BENITES, V. M., CAIAFA, A. N., MENDONÇA, E. S., SCHAEFER, C. E., KER, J. C. Solos e Vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Serra da Mantiqueira e Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Vol.10, n.1, pp.76-85. 2003.
- BIODIVERSITAS. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 780 p. 1983 (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União em 19 de Julho de 2000. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>.
- CARMO, F. F. **Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Manejo e Conservação da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 90p. 2010.
- CARVALHO FILHO, A. de. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos Tabuleiros Costeiros**. 2008. 245 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CASTRO, P. T. A. **Cangas: a influência da geodiversidade na biodiversidade**. I Simposio de Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, 2008. p. 30-51.
- CHEMALE Jr, F.; ROSIÈRE, C. A.; ENDO, I. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Precambrian Research**, 65, pp. 25 – 54. 1994.
- COSTA, S. A. D. **Caracterização, química, física, mineralógica e classificação de solos ricos em ferro do Quadrilátero Ferrífero**. Dissertação (Mestrado

em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 71 p. 2003.

DORR II, J. V. N. **Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil**. Washington, DC: U.S.Geological Survey, 1969. 110 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. Doc.1, 2.ed., 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

FEAM/DPS-UFV. **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais – Legenda expandida**. Belo Horizonte. 49p. 2010.

JACOBI, C. M. & CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2. 9p. 2008.

NASA/METI. Global Digital Elevation Map Announcement, ASTER, 2011.

NUNES, J. A. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na Serra Sul, FLONA de Carajás – Pará**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 101p. 2009.

PEREIRA, S. H. F., M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Pedogênese e geoambientes como subsídios à criação do Parque Estadual das Serras do Ouro”, porção sul do Espinhaço-MG**. Orientador: João Luiz Lani.

RIBEIRO, A. S. de S. **Caracterização física, química e micromorfológica dos solos da Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Viçosa: 107 p., 2009.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.29. p.297-300. 2005.

SANTOS R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L.H. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: SBCS, 5ed, 2005. 92p.

SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Bras. Bot.**, Vol.30, n.4, pp.561-568. 2007

SCHAEFER, C. E. R. Ecogeography and human scenario. **Ciência e Cultura**, v. 49, n. 4, p. 241-252. 1997.

- SCHAEFER, C.E.R.; KER, J.C.; GILKES, R.J.; CAMPOS, J.C.; COSTA, L.M.; SAADI, A. Pedogenesis on the uplands of the Diamantina Plateau, Minas Gerais, Brazil: a chemical and micropedological study. **Geoderma**, 107, pp.243–269, 2002.
- SCHAEFER, C.E.R.; SOUZA, E.; PEREIRA, V. V. Levantamento de Solos e Geomorfologia da Serra de Ouro Branco. **Terra Brasilis**. 2005.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R. & RIBEIRO, A. S. de S. **Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. I Simpósio de Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, 2008. p. 109-121.
- SIMAS, F., N., B., M. S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002. **Pedogênese e geoambientes na Serra Verde, parte da Mantiqueira mineira: atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos**. Orientador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer.
- TRICART, J.; KIEWIEDEJONGE, C. **Ecogeography and Rural Manegement**. Longman Scientific, Harlow. 1992.
- VALENTE, E. L. **Relações Solo-Vegetação no Parque Nacional da Serra do Cipó, Espinhaço Meridional, Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 138p. 2009.
- VARAJÃO, C. A. C.; BRUAND, A.; RAMANAIDOU E. R.; GILKES, R. J. Microporosity of BIF hosted massive hematite ore, Iron Quadrangle, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (2002) 74(1): 113–126.
- VARAJÃO, C. A. C., 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 das taxas de erosão e da pedogênese. **R. Bras. Ci. Solo**, 33: pp.1409-1425, 2009.
- VINCENT, R. C.; MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, V.31, n.3, p.377-388. 2008.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA TÉRMICA E HÍDRICA DO SOLO EM CAMPO RUPESTRE E MATA SOBRE CANGA E QUARTZITO

1. INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é uma região de ecossistemas bastante peculiares, condicionados pela heterogeneidade da paisagem, composta de substratos geológicos diversos e um relevo bastante movimentado e elevado. Os solos do QF, por serem em geral muito rasos, cascalhentos, pobres, com elevada acidez e baixa CTC, não apresentam potencial para uso agrícola. Por outro lado, a região do QF apresenta forte potencial para a atividade mineradora. Outrora pólo de mineração de ouro, como em Ouro Preto e Mariana na época do Brasil colônia, atualmente o QF constitui um dos grandes pólos mundiais de mineração de ferro, assim como a região de Carajás, no Pará. A mineração de ferro ameaça um dos ambientes mais peculiares da região: as cangas lateríticas (petroplintitas, couraças ferruginosas, ferricete).

Durante o Proterozóico, o tectonismo atuou sobre os depósitos de ferro (*Banded Iron Formation* - BIF) do QF, metamorfizando-os e formando os itabiritos. Durante o Paleozóico e o começo do Mesozóico, extensos processos erosivos moldaram a paisagem que hoje se conhece, ao mesmo tempo em que se formaram as cangas, através do intemperismo do itabirito (JACOBI et al., 2007).

A lixiviação e a precipitação ao longo de milhares de anos podem favorecer o enriquecimento de ferro e alumínio no solo, em um processo denominado laterização, formando a laterita, muito abundante no Brasil. As cangas ferríferas se enquadram entre as petroplintitas (lateritas) em geral e são geneticamente associadas a rochas ricas em ferro, possuindo ocorrência restrita em áreas serranas, sendo a Serra de Carajás, o QF e o Maciço do Urucuaia as principais províncias. No QF os ambientes de canga ocorrem sempre associados aos itabiritos, mas sua geomorfologia é variada (CASTRO, 2008). A carapaça de canga tem um papel destacado na evolução geomorfológica que, por ser mais resistente à erosão em comparação ao material friável adjacente, contribui para a formação de escarpas muito íngremes (CARVALHO FILHO, 2008).

O intemperismo do itabirito é marcado pela dissolução da sílica, que fragiliza a estrutura, tornando-a friável e facilmente erodível. A hematita, por ser mais resistente à dissolução, permanece em grande quantidade no perfil do solo e a maior parte do ferro não é lixiviada, passando por sucessivas etapas de dissolução/reprecipitação, formando plasmas hematíticos, preenchendo fissuras e cavidades. Como resultado, a textura inicial do itabirito é progressivamente apagada, formando as cangas, que, embora mecanicamente resistentes, podem ser destruídas na sua base, devido a eventuais oscilações no lençol freático, ou no topo, pela ação de agentes intempéricos biogênicos, gerando um horizonte superficial de pequena espessura, constituído de partículas ferruginosas com as mesmas características texturais, químicas e mineralógicas da canga originária. Pelo fato da canga ser mecanicamente resistente, os itabiritos ocupam sempre a posição de destaque na paisagem, nas cristas das serras da região, cujo aspecto grosseiramente quadrangular é o responsável pela designação “Quadrilátero Ferrífero” (VARAJÃO et al., 2009).

Os solos desenvolvidos sobre canga são perférricos ($> 36\%$ de Fe_2O_3), de textura argilosa, predominantemente rasos, pedregosos e cascalhentos (Cambissolos, Plintossolos Pétricos e Neossolos Litólicos) e mesmo os mais profundos (Latosolos) possuem característica petroplíntica e a abundância de concreções pisolíticas, soltas ou cimentadas, influencia na dinâmica hídrica e no seqüestro de carbono destes solos (SCHAEFER et al, 2008). Além disso, segundo os mesmos autores, são extremamente pobres em nutrientes, ligeiramente ácidos, de natureza oxídica e exauridos de cargas elétricas, devido ao intemperismo bastante avançado. A CTC é também muito baixa, sendo esta dependente quase que exclusivamente da matéria orgânica, que por sua vez é constituída em grande parte de carvão, evidenciando a importância do fogo na dinâmica da paisagem.

Latosolos são comuns em áreas de topo ou de acúmulo de material coluvionar, oriundos de substratos rochosos mais à montante, muitas vezes correspondentes ao mesmo substrato sobre o qual se localizam, como no caso dos LV férricos ou antigos Latossolos Ferríferos, sobre itabirito (VARAJÃO et al., 2009). Em áreas de canga na região de Carajás – PA, Ribeiro (2009) verificou a formação de bolsões de material latossólico, a partir da degradação dos blocos de canga, em áreas de acúmulo, que condicionam solos mais profundos e com maior capacidade de retenção de água, permitindo dessa forma o desenvolvimento de

vegetação arbórea de maior porte. De acordo com o mesmo autor, ainda em áreas de canga encontram-se Plintossolos, que a depender do grau de fraturamento da canga, podem apresentar condição litoplíntica ou concrecionária.

Os campos rupestres de canga são descritos pela grande diversidade de morfologia das plantas, possuem alto valor de conservação, por abrigarem muitas espécies de planta raras e endêmicas, e além de exercerem importante papel na redução da erosão superficial nas rochas que capeiam, as cangas promovem importante serviço de recarga hídrica (CARMO, 2010). Devido ao fato das rochas vizinhas serem pouco permeáveis e da porosidade e a permeabilidade do itabirito aumentarem na medida em que o intemperismo aumenta, a água se acumula nessas rochas formando aquíferos, importantes para a manutenção das nascentes que brotam entre falhas e fraturas. Apesar disso os solos formados sobre as cangas têm baixa capacidade de retenção de água, por serem em sua maioria rasos e muito cascalhentos (CASTRO, 2008).

Segundo Rizzini (1997), os campos ferruginosos podem ser divididos em campo de canga couraçada e campo de canga nodular. A canga couraçada ocorre normalmente em altitudes entre 1200 a 1500 metros e a vegetação é mais esparsa e é típica a ausência de gramíneas, enquanto a canga nodular ocorre em altitudes inferiores a 1000 metros e é dominada por velózias e gramíneas que revestem inteiramente a superfície, sendo comum a presença de termiteiros. Cupinzeiros em áreas de canga são importantes na formação dos solos e promovem a manutenção do ecossistema através do aumento da fertilidade em sítios localizados (SCHAEFER et al, 2008; RIBEIRO, 2009).

Embora compartilhem da mesma origem geológica, a canga couraçada e a canga nodular condicionam diferentes propriedades ao solo, como por exemplo em relação à taxa de liberação de minerais e elementos químicos, devido às diferenças de exposição do material ao intemperismo. Por outro lado, a canga nodular e o quartzito, embora sejam ambos substratos quimicamente pobres, também condicionam diferentes propriedades ao solo, por corresponderem a materiais de origem distintos (VINCENT & MEGURO, 2008).

De acordo com Jacobi et al (2007) os afloramentos ferruginosos são um mosaico de superfícies suaves, fissuras, depressões, encostas e feições de dissolução, sendo que cada um destes microhabitats é ocupado por uma

comunidade de vegetação distinta, distribuídas de acordo com a microtopografia, características do substrato e estrutura, profundidade e umidade do solo.

Ambientes rupestres condicionam restrições severas ao crescimento de plantas. Além da pobreza química e acidez elevada, a vegetação fica constantemente exposta a elevada radiação, variações diárias de temperatura, fogo, ventos constantes, alta evapotranspiração, baixa retenção de água e solos rasos e pouco permeáveis (SCARANO, 2007). As espécies que se desenvolvem nesses ambientes naturalmente apresentam diversos mecanismos de adaptação. Comparativamente aos outros tipos de afloramentos rochosos, pouco ainda é conhecido acerca das comunidades de plantas associadas a afloramentos ferruginosos; além de apresentarem adaptações morfológicas, fisiológicas e reprodutivas, comuns à vegetação predominante em afloramentos de rocha, a vegetação de canga também exhibe adaptações para viver em um substrato rico em metais pesados (JACOBI et al., 2007).

Os ambientes rupestres de canga, bem como os ambientes rupestres em geral, possuem baixo ou nenhum potencial agrícola e ainda são pouco estudados. Entretanto, o reconhecimento da importância ambiental destas áreas e da sua conservação tem-se destacado, pois além de serem *hotspots* de biodiversidade e endemismo, os ambientes rupestres são potenciais em termos de seqüestro de carbono, assim se destacando pela importância no monitoramento das mudanças climáticas globais (SCARANO, 2007). Não obstante, nota-se crescente quantidade de estudos desenvolvidos recentemente nestes ecossistemas, relacionando solo e vegetação (SIMAS, 2002; BENITES et al., 2003; PEREIRA, 2009; VALENTE, 2009), inclusive em áreas de canga (SCHAEFER et al, 2008; VINCENT & MEGURO, 2008; NUNES, 2009; RIBEIRO, 2009). Tais estudos indicam que, a água no solo constitui um dos principais fatores responsáveis pela diferenciação dos padrões de vegetação, principalmente em ambientes desenvolvidos sobre substratos quimicamente pobres, tais como a canga e o quartzito.

Ainda são escassos os estudos acerca da hidrodinâmica do solo, provavelmente devido à sua complexa teorização (ALFARO SOTO, 2007). Atualmente, existem equipamentos capazes realizar com precisão o monitoramento *in situ* da umidade do solo, com medições precisas, com destaque para o TDR (Reflectometria por Domínio do Tempo – do inglês Time Domain

Reflectometry), um método que consiste na emissão de um pulso eletromagnético de alta voltagem através da linha de transmissão (sonda) no solo (TOPP, 2003). O pulso emitido viaja até o fim da linha de transmissão e então reflete de volta para o instrumento, onde é analisado e detectado; a velocidade de transmissão do pulso depende da constante dielétrica do meio e, portanto, do conteúdo de água no solo, principalmente (GONG et al, 2003; TOPP, 2003; CAMPBELL SCIENTIFIC, 2006). Além de possibilitar medições rápidas, precisas e contínuas em longos períodos de tempo o equipamento TDR não é nocivo aos operadores (ALFARO SOTO, 2007).

Não existem na literatura estudos sobre a dinâmica físico-hídrica do solo em ambientes rupestres quartzíticos e ferruginosos, com a utilização do TDR. Assim, este estudo teve como objetivo caracterizar e comparar a dinâmica da temperatura e da umidade do solo em área de canga e quartzito, no QF. Tal caracterização permite quantificar os níveis de estresse térmico e hídrico e, assim, aprofundar o conhecimento acerca das relações entre solo e vegetação nestes ambientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo se localiza na região central do QF (Figura 01) no município de Itabirito, próximo ao limite com o município de Ouro Preto e Santa Bárbara, que também coincide com o limite hidrográfico das bacias do rio São Francisco (a oeste, pela vertente mais seca, com tendência para o Cerrado) e do rio Doce (a leste, pela vertente mais úmida, com tendência para a Mata Atlântica). O divisor topográfico destacado na Figura 01 corresponde a uma porção da serra de Ouro Fino. Juntamente com as serras de Itabirito, da Água Limpa (ou Gandarela), do Curral e da Moeda, a serra de Ouro Fino compõe as serras itabiríticas que se distribuem de forma alinhada e descontínua em toda a paisagem do QF, onde se verifica intenso extrativismo mineral, principalmente de ferro (CARVALHO FILHO, 2008).

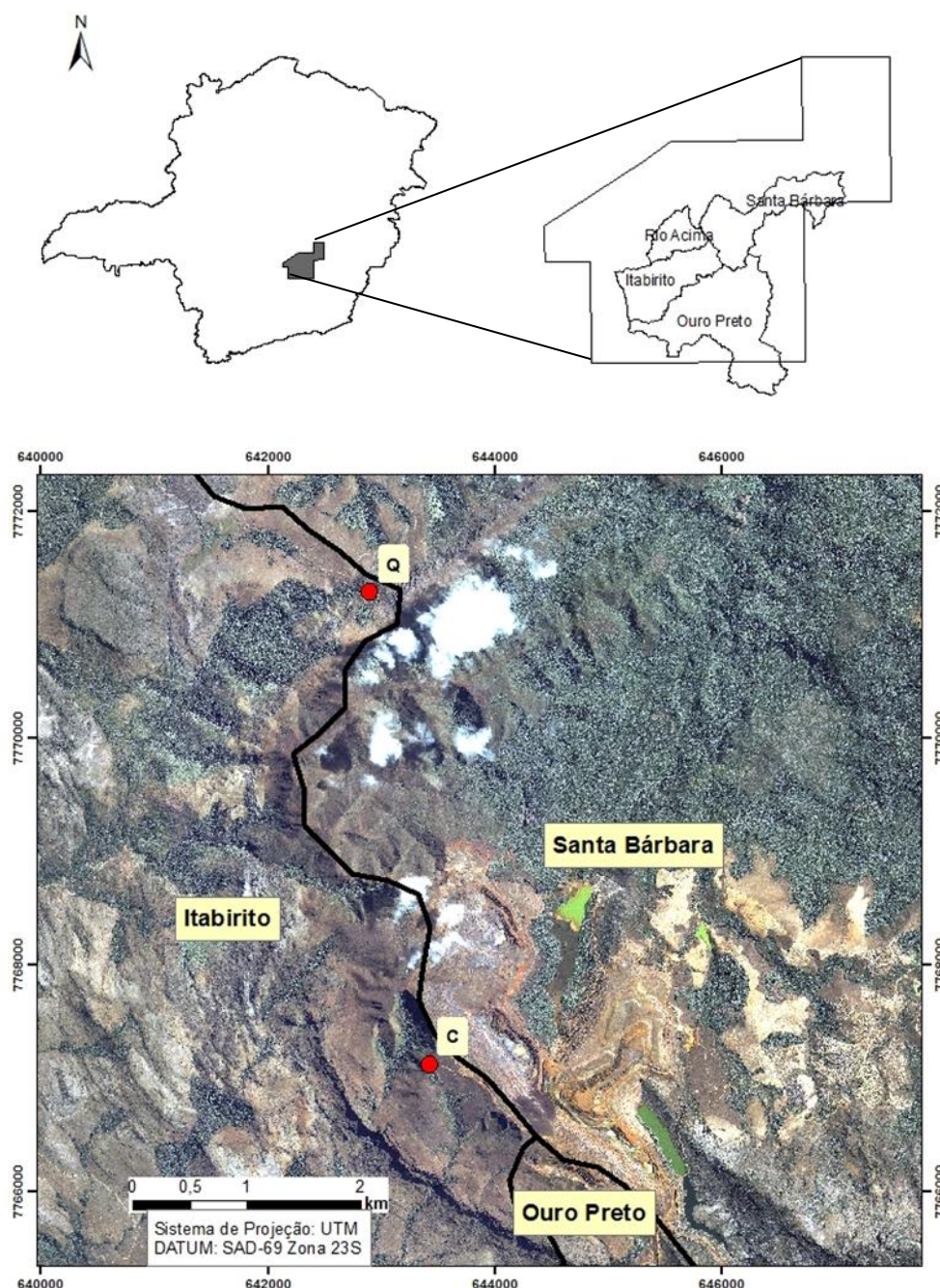


Figura 01: Estado de Minas Gerais com QF na área sombreada (canto superior esquerdo), limites municipais no entorno da área de estudo (canto superior direito) e imagem de satélite Ikonos, com os limites municipais (Itabirito, Santa Bárbara e Ouro Preto) e sítios selecionados para o monitoramento térmico e hídrico do solo em área de canga (C) e quartzito (Q).

Os sítios de canga e quartzito selecionados, respectivamente representados pelas letras C e Q, destacados na Figura 01, estão dentro do domínio geológico do Grupo Itabira, Supergrupo Minas, sobre o qual se formaram os depósitos elúvio-coluvionais, as cangas, onde se localiza o sítio C selecionado para estudo (BALTAZAR et al, 2005). O Grupo Itabira constitui uma fase de sedimentação

predominantemente química é de grande importância econômica, pois contém grandes reservas de minério de ferro, manganês e veios auríferos (BRASIL, 1983). Afloramentos quartzíticos são comuns junto às bordas das serras de Itabirito, na região do QF; estes correspondem a fases de sedimentação anteriores ao Grupo Itabira, embora também pertencentes ao Supergrupo Minas: o Grupo Caraça. O sítio Q selecionado se localiza sobre a Formação Moeda, do Grupo Caraça, cuja litologia é caracterizada por quartzitos (principalmente), conglomerados e filitossubordinados (BALTAZAR et al, 2005).

O relevo tipicamente estrutural do QF é resultado da erosão diferencial, onde granito-gnaisses formam as terras mais baixas no embasamento cristalino do Complexo Bação, xistos e filitos compõem as terras de altitude mediana e quartzitos e itabiritos compõem as terras mais altas (VARAJÃO et al., 2009). O relevo das serras de Itabirito é marcada por escarpas muito íngremes, resultado da forte resistência das cangas à erosão (CARVALHO FILHO, 2009; CASTRO, 2008).

O clima é tropical semi-úmido com duas estações bem definidas: inverno frio e seco e verão quente e chuvoso e pode ser classificado como Cwa (Koppen), com variações locais fortemente condicionadas pelo gradiente altitudinal. A Figura 02 a seguir mostra o regime de chuvas típico da região, através de duas estações pluviométricas próximas à área de estudo, com série histórica de 1985 a 2011: Colégio Caraça e Represa das Codornas (ANA, 2013).

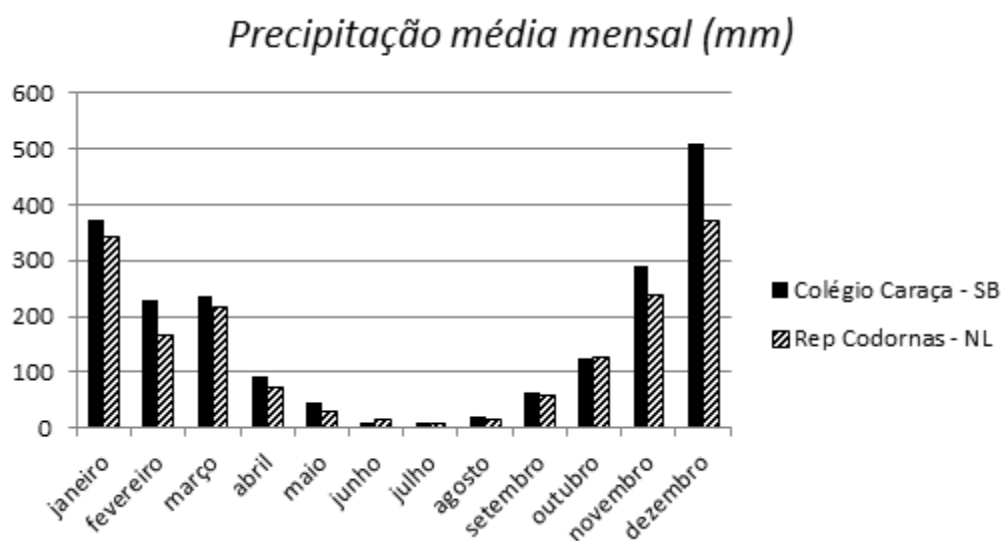


Figura 02: Precipitação média mensal em duas estações pluviométricas próximas à área de estudo: Colégio Caraça, no Município de Santa Bárbara (Lat: -20° 5' 49"; Long: -43° 29' 17"; altitude: 1300 m; precipitação anual: 2007 mm) e Represa das Codornas, no Município de Nova Lima (Lat: -20° 9' 53"; Long: 43° 53' 31"; altitude: 1200 m; precipitação anual: 1668 mm).

2.2. Sistemas solo-vegetação selecionados

Dois sistemas solo-vegetação (Campo Rupestre – Mata), cada um sobre uma topossequência específica, foram selecionados para estudo, perfazendo quatro sítios distintos: Campo Rupestre e Mata sobre canga e Campo Rupestre e Mata sobre quartzito, respectivamente representados pelas siglas CC, MC, CQ e MQ.

Tanto o sistema selecionado na área de canga como o na área de quartzito se encontram bem preservados, no entorno da área de operação da mina de Capanema, da Vale. Sobre o alto da serra, onde se localiza o ambiente de canga selecionado para estudo, a elevada umidade favorece o desenvolvimento de vegetação florestal altimontana ombrófila (nebular). O fragmento de mata ali selecionado, que também pode ser referido como “Capão de mata”, apresenta características típicas de *floresta nebular altimontana ombrófila*, com epifitismo marcante e presença abundante de líquens e musgos. O ambiente de quartzito escolhido parece receber menos umidade atmosférica do que o ambiente de canga, em virtude de sua altitude pouco mais baixa, em relevo mais encaixado, de forma que o fragmento de mata ali selecionado, que também pode ser referido como “mata de galeria”, apresenta características típicas de *floresta estacional semi-decídua*.

Em cada um dos quatro sítios monitorados (CC, MC, CQ e MQ) as características pedológicas foram levantadas conforme o item a seguir.

2.3. Amostragem e análises de solo

2.3.1. Descrição de perfis e coleta e preparação de amostras de solo.

A coleta e descrição dos perfis foram feitas de acordo com SANTOS et al (2005). Os perfis de solo foram classificados até o 4º nível categórico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

As amostras coletadas foram levadas ao Departamento de Solos da UFV (DPS-UFV), onde foram destorroadas e peneiradas em peneira de 2 mm, para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), e então submetidas às análises químicas e físicas de rotina, segundo EMBRAPA (1997).

2.3.2. Análises químicas

O pH em água e em KCl 1 mol/L foram determinados na suspensão solo:solução 1:2,5. As concentrações de cálcio, magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídas com KCl 1 mol/L e determinadas por espectrometria de absorção atômica. O potássio e o sódio trocáveis foram extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por fotometria de chama. O fósforo trocável foi extraído com solução Mehlich-1, mas determinado por colorimetria. O ferro, o zinco, o manganês e o cobre também foram extraídos com solução Mehlich-1, e determinados por espectrometria de absorção atômica. Para a determinação da acidez potencial foi utilizado-se o extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0. O teor de matéria orgânica (MO) foi determinado pelo método titulação após oxidação via úmida (Walkley-Black) e carbono orgânico total (COT) foi obtido através da relação: $MO = COT \times 1,724$. Além dos parâmetros citados, foram determinados os seguintes: capacidade de troca catiônica – CTC – efetiva (t), e total (T), soma de bases trocáveis (SB) índice de saturação de bases (V), índice de saturação por alumínio (m), índice de saturação de sódio (ISNa) e fósforo remanescente (P-rem).

2.3.3. Análises granulométricas

A granulometria foi determinada a partir da dispersão de 10 g de TFSA com NaOH 0,1 mol/L. Em seguida, as frações areia grossa e fina foram separadas por tamização. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta, e a fração silte calculada por diferença (RUIZ, 2005).

2.4. Monitoramento da umidade do solo e da temperatura do solo e do ar

Nos quatro sítios de monitoramento escolhidos (CC, MC, CQ e MQ), foram instalados dispositivos do tipo *datalogger*, modelo *Campbell CR1000*, equipados com sensores de temperatura do solo modelo 107 *Temperature Probe* e de umidade do solo modelo CS616-L, todos da *Campbell Scientific®*. Em CC e CQ, os sensores de umidade do solo registraram dados a profundidades de 10 e 30 cm, enquanto que em MC e MQ as profundidades foram de 10, 30 e 100 cm. Para cada camada de solo monitorada, foram utilizados três sensores de umidade (três repetições), perfazendo um total de trinta (30) sensores de umidade do solo instalados. Um (1) sensor de temperatura do solo foi colocado a 5 cm de profundidade, em cada um dos sítios monitorados. Um (1) sensor de temperatura do ar foi colocado a 1,5 m de altura do solo em cada um dos sítios estudados e os dados coletados também foram armazenados pelo *datalogger*. O sistema é alimentado por uma bateria do tipo SBS C11 (Hawker), alocado em bombonas de 60L, e foi programado para realizar leitura dos dados a cada 60 minutos.

O monitoramento *in situ* da umidade do solo, realizado nesta pesquisa, é baseado no método geofísico denominado TDR (Reflectometria por Domínio do Tempo – do inglês Time Domain Reflectometry). O princípio deste método consiste na emissão de um pulso eletromagnético de alta voltagem através da linha de transmissão (sonda) no solo (TOPP, 2003). O pulso emitido viaja até o fim da linha de transmissão e então reflete de volta para o instrumento, onde é analisado e detectado. A velocidade de transmissão do pulso depende da constante dielétrica do meio e, portanto, do conteúdo de água no solo, principalmente.

É necessário portanto calibrar os sensores de umidade, para se obter equações específicas para cada tipo de solo, que forneçam uma relação direta entre o tempo de deslocamento do pulso eletromagnético, em microssegundos (μs) e o conteúdo de água no solo, ou seja, a umidade volumétrica (CAMPBELL SCIENTIFIC, 2006). Sendo assim, muitos autores, utilizando o método TDR, desenvolveram equações de calibração específicas, para diferentes tipos de solos e sensores (NOBORIO 2001; GONG et al., 2003; ALFARO SOTO et al., 2007).

2.5. Calibração dos sensores de umidade do solo

Os sensores de umidade do solo foram calibrados para cada camada de solo monitorada, excluindo-se as repetições efetuadas no monitoramento *in situ*. O método usado para tal se baseou em trabalhos já desenvolvidos (GONG et al., 2003; CAMPBELL SCIENTIFIC, 2006; ALFARO SOTO et al., 2007), com algumas modificações no material e métodos.

2.5.1. Coleta de solo, cálculo da fração grosseira e densidade de partículas

Uma quantidade de aproximadamente 5 kg de solo foi coletada de cada camada de solo monitorada. Embora seja recomendado coletar amostras indeformadas para a calibração dos sensores de umidade (para preservar a estrutura do solo), a grande quantidade de cascalho no solo impossibilitou a coleta de amostras deste tipo. A fração grosseira em porcentagem de cada amostra (FG) foi obtida através da relação entre a massa da fração maior do que 2 mm e da massa da amostra total. A análise da densidade de partículas (Dp) de cada amostra foi feita através do método do balão volumétrico em álcool (EMBRAPA, 1997).

2.5.2. Montagem do experimento (sistema de calibração)

As amostras de solo coletadas foram distribuídas em bandejas de plástico da marca Plasvale® de 6,5 L, devidamente identificadas. Posteriormente, em cada uma delas, os sensores de umidade foram introduzidos através de um furo na parte lateral menor, a meia altura (Figura 03a). Os sensores então foram conectados a um *datalogger* idêntico ao que foi utilizado para monitoramento *in situ* (Figura 04c).

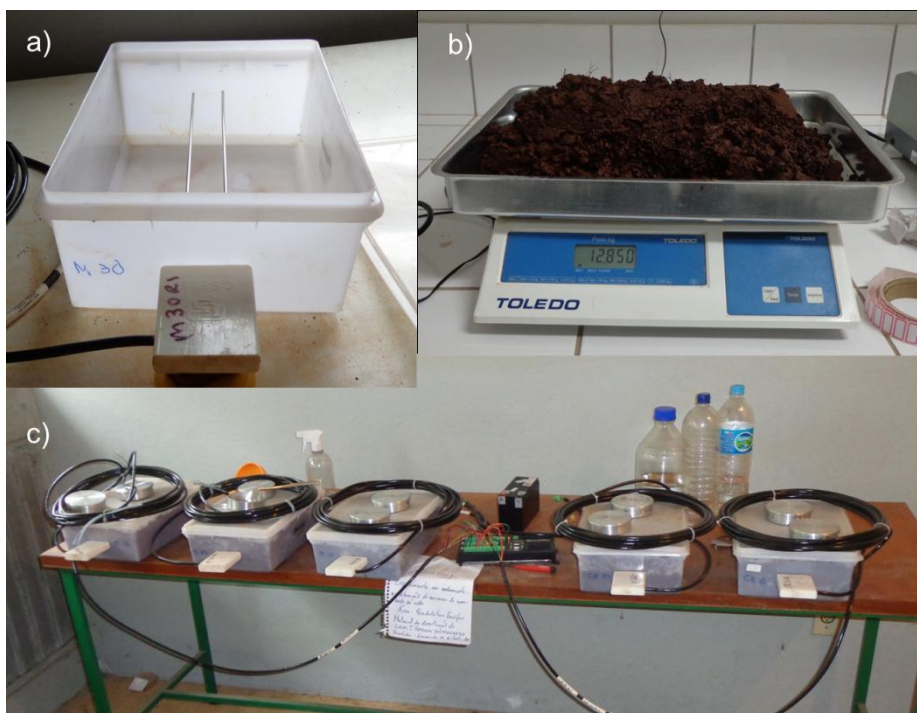


Figura 03: disposição do sensor de umidade na bandeja (a), balança usada nas pesagens (b) e sistema de calibração montado (c).

2.5.3. Construção das curvas de calibração

As curvas de calibração foram construídas comparando-se valores em microssegundos, obtidos pela leitura dos sensores e armazenados pelo *datalogger*, com valores de umidade gravimétrica (U), em 5 (cinco) pontos, com os quais obteve-se uma curva de tendência, descrita por uma função polinomial de segundo grau, que relaciona as variáveis tempo (t), em μs , e U, em kg/kg, da seguinte forma:

$$U = c + bt + at^2$$

O primeiro ponto foi obtido com a umidade atual do solo, ou seja, a umidade do solo no momento da coleta do mesmo para calibração. Os outros pontos foram obtidos introduzindo-se água deionizada no sistema (solo + sensor) por aspersão na superfície, respeitando um tempo mínimo de 24h para que a água seja distribuída de forma uniforme por todo o volume de solo contido na bandeja, que é tampada após cada aspersão, para não perder umidade por evaporação. Procurou-se obter pontos equidistantes entre si ao máximo possível, introduzindo-se volumes de água deionizada aproximadamente regulares, durante a obtenção

dos pontos, sendo que para o quinto e último ponto procurou-se obter a condição de saturação do solo.

O sistema solo+bandeja+sensor foi pesado, em balança com precisão de 5 gramas, a cada vez era feita a leitura dos sensores. Na quinta e última leitura dos sensores, todo o conteúdo de solo foi retirado da bandeja e então calculou-se a umidade gravimétrica a partir da diferença entre a massa total de solo úmido e a massa total de solo seco (em estufa a 100-105 °C). Cálculo de U, excluindo-se a massa dos recipientes:

$$U = \frac{(\text{massa de solo úmido}) - (\text{massa de solo seco})}{(\text{massa de solo úmido})}$$

Com a massa de solo seco total contida em cada amostra, calculou-se a umidade gravimétrica nos outros quatro pontos, correspondentes às leituras dos sensores. Utilizando o programa *Microsoft Excel 2010*, buscou-se ajustar equações quadráticas para os 5 pontos obtidos na relação U x t.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características gerais dos solos

As Figuras 04 e 05 a seguir se referem aos gradientes de solo e vegetação estudados, sobre canga e quartzito, respectivamente, com os respectivos perfis de solo representativos. Há de se ressaltar, primeiramente, que os gradientes de solo e vegetação poderiam ser subdivididos em outros geoambientes, constituindo, na verdade, um contínuo entre ambientes campestres e florestados. A mudança abrupta entre tais ambientes possibilitou a divisão simplificada dos gradientes, com seleção de extremos de solo-vegetação para estudo: Campo Rupestre e Mata.

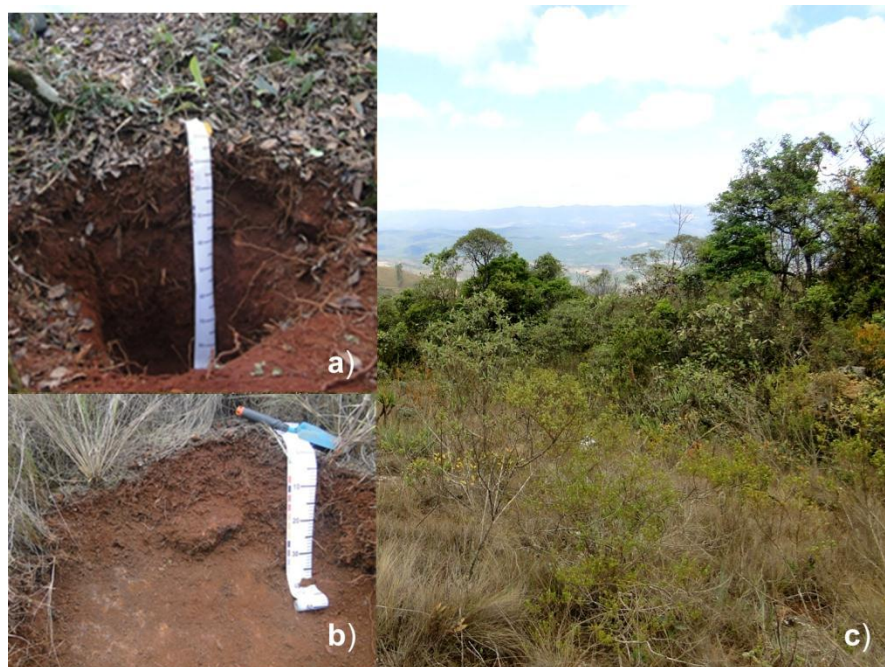


FIGURA 04: Gradiente de solo e vegetação sobre canga – CC e MC (c); perfil 2, em MC: PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico (a) e perfil 1, em CC: PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico (b).



FIGURA 05: Gradiente de solo e vegetação sobre quartzito – CQ e MQ (a); perfil 3, em CQ: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (b) e perfil 4, em MQ: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (c).

A profundidade do solo controla o gradiente de vegetação: nos ambientes de Mata (MC e MQ), a profundidade do solo é muito maior do que nos ambientes de Campo Rupestre (CC e CQ). Na Serra de Carajás, no Pará, Ribeiro (2009) verificou que com o aumento do grau de faturamento das cangas e a espessura do solum, passando de uma condição litoplíntica para uma condição concrecionária, ocorre o aumento do porte da vegetação.

As Tabelas 01 e 02, a seguir apresentam os resultados das análises físicas e químicas de rotina, respectivamente. Com exceção de MQ, os perfis de solo amostrados apresentaram grande quantidade de cascalho. Em MC, a grande quantidade de concreções ferruginosas em praticamente todo o perfil levou à classificação de Plintossolo, ao invés de Latossolo, no 1º nível categórico. É notável a natureza coluvionar do solo sob MC (P2), cujo perfil apresenta forte heterogeneidade. O solo sob MQ (P4), pelo contrário, se apresenta bem mais homogêneo.

Tabela 01: Análises granulométricas dos perfis 1, 2, 3 e 4.

Horizonte		Análise Granulométrica				Classe Textural	Silte/Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
P1 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico- CC							
Ac	0 – 15/23	34	18	29	19	Franco	1,53
A/F	15/23 – 30;40+	37	33	17	13	Franco-Arenosa	1,31
P2 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico – MC							
Ac/F	0 - 14	30	4	37	29	Franco-argilosa	1,28
Abc/F	14 - 33	41	4	37	29	Franco-argilosa	1,28
Bwc/F	33 - 58	37	3	18	42	Argila	0,43
Cc/F	58 - 92+	26	4	27	43	Argila	0,63
P3 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico – CQ							
AR	0 – 8/27	35	33	15	17	Franco-arenosa	0,88
CR	8/27 - 38+	37	32	14	17	Franco-arenosa	0,82
P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico – MQ							
A	0 - 22	40	22	16	22	Franco-Argilo-Arenosa	0,73
C ₁	22 - 43	42	23	13	22	Franco-Argilo-Arenosa	0,59
C ₂	43 - 86	48	21	26	5	Franco-Arenosa	5,20
C ₃	86 - 108+	47	22	14	17	Franco-Arenosa	0,82

Tabela 02: Análises químicas dos perfis 1, 2, 3 e 4.

Horizonte (prof.) Cm	pH		P	SB	t	T	Al ³⁺	H+Al	V	m	M.O.	C.O.	P-rem	ISNa	Zn	Fe	Mn	Cu
	H ₂ O	KCl	mg/dm ³		cmol _c /dm ³		cmol _c /dm ³		%	%	dag/kg		mg/L	%		mg/dm ³		
<i>P1 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplítico típico - MC</i>																		
Ac (0,15/23)	5,03	4,11	2,0	0,85	1,24	11,2	0,39	10,3	7,6	31,5	4,21	2,45	21,1	7,99	5,07	184,2	13,1	3,42
A/F (15/23-30/40)	4,99	3,90	2,4	0,86	1,45	10,4	0,59	9,5	8,3	40,7	5,00	2,91	26,9	8,04	4,72	212,7	13	2,14
<i>P2 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico - MC</i>																		
Ac/F (0-14)	4,4	3,66	5,6	1,68	3,05	19,2	1,37	17,5	8,8	44,9	12,12	7,05	23,9	1,38	3,74	187,7	20,3	0,82
ABc/F (14-33)	4,71	4,20	3,8	0,41	2,07	17,9	1,66	17,5	2,3	80,2	5,40	3,14	7,7	0,99	8,23	180,3	6,9	2,52
Bwc/F (33-58)	4,95	4,45	2,2	0,30	0,98	15,1	0,68	14,8	2	69,4	4,74	2,76	5,3	2,97	3,53	141,6	3	0,85
Cc/F (58-93+)	5,05	4,84	0,9	0,10	0,20	7,2	0,10	7,1	1,4	50,0	2,37	1,38	5,3	0	1,90	61,7	0,9	0,61
<i>P3 – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - MQ</i>																		
AR (0-8/27)	5,05	4,84	0,9	0,10	0,20	7,20	0,10	7,1	1,4	50,0	2,37	1,38	5,3	0	1,90	61,7	0,9	0,61
CR (8/27-38+)	4,62	3,88	3,5	0,49	2,05	7,69	1,56	7,2	6,4	76,1	4,21	2,45	33,7	2,27	6,03	150,6	3,6	5,25
<i>P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico – MQ</i>																		
A (0-22)	4,09	3,61	6,5	0,48	3,8	18,0	3,32	17,5	2,7	87,4	8,23	4,78	17,1	1,46	1,57	159,0	3,9	0,55
C₁ (22-43)	4,20	3,81	2,1	0,17	0,76	16,1	0,59	15,9	1,1	77,6	3,95	2,30	11,7	0,40	1,65	150,2	0,5	0,57
C₂ (43-86)	4,51	4,23	1,1	0,11	2,35	8,61	2,24	8,5	1,3	95,3	1,71	0,99	14,2	0	1,12	110,2	0,4	0,39
C₃ (86-108+)	4,63	4,37	0,9	0,10	1,95	6,7	1,85	6,6	1,5	94,9	1,45	0,84	20,1	0	0,99	17,8	0,3	0,37

Como era de se esperar, os valores de fósforo (P), CTC total e efetiva (T e t), soma de base (SB) e de saturação por bases (V%) são muito baixos em todos os perfis analisados, denunciando a elevada distrofia destes solos, que também apresentam elevados teores de Al^{3+} , o que é típico dos solos do Quadrilátero Ferrífero. Nos horizontes superficiais dos perfis 2 e 4, onde a matéria orgânica é bem expressiva, nota-se pequena mas significativa elevação da CTC e dos teores de nutrientes. Isto ocorre devido à maior ciclagem de matéria orgânica promovida por ambientes com vegetação de maior porte. Os teores de Al^{3+} também acompanham os teores de MO, devido à ligação deste elemento com complexos orgânicos.

Curiosamente, no perfil 3, em CQ, os valores de todas as características químicas se apresentaram maiores na subsuperfície (horizonte CR) do que na superfície (horizonte AR), inclusive em matéria orgânica. De fato, como foi possível observar em campo, o horizonte CR, de coloração amarelada, parece ter influência de filitos, um material ligeiramente mais rico em nutrientes do que o quartzito. O maior teor de MO em subsuperfície, que também ocorre em CC, pode ser um indicativo da atuação do fogo, muito comum nestes ambientes rupestres (SCARANO, 2007).

Os valores bem baixos de P-rem em MC indica alta adsorção de P, típico de solos oxídicos. Entretanto, é curioso observar que valores relativamente elevados de P-rem foram encontrados em CC, a despeito de sua natureza oxídica. Tal fato pode ser justificado pela diferença textural entre CC e MC; apesar da mineralogia ser basicamente a mesma (oxídica), a textura grosseira do solo em CC (perfil 1) não permite alta adsorção de P, ao contrário do solo em MC (perfil 2), com textura bem mais fina, argilosa.

As análises granulométricas dos perfis sobre a canga (P1 e P2) denunciam o comportamento arenoso, mesmo estes solos sejam de natureza oxídica. Na verdade, a fração argila destes solos é subestimada, devido às limitações técnicas em laboratório em desagregar os pequenos fragmentos de concreção ferruginosa e a estrutura fortemente oxídica deste material. O alto teor de ferro contido nestas frações também dificulta o processo de separação granulométrica, baseado na sedimentação diferencial das frações silte e argila. O comportamento arenoso

destes solos altamente oxídicos são determinantes na caracterização da dinâmica física e hídrica destes solos.

3.2. Aspectos pedoclimáticos dos sistemas solo-vegetação

3.2.1. Umidade do solo

Observa-se na Tabela 03 abaixo, que a leitura dos sensores de umidade do solo apresentou maior variação nos solos sobre a canga, especialmente em CC10, CC30 e MC10. Em M10, por exemplo, pode-se dizer que as três repetições de leituras em microssegundos, executadas pelos sensores de umidade do solo, variaram em média 9% ao longo dos 14 meses de monitoramento. A presença de muitos fragmentos de canga junto aos sensores pode causar tal variação, mas o fator que parece ter mais influência sobre isso é o teor de matéria orgânica. Naturalmente essas médias de coeficiente de variação (CV) não mostram a influência da sazonalidade sobre o grau de variabilidade entre as repetições dos sensores em cada profundidade.

Tabela 03: Fração grosseira (FG), densidade de partículas (Dp), teor de matéria (MO) orgânica e coeficiente de variação (CV) cada camada de monitoramento.

Camadas	FG (%)	Dp (kg/dm ³)	MO ^{iv} (dag/kg)	CV médio ^v (%)
CC10	60,5	3,89	4,21	5
CC30	78,9	4,04	5,00	6
MC10	48,7	2,54	12,12	9
MC30	65,3	3,44	5,07	3
MC100	47,7	2,96	2,37	3
CQ10	60,8	2,52	2,37	3
CQ30	45,8	2,57	4,21	3
MQ10	0,0	1,94	8,23	4
MQ30	0,0	2,94	2,83	4
MQ100	0,0	2,96	1,45	1

^{iv} Os valores de MO das camadas MC30 e MQ30 foram correspondem às médias aritméticas dos dois horizontes pedogenéticos intermediários, dos perfis 2 e 4, respectivamente.

^v Coeficiente de variação (CV) médio entre as três repetições (leituras em microssegundos executadas pelos sensores de umidade do solo) em cada camada, durante os 14 meses de monitoramento.

A Figura 06 abaixo mostra a influência da sazonalidade sobre os valores de CV entre as três repetições de sensores de umidade em cada camada de monitoramento. Observa-se que o CV, ou seja, a diferença entre as leituras dos sensores de uma mesma camada, é fortemente influenciado pelos eventos de chuva. Durante o período chuvoso os valores de CV oscilam bastante e alcançam picos bastante elevados, como por exemplo na camada CQ30, o CV chega a quase 25%. Entretanto, no período de estiagem, no inverno, os valores de CV estabilizam próximos a zero. Essa relação entre período de chuvas e variação entre as leituras dos sensores era esperada, uma vez que as sucessões de umedecimento e secagem levam à formação de sítios mais ou menos úmidos em diferentes pontos do perfil, haja vista a sua grande heterogeneidade espacial (horizontal e vertical); no perfil 4, o mais homogêneo, apresenta valores de CV menores. É por essa razão que nas camadas mais profundas (MC100 e MQ100), as quais são menos susceptíveis às variações climáticas, os valores de CV são relativamente mais estáveis durante o ano.

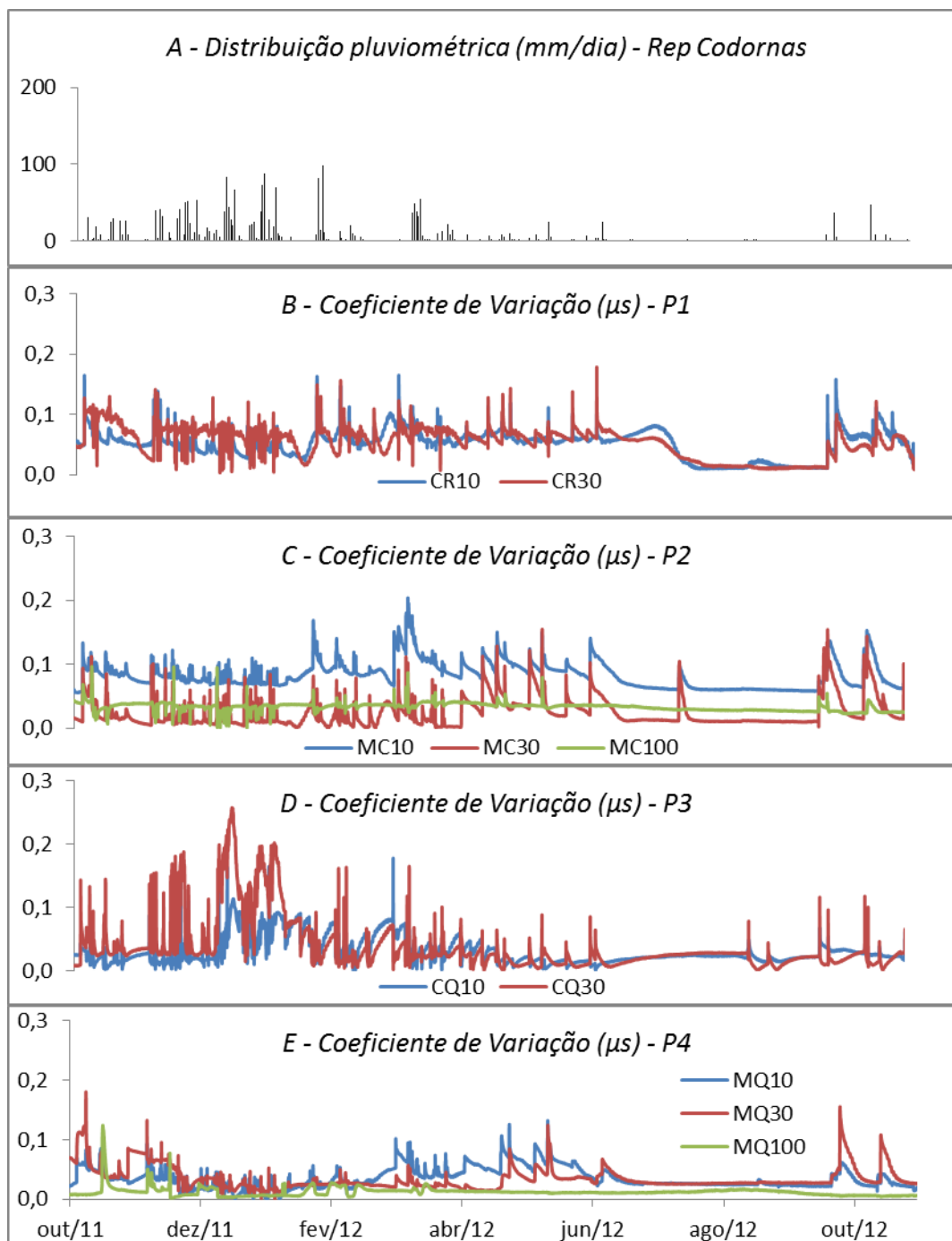


Figura 06: A: Distribuição de chuvas (mm/dia) na estação Represas das Codornas (ANA, 2013) (Lat: $-20^{\circ} 6'$, Long: $-43^{\circ} 29'$ e altitude: 1300 m), de 08/10/11 a 30/10/12; B, C, D e E: Coeficiente de variação (μs) entre as três repetições dos sensores de umidade, nos quatro sítios de monitoramento (CC, MC, CQ e MQ, respectivamente), de 8/10/11 a 30/10/12.

A Figura 07 a seguir mostra o comportamento da umidade gravimétrica do solo durante o período de outubro de 2011 a outubro de 2012, em comparação com os dados pluviométricos de uma estação pluviométrica próxima (Represa das Codornas). É notável a correspondência entre os dados de chuva e os de umidade

do solo. Aproximadamente entre os meses de novembro/11 a janeiro/12, a estação pluviométrica revelou um período de chuvas bastante intenso (inclusive com pico de mais de 200 mm em 1 dia), enquanto que o gráfico de umidade apresentou alta densidade de picos durante o mesmo período. Desse período até julho/12, seguiu-se um período caracterizado por chuvas mais esparsas e menos intensas e os picos de umidade deram-se com menor frequência. A partir de meados de junho/12 até setembro/12, seguiu-se o período de estiagem, com quase nenhuma chuva registrada, e os picos de umidade praticamente desaparecem.

Pode-se observar que a umidade gravimétrica do solo nos ambientes de Campo Rupestre (CC e CQ) oscila mais do que a umidade nos ambientes de Mata, que tem os eventos mais suavizados, especialmente nas camadas de 30 e 100 cm. A umidade do solo em CC e CQ chega a valores inferiores a 0,10 kg/kg, denunciando o acentuado déficit hídrico nestes ambientes. A Tabela 04 mostra a quantidade e duração dos picos de déficit hídrico, com destaque para CC e CQ. Em CC, o número de vezes em que U alcançou valores inferiores a 10% é próximo ao tempo máximo em que a camada permaneceu com tal déficit de umidade; e ainda é menor do que em CQ. Tal fato sugere que o déficit hídrico é mais intenso em campos rupestres sobre quartzitos do sobre canga, provavelmente devido à natureza oxídica dos solos desenvolvidos sobre canga que, mesmo sendo altamente cascalhentos, a quantidade pouco expressiva de argila na terra fina favorece a maior retenção de água.

Esses valores extremos de déficit de umidade em CC e CQ sugerem que os valores de ponto de murcha permanente^{vi} (PMP) das plantas naturalmente adaptadas a estes ambientes sejam extremamente baixos, haja vista a baixa capacidade de campo^{vii} (CAP) destes solos. Assim, o conteúdo de água no solo disponível para as plantas é mínimo. De acordo com Rizzini (1997), os valores de PMP de determinada planta depende fortemente da textura do solo: em solos mais arenosos, dominados por vegetação campestre, o PMP pode chegar a menos de 4%, enquanto que em solos mais argilosos, 30%.

^{vi} PMP é o limite inferior de umidade do solo para que a planta não apresente murchamento nas folhas; abaixo deste limite, a umidade do solo se refere àquela água não acessível pelas plantas, fortemente aderidas às partículas do solo.

^{vii} CAP é o maior conteúdo de água que o solo é capaz de reter, sob ação da gravidade e livre drenagem; a diferença entre o PMP e a CAP fornece o conteúdo de água disponível para as plantas.

Tabela 04: umidade gravimétrica (U) máxima, média e mínima; amplitude diária média de θ ; número de vezes em que U se encontra menor do que 0,10; e tempo máximo em horas de permanência com U menor do que 0,10.

Camada	U máx	U méd	U mín (kg/kg)	amp diária média	n U<10%	tempo máx (h) U<10%
<i>Campo Rupestre sobre canga (CC)</i>						
CC10	0,26	0,16	0,07	0,011	1646	1636
CC30	0,32	0,13	0,06	0,013	2588	2067
<i>Mata sobre canga (MC)</i>						
MC10	0,42	0,31	0,24	0,011	0	0
MC30	0,11	0,10	0,08	0,003	5987	2656
MC100	0,28	0,22	0,18	0,004	0	0
<i>Campo Rupestre sobre quartzito (CQ)</i>						
CQ10	0,19	0,09	0,05	0,010	7546	2563
CQ30	0,25	0,13	0,08	0,014	736	321
<i>Mata sobre quartzito (MQ)</i>						
MQ10	0,46	0,28	0,22	0,010	0	0
MQ30	0,36	0,23	0,16	0,006	0	0
MQ100	0,35	0,23	0,13	0,003	0	0

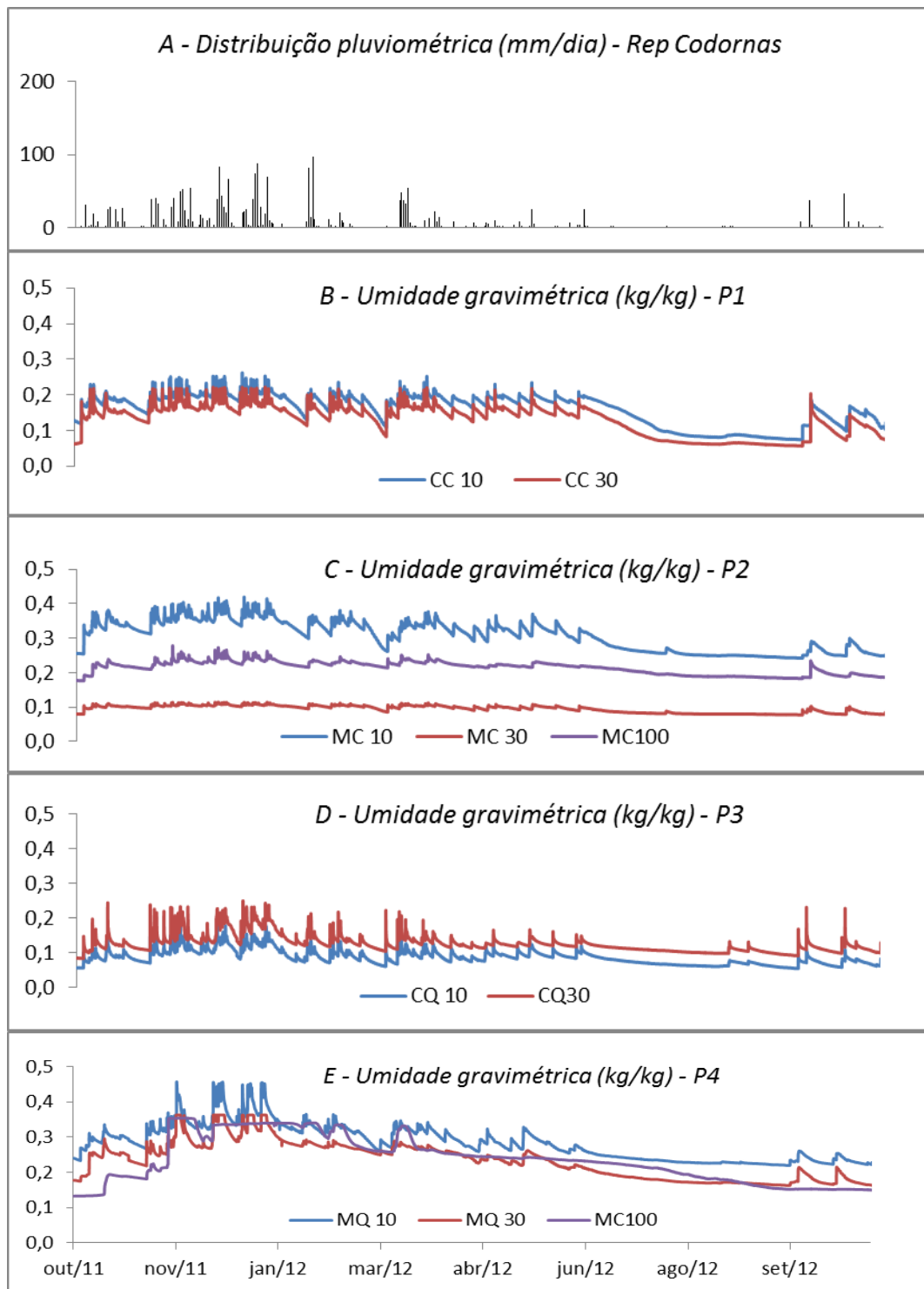


Figura 07: A: Distribuição de chuvas (mm/dia) na estação Represas das Codornas (ANA, 2013) (Lat: $-20^{\circ} 6'$, Long: $-43^{\circ} 29'$ e altitude: 1300 m), de 08/10/11 a 30/10/12; B, C, D e E: umidade gravimétrica (kg/kg) nos quatro sítios de monitoramento (CC, MC, CQ e MQ, respectivamente), de 8/10/11 a 30/10/12.

Em CC, curiosamente, a camada superficial (CC10) permaneceu mais úmida do que a camada subsuperficial (CC30) durante praticamente todo o período de monitoramento. Entretanto, era de se esperar que, por gravidade, a água se acumulasse na camada de 30 cm, como acontece em CQ. As camadas 10 e

30 cm em CC e CQ apresentam diferenças granulométricas marcantes na fração grosseira ($> 2\text{mm}$), como mostra a Tabela 04. Nos ambientes de Campo Rupestre, as camadas que retêm menos umidade ao longo do ano são também aquelas com maior porcentagem da fração grosseira e maior densidade (CC30 e CQ10), ou seja, com menor capacidade de retenção de água. Mesmo assim, a permanência da umidade preferencialmente na camada de 10 cm, em CC, sugere que haja aporte de umidade via precipitação nebulosa (orvalho), haja vista a altitude elevada em que se encontra o ambiente de canga selecionado (1650 m). O epifitismo marcante da vegetação em CC e MC parece corroborar com esta hipótese, uma vez que este tipo de vegetação é condicionada pela disponibilidade via umidade do ar e não depende das características físicas do solo, mas das condições climáticas (VALENTE, 2009).

A importância da precipitação em ambientes altimontanos no QF é debatida por Baêta (2012). A neblina, apesar de contribuir em menor quantidade com a entrada total de água no ambiente em comparação à chuva, é mais bem distribuída durante o ano, o que ameniza o estresse hídrico sobre as plantas causado pela baixa capacidade de retenção de água dos solos. Além disso, o vapor d'água da neblina contém elementos e compostos químicos solubilizados da atmosfera, provenientes de regiões circunvizinhas e, dessa forma, representa fonte adicional de nutrientes, importantes para manutenção de ambientes extremamente oligotróficos.

O comportamento da umidade em MC e MQ se revelaram bastante diferentes entre si. Enquanto em MC as camadas de monitoramento permanecem com valores de umidade bem discrepantes entre si durante todo o ano, em MQ as camadas de 10, 30 e 100 cm se tornam mais ou menos úmidas uma em relação às outras de forma alternada, em diferentes períodos. A heterogeneidade do perfil 2, que representa o solo em MC, é causa do distanciamento das curvas de umidade gravimétrica: o elevado teor de matéria orgânica em MC10 proporciona maiores valores e maior variação de U; no outro extremo, em MC30 os valores e a variação de U são muito menores em virtude da maior densidade do material (veja densidade de partículas na Tabela 03). A Tabela 03 mostra os valores da densidade de partículas (D_p) de cada camada. É provável que a alta densidade do material esteja mascarando as intensas oscilações de umidade a que a camada de

30 cm está submetida; os eventos mais suavizados estão na camada de 100 cm. Isso é resultado da utilização da umidade gravimétrica ao invés da umidade volumétrica; essa por sua vez seria mais adequada para representar o conteúdo de água no solo.

Em MC, a suavidade das oscilações de umidade podem estar contribuindo para a solubilização do ferro e, dessa forma, provocando a degradação dos fragmentos de canga. Isso reflete nos valores de densidade de partículas e porcentagem da fração grosseira, bem menor em MC100 do que em MC30 (veja Tabela 03). Ou seja, à medida que o colúvio de concreções ferruginosas se acumula e aprofunda no perfil de solo em MC, estas se degradam e formam horizontes com maior capacidade de retenção de água.

Em MQ, onde o perfil representativo (P4) é bem mais homogêneo, as curvas de umidade gravimétrica em cada camada ao longo do ano se aproximam bem mais. Em MQ100, notam-se os eventos mais suavizados, enquanto que em MQ10 as oscilações de umidade são mais intensas, devido à maior susceptibilidade desta aos ciclos de umedecimento e secagem.

É interessante notar que muitas vezes a camada de 30 cm em MQ permanece mais seca do que a de 100 cm. A explicação para a menor umidade na camada intermediária nos solos sob Mata, principalmente nos períodos de estiagem, pode residir no aumento da demanda de evapotranspiração, cujo efeito surge em subsuperfície, através das raízes das espécies arbóreas. Resultados semelhantes foram constatados por Carvalho (2011), ao monitorar a umidade do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo, sob sistemas agroflorestais com café na Zona da Mata de Minas Gerais. Os baixos valores de U encontrados em MC30 provavelmente também é resultado da evapotranspiração das espécies arbóreas.

3.2.2. Temperatura

A Figura 08 a seguir mostra a variação das temperaturas médias mensais do solo (5 cm de profundidade) e do ar (1,5 m de altura), nos quatro sítios monitorados. Os resultados mostram que as temperaturas do ar no Campo Rupestre e na Mata de tendem a ficar mais próximas entre si, provavelmente devido à circulação atmosférica. As temperaturas do solo na Mata tendem a

acompanhar a temperatura do ar, mostrando o efeito tampão que o ambiente florestado gera sobre a temperatura do solo. As temperaturas do solo no Campo Rupestre, por sua vez, se destacam entre as demais. Em CC, as médias da temperatura superam as do ar e da mata e igualam a estas somente no período mais frio do ano, que também é o mais seco, aproximadamente entre junho a agosto. Em CQ, o comportamento das médias é semelhante ao que acontece em CC, porém no inverno elas chegam a alcançar valores inferiores do que as médias do ar e da mata. Sob este ponto de vista, a temperatura do solo parece acompanhar o gradiente de vegetação, enquanto que a temperatura do ar parece ter pouca relação com a mudança da fitofisionomia.

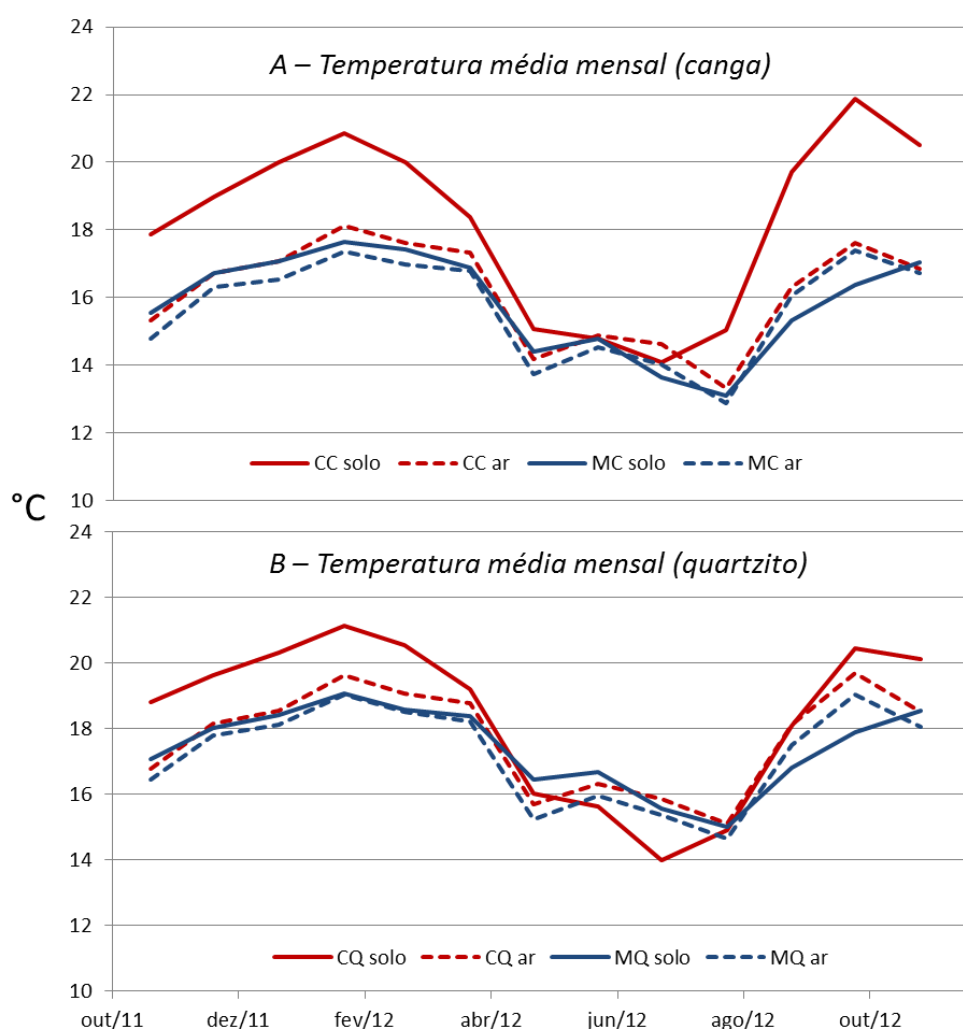


Figura 08: Médias mensais das temperaturas do ar e do solo em CC, MC (A), CQ e MQ (B).

A Figura 09 a seguir mostra as diferenças entre as temperaturas diárias do solo e do ar, ao longo do período de monitoramento, em comparação à distribuição de chuvas. Valores positivos nos gráficos B e C indicam que a temperatura do solo é maior do que a do ar. Ao mostrar as diferenças entre as temperaturas do ar e do solo nos ambientes de canga e quartzito, espera-se compensar as diferenças climáticas de altitude e facilitar a comparação entre os mesmos. Pode-se notar primeiramente que as diferenças entre as temperaturas do solo e do ar são maiores nos ambientes de Campo Rupetre (CC e CQ) do que nos ambientes de mata (MC e MQ), especialmente nos períodos de chuva. Isso ilustra o efeito tamponante dos ambientes de mata sobre a temperatura do solo.

As diferenças do comportamento térmico entre os ambientes de canga e quartzito são marcantes. Na canga (CC), a temperatura média diária do solo chega a ser mais de 7 graus maior do que a do ar, enquanto que no quartzito, essa diferença não passa de 5. Tal fato pode ser explicado pela diferença de albedo e entre os dois substratos: a canga, por ser mais escura do que o quartzito, absorve maior quantidade de energia luminosa, que é convertida em calor. Nos períodos de estiagem (aproximadamente entre maio e setembro), pode-se observar uma inversão do comportamento térmico entre os ambientes de Campo Rupestre e Mata. Em CQ, os deltas chegam a ficar negativos, na maior parte do tempo, indicando maior resfriamento do solo em relação à MQ. O mesmo pode ser observado em CC e MC, porém, com menor intensidade, devido à maior facilidade da canga exposta em aquecer-se.

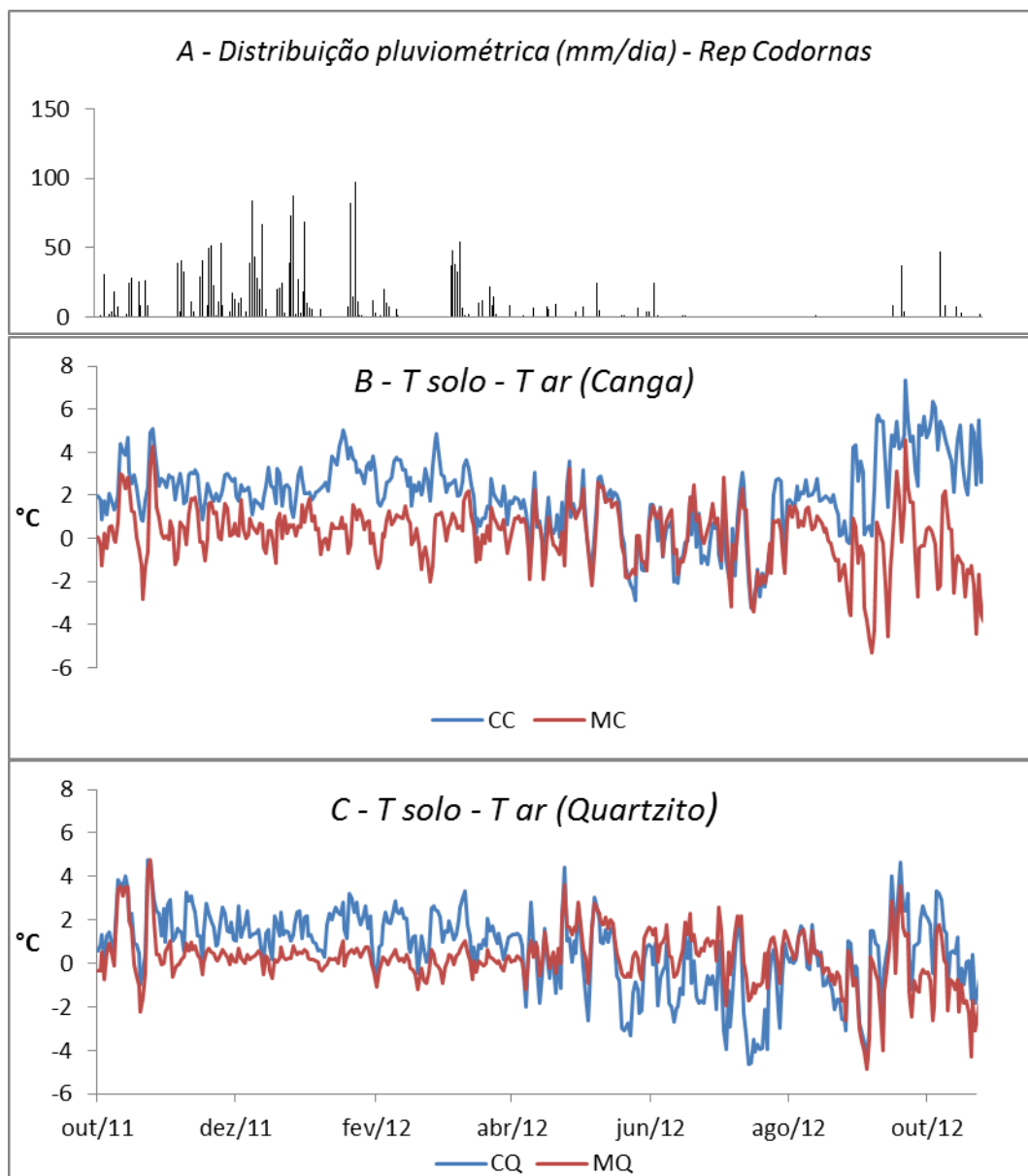


Figura 09: A: Distribuição de chuvas (precipitação diária) na estação Represa das Codornas (ANA, 2013); B e C: diferença entre as temperaturas diárias do solo e do ar, para canga e quartzito, respectivamente (valores negativos indicam que a temperatura do ar é maior do que a do solo).

A Tabela 05 a seguir mostra os eventos máximos e mínimos de temperatura do solo e do ar, amplitude térmica (diária e mensal) máxima, média e mínima, números de eventos com temperatura superior a 35 °C e tempo máximo de permanência com temperatura superior a 35 °C. Os dados mostram novamente a maior capacidade da canga em aquecer-se, em relação ao quartzito, ao se comparar as temperaturas máximas e mínimas do solo e do ar em CC e CQ. Curiosamente, o solo sob a Mata, no quartzito, alcança valores maiores e varia mais do que o solo sob o Campo Rupestre quartzítico, muito embora as médias

mensais indiquem o tamponamento da temperatura do solo nos ambientes de mata, tanto na canga como no quartzito. Embora a temperatura do solo em MQ tenha alcançado o maior valor (42 °C), o número de eventos com temperatura superior a 35 °C e o tempo de permanência com temperatura superior a este valor são maiores em CC, o que indica que os eventos em MQ são mais isolados e agudos do que em CC.

Tabela 05: Temperatura (do solo e do ar) máxima e mínima; e amplitude térmica (diária e mensal) máxima, média e mínima, número de eventos com temperatura superior a 35 °C e tempo máximo de permanência com temperatura superior a 35 °C, para cada sítio de monitoramento.

		Temperatura		Amplitude diária			Amplitude mensal			n T>35°C	Tempo máx. (h) T>35°C
		máx	mín	máx	méd	mín	máx	méd	mín		
CC	Solo	38	9	18	8	1	26	15	8	14	4
	Ar	32	3	18	9	1	26	19	13	0	0
MC	Solo	21	11	4	2	0	9	5	4	0	0
	Ar	31	4	14	7	1	25	15	12	0	0
CQ	Solo	31	5	19	7	1	25	14	7	0	0
	Ar	33	5	16	9	1	26	17	13	0	0
MQ	Solo	42	5	26	9	1	28	20	13	8	1
	Ar	31	5	15	7	1	25	15	11	0	0

A Figura 10 mostra a variação da temperatura do solo e da umidade a 10 cm de profundidade ao longo de uma semana, em três momentos distintos durante todo o período de monitoramento: final do período chuvoso (1 a 7 de abril de 2012), auge do período de estiagem (1 a 7 de agosto de 2012) e início do período chuvoso (1 a 7 de novembro de 2012). Os valores de temperatura estão representados pelas linhas contínuas (t) e os de umidade pelas linhas descontínuas (u). Os gráficos mostram que incrementos de umidade no solo causam redução da temperatura. Na canga, observa-se que a temperatura do solo no Campo Rupestre varia bem mais do que na Mata, aproximando-se durante a noite. Ao contrário, no quartzito, elas ficam bem próximas entre si.

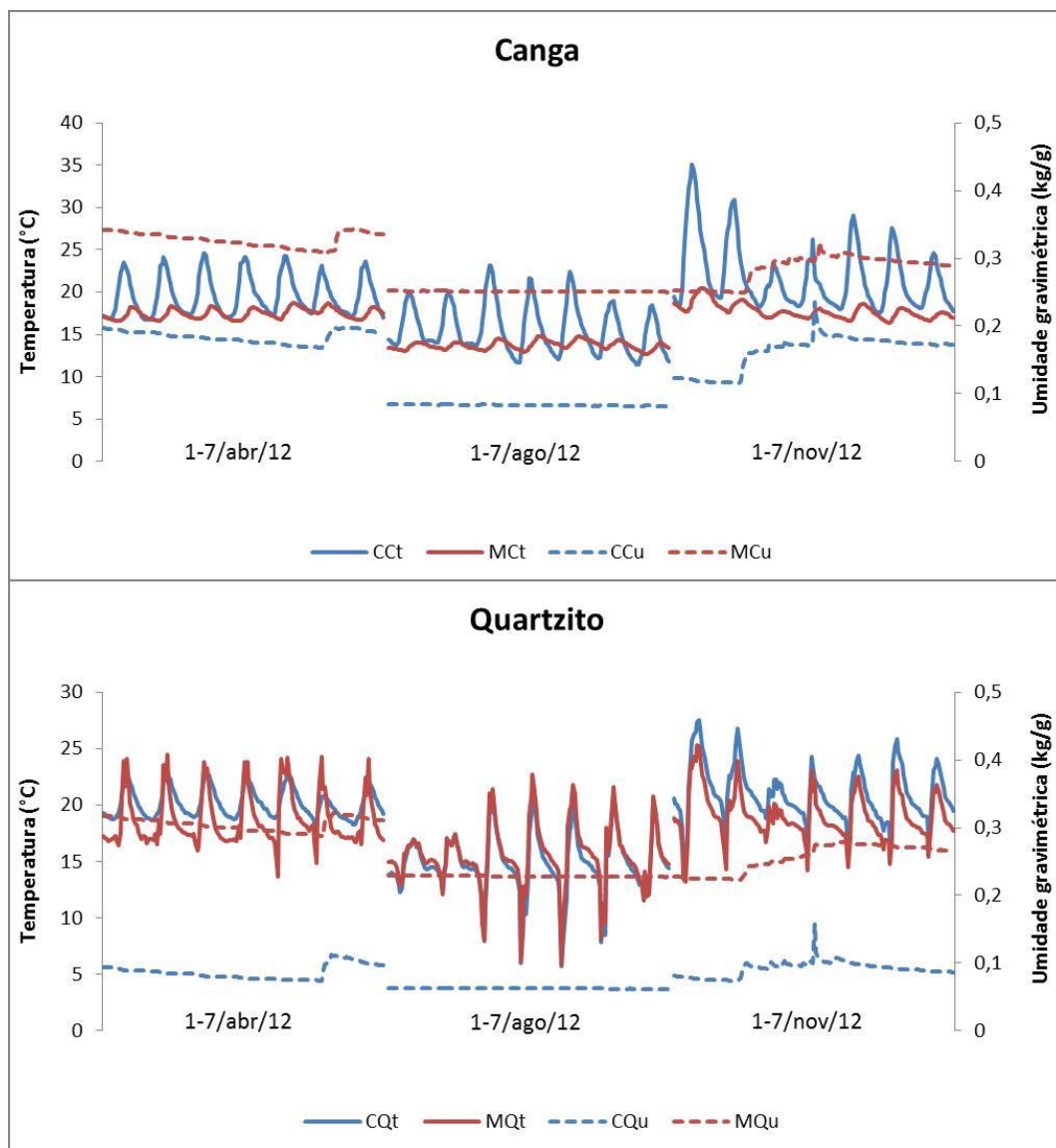


Figura 10: Variação da temperatura do solo (t), a 5 cm de profundidade, e da umidade do solo (u), a 10 cm de profundidade, durante uma semana, em três momentos distintos do período de monitoramento.

4. CONCLUSÕES

1. Há influência da temperatura e da umidade do solo nas fitofisionomias de vegetação de canga e quartzito no QF.
2. Na canga, além do déficit hídrico pronunciado, há muitos eventos diurnos de elevado aquecimento superficial, limitantes às plantas.
3. No quartzito, os déficits hídricos são mais severos, em razão da textura mais arenosa dos solos.
4. O monitoramento da dinâmica térmica e hídrica revelou que, além da profundidade, o conteúdo de água em diferentes camadas do solo pode ser governado pela sua granulometria, pela presença de raízes e por aspectos microclimáticos.
5. O monitoramento *in situ* da umidade e da temperatura do solo em áreas de canga no QF permitem o entendimento mais detalhado da dinâmica pedoclimática destes ambientes.
6. O uso de equipamento TDR para o monitoramento da umidade em solos extremamente pedregosos e cascalhentos apresenta alguns desafios metodológicos, desde a correta instalação dos sensores em campo até a determinação da densidade do solo, necessária para a calibração dos sensores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO SOTO, M.A., KUMAYAMA, D.M., CHANG, H.K. Calibração de um reflectômetro para estudos do fluxo de água em solo não saturado. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v.26, n.4, p.357-368, 2007.
- ANA, Agência Nacional de Águas. Sistemas de Informações Hidrológicas. **Estação meteorológica Colégio Caraça, município de Santa Bárbara - MG**. Disponível em: <(http://www.ana.gov.br)> Acesso em 20 de abril de 2013.
- ANA, Agência Nacional de Águas. Sistemas de Informações Hidrológicas. **Estação meteorológica Represa das Codornas, município de Nova Lima - MG**. Disponível em: <(http://www.ana.gov.br)> Acesso em 20 de abril de 2013.
- BAÊTA, Hudson Eustáquio. **Contribuição da deposição úmida (chuva e neblina) nas relações hídricas e nutricional de fisionomias de campos ferruginosos na Serra da Brígida, Ouro Preto, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012. Orientadora: Dra Alessandra Rodrigues Kozovits.
- BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. **Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG** . Escala 1: 50.000. Belo Horizonte, CODEMIG. 2005.
- BENITES, V. M., CAIAFA, A. N., MENDONÇA, E. S., SCHAEFER, C. E., KER, J. C. Solos e Vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Serra da Mantiqueira e Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Vol.10, n.1, pp.76-85. 2003.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 780 p. 1983 (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).
- CAMPBELL SCIENTIFIC, 2002–2006. **CS616 and CS625 Water Content Reflectometers**. Instruction Manual Revision: 8/06. Campbell Scientific Inc., North Logan.
- CARMO, F. F. **Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Manejo e Conservação da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 90p. 2010.

- CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no Território da Serra do Brigadeiro – MG.** Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 116p. 2011. Orientador: Elpídio Inácio Fernandes Filho.
- CARVALHO FILHO, A. de. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos Tabuleiros Costeiros.** 2008. 245 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CASTRO, P. T. A. **Cangas: a influência da geodiversidade na biodiversidade.** I Simposio de Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, 2008. p. 30-51.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq. Doc.1, 2.ed., 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.
- GONG, Y., CAO, Q., SUN, Z., The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. **Hydrol. Process.** 17, 3601–3614. 2003.
- JACOBI, C. M., CARMO, F.F., VINCENT, R. C., STEHMANN, J. R. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation.** 16. pp. 2185-2200.
- JACOBI, C. M. & CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2. 9p. 2008.
- NOBORIO, K. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review. **Computers and Electronics in Agriculture.** 31: 213–237. 2001.
- NUNES, J. A. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na Serra Sul, FLONA de Carajás – Pará.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 101p. 2009.
- PEREIRA, S. H. F., M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Pedogênese e geoambientes como subsídios à criação do Parque Estadual dSerras do Ouro”, porção sul do Espinhaço-MG.** Orientador: João Luiz Lani.
- PORTO, M. L., SILVA, M. F. F. Tipos de Vegetação Metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. **Acta bot. bras.** 3(2): pp. 13-21.1989.

- RIBEIRO, A. S. de S. **Caracterização física, química e micromorfológica dos solos da Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Viçosa: 107 p., 2009.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil.** V.2. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1979. 374p.
- RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, v.29. p.297-300. 2005.
- SANTOS R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L.H. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Viçosa: SBCS, 5ed, 2005. 92p.
- SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Bras. Bot.**, Vol.30, n.4, pp.561-568. 2007.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R. & RIBEIRO, A. S. de S. **Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.** I Simpósio de Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, 2008. p. 109-121.
- SIMAS, F., N., B., M. S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002. **Pedogênese e geoambientes na Serra Verde, parte da Mantiqueira mineira: atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos.** Orientador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer.
- TOPP, G., C. State of the art of measuring soil water content. **Hidrological Processes:** 17, 2993 – 2996. 2003.
- VALENTE, E. L. **Relações Solo-Vegetação no Parque Nacional da Serra do Cipó, Espinhaço Meridional, Minas Gerais.** Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 138p. 2009.
- VARAJÃO, C. A. C., 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 das taxas de erosão e da pedogênese. **R. Bras. Ci. Solo**, 33: pp.1409-1425, 2009.
- VINCENT, R. C.; MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, V.31, n.3, p.377-388. 2008.

CONCLUSÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa, foi possível demonstrar as estreitas relações existentes entre solo e vegetação no QF, especialmente nos ambientes rupestres, tão abundantes na região. Mudanças no padrão de vegetação são determinadas principalmente pela quantidade de umidade que o solo é capaz de armazenar, que por sua vez depende de sua textura e profundidade, atributos estes condicionados pela posição na paisagem e características do material originário.

Esta pesquisa também abre caminho para investigações mais detalhadas acerca dos mecanismos de adaptação das plantas em solos submetidos a condições ambientais extremas, tais como fortes oscilações de temperatura e umidade, além da pobreza de nutrientes, em áreas de canga e quartzito. Ao mesmo tempo em que oferece desafios metodológicos a serem enfrentados para o monitoramento mais eficiente da umidade em solos rasos e pedregosos.

A fragilidade ambiental das áreas estudadas ressalta a importância do manejo eficiente das áreas de conservação no QF, a integração entre as mesmas e a inclusão de mais áreas de canga dentro delas, pois esses são os ambientes mais ameaçados diretamente pela mineração e também os menos estudados.

ANEXO

A seguir, se encontram as descrições morfológicas dos perfis de solo amostrados nos capítulos 1 e 2. Os perfis 01, 02, 03 e 04 se referem aos perfis amostrados nas áreas selecionadas para monitoramento térmico e hídrico do solo (Capítulo 2). Os perfis 09 a 18 se referem aos perfis amostrados na RPPN de Capivari II (Capítulo 1). Todas as informações aqui mostradas foram coletadas durante o levantamento dos perfis, em campo.

PERFIL 01

Ambiente representativo: Campo rupestre sobre canga (CC)

Classificação: PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico

Litologia: Itabirito

Material originário: canga ferruginosa

Formação geológica: Supergrupo Minas

Cobertura vegetal: campo herbáceo arbustivo (vegetação de canga)

Localização: entorno da mina de Capanema (Vale)

Coordenadas em UTM: 23K 0643422 E / 7767146 N

Descrito por: Guilherme, Aianã, Lucas e Davi

Relevo regional: montanhoso

Declividade e erosão: forte ondulado (20-45%), moderada

Drenagem: moderadamente drenado

Pedregosidade e rochividade: extremamente pedregoso e extremamente rochoso

Ac 0 – 15;23 cm; (4/4 2,5 YR); franco; forte muito pequena granular; transição clara e ondulada; porosidade: muitos; muito cascalhenta, calhau e matacão.

A/F 15;23 – 30;40 cm; (4/4 2,5 YR); franco-arenosa; transição gradual e irregular; porosidade: muitos; muito cascalhenta, calhau e matacão.

F 30;40 – 40+ cm

Observações: o solo descrito por este perfil encontra-se em forma de bolsões, entremeado com afloramentos de canga couraçada compacta, o próprio horizonte litoplíntico descrito.

PERFIL 02

Ambiente representativo: Mata sobre canga (MC)

Classificação: PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico

Litologia: Itabirito

Material originário: canga ferruginosa

Formação geológica: Supergrupo Minas

Cobertura vegetal: capão de mata

Localização: entorno da mina de Capanema (Vale)

Coordenadas em UTM: 23K 0643421 E / 7767127 N

Descrito por: Guilherme, Aianã, Lucas e Davi

Relevo regional: montanhoso

Declividade e erosão: forte ondulado (20-45%), não aparente

Drenagem: acentuadamente drenado

Pedregosidade e rochosidade: muito pedregoso e não rochoso

Ac/F 0 – 14 cm; (3/3 2,5 YR); franco argilosa; moderada, pequena, granular; porosidade: muitos, de muito pequenos a muito grandes; transição: gradual e ondulada; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau.

ABc/F 14 – 33 cm; (3/3 2,5 YR); franco-argilosa; forte, muito pequena, granular; porosidade: muitos, pequenos e médios; transição: gradual e ondulada; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau.

Bwc/F 33 – 58 cm; (3/6 2,5 YR); argila; forte, muito pequena, granular; porosidade: muitos, pequenos e médios; transição: gradual e ondulada; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau.

Cc/F 58 – 92+cm; (4/6 10R); argila; porosidade: muitos, pequenos e médios; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau.

PERFIL 03

Ambiente representativo: Campo rupestre sobre quartzito (CQ)

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

Litologia: quartzito

Material originário: quartzito

Formação geológica: Supergrupo Minas

Cobertura vegetal: campo herbáceo arbustivo (campo rupestre quartzítico)

Localização: entorno da mina de Capanema (VALE)

Descrito por: Guilherme, Aianã, Lucas e Davi

Relevo regional: montanhoso

Declividade e erosão: montanhoso (20-45%), ligeira

Drenagem: acentuadamente drenado

Pedregosidade e rochiosidade: extremamente pedregoso e extremamente rochoso

AR 0 – 8;27 cm; (4/2 10YR); franco-arenosa; grãos simples; solta; não plástico e não pegajoso; porosidade: muitos, médios e grandes; transição: abrupta e irregular; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau; raízes: abundantes, de muito finas a médias

CR 8;27 – 38+ cm; (4/2 10 YR); franco-arenosa;

PERFIL 04

Ambiente representativo: Mata sobre quartzito (MQ)

Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico

Litologia: quartzito

Material originário: colúvio em quartzito

Formação geológica: Supergrupo Minas

Cobertura vegetal: capão de mata

Localização: entorno da mina de Capanema (VALE)

Descrito por: Guilherme, Aianã, Lucas e Davi

Relevo regional: montanhoso

Declividade e erosão: suave ondulado (3-8%), não aparente

Drenagem: excessivamente drenado

Pedregosidade e rochosidade: não pedregoso e não rochoso

Fatores biológicos: próximo ao campo rupestre; mata (capão) baixa; 2 estratos; restos de estruturas biológicas no horizonte A

- A 0 – 22 cm; (3/1 10 YR); franco-argilo-arenosa; grãos simples; solta, solta; não plástico e não pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; transição: gradual e plana; raízes: abundantes, de muito finas a muito grossas.
- C₁ 22 - 43 cm; (3/1 10 YR); franco-argilo-arenosa; grãos simples; macia, muito friável; não plástico e não pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; transição: gradual e plana; raízes: abundantes, de muito finas a muito grossas.
- C₂ 43 - 86 cm; (4/1 10 YR); franco-arenosa; grãos simples e maciça; ligeiramente dura, friável; não plástico e não pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; transição: gradual e difusa; raízes: comuns, de muito finas a grossas.
- C₃ 86 - 108+cm; (4/1 10 YR); franco-arenosa; grãos simples e maciça; ligeiramente dura e friável; não plástico e não pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; raízes: poucas, de muito finas a grossas.

Observações: solo desenvolvido em topossequência quartzítica, em área de acumulação (colúvio de baixo declive) situado abaixo de encosta íngreme com afloramentos, com vegetação de campo.

PERFIL 09

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo rupestre quartzítico em patamares sobre RL (2)

Localização: RPPN Capivari II

Coordenadas: 23 K 640141 / 7771413

Altitude: 1520 m

Material de origem: quartzito

Litologia e unidade estratigráfica: quartzito cinza, grit e conglomerado.

Supergrupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda. Paleoproterozóico

Cobertura vegetal: campo rupestre herbáceo arbustivo

Uso atual: nenhum

Relevo regional: montanhoso

Relevo local e declividade: montanhoso (45-75%)

Drenagem: moderadamente drenado

Erosão: ligeira

Pedregosidade e rochosidade: extremamente pedregoso e extremamente rochoso

Descrito por: Guilherme, Lucas e Aianã

Data da descrição: 08/07/2011

A/R 0 – 2;15 cm (10 YR 4/1); grãos simples; raízes: abundantes, muito finas e finas; transição abrupta e irregular.

R

Observações: afloramento de quartzito. Pouca atividade biológica.

PERFIL 10

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário

Geoambiente amostrado: campo rupestre quartzítico em patamares sobre RL (2)

Localização: RPPN Capivari II

Coordenadas: 23 K 0640175 / 7771373

Altitude: 1511 m (precisão: 7m)

Material originário: quartzito

Litologia e unidade estratigráfica: quartzito cinza, grit e conglomerado.

Supergrupo Minas, Grupo Caraça, Formação Moeda. Paleoproterozóico

Relevo regional: montanhoso

Cobertura vegetal: campo rupestre herbáceo

Uso atual: nenhum

Relevo local e declividade: ondulado (8-20%)

Drenagem: excessivamente drenado

Erosão: ligeira

Pedregosidade e rochosidade: extremamente pedregoso e rochoso

Descrito por: Guilherme, Lucas e Aianã

Data da descrição: 08/07/2011

A 0 – 22 cm (10 YR 5/1); grãos simples; solta, solta; não plástico e não pegajoso; raízes: abundantes, muito finas e finas; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular; transição gradual e plana.

AC 22 – 31 cm (10 YR 5/1); grãos simples; solta, solta; não plástico e não pegajoso; raízes: abundantes, muito finas e finas; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular; transição clara e plana.

CR 31 – 53 cm (10 YR 6/1); transição abrupta e plana

R

Observações: campo rupestre sobre planalto quartzítico

PERFIL 11

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo cerrado altimontano em patamates quartzíticos (1)

Localização: RPPN Capivari II

Coordenadas: 23K 0639473 / 7769611

Altitude: 1141 m (precisão: 5m)

Litologia/material originário: xisto/quartzito

Formação geológica: quartzito sericítico. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Maquiné, Formação Casa Forte (ou Palmital?). Neoarqueano.

Relevo regional: Montanhoso

Cobertura vegetal: Cerrado Rupestre

Uso atual: nenhum

Relevo local e declividade: forte ondulado (20-45%)

Erosão: ligeira

Drenagem: acentuadamente drenado

Pedregosidade e rochoso: extremamente pedregoso e não rochoso

Descrito por: Guilherme, Lucas e Aianã

Data da descrição: 09/07/2011

A 0 – 7cm (10 YR 4/3); fraca muito pequena granular; plástico e pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular; transição clara e plana.

Bi 7 – 24cm (7,5 YR 5/4); fraca muito pequena granular; plástico e pegajoso; porosidade: muitos, pequenos e médios; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular; transição gradual e plana.

Cr 24 – 35cm (7,5 YR 6/6); porosidade: muitos, pequenos e médios; frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular; transição gradual e ondulada.

CR 35 – 48+cm (7,5 YR 7/4); frações grosseiras: muito cascalhenta, calhau, subangular.

Observações: Material do Bi entremeado no horizonte CR. Muito cascalho. Cascalho muito rico em ferro. Presença de fragmentos de canga ferruginosa nas proximidades do perfil, principalmente perto do curso d'água. Qual será a origem destes fragmentos? Formação *in situ*, devido à riqueza de ferro no material de origem e ciclos de umedecimento e secagem (paleohidromorfismo)? Formação *ex situ*, provenientes da serra de itabirito próxima (antigo curso d'água)?

PERFIL 12

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico

Geoambiente amostrado: Capão florestal denso em xistos cloríticos (8)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Projeto: Capivari II

Localização: municípios de Itabirito e Rio Acima

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 640192 7770674

Altitude: 1277 metros

Posição na paisagem: terço médio/inferior da encosta

Cobertura vegetal: floresta subcaducifólia bastante degradada (desmatamento e fogo)

Litologia e unidade estratigráfica: xistos cloríticos. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo nova Lima, Unidade Mindá. Neoarqueano

Material originário: xisto clorítico e colúvio de quartzito carbonático

Uso atual: nenhum (regeneração natural)

Relevo local: montanhoso

Drenagem: bem drenado

Erosão: muito forte; sulcos e ravinas

Pedregosidade: ligeiramente pedregosa

Rochosidade: ligeiramente rochosa

- A 0 – 10 cm; (5YR 3/2) textura média alta; estrutura forte, pequena e muito pequena, granular; consistência ligeiramente dura, friável, plástica, pegajosa; transição clara e plana;
- A₂ 10 – 18 cm; (5 YR 3/2,5); textura média alta; estrutura forte, pequena e muito pequena, granular; consistência macia, friável, plástica, pegajosa; transição clara e plana;
- Bi₁ 18 – 39 cm; (5YR 4/6); textura argilosa; estrutura forte, pequena e média, blocos subangulares e forte, pequena granular; consistência macia, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana;
- Bi₂ 39 – 60 cm; (5YR 4/5); textura argilosa estrutura forte, pequena, blocos subangulares e forte, pequena e média, granular; transição plana e gradual;
- Bi₃ 60 – 130+ cm; (5YR 4/4); textura argilosa; estrutura forte, pequena, blocos subangulares e forte, pequena e média, granular; consistência macia, friável, muito plástica e muito pegajosa.

Raízes: abundantes, de muito finas a grossas em todo o perfil

Outra observações: presença notável de 2 blocos grandes de rocha (quartzo com cimento carbonático) no Bi₃; selamento superficial; presença de carvão enterrado. A atuação do fogo parece ser bastante comum. O geoambiente amostrado apresenta paisagem relativamente diversa, na qual uma fitofisionomia tipicamente florestada, ao longo da drenagem, é intercalada com uma vegetação aparentemente bastante degradada, com sinais de fogo evidenciados por árvores queimadas e com vegetação bem densa de porte baixo e médio, como gramíneas,

que dificultam bastante a mobilidade dentro da área. O fato de haver espaçamento entre as árvores de maior porte pode ser um sinal de desmatamento.

O perfil descrito foi aberto nesta parte mais degradada, no corte de uma estrada, atualmente desativada, com fortes sinais de erosão, provavelmente devido ao acentuado escoamento superficial causado pela estrada. Além do geoambiente identificado como capão florestal denso (8), foi identificada durante o pré-mapeamento a variação capão florestal denso degradado (8/1). Apesar da localização perfil amostrado em questão se encontre dentro do padrão 8, de acordo com o pré-mapeamento, este poder-se-ia integrar-se ao padrão 8/1. Na imagem IKONOS, observa-se o padrão 8/1 bem mais claro, no qual em campo foi verificado o domínio de samambaias.

PERFIL 13

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico

Geoambiente amostrado: arbustal denso em xistos cloríticos (9)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Projeto: Capivari II

Localização: municípios de Itabirito e Rio Acima

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 640324 7770755

Altitude: 1326 metros

Posição na paisagem: terço médio da encosta

Cobertura vegetal: arbustal degradado – “samambaial” (desmatamento e fogo)

Litologia e unidade estratigráfica: xistos cloríticos. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Nova Lima. Neoarqueano.

Material originário: xisto/filito (?) clorítico e quartzito

Uso atual: nenhum (regeneração natural)

Relevo local: montanhoso

Drenagem: moderadamente drenado

Erosão: muito forte; sulcos e ravinas

Pedregosidade: ligeiramente pedregosa

Rochosidade: rochosa

- A 0 – 10/15 cm; (5YR 3/1); textura média alta; estrutura moderada, pequena e média, granular; consistência ligeiramente dura, friável, plástica, pegajosa; transição clara e ondulada;
- BA 10/15 – 28 cm; (5YR 4/7); textura argilosa (argilossiltosa?); estrutura moderada, média e grande/muito grande; consistência dura, firme, plástica, pegajosa; transição gradual e plana;
- Bi₁ 28 – 45 cm; (5YR 4/6); textura argilosa (argilossiltosa?); estrutura moderada, pequena granular e moderada média, blocos subangulares; consistência ligeiramente dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição ondulada e clara;
- 2Bi₂ 45 – 60/64 cm; (7,5YR 4/6); textura argilosa (argilossiltosa?) moderada, pequena granular e moderada média, blocos subangulares; consistência ligeiramente dura e friável; transição ondulada e clara;
- 3Cr 60/64 – 145+ cm;

Raízes: abundantes, de finas a médias

Outras observações: linha de pedra (quartzo) em 2Bi₂ (endopedregoso); selamento superficial.

PERFIL 14

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo cerrado altimontano sobre xistos cloríticos (7)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Projeto: Capivari II

Localização: município de Itabirito - MG

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 639883 7771422

Altitude: 1407 metros

Posição na paisagem: terço médio/superior da encosta

Cobertura vegetal: campo graminoso com arbustos esparsos (candeias)

Litologia e unidade estratigráfica: xisto clorítico. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo nova Lima. Neoarqueano

Material originário: xisto/filito (?) clorítico e quartzito

Uso atual: vegetação natural/pastagem

Relevo local: montanhoso

Drenagem: imperfeitamente drenado

Erosão: forte; sulcos e ravinas

Pedregosidade: ligeiramente pedregosa

Rochosidade: ligeiramente rochosa

A 0 – 10 cm; (7,5YR 4/4); textura média alta; estrutura moderada, pequena e média, granular; consistência ligeiramente dura, friável, muito plástica, pegajosa; transição clara e plana;

Bi₁ 10 – 26 cm; (7,5YR 5/8); textura argilosa (argilossiltosa?); estrutura fraca, média e grande/muito grande, blocos angulares; consistência ligeiramente dura, firme, muito plástica, muito pegajosa; transição clara e plana;

2Bi₂ 26 – 55 cm; (2,5YR 4/8); textura argilosa (argilossiltosa?); pouco cascalhenta; estrutura fraca, pequena e média, blocos subangulares; consistência ligeiramente dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual;

3Cr 55 – 118+ cm;

Raízes: comuns, de finas a médias

Outras observações: linha de pedra (quartzo) em 2Bi₂ (endopedregoso), entre 40 e 50 cm e na base do horizonte A; carvão enterrado (30 - 40 cm).

PERFIL 15

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo rupestre em patamares sobre quartzito sericítico (2)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Projeto: Capivari II

Localização: município de Itabirito - MG

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 639243 7770916

Altitude: 1405 metros

Posição na paisagem: topo

Cobertura vegetal: campo rupestre herbáceo arbustivo com velózias

Litologia e unidade estratigráfica: quartzito sericítico. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Maquiné. Neoarqueano

Material originário: quartzito sericítico

Uso atual: vegetação natural

Relevo local: de montanhoso a escarpado

Drenagem: imperfeitamente drenado

Erosão: laminar ligeira

Pedregosidade: pedregosa

Rochosidade: extremamente rochosa

- A 0 – 10 cm; (10YR 4/2); textura arenosa; estrutura grãos simples e fraca, pequena, blocos subangulares; consistência solta a macia, solta a muito friável, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana;
- C 10 – 15 cm; (10YR 5/6); textura arenosa; sem estrutura; consistência solta, solta, não plástica e não pegajosa;
- R 15+ cm

Raízes: comuns, finas e médias

Outras observações: selamento superficial. Este geoambiente é muito semelhante ao que foi amostrado pelo perfil 10. Entretanto, nota-se diferenças sutis entre a fitofisionomia e, principalmente, quanto ao material de origem (quartzito sericítico do Supergrupo Rio das Velhas X quartzito/conglomerado com cimento carbonático (?) do Supergrupo Minas).

PERFIL 16

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo rupestre quartzítico degradado de topo (3)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Data: 13/09/2012

Projeto: Capivari II

Localização: município de Itabirito - MG

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 639418 7770717

Altitude: 1371 metros

Posição na paisagem: topo aplainado (platô)

Cobertura vegetal: campo herbáceo com velózias

Litologia e unidade estratigráfica: Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Maquiné, Formação Casa Forte

Material originário: quartzito sericítico

Uso atual: vegetação natural/pastagem

Relevo local: suave ondulado

Drenagem: de moderadamente drenado

Erosão: forte; laminar, sulcos e ravinas

Pedregosidade: pedregosa

Rochosidade: ligeiramente rochosa

- A 0 – 12 cm; (10YR 5/3); textura média baixa/arenosa; estrutura grãos simples e fraca, média/grande, blocos subangulares; consistência macia, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana;
- C₁ 12 – 21 cm; (10YR 5/2); textura média baixa; estrutura grãos simples; consistência solta, solta, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana;
- C_r 21 – 45+ cm; (10YR 5/8); textura média; sem estrutura; consistência macia, friável, muito plástica e pegajosa;

Outras observações: selamento superficial; sinais de degradação de causa antrópica e natural (fogo, criação, estrada); pontuações de ferro oxidado, de forma irregular, indicando drenagem ineficiente. Linha de pedra no C₁ indica desmonte das encostas adjacentes rochosas de quartzito; C₁ apresenta croma mais baixo do que A (podzolização?).

Da mesma forma que o perfil 10 pode ser confundido com o perfil 15, o perfil 16 pode ser confundido com o perfil 09: ambos representam campos herbáceos sobre platôs quartzíticos, porém apresentando fitofisionomia discretamente diferente (um é com velózia e o outro é sem velózia), altitudes discrepantes e material de origem diferente. Entretanto, está claro a maior representatividade do geoambiente amostrado pelo perfil 16, por este abranger uma área de campo muito maior e com contraste maior com as cristas adjacentes de quartzito. O geoambiente amostrado pelo perfil 09, por sua vez, se apresenta bem mais preservado, sem sinais de degradação (fogo, estrada, pastoreio).

PERFIL 17

Classificação: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico

Geoambiente amostrado: capões florestais baixos sobre drenagens encaixadas (5)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Projeto: Capivari II

Localização: município de Itabirito - MG

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 639450 7769699

Altitude: 1112 metros

Posição na paisagem: nível de base (ambiente fluvial)

Cobertura vegetal: capão florestal baixo (mata ciliar)

Litologia e unidade estratigráfica: Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Maquiné, Formação Palmital

Material originário: colúvio de quartzito

Uso atual: vegetação original

Relevo local: plano

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

- A 0 – 10 cm; (7,5YR 3/1); textura arenosa; estrutura grãos simples e fraca, pequena/média, granular; consistência solta, solta, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana;
- C₁ 10 – 22 cm; (7,5YR 4/1); textura média baixa; grãos simples e fraca, média, granular; consistência solta, solta, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana;
- C₂ 22 – 52 cm; (7,5YR 4/2); textura média; estrutura grãos simples e fraca, média, blocos subangulares; consistência solta, solta, plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana;
- C₃ 52 – 80+ cm; (7,5 YR 4/2,5); textura média; estrutura grãos simples e fraca, média/pequena, blocos subangulares; consistência solta, solta a muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa;

Raízes: muitas raízes finas no hor. A; raízes finas a grossas em todo o perfil

Outras observações: serapilheira em estágio inicial de decomposição (5 cm de espessura), que são periodicamente lavadas pela inundação

PERFIL 18

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

Geoambiente amostrado: campo rupestre quartzítico em patamares sobre RL (2)

Perfil completo descrito por: Lucas, Tiago e Pedro

Data: 13/09/2012

Projeto: Capivari II

Localização: município de Itabirito - MG

Relevo regional: montanhoso

Coordenadas: 23 K 639098 7769379

Altitude: 1112 metros

Posição na paisagem: terço médio da encosta

Cobertura vegetal: campo rupestre herbáceo com velózias

Litologia e unidade estratigráfica: Quartzito sericítico. Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Maquiné, Formação Casa Forte. Neoarqueano

Material originário: quartzito sericítico

Uso atual: vegetação original

Relevo local: montanhoso

Drenagem: imperfeitamente drenado

Erosão: moderada; laminar, sulcos

Pedregosidade: muito pedregosa (epipedregoso)

Rochosidade: ligeiramente rochosa

A 0 – 11/14 cm; (10YR 4/4); textura média; estrutura moderada, muito pequena, granular; consistência macia, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada;

C_r 11/14 – 25 cm; (10YR 5/6); apédico (sem estrutura)

Raízes: muitas, de muito finas a finas no raízes finas no hor. A e poucas, finas no topo do C_r