

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

MÁRCIO LUIZ DA SILVA

**TURFEIRAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL:
MAPEAMENTO E ESTOQUE DE MATÉRIA ORGÂNICA**

**DIAMANTINA - MG
2012**

MÁRCIO LUIZ DA SILVA

**TURFEIRAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL:
MAPEAMENTO E ESTOQUE DE MATÉRIA ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Recursos Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre
Christofaro Silva

**DIAMANTINA - MG
2012**

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 - 2618.

S586t	<p>Silva, Márcio Luiz da Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: mapeamento e estoque de matéria orgânica / Márcio Luiz da Silva. – Diamantina: UFVJM, 2012. 139p.</p> <p>Orientador: Alexandre Christofaro Silva</p> <p>Dissertação (Mestrado - Curso de Pós Graduação em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Geoprocessamento. 2. Sensoriamento remoto. 3. Matéria orgânica do solo. 4. Datações radiocarbônicas. 5. Mudanças ambientais quaternárias. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;">CDD 910.285</p>
-------	--

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**TURFEIRAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL:
MAPEAMENTO E ESTOQUE DE MATÉRIA ORGÂNICA**

Márcio Luiz da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

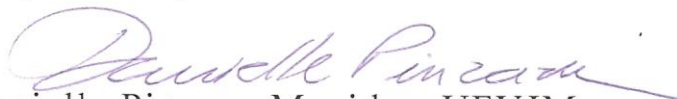
APROVADA EM 15 / 02 / 2012



Prof. Pablo Vidal Torrado – Esalq/USP



Prof.^a Gleyce Campos Dutra – UFVJM



Prof.^a Danielle Piuzana Mucida – UFVJM



Prof. Alexandre Christófaros Silva – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA
2012

OFEREÇO

Ao Senhor meu Deus, sempre presente na minha vida e a Nossa Senhora de Aparecida, advogada e intercessora.

O solo é o único ambiente onde se encontra reunido, em associação íntima, os quatro elementos: domínio das rochas, domínio das águas, domínio do ar e domínio da vida.

(Antônio T. Guerra & Antônio José Teixeira Guerra, 2003)

Dedico esta dissertação à minha mãe Maria Rosa da Silva (in memoriam), ao meu pai Teodoro Luiz dos Santos (in memoriam), ao meu filho Matheus Henrique Rodrigues Silva e a todos aqueles (amigos e familiares) que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão dessa pesquisa.

AGRADECIMENTO

“Nada existe de permanente a não ser a mudança.”
(Heráclito)

Agradeço primeiramente a Deus, autor da vida e senhor da história, pela constante presença na minha vida.

Em especial aos meus pais (*in memoriam*) pelo apoio incondicional que sempre me deram, principalmente no que diz respeito aos estudos, e às minhas irmãs, irmãos e parentes pela compreensão e contribuição. Em particular agradeço ao meu filho Matheus Henrique, razão da minha vida e existência, fonte de inspiração e motivo da minha dedicação.

Ao estimado professor e orientador Alexandre Christófaros Silva, pela amizade, pelos valiosos ensinamentos, pelo exemplo de vida e profissional, pelos incentivos, pelo bom humor sempre e pelas oportunidades.

Ao professor e amigo, Marcelino Moraes (UFVJM), pelo apoio, incentivo, conselhos e pelo grande exemplo como geógrafo.

Aos professores da Pós-Graduação em Ciência Floresta da UFRPE, em especial, Evandro Luiz Machado, Márcio Leles Romarco de Oliveira, Maria José Hatem de Souza e José Sebastião da Cunha Fernandes, pelo apoio e incentivo que me deram e pela seriedade e busca pelo padrão de excelência que sempre demonstraram em sala de aula.

Ao professor Pablo Vidal Torrado (ESALQ – USP), pelo apoio e pelos ensinamentos nos trabalhos de campo.

Aos colegas e amigos mestrandos e mestres, principalmente José Ricardo, Vinícius Evangelista, Jadir Silva, André Gianotti (Decim), Pablo Soares, Daniel Valadão, Rafaela Freire, Roberto Vial, Fabio Bispo, Diego Faustoso e Carlos (Ceará).

Aos grandes colegas do grupo pedologia, Gabriel, Gustavo, Uidemar, Bárbara, Ana Maria, Solange, Rafael, Magno e Maurício, pelas distintas contribuições que prestaram.

Aos amigos e funcionários do Colégio e Pré-Vestibular Cenasr, pela confiança e por terem acreditado na minha competência e no meu trabalho.

Aos colegas e amigos da Vigilância Sanitária (Mário Cristiano, Maurício, Anália, Eliane, Carla Diana, Carla Denise, Delvair) e aos colegas da Prefeitura pela compreensão e colaboração.

Gostaria de registrar os meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para conclusão deste projeto.

*“Não podemos estudar o solo, o clima, a água,
a vegetação de forma isolada e sim deve
prevalecer a visão integrada e sistêmica”*

(TROPMAIR, 2006)

RESUMO

SILVA, M. L. **Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: Mapeamento e Estoque de Matéria Orgânica**. 2012. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

A Serra do Espinhaço Meridional - SdEM, nascente do Rio Jequitinhonha e de importantes afluentes dos Rio São Francisco e Doce, possui litologias predominantemente quartzíticas e é caracterizada por apresentar áreas dissecadas entremeadas a superfícies de aplainamento, onde, nas depressões, ocorrem as turfeiras, grandes reservatórios de matéria orgânica e de água. A turfeira pode ser definida como um substrato constituído por restos de vegetais mortos, em diferentes estágios de decomposição, que se acumulam em sucessão em lugares úmidos ou encharcados onde haja uma considerável redução na atividade biológica devido às inóspitas condições do meio. É formada pelo acúmulo em sucessão de restos vegetais, em locais que apresentam condições que inibem a atividade de microrganismos decompositores, como excesso de umidade, baixo pH, escassez de oxigênio e temperaturas amenas. Outro papel importante reservado para as turfeiras é sua utilização como arquivo ambiental e cronológico da evolução das paisagens, das mudanças climáticas e da deposição atmosférica de metais pesados, em escala regional ou mesmo global. O objetivo deste trabalho foi mapear as turfeiras da porção norte da SdEM, determinar seu estoque de matéria orgânica armazenada e utilizar isótopos de carbono para identificar mudanças ambientais regionais que ocorreram no Quaternário. Turfeiras pré-selecionadas foram mapeadas através de trabalhos de campo e de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, utilizando os softwares Arcgis 9.3, Envi 4.5 e GPS Trackmaker Pro. A caracterização dos organossolos foi realizada de acordo com metodologia preconizada no Sistema Brasileiro de classificação de Solos. Amostras foram enviadas para determinação da composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e datações radiocarbônicas (^{14}C) por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. Numa primeira aproximação foi possível mapear 14.287,55 hectares de turfeiras distribuídas ao longo de 1.180.109 hectares da SdEM, o que representa 1,2% da área total. Essas turfeiras ocupam um volume médio de 170.021.845,00 metros cúbicos, armazenam 4.488.576,71 toneladas de matéria orgânica e acumulam em média 314,16 t ha⁻¹. A maioria das turfeiras mapeadas segue o seguinte padrão ambiental: ocorrem em áreas aplainadas da superfície S2, tendo em sua base rochas quartzíticas, entre 1100 e 1350 metros de altitude, onde as temperaturas e precipitações anuais médias são respectivamente menores que 19°C e maiores que 1200 mm e estão colonizadas por vegetação campestre, com esparsos capões de mata. Nas turfeiras da SdEM predominam os estágios de decomposição da matéria orgânica avançado (sáprico), seguido do intermediário (hêmico). A taxa de crescimento vertical variou entre 0,058 e 0,43 mm ano⁻¹, enquanto a taxa de acúmulo de carbono oscilou entre 0,95 e 53,91 g m⁻² ano⁻¹. As turfeiras que se situam em posições altimétricas de 1.000 a 1.200m e acima de 1.700 m são mais recentes (Holocênicas), ao passo que aquelas que ocupam posições entre 1.200 e 1.700 metros de altitude são mais antigas (Pleistocênicas). As turfeiras da SdEM, começaram a ser formadas no Pleistoceno Superior (42.175± 3390 anos A.P.), quando estavam colonizadas predominantemente por plantas de ciclo fotossintético CAM. A vegetação foi mudando gradativamente para plantas do ciclo fotossintético C₃ ao longo da transição Pleistoceno-Holoceno, processo associado a mudanças paleoclimáticas. Através de mapeamentos via técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto foi possível entender melhor a natureza geológica, geomorfológica e hidroclimatológica das turfeiras e sua inserção na paisagem regional. Os ambientes turfosos da SdEM guardam significativa importância no armazenamento de carbono orgânico e água e enquanto testemunho de mudanças

paleoambientais, o que fundamenta uma necessidade urgente e emergente no sentido de proporcionar maior proteção e preservação a esses pedoambientes.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Matéria Orgânica do Solo, Datações Radiocarbônicas, $\delta^{13}\text{C}$, Mudanças Ambientais Quaternárias.

ABSTRACT

SILVA, M. L. **Peatlands of the Range Espinhaço Meridional: Mapping and Inventory of Organic Matter**. 2012. 139 p. Dissertation (Master of Forest Science) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

The Range Espinhaço Meridional - SdEM, spring Jequitinhonha River and major tributaries of the Rio São Francisco and Doce, possesses predominantly quartzitic lithologies and it is characterized by dissected areas interspersed the planning surfaces where bogs, large reservoirs of organic matter and water occur in the depressions. The bog can be defined as a substrate consisting of remains of dead plants at different stages of decomposition which accumulate in succession in wet or moist places where there is a considerable reduction in biological activity due to inhospitable environmental conditions. It is formed by the accumulation of plant remains in succession, in places that present conditions that inhibit the activity of decomposing microorganisms, such as excessive moisture, low pH, lack of oxygen and warm temperatures. Another important role is reserved for use as peat environmental and chronological file of landscape evolution, climate change and atmospheric deposition of heavy metals in regional or even global. The study aims to map the peat bogs of the northern portion of SdEM, to determine their stock of organic matter stored and to use carbon isotopes to identify regional environmental changes that occurred in the Quaternary. Pre-selected Peatlands were mapped through field work and GIS techniques and remote sensing, using the software Arcgis 9.3, Envi 4.5 and GPS TrackMaker Pro. The characterization of Histosols was performed according to the methodology proposed in the Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Samples were sent for determination of the isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}$) and radiocarbon dating (^{14}C) by liquid scintillation spectrometry of low background radiation. In a first approximation it was possible to map 14,287.55 hectares of peat bogs distributed over 1,180,109 hectares of SdEM, which represents 1.2% of the total area. These bogs occupy an average volume of cubic 170,021,845.00 meters, store 4,488,576.71 tons of organic matter and accumulate an average of 314.16 t ha⁻¹. Most bogs mapped follow the environmental pattern: they occur in areas flattened of the S2 surface, having in its base quartzite rocks, being analyzed between 1100 and 1350 meters of altitude, where temperatures and annual rainfall averages are respectively less than 19 ° C and higher than 1200 mm and are colonized by grassland with scattered clumps of forest. In the bogs predominate advanced stage of decomposition of organic matter (sapric), followed by intermediate (hemic). The vertical growth rate varied between 0.058 and 0.43 mm yr⁻¹, while the rate of carbon accumulation ranged between 0.95 and 53.91 g m⁻² yr⁻¹. The peat bogs which are located at altimetry positions between 1,000 and 1.200m and above 1,700 m are more recent (Holocene), while those in positions between 1,200 and 1,700 meters are older (Pleistocene). The peat bogs of SdEM began being formed in the Late Pleistocene (42,175 ± 3390 years BP), when plants were colonized predominantly by CAM photosynthetic cycle. The vegetation was changing gradually for plant by C3 photosynthetic cycle along the Pleistocene-Holocene transition, a process associated with paleoclimatic changes. By mapping through GIS techniques and remote sensing could better understand the geological, geomorphological and hydroclimatology of the bog and its insertion into the regional landscape. The environments of peat SdEM hold significant importance in organic carbon storage and water and as testimony of paleoenvironmental change, which underlies an emerging and urgent need in order to provide greater protection and preservation of these pedoenvironment.

Keywords: Geoprocessament, Remote Sensing, Soil Organic Matter, Radiocarbon Dates, $\delta^{13}\text{C}$, Quaternary Environmental Change.

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Material de Turfeiras da SdEM	5
Figura 2	Localização da Área de Estudo	21
Figura 3	Representação da evolução geotectônica do Rifte Espinhaço	29
Figura 4	Representação Esquemática da Evolução Geodinâmica do Espinhaço Meridional	31
Figura 5	Mapa Geológico da SdEM	43
Figura 6	Espacialização de Turfeiras nas Principais Unidades Geológicas da SdEM ..	46
Figura 7	Formação Galho do Miguel no Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG)	47
Figura 8	Formação Sopa-Brumadinho Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG)	48
Figura 9	Principais Unidades Geomorfológicas da SdEM	49
Figura 10	Principais Unidades de Mapeamento Pedológico da SdEM	51
Figura 11	Ação do Intemperismo Químico na SdEM	53
Figura 12	Mapa da Hidrografia da SdEM	55
Figura 13	Os Quatro Tipos Fundamentais de Canais Fluviais	56
Figura 14	Meandro do Rio Jequitinhonha, em Diamantina – MG	56
Figura 15	Os Principais Padrões de Drenagem	58
Figura 16	Precipitação Média Anual na SdEM	60
Figura 17	Temperatura Média Anual na SdEM	61
Figura 18	Formações Vegetais da SdEM	63
Figura 19	Formações de Cerrado na SdEM	64
Figura 20	Formações de Cerrado Rupestre na SdEM	64
Figura 21	“Canela de Ema”, Espécie Típica nos Campos Rupestres da SdEM	65
Figura 22	Formações de Mata Seca nos Paredões de Calcários na Borda da SdEM	65
Figura 23	Formações de Campo e Capão no Distrito de São João da Chapada na SdEM	66
Figura 24	Hipsometria da SdEM	67

Figura 25	Modelo Digital de Elevação (MDE) da SdEM	68
Figura 26	Relevo Sombreado da SdEM	69
Figura 27	Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, em Diamantina – MG	70
Figura 28	Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de Pinheiros	70
Figura 29	Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de São João da Chapada	71
Figura 30	Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de Mendes	71
Figura 31	Turfeira do Distrito de Mendes (Diamantina – MG)	75
Figura 32	Turfeira I do Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG)	76
Figura 33	Turfeira II do Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG)	77
Figura 34	Turfeira I do Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG)	78
Figura 35	Turfeira II do Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG)	79
Figura 36	Turfeira I do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG	80
Figura 37	Turfeira II do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG	81
Figura 38	Turfeira III do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG	82
Figura 39	Turfeira do Distrito de Sopa (Diamantina – MG)	83
Figura 40	Frequências Gerais dos Estágios de Decomposição da Matéria Orgânica nas Turfeiras	87
Figura 41	Frequências dos Estágios de Decomposição da Matéria Orgânica por Turfeira	87
Figura 42	Relação entre matéria orgânica e A) umidade; B) fibras esfregadas; C) Material mineral e D) Densidade do solo.....	88
Figura 43	Localização dos Perfis de Datação na SdEM	92

LISTA DE TABELAS

		Pág.
Tabela 1	Classificação das Turfas pelo Grau de Decomposição, segundo von Post	7
Tabela 2	Escala do Tempo Geológico	13
Tabela 3	Ciclos Glaciais e Interglaciais no Quaternário	15
Tabela 4	Estratigrafia da SdEM	23
Tabela 5	Superfícies de Aplainamento na Região SE do Brasil	34
Tabela 6	Descrição da Geologia da SdEM	44
Tabela 7	Espacialização das Turfeiras nas Formações Geológicas da SdEM	47
Tabela 8	Espacialização das Turfeiras nas Unidades Geomorfológicas da SdEM	50
Tabela 9	Unidades de Mapeamento de Solos da SdEM	52
Tabela 10	Espacialização das Turfeiras nas Unidades Pedológicas da SdEM	52
Tabela 11	Bacias Hidrográficas da SdEM	54
Tabela 12	Espacialização das Turfeiras nas Bacias da SdEM	58
Tabela 13	Precipitação Média da SdEM	59
Tabela 14	Temperatura Média da SdEM	59
Tabela 15	Fitogeografia da SdEM	62
Tabela 16	Eventos Denudacionais Definidos para a Serra do Espinhaço em Minas Gerais	72
Tabela 17	Distribuição das Turfeiras nos Níveis Altimétricos da SdEM	73
Tabela 18	Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica de Turfeiras da SdEM	74
Tabela 19	Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras da SdEM	84
Tabela 20	Atributos das Amostras de Organossolos em Estudo nas Turfeiras da SdEM .	85
Tabela 21	Taxa de Crescimento Vertical e de Acúmulo de Carbono de Perfis de Turfeiras da SdEM	90
Tabela 22	Idades Radiocarbônicas e Composições Isotópicas de Perfis de Turfeiras da SdEM	91

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	VIII
ABSTRAT	X
LISTA DE IGURAS	XII
LISTA DE TABELAS	XIV
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO	2
2.1 – Objetivo geral	2
2.2 – Objetivos específicos	2
3 – HIPÓTESE	3
4 - REFERENCIAL TEÓRICO	3
4.1 – Turfeiras	3
4.2 – Caracterização das Turfeiras	4
4.3 – Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM	7
4.4 – Estoque e Taxa de Crescimento e de Acúmulo de Carbono em Turfeiras ..	9
4.5 – Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos Ambientais	12
4.6 – Mudanças Ambientais Quaternárias no Planeta Terra e no Brasil	13
4.7 – Turfeiras como Testemunho de Mudanças Ambientais	17
5 - MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 – Caracterização da área de estudo	22
5.1.1 – Geologia	22
5.1.1.1 – Estratigrafia	22
5.1.1.2 – Geotectônica	28
5.1.2 – Geomorfologia	31
5.1.3 – Pedologia	35
5.1.4 – Hidrografia	35
5.1.5 – Climatologia	36
5.1.6 – Fitogeografia	37
5.2 – Trabalhos de Campo	37
5.3 – Trabalhos de Laboratório	38
5.3.1 - Caracterização de Organossolo	38
5.3.2 - Composição Isotópica e Idades Radiocarbônicas	39
5.4 – Cartografia	39
5.4.1 – Aquisição do Banco de Dados e das Imagens de Radar e de Satélite	39
5.4.2 – Tratamento das Imagens e Manipulação dos Dados	41

5.4.3 – Mapeamento das Turfeiras	41
5.5 – Análise Estatística	42
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1 – Mapeamento das Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM	42
6.1.1 – Delimitação das Turfeiras	42
6.1.2 - Geologia da SdEM e as Turfeiras	42
6.1.3 - Geomorfologia da SdEM e as Turfeiras	48
6.1.4 - Solos da SdEM e as Turfeiras	50
6.1.5 - Hidrografia da SdEM e as Turfeiras	54
6.1.6 - O Clima da SdEM e as Turfeiras	59
6.1.7 - Vegetação da SdEM e as Turfeiras	62
6.1.8 – Declividade, Hipsometria, Modelo Digital de Elevação (MDE) e as Turfeiras da SdEM	66
6.2 – Determinação do Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM	73
6.2.1 – Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras Mapeadas	73
6.2.2 - Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras da SdEM	83
6.3 – Atributos Morfológicos, Físicos e Químicos dos Perfis Estudados	84
6.4 – Valor Ambiental das Turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM	90
6.4.1 – Gênese e Evolução das Turfeiras da SdEM e Mudanças Ambientais	91
7 - CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	113

1 - INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço é constituída por um conjunto de elevações alinhadas na direção norte – sul, desde os limites dos Estados do Piauí – Bahia – Pernambuco ao norte, até a região central do Estado de Minas Gerais ao sul (ALMEIDA-ABREU, 1989). A sua parte meridional estende-se por cerca de 300 km, desde o Quadrilátero Ferrífero (19,5 ° S) até a região de Olhos d'Água (17° S) e abrange a região do Alto Jequitinhonha, onde se situam os Parques Estaduais do Biribiri, do Rio Preto e do Itambé e o Parque Nacional das Sempre-Vivas. Para Saadi (1995) o termo planalto define de maneira mais clara a realidade fisiográfica desse conjunto de terras altas de Minas Gerais, a Serra do Espinhaço.

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) abrange cerca de 3,5 milhões de ha, onde vivem cerca de 700 mil pessoas, em 53 municípios (SILVA et al., 2005). Por possuir beleza cênica impressionante, biodiversidade endêmica e sistemas naturais raros, peculiares e intimamente relacionados ao endemismo, como as Turfeiras, foi classificada pela UNESCO como “Reserva da Biosfera Terrestre”.

Quanto à evolução geodinâmica do Espinhaço, uma sucessão de eventos denudacionais e deposicionais compartimentou o relevo da serra e formou os níveis de aplainamento cujos testemunhos atuais se encontram entre 1800 e 1700 metros, entre 1600 e 1500 metros, entre 1400 e 1350 metros, entre 1300 e 1250 metros, entre 1050 e 1000 metros e entre 1000 e 950 metros (SAADI & VALADÃO, 1987). Esses pediplanos foram correlacionados respectivamente com as Superfícies de Aplainamento Gondwana e Pós-Gondwana, Sul Americana, Paraguaçu e Velhas, propostas por King (1956).

Nestes níveis de aplainamento são encontradas as turfeiras formadas pelo acúmulo em sucessão de restos vegetais, em locais que apresentam condições que inibem a atividade de microrganismos decompositores, como excesso de umidade, baixo pH, escassez de oxigênio e temperaturas amenas.

Estima-se que em todo o mundo exista cerca de 420 milhões de ha (hectare) de turfeiras, o equivalente a 4,2% da superfície da Terra (GORHAM, 1991). A maior parte, cerca de 350 milhões de ha, está no Hemisfério Norte e, entre 30,5 e 45,9 milhões encontram-se nos Trópicos (RIELEY et al. 2008). Entretanto, o mapa de distribuição dos organossolos no Planeta Terra (FAO, 1990) não identifica estes solos no Território Nacional.

No Brasil, estima-se que as turfeiras ocupem cerca de 611.883 ha, o que corresponde aproximadamente a 0,07% do território nacional (VALLADARES, 2003). Porém, neste estudo, não há menção de turfeiras na SdEM.

As turfeiras são importantes reservatórios de carbono. Martinelli et al. (2009) estimaram que o estoque de carbono nos solos do planeta Terra seja da ordem de 1,6 trilhões de toneladas, distribuídos por cerca de 10 bilhões de hectares. Analisando em conjunto os dados de Gorham (1991) e Martinelli et al. (2009), obtém-se que as turfeiras representam 4,2 % dos solos do Planeta e estocam 28,4 % de seu carbono. Outro papel importante das turfeiras é como reservatório de água e testemunho de mudanças paleoambientais (BEHLING, 1995, SHOTYK et al., 1997; BARBIERI et al., 2000; PONTEVEDRA-POMBAL & MARTÍNEZ CORTIZAS, 2004).

Em mapeamentos de solos realizados em 112.233 ha de unidades de conservação nesta Serra, Silva (2004a, b e c) e Silva (2005) identificou a ocorrência 12.814 ha de turfeiras (organossolos) associadas a outros solos. Estimativas mais recentes apontam para uma área de turfeiras na SdEM ainda maior. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto podem contribuir para validar as estimativas.

A importância das turfeiras da SdEM transcende sua influência no endemismo da biodiversidade ou sua beleza paisagística. Elas constituem importantes e significativos reservatórios de carbono e de água e guardam marcas de mudanças ambientais pretéritas.

2 – OBJETIVO

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é mapear as turfeiras da porção norte da SdEM, determinar seu estoque de matéria orgânica armazenada e utilizar isótopos de carbono para identificar mudanças ambientais regionais que ocorreram no Quaternário.

2.2 - Objetivos Específicos

- a) Mapear, através de trabalhos de campo e imagens de satélite Landsat, as turfeiras da SdEM;
- b) Elaborar a caracterização geológica, geomorfológica, pedológica, hidrográfica, climática e fitogeográfica da SdEM;
- c) Quantificar a área ocupada pelas turfeiras na porção norte da SdEM;
- d) Determinar o volume ocupado pelas turfeiras da porção norte da SdEM;
- e) Quantificar o estoque matéria orgânica neste pedoambiente;
- f) Identificar mudanças ambientais ocorridas na SdEM no Quaternário por meio dos isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C) da matéria orgânica das turfeiras.

3 - HIPÓTESE

As turfeiras da SdEM são o pedoambiente que mais armazena matéria orgânica no estado de Minas Gerais por unidade de área e são testemunhos de mudanças ambientais ocorridas no Quaternário.

4 - REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 – Turfeiras

A turfa pode ser definida como um substrato constituído por restos de vegetais mortos, parcialmente decompostos, que se acumulam em sucessão em lugares úmidos ou encharcados onde haja uma considerável redução na atividade biológica devido às inóspitas condições do meio. Gerações consecutivas de vegetais se transformam em turfa pelo empilhamento de camadas, cujas propriedades físicas e químicas variam em função da composição da vegetação, do grau de decomposição e da quantidade de matéria orgânica. A cor da turfa pode variar do amarelo ao negro pardacento, dependendo do grau de decomposição biológica, da desintegração mecânica das fibras vegetais e da presença de sedimentos (GARCIA, 1996). Em estado natural, é composta por 90% de água e 10% de material sólido formado por fibras vegetais, musgos, raízes, flores, pólen, entre outros (IPCC, 2007).

Assim, a turfeira é um produto da decomposição de vegetais, que se desenvolvem e se acumulam em corpos d'água ou em ambientes saturados, sendo o estágio inicial da seqüência de carbonificação. O acúmulo da massa vegetal morta ocorre em condições de excessiva umidade, baixo pH e escassez de oxigênio, passando por processos de mineralização lenta e de humificação. A matéria vegetal perde gradativamente a estrutura primária, originando produtos residuais que reagem novamente e se polimerizam (processos bio e geoquímicos), formando compostos de estruturas complexas, com o enriquecimento contínuo de carbono fixo (PEREIRA et al., 2005).

Pontevedra Pombal & Martínez Cortizas (2004) definem as turfeiras como um ecossistema úmido, composto principalmente por plantas higrófilas que, ao crescer e suceder-se no tempo e no espaço, acumulam grande quantidade de matéria vegetal morta. Moore (1989) considera as turfeiras um sistema de elevada energia, concentrando a energia solar dispersa entre os organismos do solo em forma de turfa, originando um desequilíbrio, devido a relação acúmulo/decomposição-mineralização da matéria orgânica bem superiores à unidade.

Dessa forma, as turfeiras são ambientes dinâmicos e altamente especializados, de origem predominantemente vegetal, criados pelo crescimento contínuo da vegetação que coloniza a área, sendo os seus restos acumulados em forma de turfa. Em geral, esse material possui baixas proporções de material inorgânico, geralmente inferior a 5%, exceto em turfeiras mineralotróficas (PONTEVEDRA-POMBAL, 2002).

Para Grover (2006) elas podem ser formadas tanto em locais de elevadas altitudes como em planícies fluviais e mangues, onde as condições favoreçam o acúmulo de matéria orgânica.

As turfeiras são classificadas como Organossolos tiomórficos, fólicos ou háplicos (EMBRAPA, 2006), Histosols (USDA, 1999) ou Histossoles (FAO – UNESCO, 1990).

Segundo EMBRAPA (2006), os Organossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico, contendo teor de carbono superior a $8,0 \text{ dag kg}^{-1}$, coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.

Essa condição de anaerobiose restringe o processo de mineralização da matéria orgânica e limita o processo pedogenético, conduzindo a uma acumulação de matéria orgânica. Essa acumulação, por sua vez, pode ser favorecida também por condições de baixas temperaturas que reduzem a atividade biológica (EMBRAPA, 2006).

Na geologia, áreas sedimentares com depósitos de materiais orgânicos são chamadas de turfeiras. Como as turfás são intimamente relacionadas aos materiais de origem dos Organossolos, em várias publicações esses solos são referidos usando-se como sinônimo o termo material turfoso ou turfeira (PEREIRA et al., 2005).

4.2 – Caracterização das Turfeiras

A turfa (figura 1) é um substrato bastante heterogêneo e as características físicas do solo formado predominantemente por esse substrato variam significativamente de acordo com o resultado da sua composição botânica, o conteúdo de elementos inorgânicos e o grau de decomposição da matéria orgânica. Dessa forma, existe uma relação contínua e gradativa entre um solo formado por uma turfa genuína, um solo turfoso mais ou menos húmico e um solo mineral rico em matéria orgânica (PONTEVEDRA-POMBAL, 2002).



Figura 1. Material de Turfeiras da SdEM.

As turfeiras **mineralotróficas** inicialmente estão condicionadas, em grande parte, por um contato maior com o substrato basal inorgânico, sendo a água que circula através dela classificada em dois tipos: solígena, se a água é de corrente e topógena, se a água é de surgência. As turfeiras **ombrotróficas**, também chamadas de turfeira de cobertor, surgem a partir da acumulação de matéria orgânica que, ao se elevar verticalmente, diminui a influência da rocha basal, recebendo todo o suporte hídrico e mineral da atmosfera. Quando se desenvolvem diretamente sobre o substrato rochoso, são denominadas turfeiras de cobertor. Em posição intermediária entre as duas citadas anteriormente existem as **mesotróficas** ou **transicionais**, que apresentam características das Mineralotróficas e Ombrotróficas (MITSCH e GOSELINK, 1993; PONTEVEDRA-POMBAL, 2002).

No Brasil, as turfeiras são qualificadas como Organossolos (Embrapa, 2006), que são classificados, em nível de Grande Grupo, de acordo com o estágio de decomposição do material orgânico (STANEK & SILC, 1977 *apud* PEREIRA et al., 2005), como fíbrico, hêmico e sáprico da seguinte forma:

a) Fíbrico: material formado por fibras vegetais facilmente identificáveis (Tabela 1). Possui uma porcentagem de fibras esfregadas maior ou igual a 40% e índice de pirofosfato maior ou igual a 5. Se o volume de fibras esfregadas (FE) for maior ou igual a 75%, o índice de pirofosfato não se aplica. Na escala de von Post a classificação pode variar de 1 até 4.

b) Hêmico: nesta classe o material orgânico está em estágio intermediário de decomposição, de forma que não satisfaça os critérios para ser classificado como fíbrico ou sáprico.

Apresenta porcentagem de fibras esfregadas variando de 17 a 40%. Na escala de von Post, é classificado como 5 ou 6.

c) Sáprico: nesta classe o material orgânico apresenta-se em estágio avançado de decomposição (Tabela 1). Normalmente, possui menor teor de fibras, maior densidade e menor capacidade de retenção de água. O teor de fibras esfregadas é menor que 17% e o índice de pirofosfato menor ou igual a 3. Na escala de von Post, recebe a classificação maior que 7. Apresenta cores pelo pirofosfato de sódio com valor menor que 7, com exceção das cores 5/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2 ou 7/3.

Os diferentes estágios de decomposição da matéria orgânica influenciam, de maneira geral, nos processos de formação e nas propriedades do solo. Discutindo a relação entre matéria orgânica e pedogênese, Anjos et al. (2008) explanam que os processos fundamentais de formação dos solos envolvem o intemperismo originário, a incorporação de material humificado e o movimento de solutos e sólidos no perfil do solo.

Em ambiente tropical, existe uma grande diferença na intensidade e nos processos de intemperismo que ocorrem à superfície e em profundidade do solo. Essas diferenças também sofrem a influência da matéria orgânica e da atividade de organismos. O intemperismo de minerais primários é relativamente mais intenso e ocorre a uma maior profundidade, quando comparado a ambientes de clima temperado. A matéria orgânica, ao contrário, concentra-se na camada superficial do solo e, com algumas exceções, é rapidamente mineralizada. A região principal de intemperismo ativo encontra-se além da influência de ácidos orgânicos produzidos na superfície. O principal tipo de intemperismo é geoquímico, controlado pelos fatores clima, material de origem e topografia (drenagem) (ANJOS et al., 2008).

Tabela 1. Classificação das Turfas pelo Grau de Decomposição, segundo von Post.

Graus de humosidade	Característica	Cor da água que flui entre os dedos	Fração da turfa que flui entre os dedos	Permanece na mão		CLASSE	
				Forma	Estrutura vegetal		
H1	Sem decomposição	Incolor	Não passam sólidos entre os dedos	Não tem aspecto gelatinoso	Estrutura vegetal nitidamente reconhecível	FIBROSA	
H2	Muito pouco decomposta	Ligeiramente castanha					
H3	Muito fracamente decomposta	Castanha fraca					
H4	Fracamente decomposta	Muito castanha					
H5	Decomposta	Líquido escuro	Passa pouco	Apresenta aspecto gelatinoso	Ainda pouco reconhecíveis os vegetais	HÊMICA	
H6	Bem decomposta		Passa 1/3 do volume				
H7	Fortemente decomposta		Passa a metade				
H8	Muito fortemente decomposta		Passam 3/5 do volume	Ficam na mão resíduos de fibras e raízes			SÁPRICA
H9	Quase totalmente decomposta		Passa quase tudo				
H10	Completamente decomposta	O material flui integralmente entre os dedos	Sobra muito pouco na mão				

Fonte: modificado de Stanek & Silc (1977), citados por Pereira et al., (2005).

Relativo ao papel da matéria orgânica na gênese de organossolos, Anjos et al. (2008) caracterizam a formação de espessos depósitos de matéria orgânica bruta (“peat”) como um processo geogênico, onde o material de origem (sedimentos orgânicos) é depositado e preservado pela saturação com água e anaerobiose do sistema. Assim, os principais fatores responsáveis pela gênese de Organossolos são o relevo, favorecendo condições hidrológicas de permanente hidromorfismo, e o tipo de vegetação, associada à fonte e à qualidade de água (teor e tipo de elementos minerais presentes, tais como Ca, Mg, Na ou S) e ao fator clima. Como principais mecanismos de formação, destacam-se a adição de biomassa, geralmente caracterizada por uma sucessão de espécies vegetais à medida que camadas de material orgânico são acumuladas, e a reduzida intensidade de transformação devido ao ambiente anaeróbico.

4.3 – Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM

De acordo com BRASIL (1997), o geossistema denominado Serra do Espinhaço Meridional corresponde a um conjunto maciço de relevos estruturais dobrados, quebrados e desnivelados por falhamentos, elaborados em quartzitos ortoquartzíticos e quartzitos conglomeráticos com intercalações lenticulares de filitos e xistos do Supergrupo Espinhaço. Vales escarpados adaptados a falhas, delimitados por cumeadas aguçadas, seguem as linhas

preferenciais N-S da estrutura e compõem setores de dissecação diferencial. No dorso, relevos residuais do tipo inselbergue elevam-se sobre planos desnudados revestidos de campos rupestres. Do sopé desses residuais partem rampas pedimentadas que coalescem em depressões rasas preenchidas com areias resultantes da desagregação das rochas quartzíticas. A altitude máxima é de 2.072 metros, no Pico do Itambé. No Morro Dois Irmãos a altitude alcança 1.830 metros.

Os solos de 4 unidades de conservação da SdEM foram mapeados na escala de 1:25.000, abrangendo 112.233 ha, dos quais 12.814 ha correspondem a unidades de mapeamento situadas em depressões de superfícies de aplainamento, onde organossolos (Turfeiras) ocorrem associados a outros solos (SILVA, 2004a, b e c; SILVA, 2005b).

Nessa Serra se localiza também as nascentes do Rio Jequitinhonha e de seu maior afluente, o Rio Araçuaí, que são dois dos principais mananciais do Semi-Árido Mineiro. Importantes afluentes dos rios São Francisco (Rio Cipó, Rio Paraúna, Rio Jequitaí) e Doce (Rio do Peixe, Rio Guanhões) também possuem suas nascentes na SdEM (SILVA et al., 2005a,b). Todos estes mananciais possuem suas cabeceiras em áreas de turfeiras, que interferem nos atributos de suas águas como cor (escura) e pH (ácido), ambos influenciados pelas substâncias húmicas solubilizadas, provenientes das turfeiras. Alguns cursos d'água importantes regionalmente têm em seu nome, uma analogia à cor de suas águas. Como exemplos podem ser citados o Rio Preto (afluente do Rio Araçuaí), Rio Vermelho (afluente do Rio Guanhões), Rio Jequitinhonha Preto (afluente do Rio Jequitinhonha), além dos Rios Pardo e Pardo Pequeno, da bacia do Rio São Francisco.

Na SdEM, durante o Quaternário, a evolução de superfícies de aplainamento, escalonadas por altitudes e separadas por áreas dissecadas, onde predominam afloramento de rochas quartzíticas e neossolos litólicos, favoreceram a formação de diferentes tipos de turfeiras (HORAK et al., 2007b).

A constituição física, química e biológica dessas turfeiras é pouco conhecida. Silva (2004 a e c) obteve valores de carbono orgânico acima de 20 dag Kg⁻¹ e Augustin (1994) obteve idades radicarbônicas entre 38.750 e 17.190 anos A.P. (antes do presente) dessas turfeiras, com variação em profundidade. Turfeiras da Serra São José, considerada por vários autores como um prolongamento da Serra do Espinhaço, foram estudadas por Silva et al. (2004) e apresentaram idades entre 32.000 e 21.000 anos A.P.

As turfeiras formadas nessa região são extremamente ácidas, apresentam baixos teores de nutrientes, CTC muito elevada e altos teores de Al³⁺ trocável. Os elevados valores de CTC são devido aos elevados teores de matéria orgânica que, por sua vez, complexa o Al³⁺ em suas

cargas elétricas negativa mantendo-o no sistema. Outra característica importante desse pedoambiente é que sua densidade oscila em torno de $0,5 \text{ kg dm}^{-3}$, a espessura é moderada e a permeabilidade muito baixa, pois permanece saturado com água praticamente o ano todo (SILVA, 2005).

Esses atributos, aliados a muito baixa fertilidade natural, tornam esse pedoambiente extremamente frágil, onde somente um ecótipo vegetal mais rústico e adaptado a essas condições consegue sobreviver. Exemplo disso são as espécies do campo rupestre, que apresentam sistema radicular adaptado às condições de anaerobiose (SILVA et al., 2005).

A Comunidade Econômica Européia (CEE) considerou, por meio de Instrução Diretiva de 1992, as Turfeiras como ambientes naturais de interesse comunitário prioritário especial para conservação (DOCE, 1992). A Espanha, por sua vez, protegeu integralmente as Turfeiras em 1995, por meio de decreto Real (PONTEVEDRA-POMBAL & MARTÍNEZ CORTIZAS, 2004).

A elevação da Serra do Espinhaço Meridional à condição de “Reserva da Biosfera Terrestre” pela UNESCO em 2005 (SILVA et al., 2005) ressalta a importância ambiental dessa cordilheira; o que eleva a importância de preservação de seus Ecossistemas Turfosos.

4.4 – Estoque e Taxa de Crescimento e de Acúmulo de Carbono em Turfeiras

A dinâmica do carbono (C) no sistema planta-solo-atmosfera envolve vários processos químicos e bioquímicos que ocorrem em quatro principais etapas: a) incorporação de C atmosférico na forma de gás carbônico (CO_2) ao tecido vegetal das plantas (C orgânico), como produto da fotossíntese; b) transformações bioquímicas do C orgânico no solo, especialmente àquelas relacionadas com a atividade microbiana sobre os resíduos vegetais e matéria orgânica do solo (MOS); c) estabilização de parte do C orgânico oriundo dos vegetais na forma de MOS; d) emissão de parte do C orgânico para a atmosfera como produto da decomposição microbiana dos resíduos vegetais e da MOS, que pode ser aeróbica (liberando C- CO_2) ou anaeróbica (liberando predominantemente C na forma de metano (C- CH_4), mas também C- CO_2 e outros compostos voláteis) (SILVA et al., 2008,).

Em solo predominantemente anaeróbico, o estoque de C orgânico tende a ser maior do que em solo aeróbico, visto que a decomposição de muitos tipos de compostos orgânicos é limitada pelo ambiente redutor, especialmente àqueles aromáticos como a lignina (SILVA et al., 2008,). Microorganismos anaeróbicos, de modo geral, são menos eficientes em termos de decomposição do que organismos aeróbicos. Além disso, fungos e actinomicetos, grupos de organismos com capacidade de degradar frações orgânicas mais recalcitrantes, como a

lignina, são aeróbicos obrigatórios. Entretanto, alguns fatores que favorecem a decomposição mais rápida da matéria orgânica podem ocorrer em solos alagados: pH neutro, baixa densidade do solo, solos intensamente preparados a cada cultivo, suprimento de O₂ para a camada reduzida e elevada disponibilidade de nutrientes (SILVA, et al., 2008). As turfeiras e os organossolos, via de regra, se desenvolvem em ambientes significativamente alagados, armazenando uma grande quantidade de carbono na sua estrutura.

Segundo Gorham (1991), as turfeiras ocupam uma área de, aproximadamente, 420 milhões de ha no mundo e estima-se que, nessa área, considerando uma profundidade média de 2 m, estejam armazenados 455 bilhões de toneladas de carbono. Em período pós-glacial, o acúmulo de carbono em turfeiras se deu a uma taxa de 90 a 96 x 10⁶ t ano⁻¹. Do total de ambientes seqüestradores de carbono, cerca de 33% se localizam na Finlândia e na antiga União Soviética e outros 33% se localizam no Canadá e Alaska. Dessa forma, em se tratando de carbono seqüestrado em ambiente de turfeira, de 65 a 70% da reserva total estão na região boreal. Já a região marítima da Europa armazena em torno de 9 a 12% do carbono total (GORHAM, 1991).

Martinelli et al. (2009) estimaram que o estoque de carbono nos solos do planeta Terra seja da ordem de 1,6 trilhões de toneladas, distribuídos por cerca de 10 bilhões de hectares. Analisando em conjunto os dados de Gorham (1991) e Martinelli et al. (2009), obtém-se que as turfeiras representam 4,2 % dos solos do Planeta e estocam 28,4 % de seu carbono.

São raras em ambientes tropicais, onde ocorrem em elevadas altitudes e em planícies fluviais e mangues (JUNK, 1983).

Segundo Lopez (1984) existe cerca de 200 milhões de ha de organossolos no mundo, 32 milhões de ha nos trópicos e destes 22 milhões na Ásia, 3 milhões na África e 7 milhões na América, sendo que no Brasil estima-se cerca de 1 milhão de hectares, pouco mais de 0,1% do território nacional.

Apesar de serem raras em ambientes tropicais, ocorrendo somente em áreas específicas, as turfeiras são responsáveis pelo armazenamento de cerca de 83 milhões de toneladas de carbono somente na faixa tropical, na qual a taxa de acúmulo anual varia entre 0,59 a 1,45 t ha⁻¹ ano⁻¹ (RIELEY et al. 2008).

Valladares (2003) estimou que, no Brasil, a área com organossolos ocupa cerca de 611.883 hectares, o que corresponde a cerca de 0,07% do território nacional, mas não estimou o estoque de carbono nos organossolos brasileiros.

Campos (2009) realizou mapeamento ultradetalhado em uma turfeira de 81,75 ha da SdEM e obteve um estoque de carbono de 45.148 t, equivalendo a 552,2 t ha⁻¹.

Em ambiente de turfeira, a principal fonte de aporte de carbono é a fotossíntese realizada pela vegetação que coloniza a área. Assim, uma vez nesse ecossistema, o carbono pode seguir várias rotas: ser emitido para a atmosfera na forma de CO_2 e CH_4^+ ; ser levado para os mananciais na forma de carbono orgânico dissolvido, ou permanecer fixado no ambiente na forma de turfa ou na constituição de macro e microrganismos (FREEMAN et al., 2004).

Entretanto, a dinâmica desse elemento pode sofrer consideráveis alterações em função de mudanças nas condições de temperatura e umidade ambiente. Em períodos mais secos e quentes, grandes quantidades de C podem ser emitidas para a atmosfera predominantemente na forma de CO_2 . Em períodos mais chuvosos é observado um considerável aumento nos teores de carbono orgânico dissolvido nos mananciais que recebem água de drenagem de um ambiente de turfeira (WADDINGTON & ROULET, 1997; FREEMAN et al., 2004; PEREIRA et al., 2005).

Apesar das dificuldades para se entender a dinâmica do carbono em ambiente de turfeira, muitos trabalhos têm sido feitos no sentido de se calcular a taxa de acúmulo de carbono por ano. Em Galícia, na Espanha, Pontevedra-Pombal (2002) encontrou uma taxa de acúmulo de carbono de $37,5 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. Em turfeiras boreais canadenses, finlandesas e russas, essa taxa foi de $20 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (ARMENTANO & MENGES, 1986). Em outros locais da Europa, essa taxa foi relativamente superior às citadas anteriormente, de $48 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (ARMENTANO & MENGES, 1986).

Com relação ao crescimento vertical e anual da turfeira, Pontevedra-Pombal (2002), trabalhando com turfeiras de Galícia, encontrou uma taxa de crescimento anual variando de $0,2$ a $0,7 \text{ mm ano}^{-1}$, com média de $0,44 \text{ mm ano}^{-1}$. Em turfeira da Finlândia, Tolonen (1979) deparou com valores variando entre $0,6$ e $0,75 \text{ mm ano}^{-1}$. No Canadá, Gorham (1991) defrontou com valores na ordem de $0,48 \text{ mm ano}^{-1}$.

Campos et. al., (2010) obteve crescimento anual entre $0,14$ e $0,07 \text{ mm ano}^{-1}$ em uma turfeira da SdEM, sob vegetação de campo, onde as taxas de acúmulo de carbono variaram entre $20,4$ e $10,4 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. Na mesma turfeira, Silva (2011) obteve crescimento anual entre $2,5$ e $0,06 \text{ mm ano}^{-1}$, onde as taxas de acúmulo de carbono variaram entre 250 e $6 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ e relacionou as discrepâncias com diferenças entre fitofisionomias que colonizam a turfeira.

4.5 – Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos Ambientais

Com o avanço da ciência e da tecnologia, cada vez mais o geoprocessamento e o sensoriamento remoto vem sendo utilizado como ferramentas complementares e integrantes no processo de análise ambiental.

O geoprocessamento se define como o conjunto de tecnologias que utilizam representações computacionais do espaço geográfico para modelar e analisar fenômenos espaço-temporais. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de sistemas de informações geográficas (SIG ou GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. De acordo com Câmara (1995), um sistema de informação geográfico é um sistema de informação baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados. O referido autor coloca que a tecnologia de SIG pode trazer enormes benefícios devido à sua capacidade de manipular a informação espacial de forma precisa, rápida e sofisticada. A partir de diversos bancos de dados de diferentes órgãos, a elaboração de mapeamentos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, topográficos, fitogeográficos e climáticos, e a integração e correlação desses dados, de grande utilidade na caracterização fisiográfica das paisagens, se torna, com auxílio de trabalhos de campo e de laboratório, mais precisa e completa.

Segundo Rosa (2007), o sensoriamento remoto (SR) pode ser definido como a técnica de se adquirir informações sobre um alvo na superfície da Terra, por meio da captação da energia eletromagnética refletida ou emitida por ele e sem que haja contato físico entre este alvo e o sistema sensor que capta esta energia. De certa forma, o SR pode ser entendido como um processo de leitura, que por meio de vários sensores, dados são coletados remotamente, para que sejam analisados no intuito de gerar informação acerca de objetos, áreas, ou fenômenos sob investigação. Figueiredo (2005) conceitua o SR como o “processo de captação de informações dos fenômenos e feições terrestres, por meio de sensores, sem contato direto com os mesmos, associado a metodologias e técnicas de armazenamento, tratamento e análise destas informações”. O sensoriamento remoto se evidencia como um excelente recurso, não desprezando os trabalhos de campo e a cartografia tradicional, na caracterização e mapeamento das paisagens. Nas imagens de satélites, através do comportamento espectral dos alvos e das resoluções (espacial, espectral, temporal e radiométrica) se torna possível identificar e diferenciar os elementos ou geocomponentes da paisagem, como a estrutura geológica, as classes de solos (seu uso e ocupação), a hidrografia e a cobertura vegetal, fundamentais na análise e interpretação das feições ambientais.

Tanto o Geoprocessamento como o Sensoriamento Remoto estão inseridos nas chamadas Geotecnologias (FLORENZANO, 2005). As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica (ROSA, 2005).

4.6 - Mudanças Ambientais Quaternárias no Planeta Terra e no Brasil

O Quaternário se constitui o período mais recente, a última grande divisão na escala do tempo geológico (Tabela 2). Dividido entre as Épocas ou Series Pleistoceno e Holoceno, o Quaternário teve início aproximadamente há 2 Ma A.P. (antes do presente), figurando-se o sistema mais recente da Era Cenozóica.

Esse Período, que engloba o Pleistoceno (1,6 M.a.) e o Holoceno (10.000 anos A.P.), se caracteriza como um período de grandes pulsações climáticas, com longos intervalos de tempo de temperaturas muito baixas (as glaciações) intercalados com tempos mais quentes, como o atual (SALGADO-LABOURIAU, 1994). Do ponto de vista fitogeográfico, o Quaternário se comporta pela ocorrência de muitas transformações na paleovegetação que se processaram em diferentes locais, nas passagens dos estádios glaciais para interglaciais e vice-versa (SUGUIO, 2001). Salgado-Labouriau (2007) lembra que o Quaternário é constituído por dois períodos de tamanho desigual. O mais antigo, denominado Pleistoceno, teve a duração de 1,6 a 2 milhões de anos e vem em seguida ao Plioceno (SALGADO-LABOURIAU, 2007). O Holoceno, ressalta a autora, é o período mais recente e abrange os últimos 10 mil anos de história da Terra.

Tabela 2. Escala do Tempo Geológico.

O TEMPO GEOLÓGICO E A EVOLUÇÃO DA TERRA – TABELA SIMPLIFICADA										
	Éon	Era	Período/Sistema	Época/Série	Idade (Ma)	Atmosfera	Clima	Massas Continentais	Formas de Vida	Principais Eventos
	Fanerozoico	Cenozóica	Quaternário	Holoceno Ou Recente	0,15 até hoje	Mudança climática natural, devido às variações nos parâmetros orbitais e menor concentração de CO ₂ .	Oscilações climáticas às pequenas variações na média.	Continentes Atuais, Novas evidências do deslocamento dos continentes.	<i>Homo sapiens sapiens.</i>	Final da glaciação mais recente.
				Pleistoceno	1,8 a 0,15		Começa a Era do Gelo. A glaciação mais recente foi Würm-Wisconsiana.		Ascensão das Plantas Herbáceas, Extinção dos Grandes Mamíferos.	Aparecimento do Homem Primitivo (Hominídeo).
			Terciário	Plioceno	7 a 1,8		Moderadamente Frio.		Ascensão das Plantas Herbáceas e dos Campos, Domínio dos	

			Cambriano		510 a 543		Frio, tornando-se Moderadamente Quente.		Algas e Invertebrados Primitivos.	
Pré-Cambriano					543 a 2500	Surgimento do Oxigênio.	Precipitação na água do mar de grandes quantidades de óxidos de ferro. Glacial.	Constituição do Continente Rodínea.	Bactérias, Algas, Fungos.	Interações dos três sistemas.
					2500 a 4000					Estabelecimento dos sistemas geodínamo, da tectônica de placas e do clima. Evidência mais Antiga de Água.
					4000 a 4600					Acrescimento planetário e primeiros registros de rochas crustais. Formação da Lua.

Fonte: Adaptado de Pres et al. (2006), Salgado-Labouriau (1994, 2007), Wicander & Monroe (2009).

Durante o Quaternário as glaciações, com cerca de 100 mil anos de duração, se alternaram com fases de temperatura mais quentes e de menor duração (cerca de 20 mil anos), os interglaciais. Cinco períodos de glaciações se destacaram no Período Quaternário, sendo a de Danúbio (Donau) a mais antiga e a Würm-Wisconsiana a mais recente, como mostra a tabela 3 abaixo. A Glaciação Würm-Wisconsin começou há cerca de 100.000 anos e terminou a uns 12.000 anos atrás e seus efeitos sobre a superfície dos continentes e sobre o nível do mar estão claramente marcados e têm sido estudados em detalhe (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Tabela 3. Ciclos Glaciais e Interglaciais no Quaternário

PRINCIPAIS CICLOS GLACIAIS E INTERGLACIAIS DO PERÍODO QUATERNÁRIO		
Europa	Estados Unidos	Duração (Mil anos)
Würm	Wisconsin	115-12
Riss	Illinoian	230-190
Mindel	Kansan	480-440
Günz	Nebraskan	600 - 500
Donau	-	1600 (2000)

Fonte: Diversos Autores

Admite-se que o último grande período glacial tenha terminado há aproximadamente 18.000 A.P. (antes do presente), ocasionado por fatores de ordem orbital, ou seja, por

alterações nos movimentos descritos pela Terra no espaço. Entre 20.000 a 14.000 A.P. teve início o grande retrocesso das geleiras em direção aos pólos, mas, entretanto, o norte da América e da Eurásia ainda permaneceu com climas glaciais – com médias anuais entre 8 e 10° negativos (SANT’ANNA NETO, J. L.; NERY, J. T., 2005). Souza et al. (2005) observam que entre os depósitos quaternários do Brasil, não ocorreram sedimentos glaciais ou periglaciais, pois as glaciações quaternárias não atingiram o território brasileiro.

Bigarella et al. (2003) comentam que as variações climáticas do Quaternário brasileiro possuem uma correlação com as morfologias das áreas de degradação (erosão, denudação) e agradiação (sedimentação). Para o citado autor, as mudanças climáticas cíclicas do Quaternário brasileiro foram documentadas por Bigarella & Ab’Sáber (1964), Bigarella & Andrade (1965) e Bigarella & Mousinho (1966), com base nos aspectos erosivos e sedimentares encontrados nas seqüências das diversas formações e níveis topográficos, concluindo que longas fases semi-áridas alternaram-se com fases úmidas, bem como, que nelas ocorreram flutuações menores. Durante os episódios de semi-aridez as florestas ficaram restritas aos refúgios onde as condições ambientais permitiram sua sobrevivência e, nas fases úmidas o intemperismo químico tornou-se generalizado e a floresta atingiu sua máxima expansão. O manto de intemperismo formado sob condições climáticas úmidas foi grandemente removido pela erosão mecânica das fases semi-áridas subseqüentes (BIGARELLA et al., 2003). Os autores acentuam ainda que após a última glaciação (Würm-Wisconsin) prevaleceram condições de climas úmidos que causaram uma dissecação generalizada da paisagem. Nesse tempo, ocorreram flutuações climáticas para o seco originando processos de solifluxão extensiva, com formação de “linhas de pedras” (paleopavimento rudáceos), bem como depósitos arenosos em rios anastomosados (subdivisão do leito principal do rio formando inúmeras ilhas). O material coluvial das vertentes engranzou-se com os depósitos aluviais da planície de inundação (várzea). E o material de solifluxão (movimento de arrasto lento, sem ruptura, de solos relevo abaixo pela ação da gravidade) e do escoamento difuso superficial penetrou no plano aluvial e deu origem às rampas colúvio-aluvionares suavemente inclinadas.

Horak (2010) por meio de estudos polínicos e de isótopos de carbono da turfeira da APA Pau-de-Fruta (SdEM) apresenta para discussão modificações paleoambientais devido às flutuações climáticas pretéritas (Quaternário), que ocasionaram mudanças na vegetação e na estrutura do depósito. No geral cinco mudanças ambientais principais foram verificadas: a) Durante o Pleistoceno Superior (antes de 20.359 ± 230 anos AP) provavelmente o clima foi muito mais úmido do que o presente, caracterizando uma elevada energia no ambiente junto

ao canal de drenagem, fazendo com que toda a cobertura pedológica fosse retirada; b) Em \pm 20.359 anos AP a energia do sistema diminuiu gradualmente permitindo o desenvolvimento da vegetação e instalação da turfeira nos topos do relevo. Provavelmente as condições seguiram com uma tendência de diminuição da umidade devido ao Último Máximo Glacial, portanto, o clima provável foi mais seco e frio do que o atual; c) No Holoceno Inferior/Médio a formação da turfeira na depressão se deu de montante à jusante, no geral as condições mais úmidas retornaram apesar da expressiva frequência de períodos curtos mais secos com temperaturas mais elevadas. A vegetação foi caracterizada pela expansão do Campo Úmido e da Floresta Estacional Semidecidual; d) Por volta de 2.500 anos AP condições de redução da temperatura foram registradas, apresentando uma vegetação rala, composta essencialmente de Campo; e) No Holoceno Superior, depois de 430 anos AP, condições mais quentes do que o presente estiveram presentes, com a vegetação campestre evidenciando um clima mais seco, enquanto que a Floresta de Galeria regrediu permanecendo até a atualidade como os relictos de Capões de Floresta Estacional Semidecidual nos interflúvios.

4.7 – Turfeiras como Testemunho de Mudanças Ambientais

A matéria orgânica do solo proveniente, em sua maior parte, da vegetação presente na área, aparece como um importante testemunho de possíveis variações no clima e na vegetação nos últimos milhares de anos (GOUVEIA et al., 1997). Essas informações podem ser obtidas a partir da composição isotópica e da datação do carbono contido na matéria orgânica do solo.

Segundo Pessenda et al. (2005), os isótopos estáveis ocorrem naturalmente na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Isótopos são espécies atômicas de um mesmo elemento químico que possuem massas diferentes, pelo fato de o número de nêutrons em seus núcleos ser distinto, ou seja, possuem o mesmo número de prótons (conhecido como número atômico, Z), mas diferente número de nêutrons (N) no núcleo atômico. Uma vez que a massa atômica (A) é dada pela soma do número de prótons e do número de nêutrons, isótopos de um mesmo elemento terão diferentes valores de A (MARTINELLI et al., 2009). Os isótopos estáveis são assim chamados por não alterarem a massa ao longo de sua existência, ao contrário dos chamados instáveis ou radioativos, que, por sua vez, decaem (mudam suas massas) por emissão de energia ou partículas subatômicas.

O carbono tem dois isótopos estáveis ^{12}C e ^{13}C e um radioativo ou instável, ^{14}C . A composição isotópica do carbono é dada pela razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e é expressa pelo parâmetro $\delta^{13}\text{C}$ (SALGADO-LABOURIAU, 2007). De acordo com Suguio (2001), os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da

matéria orgânica são expressos em relação ao padrão PDB (molusco fóssil *Belemnitella americana* da Formação Peedee) através da seguinte expressão:

$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \text{ da amostra}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \text{ do padrão}} - 1 \right) \times 1.000 \text{ (‰)}.$$

Conforme Suguio (2001), verifica-se uma correlação muito boa entre as curvas de variações de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica vegetal e dos teores totais de carbono orgânico. Além disso, comparando-se essas curvas com as informações paleoclimáticas obtidas por palinologia constata-se que os picos de $\delta^{13}\text{C}$ e de teores totais de carbono orgânico coincidem com as épocas mais quentes, sendo ainda pouco conhecida essa provável correlação (SUGUIO, 2001). Para o citado autor, as composições isotópicas em carbonos estáveis ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $\delta^{13}\text{C}$) da matéria orgânica do solo (MOS) têm sido usadas como evidências de mudanças na fisionomia vegetal, para inferir mudanças paleoclimáticas e para estimar as taxas de mobilidade da MOS.

O carbono radioativo ou instável é o que se utiliza para datar material orgânico e dióxido de carbono (CO_2). As plantas geralmente ficam enriquecidas em ^{12}C e têm menos ^{13}C e ^{14}C que o gás carbônico. (SALGADO-LABOURIAU, 2007). A existência de radiocarbono na natureza foi descoberta, pela primeira vez, por W. F. Libby em 1946 e, mais tarde, este pesquisador e sua equipe propuseram os princípios e a técnica do método do radiocarbono (SUGUIO, 2001). Suguio (2001) lembra que a formação de átomos de ^{14}C na superfície terrestre ocorre a razão de dois átomos por segundo e, por outro lado, desintegra-se com emissão de raios β com meia-vida de 5.730 anos. Isso significa que o radiocarbono é formado e desintegrado a taxas conhecidas e fixas.

Enquanto a datação radiocarbônica fornece informações a respeito da sucessão dos eventos, a composição isotópica permite identificar a origem da Matéria Orgânica do Solo (MOS), tendo em vista que os vegetais podem ser separados de acordo com o seu ciclo fotossintético em C_3 (árvores e arbustos), C_4 (gramíneas) e CAM (bromélias, cactos). De acordo com Martinelli et al. (2009), as espécies C_3 apresentam valores $\delta^{13}\text{C}$ variando entre -24 e -38 ‰, espécies C_4 apresentam valores entre -11 e -15 ‰ e espécies CAM apresentam valores entre -11 e -29‰. Para Boutton (1991), espécies CAM apresentam valores para $\delta^{13}\text{C}$ variando entre -10 e -28‰.

Pessenda et al. (2005) analisam que com a aplicação dos isótopos estáveis do carbono (^{12}C , ^{13}C), é possível determinar a origem da MOS (plantas C_3 , C_4 ou mistura de plantas), enquanto a datação por ^{14}C estabelece a cronologia. Quanto às técnicas analíticas do ^{14}C , ressaltam os autores, o limite de detecção permite determinar a idade de até 60.000 anos A. P. (isto é, 60.000 anos antes do presente, sendo presente o ano de 1950) em materiais como

carbonatos de águas subterrâneas, matéria orgânica do solo, turfas, conchas, madeiras, fragmentos de carvão, celulose, ossos, dentre outros. Para a datação de amostras, assume-se que a concentração de ^{14}C manteve-se constante no passado (PESSENDA et al, 2005).

A partir da interpretação dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ em solos do Pantanal, Victoria et al. (1995) observaram que, em ambiente ocupado predominantemente por gramíneas, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS apresentaram valores compatíveis com aqueles observados para plantas C_4 , enquanto que, em áreas habitadas por espécies arbóreas, os valores se aproximaram dos observados para espécies com ciclo fotossintético típico de planta C_3 .

Dados apresentados por Sanaiotti et al. (2002) mostram, em um perfil de solo sob floresta, um pequeno aumento nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ com o aumento da profundidade, mas não o suficiente para sugerir uma mudança na vegetação ao longo dos anos. Entretanto, em um perfil sob savana, foi observado um aumento de 6‰ nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ com o aumento da profundidade, sugerindo que, no passado, a área era predominantemente colonizada por gramíneas, mas com ocorrência de espécies C_3 .

Estudos realizados por Freitas et al. (2002), utilizando datações radiocarbônicas e $\delta^{13}\text{C}$ em perfis de solo na região de Humaitá, sul do Amazonas, mostram que, no final do Pleistoceno (há cerca de 17 mil anos AP), a área era colonizada, predominantemente, por vegetação arbórea (C_3). Entretanto, nos últimos 8 a 9 mil anos, uma vegetação formada predominantemente por gramíneas começou a avançar sobre a área. Esse avanço permaneceu até cerca de 3 mil anos AP, quando a vegetação arbórea começou a fazer o caminho inverso e avançar novamente sobre a área conhecida hoje com campos de Humaitá.

Em turfeiras do noroeste da Espanha, Martinez-Cortizas et al. (1999) utilizaram datações radiocarbônicas no estudo do efeito da atividade antrópica sobre a contaminação do ambiente com mercúrio e comprovaram que turfeiras podem funcionar como arquivo ambiental das mudanças atmosféricas. Shotyk et al. (1997) utilizaram datações radiocarbônicas e razão isotópica para estudos de evolução de paisagens, arquivo ambiental e mudanças climáticas. Segundo Silva (2005a, 2005b), as turfeiras da SdEM, devido às suas características físicas e químicas e ao estágio de preservação em que se encontram, são de grande valia para estudos ambientais.

Em estudos realizados na Turfeira da APA Pau-de-Fruta, na SdEM, através da descrição e caracterização do organossolo, das análises da composição isotópica e elementar do carbono e nitrogênio, análises das assembléias palinológicas, caracterização botânica e isotópica da vegetação de cobertura, datação ^{14}C e inferências obtidas de outros testemunhos retirados na mesma área (Campos, 2009), Horák (2009) concluiu que a turfeira em questão

apresentou modificações paleoambientais devido às flutuações climáticas pretéritas, que ocasionaram mudanças na vegetação e na estrutura do depósito.

Na mesma turfeira, Campos (2010), através de datações radiocarbônicas e composição isotópica, admitiu que esse pedoambiente começou a se formar a cerca de 20 mil anos A.P e que a cobertura vegetal não variou significativamente.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Caracterização da Área de Estudo

A região de estudos integra uma área de 1.180.109 ha da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), em Minas Gerais e se situa entre os paralelos 17° 40' e 19° 30' S e entre os meridianos 42° e 44° W. As amostragens foram realizadas na porção norte da SdEM, envolvendo os municípios de Diamantina e distritos (Sopa, Mendes, Pinheiros e São João da Chapada), Buenópolis e Bocaiúva (Parque Nacional das Sempre-Vivas), Serro e Serra Azul de Minas (Pico do Itambé), conforme a figura 2 abaixo.

A Serra do Espinhaço em sua porção meridional bordeja o sudeste do Cráton do São Francisco e estende-se por cerca de 300 Km na direção S-N, desde o Quadrilátero Ferrífero, nas proximidades de Belo Horizonte, até a região de Olhos d'Água ao norte de Diamantina. O clima presente é, de acordo com a classificação de Koppen, Cwb, ou seja, mesotérmico com chuvas de verão e verões brandos. A temperatura média anual é de 18,7 °C, com invernos frios e secos e verões brandos e úmidos e a precipitação média anual é de 1500 mm (SILVA et al., 2005).

No Espinhaço Meridional superfícies de aplainamento escalonadas estão separadas por áreas com alto grau de dissecação, onde o relevo é montanhoso e escarpado e são muito freqüentes os afloramentos de rochas metareníticas do Supergrupo Espinhaço. Os solos predominantes são Neossolos Litólicos Distróficos típicos, Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Neossolos Quartzarênicos Órticos (SILVA, 2004a, b e c; SILVA, 2005b), substratos de tipologias do bioma cerrado, como o campo rupestre e o campo cerrado, que abrigam espécies como as sempre-vivas e o pequi, sustento de muitas famílias da região. Em diversas depressões das superfícies de aplainamento, as cabeceiras de drenagem estão preenchidas por turfeiras, que constituem nascentes de inúmeros cursos de águas escuras.

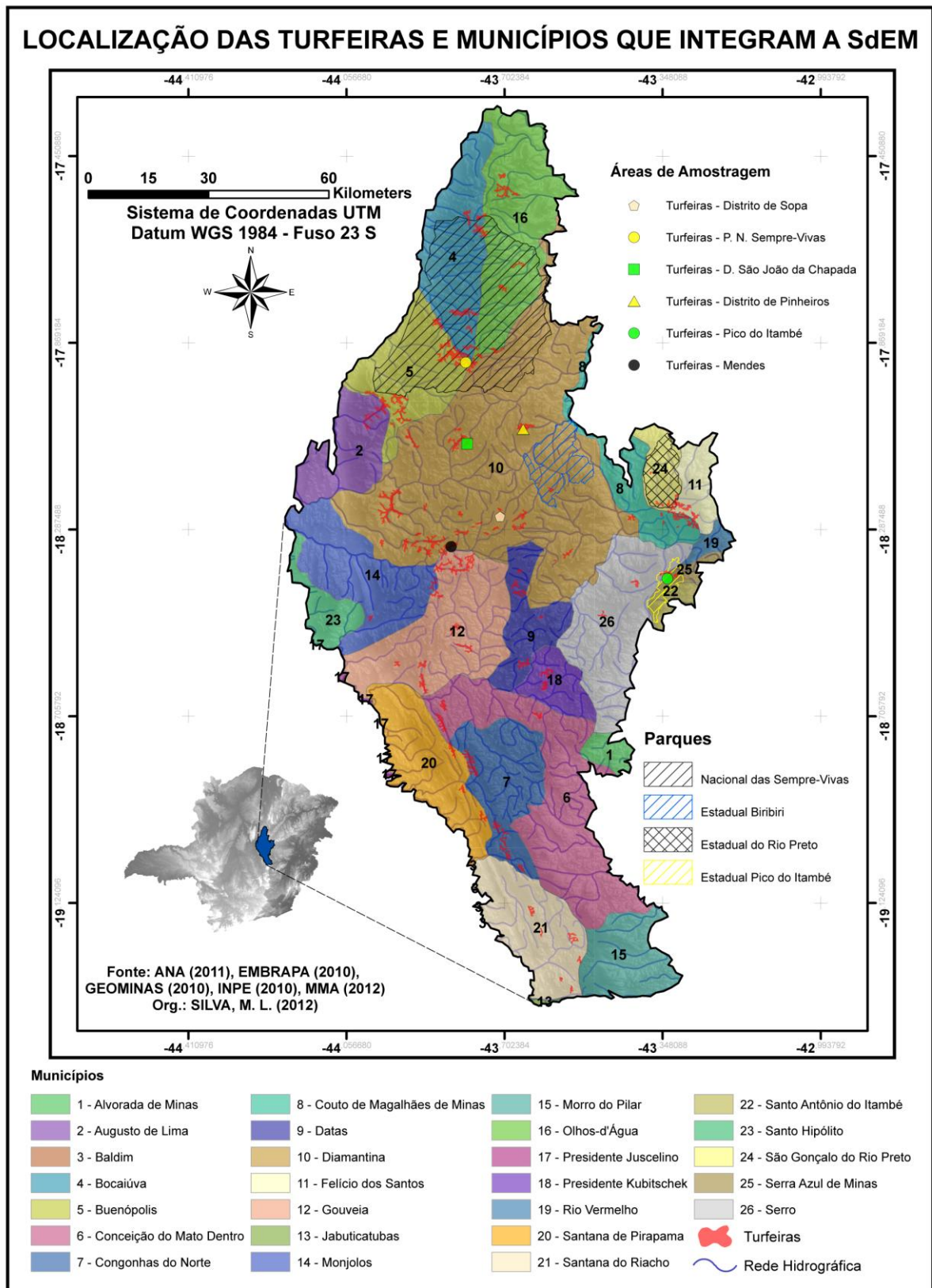


Figura 2. Localização da área de estudo.

5.1.1 – Geologia

A Serra do Espinhaço é uma faixa orogênica antiga que se estende por mais de 1.200 Km, desde a região central de Minas Gerais até ao norte da Bahia, em forma arqueada com convexidade orientada para oeste. A sua largura varia desde alguns quilômetros a mais de 100 Km, onde as faixas mais largas encontram-se em sua porção meridional. Segundo Saadi (1995), a denominação “serra” para se referir a este orógeno, parece ser um termo, de certa forma, errôneo, pois esconde uma realidade fisiográfica que seria mais bem definida como “planalto”.

Este planalto denominado de serra pode ser dividido nitidamente em dois compartimentos diferenciados pela sua litoestrutura e morfologia: os planaltos sententrional e meridional, onde são separados por uma zona deprimida e alongada na direção SE-NW pouco ao norte da cidade de Diamantina (SAADI, 1995).

5.1.1.1 – Estratigrafia

De acordo com Almeida-Abreu (1995), a Serra do Espinhaço Meridional se estrutura em 3 conjuntos tectono-estratigráficos maiores: o Complexo Basal e os Supergrupos Rio Paraúna e Espinhaço (Tabela 4).

O Complexo Basal é encontrado, principalmente, na faixa mediana-central da SdEM representado, predominantemente, por rochas graníticas datadas em 2.839 ± 14 Ma por Machado et al. (1989). O Supergrupo Rio Paraúna é uma seqüência supracrustal que aflora na faixa mediana-central e na borda sudeste da SdEM e subdivide-se em dois grupos: a unidade inferior, referente ao Grupo Pedro Pereira de distribuição areal muito restrita datado em 2.971 ± 16 Ma por Machado et al. (1989); e a unidade superior, do Grupo Costa Sena, considerada a mais importante deste supergrupo em termos de distribuição areal. Este supergrupo junto com o Complexo Basal corresponde às formações geológicas do Arqueano, bem anteriores aos processos de rifteamento e cavalgamento responsáveis pela formação do Orógeno Espinhaço.

Tabela 4. Estratigrafia da SdEM.

	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	ESPESSURA (METROS)
SUPERGRUPO ESPINHAÇO	CONSELHEIRO MATA	9 – RIO PARDO GRANDE	PELITOS, ARENITOS, LOCALMENTE CARBONATOS	60 - 100
		8 – CÔRREGO PEREIRA	ARENITOS (PUROS OU MICÁCEOS), LOCALMENTE PELITOS	- 250
		7 – CÔRREGO DA BANDEIRA	PELITOS, ARENITOS	100 - 200
		6 – CÔRREGO DOS BORGES	ARENITOS (PUROS OU MICÁCEOS), LOCALMENTE BRECHA / CONGLOMERADOS QUARTZÍTICOS	- 100
		5 – SANTA RITA	PELITOS, SUBORDINADAMENTE ARENITOS	100 - 250
	GUINDA	4 – GALHO DO MIGUEL	ARENITOS, LOCALMENTE LEITOS PELÍTICOS	500 - 3000
		3 – SOPA BRUMADINHO	ARENITOS PUROS, MICÁCEOS OU FERRUGINOSOS, CONGLOMERADOS POLIMÍTICOS, PELITOS, BRECHA QUARTZÍTICA, XISTOS VERDES E FILITOS HEMATÍTICOS.	0 - 250
		2 – SÃO JOÃO DA CHAPADA	ARENITOS (MÉDIOS A GROSSEIROS, PUROS OU MICÁCEOS), FILITOS HEMATÍTICOS, CONGLOMERADO / BRECHA BASAL	0 - 300
		1 – BANDEIRINHA	ARENITOS PUROS OU MICÁCEOS (INCLUINDO RED BEDS), CONGLOMERADOS (SUBORDINADO), LOCALMENTE BRECHAS E PELITOS.	0 - 200
SUPERGRUPO RIO PARAUNA	GRUPO COSTA SENA (CS)		SERICITA / MUSCOVITA XISTOS COM ± QUARTZO, CIANITA OU TURMALINA E SUBORDINADAMENTE QUARTZO XISTOS, QUARTZITOS E VULCÂNICAS ÁCIDAS OU BÁSICAS.	0 - 600
	GRUPO PEDRO PEREIRA (PP)		TALCO XISTOS COM ± CLORITA E ACTINOLITA / TREMOLITA, SERPENTINITOS, CLORITA XISTOS, FORMAÇÕES FERRÍFERAS BANDADAS, LOCALMENTE MICA XISTOS E VULCÂNICAS ÁCIDAS.	0 - 250
COMPLEXO BASAL	GRANITO DE GOUVEIA		GRANITOS, GRANODIORITOS, TONALITOS	
	GRUPO CONGONHAS		GNAISSES, MIGMATITOS, LOCALMENTE DIORITO	

Fonte: Almeida e Pflug (1994 apud ALMEIDA ABREU, 1995).

A SdEM é edificada essencialmente pelas rochas do Supergrupo Espinhaço, no qual dominam amplamente a sua superfície. Este supergrupo é dividido por Almeida Abreu (1995) em 2 unidades principais: o Grupo Guinda e o Grupo Conselheiro Mata. De acordo com este autor, o Grupo Guinda é um termo introduzido por Knauer (1990), em substituição ao termo Grupo Diamantina, de Dussin et al. (1985). Este grupo corresponde a uma espessa seqüência de sedimentos de origem continental intercalados por metavulcanitos relacionados à fase rifte da Bacia Espinhaço. Já o Grupo Conselheiro Mata, representa um espesso pacote de sedimentos de origem marinha costeira, mas havendo alguma contribuição de sedimentos de origem continental.

As informações sobre o quadro litológico que compõe o arcabouço da região em estudo basearam-se nos levantamentos geológicos, desenvolvidos na região de Diamantina, para elaboração do “Projeto Espinhaço” (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG,

1997). Nesse sentido, a região em estudo apresenta-se constituída principalmente por seis grandes conjuntos de rochas arqueanas e proterozóicas, que refletem evoluções geotectônicas distintas, como: Grupo Bambuí, Grupo Macaúbas, Supergrupo Espinhaço, Grupo Costa Sena, Grupo Pedro Pereira e Complexo Gouveia.

a) Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí está representado, na área em estudo pelas Formações Serra de Santa Helena e Sete Lagoas compostas, respectivamente por filitos e metassiltitos e mármore calcícticos. Esse grupo litológico, intercepta o escarpamento formado por falha de empurrão do setor oeste, constituindo-se em um compartimento depressivo. O processo de dissecação promovido pelos afluentes do Ribeirão das Varas e do Rio Pardo Pequeno promoveu a retirada das camadas superficiais e o aparecimento das rochas do Grupo Bambuí, no setor oeste.

b) Grupo Macaúbas

Corresponde aos metassedimentos formados em período posterior a formação do conjunto litológico do Espinhaço, ocorrentes no Vale do Rio Jequitinhonha, especificamente na porção NE da área em estudo. Nessa região, observa-se rochas pertencentes à Formação Duas Barras, do Neoproterozóico, formadoras da porção basal do Grupo Macaúbas, representadas pelos: quartzitos e metarenitos, puros ou impuros, com intercalações menores de microconglomerados polimíticos, (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997). As rochas pertencentes ao Grupo Macaúbas possuem baixo grau de metamorfismo, exibindo direções estruturais de NW-SE, em “contraste com as direções N-S do Supergrupo Espinhaço, evidenciando assim, contatos discordantes angulares” (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997). A discordância angular e erosiva envolve as unidades quartzíticas da Formação Duas Barras e das Formações Sopa-Brumadinho ou Galho do Miguel.

c) Supergrupo Espinhaço

As rochas do Supergrupo Espinhaço pertencente ao Mesoproterozóico, possuem grande expressividade na área, abrangendo grande parte do setor meridional. Na região, esse Supergrupo é formado por um conjunto de rochas metassedimentares como: Formação Rio Pardo Grande, Formação Córrego Pereira, Formação Córrego Bandeira, Formação Córrego

dos Borges, Formação Santa Rita e o Grupo Guinda que engloba as formações Galho do Miguel, Sopa Brumadinho e São João da Chapada.

c.1) Formação Rio Pardo Grande

Essa unidade ocupa a porção ocidental da área, sob a forma de um extenso sinclinal de grande envergadura, onde foram formados os vales Rio Pardo Grande e de seus afluentes Ribeirões Batatal e das Varas, nas proximidades da localidade de Conselheiro Mata. As camadas delgadas dessa formação, constituídas de filitos, metassiltitos e metargilitos assentam-se, de forma concordante, sobre os quartzitos da Formação Córrego Pereira. Intercalados nos níveis superiores, encontram-se as camadas de quartzitos finos e lentes de calcário. Sobre essa formação encontram-se os depósitos de cobertura detrítico-lateríticas do terciário/quadernário.

c.2) Formação Córrego Pereira

Sotoposta a Formação Rio Pardo Grande encontra-se o pacote metassedimentar da Formação Córrego Pereira, ocorrendo em largas faixas na porção ocidental, que circunscrevem a Formação Rio Pardo Grande e em meio à Formação Córrego da Bandeira, como formações residuais. A Formação Córrego Pereira é composta exclusivamente por quartzitos puros na porção mediana do pacote e por quartzitos micáceos na base e no topo.

c.3) Formação Córrego da Bandeira

As litologias que constituem essa unidade encontram-se na porção ocidental da área, configurando-se em uma faixa estreita e contínua que circunda a Formação Córrego Pereira, no sentido N-S, alargando-se na porção SW. Apresentam-se composta por uma alternância disforme de camadas de filitos, metassiltitos e quartzitos finos, em pacotes métricos.

c.4) Formação Córrego dos Borges

A Formação Córrego dos Borges ocorre ao longo da Formação Córrego da Bandeira, constituindo-se em um alinhamento de hog-backs disposto, de forma descontínua na paisagem. Esses hog-backs alinham-se no sentido geral N-S, recebendo denominações locais como serras do Fundão, Campo da Ema, das Agulhas, Ouro Fino e do Telesforo. A Formação Córrego dos Borges apresenta-se constituída, predominantemente “por um pacote de quartzitos finamente laminados, micáceos, branco-acinzentados” (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997).

c.5) Formação Santa Rita

Essa unidade se estende como uma faixa estreita e sinuosa em sentido N-S na porção ocidental da área estudada. A Formação Santa Rita encontra-se sob coberturas superficiais detrítico-laterítica, sobre a forma de relictos de um processo de aplanamento que incidiu sobre o pacote metassedimentar. A Formação Santa Rita é composta por camadas delgadas de filitos, metassiltitos e quartzitos finos, sericíticos.

c.6) Grupo Guinda

O Grupo Guinda, constituído pelas formações Galho do Miguel, Sopa-Brumadinho e São João da Chapada, possui grande expressividade espacial na área em estudo.

c.7) Formação Galho do Miguel

A Formação Galho do Miguel, representando a formação de topo do Grupo Guinda, abrange parte da porção central e é essencialmente constituída de quartzitos puros, finos e raramente micáceos e com abundantes estratificações cruzadas de grande porte. Nessa formação são comuns os encaves de rochas metabásicas, disposta na paisagem em faixas estreitas e descontínuas. Os afloramentos quartzíticos sobressaem na paisagem como serras, alinhadas no sentido N-S, correspondendo aos níveis altimétricos mais elevados da região, atingindo cerca de 1550 metros. Os afloramentos quartzíticos são comumente encontrados na superfície, apresentando características topográficas mais reduzidas e denotando feições diferenciadas, comumente observadas, em relação à sua estrutura, mantendo-se preservada ou ruíniforme significando, respectivamente, maior ou menor resistência ao intemperismo.

c.8) Formação Sopa-Brumadinho

As rochas da Formação Sopa-Brumadinho ocupam espaços representativos na porção oriental da área e uma pequena parcela na porção N, especificamente nas proximidades da localidade de São João da Chapada. Segundo informações do Projeto Espinhaço (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997), a Formação Sopa-Brumadinho constitui a unidade “mais importante do Supergrupo Espinhaço por permitir correlações estratigráficas em nível regional e deter um potencial econômico reconhecidamente importante para toda a cordilheira”. A Formação Sopa-Brumadinho constitui-se, em sua porção superior, por filitos e quartzitos micáceos finos.

c.9) Formação São João da Chapada

As rochas dessa unidade afloram na região em setores descontínuos desde Gouveia até São João da Chapada. Apresenta-se constituída, na parte basal, por quartzitos micáceos, geralmente grosseiros, onde são comuns lentes de metabrechas e metaconglomerados e na parte superior por filitos hematíticos.

c.10) Complexo de Gouveia

O conjunto de rochas do Complexo de Gouveia localiza-se na porção centro sul da área estudada. O termo “Complexo de Gouveia” deve-se a presença de um conjunto heterogêneo de rochas, formado por granitos e migmatitos, aflorante nas proximidades de Gouveia (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997). As rochas do Complexo Gouveia são intensamente falhadas apresentando um sistema de falhas de empurrão de grandes dimensões, podendo atingir 200 m de largura, sendo comuns ao longo dos contatos com os xistos sobrejacentes. As rochas do Complexo de Gouveia, também conhecido como "Anticlinório de Gouveia" (PFLUG, 1965 citado pela Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997) formam um grande braquianticlinório no centro da Serra do Espinhaço (Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 1997) rebaixado pelos processos desnudacionais. O anticlinório de Gouveia é formado pelo complexo cristalino, recoberto pelas coberturas supracrustais, representadas pelos xistos do Supergrupo Rio Paraúna e pelas unidades basais do Supergrupo Espinhaço, incluindo a Formação Galho do Miguel (ALKMIM, 1995). Na Depressão de Gouveia são observados alguns topos residuais com presença de rochas metassedimentares da Formação Galho do Miguel como na Serra do Engenho, a leste da cidade de Gouveia.

d) Supergrupo Rio Paraúna

O Supergrupo Rio Paraúna está localmente representado pelo Grupo Costa Sena, composto por rochas arqueanas vulcano-sedimentares que afloram nos flancos do Anticlinório de Gouveia formando as serras do Fundão, da Mata Virgem, da Boa Vista e do Engenho, e nas “faixas tectonicamente encaixadas no Complexo de Gouveia”, conforme descreve a Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG (1997).

e) Metamagmáticas Básicas

Os corpos intrusivos, de natureza básica, pertencentes à seqüência arqueana e mesoproterozóica possuem ampla distribuição na região, ocorrendo como encraves nos

metassedimentos do Grupo Espinhaço e na Depressão de Gouveia. Os afloramentos de metavulcânicas ultramáficas pertencem ao Grupo Pedro Pereira e à Suíte Metabásica Pedro Lessa. Os afloramentos de rochas metavulcânicas do Grupo Pedro Pereiras localizam-se, de forma segmentada, nas zonas de falhas de empurrão, direcionada no sentido geral N-S à NE da localidade de Pedro Pereira. Os afloramentos da Suíte Metabásica Pedro Lessa, constituídos por metadiabásios e metagabros e os diques e soleiras de metabásicas são predominantes na região de Gouveia, onde se encaixam as drenagens do Córrego Gameleira e Ribeirão do Chiqueiro. Esses afloramentos ocorrem de forma descontínua ao longo das falhas. Os afloramentos de maiores proporções espaciais ocorrem sobre a Formação Sopa-Brumadinho, especificamente nos setores centro e sudeste da região.

f) Coberturas Superficiais

As coberturas superficiais identificadas na região são formadas por dois tipos de depósitos: detríticos-lateríticos e aluviais recentes. Os depósitos detrítico-lateríticos do Terciário/Quaternário são comumente encontrados na porção ocidental da área, sendo considerados como testemunhos de antigas superfícies de aplanamento, elaborada no nível altimétrico de 1300 metros. Esses depósitos são constituídos por sedimentos arenosos inconsolidados, com profundidade variável em torno de 10 a 20 metros, onde se formou o latossolo vermelho-amarelo. Nas camadas superficiais, podem ser encontradas crostas pisolíticas com cimento de material ferruginoso e nas camadas inferiores, alguns seixos pouco rolados de quartzo e quartzito, formando “stone lines”. Os depósitos aluviais recentes englobam os terraços e as planícies aluviais, constituindo-se feições lineares ao longo dos principais cursos d’água. Esses depósitos, de origem fluvio continental, são geralmente inconsolidados, predominantemente arenosos e com contribuição menores de silte e argila. Possuem importância econômica regional devido à presença de diamante e ouro. Na região possuem distribuição restrita às planícies e terraços fluviais do Ribeirão Chiqueiro e dos rios Paraúna e Pardo Pequeno. Alguns depósitos mais antigos do que os depósitos aluviais recentes foram identificados nas superfícies mais elevadas, constituindo antigas acumulações aluviais economicamente utilizadas como frentes garimpeiras de ouro e diamante.

5.1.1.2. – Geotectônica

Dussin & Dussin (1995) afirmam que as bacias do Mesoproterozóico sobre a borda sudeste do Cráton São Francisco na região de Minas Gerais, denunciam um sistema de forças em regime extensivo que afetaram a crosta após a orogênese transamazônica e conduziram a

um adelgaçamento da litosfera continental, em que as partes superiores sofreram ruptura e fraturação (Figura 3). Esse processo é denominado de *rifting*, onde nos locais de formação dessas bacias foram depositados sedimentos que hoje correspondem às rochas do Supergrupo Espinhaço.

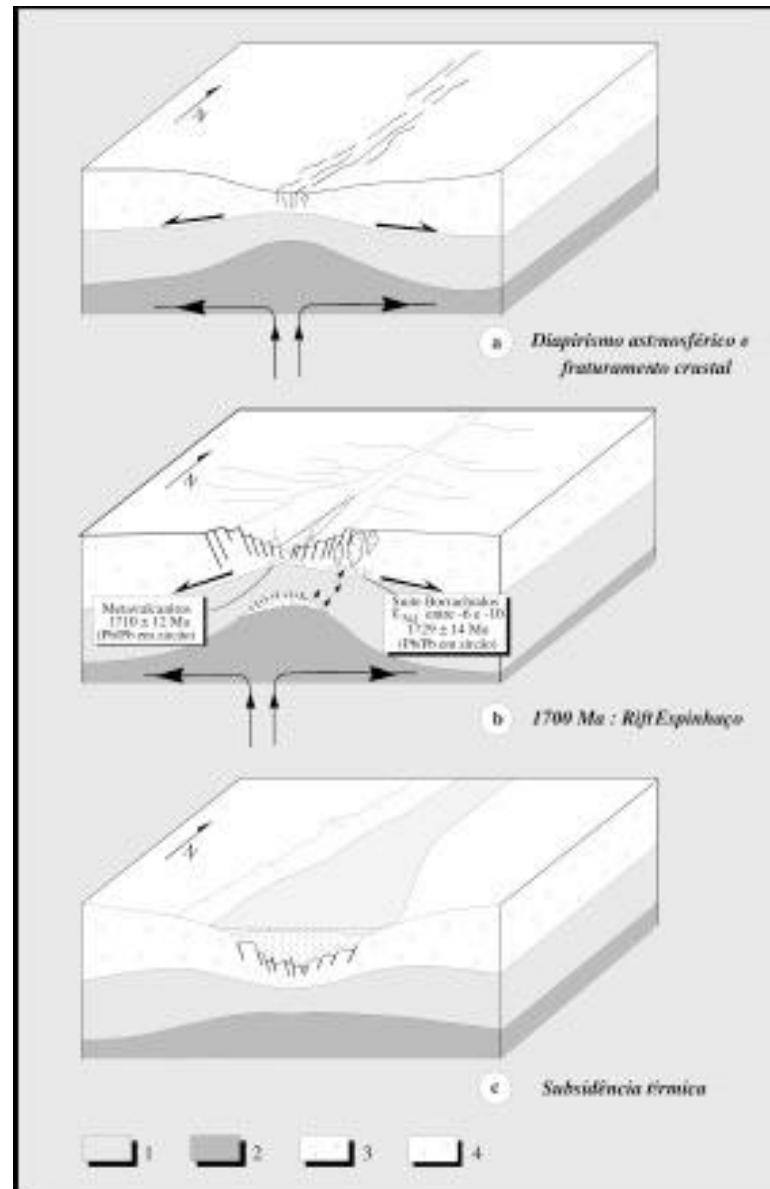


Figura 3. Representação da Evolução Geotectônica do Rife Espinhaço. (1) Litosfera; (2) Astenosfera; (3) Zona de fusão parcial; e (4) Crosta
Fonte: Dussin e Dussin (1995).

Esse processo de riftamento iniciou-se há cerca de 1.750 Ma (Paleoproterozóico), dando início a acumulação de mais de 5.000 metros de sedimentos predominantemente do tipo arenítico, os quais hoje formam a estratigrafia do Supergrupo Espinhaço (ALMEIDA & PFLUG, 1994).

Almeida Abreu (1995) diz que as 3 formações inferiores do Supergrupo Espinhaço (formações Bandeirinha, São João da Chapada e Sopa-Brumadinho), guardam em seus sistemas deposicionais e em seus elementos estruturais marcas correspondentes a tectônica de regimes extensivos, demonstrando que o Rifte Espinhaço evoluiu em 3 fases distintas.

A primeira fase é referente ao início do rifteamento (1.750 Ma), quando vários domínios continentais sofreram processos de distensão crustal fragmentando um supercontinente amalgamado entre 2.100 e 1.800 Ma. O registro sedimentar e vulcânico dessa fase é encontrado na porção mediana-central da SdEM, em que metassedimentos da Formação Bandeirinha foram depositados em ambientes fluviais com contribuição eólica e de leques aluviais.

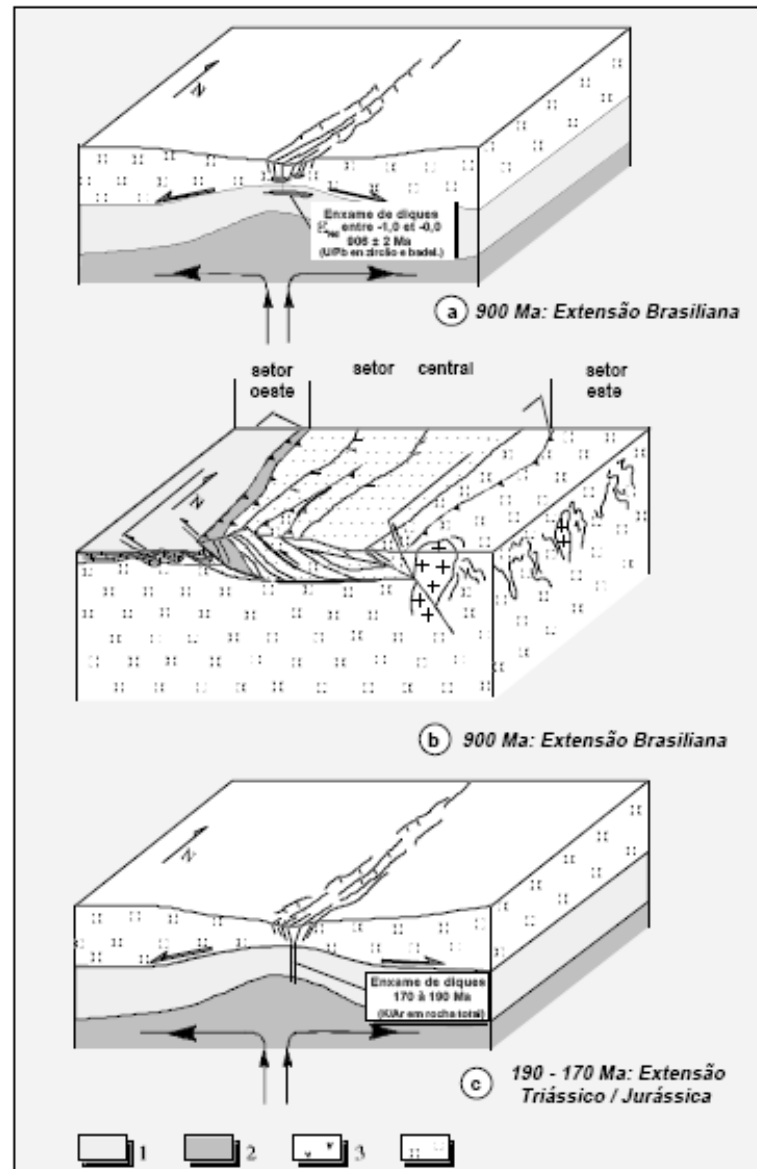
Diferentemente da primeira fase que foi marcada por intensa atividade termal (vulcanismo), a segunda fase do rifteamento Espinhaço é caracterizada por relaxação termal da crosta onde se instalou uma larga e extensa bacia fluvial, responsável pela deposição da Formação São João da Chapada. Já na terceira fase, há a retomada de extensão crustal associada ao forte aquecimento termal, sendo depositadas as formações Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel.

No Mesoproterozóico, por volta de 1.250 Ma, devido ao assoreamento completo desta bacia sedimentar e conseqüentemente ao aumento de densidade da crosta, ocorre o colapso da mesma, iniciando processo de subducção e assim o processo de inversão tectônica, no qual ocorre o fechamento da bacia por esforços compressivos de E para W gerando o Orógeno Espinhaço. Nos 250 Ma posteriores ocorreu a sedimentação glaciogênica do Grupo Macaúbas, de maior expressividade na porção sententrional da Serra do Espinhaço.

No início do Neoproterozóico, em torno de 900 Ma, mais um evento distensivo atingiu a região (Extensão Brasileira). Dussin e Dussin (1995) denominam este evento de Rift Araçuaí, em que “as taxas de extensão foram pequenas e a fraturação crustal foi sinalizada apenas pela intrusão de diques de afinidade toleítica, que cortam todas as seqüências do Supergrupo Espinhaço e seu embasamento”, correspondendo às rochas metabásicas que ocupam 2,5% da superfície areal da SdEM citadas anteriormente. Este evento ainda foi responsável pela subsidência do Cráton do São Francisco, permitindo a formação da bacia que recebeu os sedimentos pelíticocarbonáticos do Grupo Bambuí.

Ao final do Neoproterozóico (650 a 550 Ma), a compressão do Supercontinente Gondwana promove o fechamento das bacias do Meso e Neoproterozóico, havendo a superposição do Supergrupo Espinhaço às dos grupos Macaúbas e Bambuí, levando a estruturação da Faixa Araçuaí. Por volta de 190 e 170 Ma de anos, no Mesozóico, ocorre um

novo episódio de extensão crustal (fragmentação do Gondwana – Figura 4) denotados por diques de basaltos que cortam unidades estratigráficas regionais, como as próprias deformações do brasiliano, constituindo o último evento tectônico que atingiu a borda leste do Cráton São Francisco (DUSSIN e DUSSIN, 1995).



5.1.2 – Geomorfologia

A SdEM foi definida por Saadi (1995) como um conjunto de terras altas com forma de bumerangue de direção geral norte-sul e convexidade orientada para oeste. A porção sul da SdEM, região da Serra do Cipó, apresenta largura de aproximadamente 30km, aumentando rapidamente em direção ao norte, atingindo 90km no Planalto de Diamantina. O padrão

estrutural da SdEM denota a intensa deformação das rochas em virtude das atividades termo-tectônicas ocorridas no Evento Brasileiro, apresentando empurrões e dobras com vergência para oeste como as principais estruturas regionais.

A SdEM, cuja altitude média é de 1250m acima do nível do mar, apresenta relevo rugoso, com vastos domínios de rochas expostas, e proeminente em relação às áreas adjacentes, sendo marcado por íngremes escarpas, que devido ao contexto geotectônico em que se inserem, apresentam diferenças morfológicas (SAADI, 1995; SILVA et al., 2005)

Como resultado desta complexa evolução geotectônica somado a processos exógenos, o Espinhaço tornou-se um grande planalto que pode ser dividido nitidamente em dois compartimentos diferenciados pela sua litoestrutura e morfologia: os planaltos setentrional e meridional, separados por uma zona deprimida (SAADI, 1995).

A descrição geomorfológica do Planalto Meridional, região de interesse neste trabalho se baseia em Saadi (1995). De acordo com este autor, a média altimétrica desta superfície está em torno de 1.200m, com ponto culminante no Pico do Itambé de 2.062m.

Morfologicamente, este grande compartimento é caracterizado, geralmente, por um plano suavemente convexo alinhado em um eixo inclinado de norte para sul. A predominância litológica de quartzitos faz com que o Planalto Meridional seja composto por uma superfície rígida e por conseqüência, altamente fraturada e falhada.

Os processos de dissecação e esculturação fluvial em meio a esta superfície resultaram em formas de relevos como cristas, escarpas e vales profundos orientados às direções tectônicas e estruturais. Encravadas neste grande compartimento planáltico, existem áreas deprimidas, onde rochas granitóides, metassedimentares e metavulcânicas sustentam morfologias colinares policonvexas mais ou menos suavizadas.

A SdEM apresenta diferentes compartimentos geomorfológicos, que foram descritos, genericamente, por Pflug (1965) e por Uhlein (1991). Partindo de uma escala regional, cinco paisagens foram classificadas por Pflug (1965):

a) a paisagem de escarpas escalonadas edificada sobre as rochas do Grupo Bambuí na borda ocidental da SdEM, cujo relevo é caracterizado por extensas áreas de superfície plana com baixo gradiente de declividade variando a relevo de morros suaves, cujas cotas altimétricas oscilam entre 500 e 600m;

b) a paisagem de chapadas que ocupa o nordeste da SdEM, áreas drenadas pelas bacias dos rios Jequitinhonha e Araçuaí, dominadas por rochas do Supergrupo Espinhaço, da Faixa Araçuaí, do embasamento cristalino ou rochas dos grupos Macaúbas e Bambuí.

As chapadas, propriamente ditas, são coberturas eluviais e depósitos clásticos (pedimentos, em geral), assentados numa extensa superfície de aplainamento de idade Meso-Cenozóica. Onde são entalhadas pela rede de drenagem, conformam superfícies extensivamente planas em cotas altimétricas superiores a 800-900m. As variações de altitude com o fundo dos vales que as dissecam e as circunscvem numa difusa distribuição e com recortes sinuosos, podem superar os 200m (SILVA et al., 2005);

c) a paisagem dos planaltos ocorre sobre a SdEM, propriamente dita, sempre acima dos 1000m de altitude, sendo caracterizada por relevo bastante acidentado com predomínio de rochas quartzíticas responsáveis pelas elevações e espigões de rochas nuas. A prevalência de quartzitos constitui uma paisagem de planaltos com cobertura rígida, intensamente falhada e fraturada, cuja esculturação promovida pela rede de drenagem, organizada segundo as direções tectônicas e estruturais, configura a ocorrência generalizada de escarpamentos, linhas de cumeada e grandes desníveis topográficos (SAADI, 1995; VALADÃO, 1998);

d) o relevo de *hogbacks* localiza-se ao longo da borda oriental da SdEM e é caracterizado por uma “paisagem de perfil assimétrico onde a linha de crista divide uma superfície fortemente inclinada para um dos lados e uma superfície suave e mais extensa do outro”(SILVA et al., 2005). As elevações são condicionadas pelas frentes de empurrão e estão dispostas de forma alinhada na direção norte-sul ou nordeste-sudoeste, cujas cristas, sustentadas por quartzito, superam os 1500m de altitude;

e) o relevo irregular de meia-laranja ocupa as áreas leste e sul da SdEM onde aflora o embasamento cristalino. Os mares de morro com vertentes côncavo-convexas apresentam cotas altimétricas que oscilam entre 500 e 800m, podendo atingir os 1000m de altitude.

Quanto a sua evolução geodinâmica, uma sucessão de eventos denudacionais e deposicionais (ocorridos na Era Mesozóica e nos Períodos Terciário e Quaternário do Cenozóico) compartimentou o relevo da serra e formou os níveis de aplainamento cujos testemunhos atuais se encontram entre 1800 e 1700 metros, entre 1600 e 1500 metros, entre 1400 e 1350 metros, entre 1300 e 1250 metros, entre 1050 e 1000 metros e entre 1000 e 950 metros (SAADI & VALADÃO, 1987). Esses pediplanos foram correlacionados

respectivamente com as Superfícies de Aplainamento Gondwana (Cretáceo Inferior-Médio) e Pós-Gondwana (Cretáceo Superior-Paleoceno), Sul Americana (Eoceno-Oligoceno), Velhas (Plioceno) e Paraguaçu (Pleistoceno), propostas por King (1956).

Varajão (1991), discutindo a questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, apresenta um quadro das superfícies de aplainamento no sudeste brasileiro, segundo diversos autores (Tabela 5).

Tabela 5. Superfícies de Aplainamento na Região SE do Brasil.

AUTORES		JAMES (1933)	DE MARTONE (1943)	FREITAS (1951)	KING (1956)	AB'SÁBER (1964)	BIGARELLA & AB'SÁBER (1964)		
IDADE									
Quaternário	Holoceno	Planaltos Cristalinos	Superfície Neogênica	3º Ciclo	Paraguaçu	Superfície Interplanáltica	P _{d1}		
	Pleistoceno								
Terciário	Plioceno		Superfície das Cristas Médias (Paleogênica)	Nível A (2º Ciclo)	Velhas		Sulamericana	Superfície de Cimeira	P _{d2}
	Mioceno								
	Oligoceno								
	Eoceno								
Cretáceo	Paleoceno	Cordilheira de montanhas cristalinas	Superfície dos Campos	Nível B (1º Ciclo)	Pós-Gondwânica	Superfície de Cimeira	P _{d3}		
	Superior								
	Médio								
	Inferior				Gondwânica		P _{d4}		

Fonte: VARAJÃO, 1991.

Relativo à tabela 5 supracitada, segundo Passos e Bigarella (2001), comparando-se as superfícies de aplainamento descritas em São Paulo por De Martonne (1943) com os pediplanos referidos por Bigarella e Ab'Saber (1964) como Pd₃, Pd₂ e Pd₁, verifica-se que estes são passíveis de correlação com os peneplanos das Cristas Médias, Paleógena e Neógena, respectivamente. Os pediplanos Pd₃, Pd₂ e Pd₁ relacionam-se a três extensos aplainamentos, sendo o pediplano Pd₃, o mais antigo e preservado como superfície de cimeira, indicado como contemporâneo ao fim da sedimentação cretácica no Brasil (PASSOS e BIGARELLA, 2001). Sob o aspecto morfogenético essas superfícies são marcadas por dois grandes grupos de processos correlacionados às alternâncias climáticas que atuaram de modo diverso, ou seja, a degradação lateral (clima semi-árido) e a dissecação vertical (clima úmido). Tais processos, além de esculpir o relevo de modo diferenciado, originaram depósitos característicos, e, que quando preservados, são elementos-chave para a interpretação da evolução da paisagem atual (PASSOS e BIGARELLA, 2001).

Na SdEM, cronocorrelacionando as superfícies apontadas por King (1956) com os pediplanos apresentados por Ab'Saber & Bigarella (1964), a Superfície Gondwânica

(1.800m) e Pós-Gondwânica (1.200 a 1.400m) equivalem ao P_{d4}, a Sul Americana (1.100 a 1.200m) aos P_{d3} e P_{d2}, e as Superfícies Velhas (750 a 800m) e Paraguaçu (300 a 650m) correspondem ao P_{d1}. Nesses níveis de aplainamento são encontradas as turfeiras formadas pelo acúmulo em sucessão de restos vegetais, em locais que apresentam condições que inibem a atividade de microrganismos decompositores, como excesso de umidade, baixo pH, escassez de oxigênio e temperaturas amenas.

5.1.3 – Pedologia

Os aspectos pedológicos da SdEM demonstram-se fortemente associados às formas de relevo e ao substrato geológico, existindo, desta forma, uma relação entre as superfícies geomórficas e as classes de solos presentes na região (DINIZ et al., 2005). A diversidade de solos é reflexo da diversidade de materiais de origem, do modelado atual e da evolução das paisagens (SILVA et al., 2005).

O solo predominante na SdEM, ocupando mais de 70% de sua cobertura pedológica, é o Neossolo Litólico, que se desenvolve associado as rochas quartzíticas. A forte declividade, o relevo montanhoso e o clima frio de altitude auxiliam na formação deste solo. Nas bordas da SdEM e em seus interior, principalmente em área moldada sobre o embasamento granítico-gnáissico, xistos, filitos e rochas metabásicas, rochas mais susceptíveis ao intemperismo, desenvolvem solos mais espessos: os Latossolos e Cambissolos.

Encontrados em menor escala, os Nitossolos e os Argissolos originam-se de rochas gnáissicas, filíticas e básicas e configuram-se como importantes áreas de recarga dos aquíferos. Os Neossolos Flúvicos relacionam-se às regiões de terraços e caracterizam-se por camadas intercaladas de areia grossa e areia fina. Os Gleissolos originam-se de sedimentos fluviais quaternários, principalmente na região central e leste da SdEM, sendo, em grande parte, área de preservação permanente por se localizarem ao longo dos cursos fluviais (SILVA et al., 2005).

A dinâmica da biodiversidade é significativamente influenciada pelos atributos da cobertura pedológica, sendo os solos então estratificadores de ambientes e determinantes no desenvolvimento de diferentes fitofisionomias (SILVA et al., 2005).

5.1.5 – Hidrografia

A SdEM abriga as nascentes do rio Jequitinhonha e de importantes tributários dos rios Doce e São Francisco, o que a torna estratégica para as grandes bacias hidrográficas do centroleste e nordeste de Minas Gerais. As nascentes localizadas na SdEM surgem em locais

de superfícies rochosas, normalmente associadas a estruturas geológicas de diferentes escalas (FRAGA et al., 2005).

O Planalto de Diamantina, teto orográfico regional, assume a função de irradiador das drenagens dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha e Araçuaí (SAADI, 1995). O interflúvio das bacias de leste e oeste acompanha, aproximadamente, o submeridiano central da SdEM. No lado oriental, o divisor de águas das bacias do rio Doce e Jequitinhonha situa-se a noroeste da cidade do Serro e estende-se para norte e nordeste através da Serra do Itambé e Serra Negra (FRAGA et al., 2005). Na borda ocidental, a frente de dissecação sanfranciscana atinge a superfície dos planaltos (SAADI, 1995).

5.1.6 – Climatologia

O clima da SdEM é determinado pelos parâmetros normais do zoneamento climático global (latitude, longitude e continentalidade), mas fortemente influenciado pelo fator orográfico, uma vez que a cordilheira apresenta-se normalmente com mais de mil metros de altitude em relação ao nível do mar (NEVES et al., 2005).

O clima da região é mesotérmico, Cwb na classificação de Koppen, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril), invernos mais frescos e secos (junho a agosto) e curtas transições nos meses de maio e setembro. A precipitação e a temperatura médias anuais variam de 1250 a 1550mm e 18° a 19°C, respectivamente.

Contudo a orografia compartimenta diferentes domínios climáticos. Assim, é possível definir duas particularidades:

- (i) as porções topograficamente mais elevadas apresentam temperaturas sensivelmente mais baixas que as bordas da SdEM. O clima subseqüente compreende as terras situadas imediatamente abaixo das maiores cotas altimétricas (NEVES et al., 2005);
- (ii) a porção oeste apresenta estação seca muito mais pronunciada do que a leste. A topografia da área favorece a precipitação na vertente atlântica ao atuar no sentido de aumentar a turbulência do ar e diminuir sua temperatura (1° C a cada 100m de elevação) através da ascendência orográfica, notadamente durante a passagem de correntes perturbadas (NEVES et al., 2005). Desta forma, a umidade do ar é condensada provocando fortes precipitações a barlavento, o que promove clima mais seco e quente a sotavento.

5.1.7 – Fitogeografia

A cobertura vegetal original da área de estudo pode ser considerada um mosaico de comunidades condicionadas pelas características climáticas, pedo-geológicas e topográficas, o que favorece o desenvolvimento de uma flora típica, com diversas espécies endêmicas.

Padrões distintos de distribuição geográfica das espécies decorrem dos vários tipos de disjunções decorrentes do caráter “insular” das serras que compõem a Cadeia do Espinhaço (MENDONÇA-FILHO, 2005). As porções topograficamente mais elevadas, geralmente moldadas sobre os quartzitos, apresentam vegetação de campo rupestre e subsidiariamente, campo limpo. As áreas menos elevadas apresentam duas regiões fitoecológicas que marcam as vertentes leste e oeste da SdEM, respectivamente a floresta estacional semi-decidual e a savana (cerrado). A região da floresta estacional semi-decidual é condicionada pela dupla estacionalidade climática, com época de intensas chuvas no verão seguidas de estiagem acentuada no inverno. Esta fitofisionomia apresenta entre 20 e 50% de árvores que perdem as folhas e localiza-se no contorno das serras, nas margens dos cursos fluviais e em capões (MENDONÇA-FILHO, 2005).

A região savânica apresenta distintas formações vegetais, desde a florestada, que ocupa, principalmente, as margens dos cursos d’água até a gramíneo-lenhosa. Esta vegetação reveste solos pouco desenvolvidos e, por vezes, lixiviados, adaptando-se a pobreza nutricional intensa.

5.2 – Trabalhos de Campo

As campanhas de campo foram realizadas no período compreendido entre 07.05.2010 a 30.06.2011 (conforme Anexo A), abrangendo os períodos secos e chuvosos na região, em pontos da porção norte da SdEM previamente definidos.

Cada turfeira estudada foi dividida em transectos espaçados 100 m entre si e a cada 20m, dentro deles, foi aferida a profundidade com o auxílio de uma baliza de ferro e realizado o georreferenciamento do ponto com o auxílio de GPS. O procedimento de amostragem consistiu em introduzir um cano de PVC (230 cm de comprimento e 50 mm de diâmetro), com a extremidade superior destampada, até o substrato basal da turfeira em pontos representativos. Em seguida o cano foi tampado, com uma tampa removível inserida em sua extremidade superior, puxado à superfície e colocado na horizontal. Após esse procedimento, a tampa foi retirada e, com uma baliza, foi empurrado lentamente para dentro do cano um êmbolo de madeira. A amostra, então expulsa do cano, foi assentada numa pá reta e condicionada em sacos plásticos para posteriores análises. Foram coletadas 10 amostras em 5

transectos na turfeira 1 (Sopa), 20 em 3 transectos na turfeira 2 (Distrito de São João da Chapada I), 10 em 3 transectos na turfeira 3 (São João da Chapada II), 21 em 4 transectos na turfeira 4 (Pinheiros), 6 em 1 transecto na turfeira 5 (Sempre-Vivas II) e 10 em 2 transectos na turfeira 6 (Sempre-Vivas III) totalizando 77 pontos de amostragem. As amostras para datação foram coletadas com o auxílio do vibro-testemunhador.

No campo, foi feita a determinação do estágio de decomposição das camadas das turfeiras, segundo a escala de decomposição de von Post (Stanek & Silc, 1977), descrita em Embrapa (2006). O método consiste na compressão de uma amostra de turfeira recém coletada na mão e a partir do volume que sai entre os dedos e o volume que permanece na mão, a amostra é classificada em uma escala que vai de não decomposta até completamente decomposta.

5.3 – Trabalhos de Laboratório

5.3.1 - Caracterização de Organossolo

Os testes para caracterização dos organossolos foram feitos segundo Embrapa (2006). Nessa caracterização, os teores de fibras não esfregadas foram determinados tomando-se um volume de 2,5 cm³ de solo, aferido através de uma seringa, o qual foi transferido para uma peneira de 100 mesh e lavado com água corrente até que o líquido percolado apresentasse coloração clara. Em seguida, foi determinada a porcentagem de fibras não esfregadas (FNE) pela aferição do volume remanescente. Então, o material foi novamente transferido para a peneira de 100 mesh e repetido o mesmo procedimento, porém dessa vez, esfregando as fibras com os dedos. O volume desse material forneceu dados para o teor de fibras esfregadas (FE).

A solubilidade em pirofosfato de sódio foi obtida misturando-se uma amostra de 2,5 cm³ de solo a 1 grama de pirofosfato de sódio e 4 ml de água. No dia seguinte, este material foi agitado novamente e, com o auxílio de uma tira de papel cromatográfico (0,5 cm x 3 cm) foi feita a leitura em carta de Munsell na página de matiz 10 YR.

O pH do solo foi determinado pela mistura de 2,5 cm³ de amostra de solo em 4 ml de CaCl₂ 0,015 mol L⁻¹ e, após uma hora, realizou-se a leitura em peagâmetro de bancada.

A densidade do solo (Ds) foi obtida pela relação do peso seco a 105°C, em estufa, durante 24 horas pelo volume conhecido da amostra (2,5 cm³). A partir desse resultado foi calculada, também, a densidade da matéria orgânica (Dmo), representada pela subtração da Ds da relação de multiplicação da Ds pelo material mineral dividido por 100. O teor de

material mineral (MM) das amostras foi calculado a partir da divisão entre o peso da amostra seca a 600°C por 6 horas, em mufla, e o peso da amostra seca a 105 °C por 24 horas.

O conteúdo de matéria orgânica (MO) foi determinado pela diferença de massa da amostra seca a 600°C durante 6 horas em relação a amostra seca a 105°C. Após a determinação da Ds e da Dmo, o resíduo mínimo (RM) foi determinado pela subtração Dmo – Ds dividida pelo fator de densidade do solo residual (1,5 g cm⁻³). A umidade gravimétrica (Ug) foi calculada a partir da divisão do peso de água pelo peso seco da amostra a 105°C (24h). O conteúdo de carbono orgânico (C org) foi obtido pela divisão do teor de MO pelo fator 1,724.

As estimativas do estoque de carbono do solo foram determinadas a partir da disponibilidade de dados sobre conteúdo de carbono (em g de C kg⁻¹ de solo) e densidade do solo (Ds). Valores da Ds são necessários para converter o conteúdo de carbono como porcentagem do peso seco para peso de carbono por unidade de área (HOWARD et al. 1995).

5.3.2 - Composição Isotópica e Idades Radiocarbônicas

Treze amostras das camadas mais profundas e menos profundas das Turfeiras Pinheiros, Sempre-Vivas I e III, São Miguel e Pico do Itambé foram coletadas, secas ao ar, moídas em grau de porcelana, passadas em peneiras de crivo 0,053 mm e enviadas para o laboratório do CENA/USP, para determinação da composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e datações radiocarbônicas (^{14}C) por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo (PESSENDA & CAMARGO, 1991).

5.4 – Cartografia

5.4.1 – Aquisição do Banco de Dados e das Imagens de Radar e de Satélite

Todos os trabalhos cartográficos de mapeamento e caracterização da área de estudo foram elaborados a partir de observações de campo (com auxílio de GPS Garmin Etrex H Gold e cartas) e com a base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), GeoMINAS, Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), obtidos em 2009, 2010 e 2011. Os softwares GPS

Trackmaker Pro, Envi 4.5 e o Arcgis 9.3 foram fundamentais na fase de geoprocessamento e sensoriamento remoto dos dados e informações.

As imagens de radar disponibilizadas pela Embrapa (SRTM obtidos pela NASA) contribuíram significativamente para a determinação do padrão das turfeiras, além de auxiliar na caracterização e na verificação da distribuição espacial desses pedoambientes nas superfícies da SdEM. Os dados possuem referência espacial e estão individualizados de acordo com as folhas 1:250.000 do mapeamento sistemático brasileiro. Para cobertura de toda a área de estudo foram utilizados dados correspondentes às folhas SE23XC (Pirapora), SE23ZA (Curvelo), SE23ZB (Guanhães), SE23ZC (Belo Horizonte), SE23ZD (Ipatinga) e SE23XD (Capelinha).

Liderada pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), durante 11 dias, em Fevereiro de 2000, a missão espacial SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) obteve dados sobre mais de 80% da superfície terrestre, entre as latitudes 60° N e 57° S, através de radar de abertura sintética interferométrico (InSAR – *Interferometric Synthetic Aperture Radar*) que adquiriu dados nas bandas C e X a bordo do ônibus espacial Endeavour (RABUS et al., 2003). O sistema contava com duas antenas de recepção separadas por um mastro de 60m, o que possibilitou a aquisição dos dados em uma mesma órbita, garantindo a melhor qualidade dos mesmos (RABUS et al., 2003).

Os MDEs (Modelo Digital de Elevação) do SRTM, disponibilizados para a América do Sul, possuem resolução espacial de 3 arco-segundos (cerca de 90m) e resolução vertical nominal de 6m (RABUS et al., 2003). Segundo VALERIANO (2008), toda aquisição dos dados SRTM foi planejada a suprir mapeamentos em escalas entre 1:100.000 e 1:250.000.

As imagens de satélites (Landsat-5) foram adquiridas através da base de dados do INPE. O período de aquisição ocorreu entre 2010 e 2011. A resolução temporal das bandas 3, 4, 5 e 7 (muito utilizadas em estudos ambientais) da órbita 218 e pontos 72 e 73 (que abrange toda a SdEM) compreendeu o período entre 01.01.2009 a 26.11.2010. A banda 3 (0,63-0,69 μm da faixa espectral – vermelho) é muito utilizado visando a diferenciação de espécies vegetais, áreas urbanas, uso do solo, agricultura e qualidade da água. A banda 4 (0,76-0,90 μm – infravermelho próximo) tem aplicações no delineamento de corpos d'água, mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico, áreas de queimadas, áreas úmidas, agricultura e vegetação. Em estudos de uso do solo, medidas de umidade de vegetação, agricultura e vegetação é utilizada a banda 5 (1,55-1,75 μm – infravermelho termal). A banda 7 (intervalo espectral de 2,08-2,35 μm – infravermelho termal) tem sua aplicação voltada para o mapeamento hidrotermal, geológico, geomorfológico, de solos e na identificação de minerais.

5.4.2 – Tratamento das Imagens e Manipulação dos Dados

Inicialmente foi feito o tratamento das imagens SRTM no ENVI 4.5, através da opção *Topographic – Replace Bad Values*. O ENVI é muito usado em sensoriamento remoto e processamento de imagens e foi desenvolvido a partir da linguagem IDL (*Interactive Data Language*), a qual possui livre acesso, conferindo grande dinamicidade ao software. Posteriormente os dados SRTM foram importados para o ambiente do aplicativo ArcGIS 9.3, onde todas as imagens foram mosaicadas e procedeu-se a distribuição dos pontos de observação e a individualização dos valores digitais das células em intervalos de 50, originando uma imagem de cotas hipsométricas com equidistância de 50 m.

O processo de mosaicamento, correção geométrica (georreferenciamento), registro e composição RGB das imagens de satélites foram feitos através do Envi 4.5 e do Arcgis 9.3.

5.4.3 – Mapeamento das Turfeiras

As turfeiras foram delimitadas através de trabalhos de campo e com auxílio de fotografias aéreas, imagens do Google Earth, imagens de satélite (Landsat-5) e imagens de radar. Os softwares utilizados foram o Envi 4.5 e o Arcgis 9.3.

Assim, as áreas de ocorrências das turfeiras na SdEM foram determinadas através de informações de campo, interpretação de fotografias aéreas e imagens de radar, além do processamento das imagens de satélites Landsat-5 (Órbita: 218; Pontos: 72 e 73; Bandas 3, 4, 5 e 7; Resolução Temporal entre 01.01.2009 a 26.11.2010).

Em campo, foi interpretado o padrão de formação das turfeiras, que se repetiu em todos os pontos amostrados (elas se desenvolvem em locais pouco deprimidos a planos, onde a drenagem é impedida a partir de diques constituídos por afloramentos rochosos, sendo os capões uma feição típica desses pedoambientes). As fotografias aéreas, através de suas características (padrão, textura, tamanho dos objetos, dentre outros) também serviram como instrumento na identificação das turfeiras. Com a imagem de satélite, mosaicada, corrigida e registrada, as turfeiras foram determinadas eliminando todos os outros elementos da paisagem (água, solo exposto, rocha, floresta nativa, floresta plantada), a partir da classificação supervisionada Maxver (Método da Máxima Verossimilhança) do Software Envi 4.5. Após essas etapas sucessivas, a classificação foi refinada considerando os pontos de amostragem das turfeiras (Distrito de Mendes, Pico do Itambé, P. N. Sempre-Vivas, Distrito de São João da Chapas, Sopa e Pinheiros). Por fim, foram vetorizadas todas as áreas de turfeiras e efetuados os cálculos, com a utilização do Software Arcgis 9.3 através da opção *calculate geometry* e do GPS Trackmaker Pro.

5.5 – Análise Estatística

Os teores de matéria orgânica (MO) encontrados nas amostras dos transectos foram submetidos a uma regressão linear múltipla pelo método de quadrados mínimos com o teor de material mineral (MM), fibra esfregada (FE), umidade e densidade do solo (Ds). Todas essas análises foram feitas utilizando-se o software Excel.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Mapeamento das Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM

6.1.1 – Delimitação das Turfeiras

Nessa primeira análise, foram delimitados 14.287,55 ha de turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM, em um área total de 1.180.109 ha, o que representa 1,2% dessa área total. Nessa aproximação a menor área obtida foi de 0,09 há devido às limitações da resolução espacial da imagem Landsat. A resolução geométrica das imagens Landsat-5 nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 é de 30 m. Assim, cada “pixel” da imagem representa, portanto, uma área no terreno de 900 m² (0,09 ha).

Dessa forma, deve-se ressaltar que turfeiras menores que 0,09 ha não apareceu nesse mapeamento da SdEM.

6.1.2 - Geologia da SdEM e as Turfeiras

A área de estudo compreende 49 unidades geológicas, envolvendo diversas hierarquias estratigráficas como grupos, formações, complexos, corpos e suítes (Figura 5 e Tabela 6).

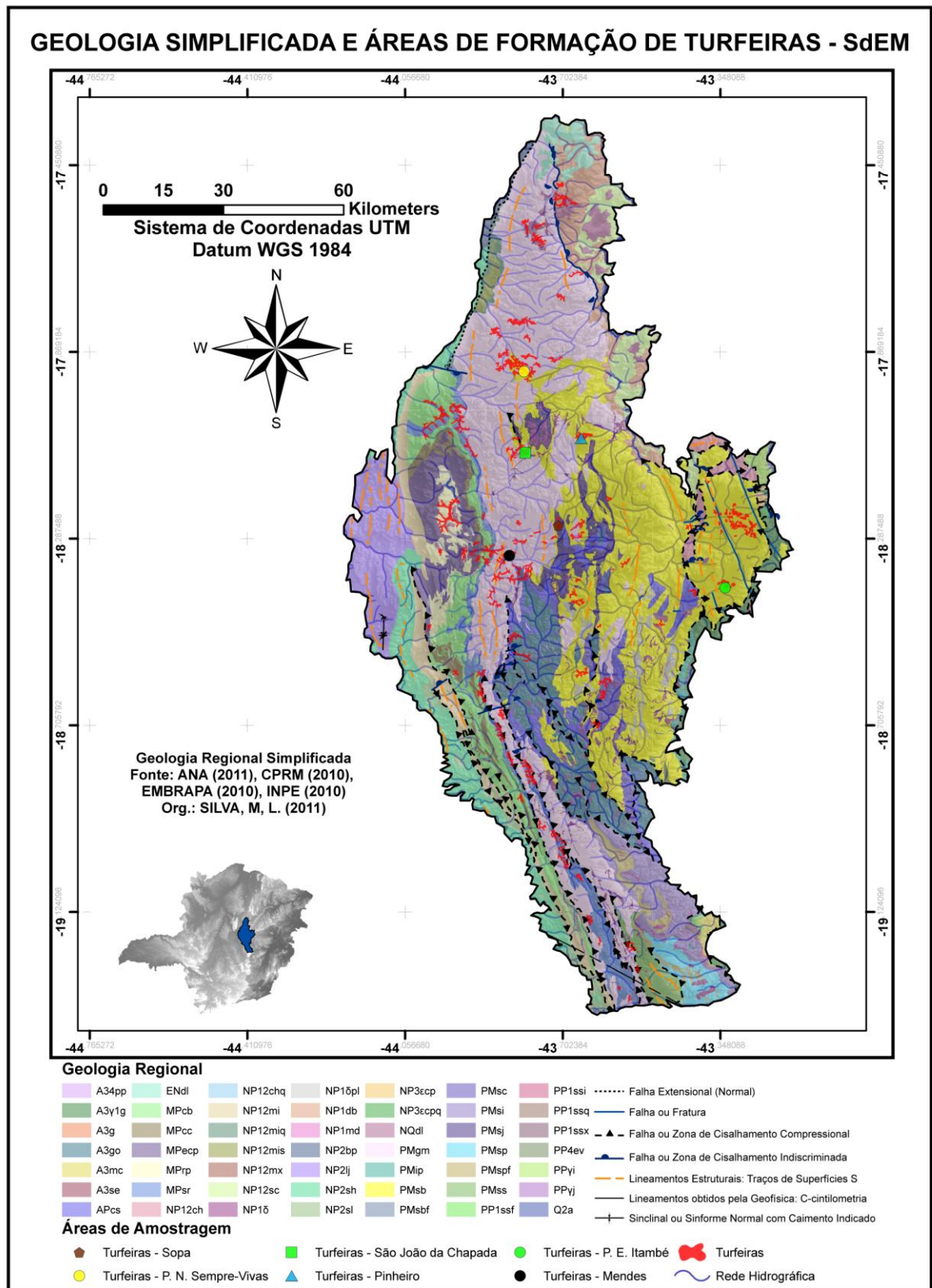


Figura 5. Mapa Geológico da SdEM.

Tabela 6. Descrição da Geologia da SdEM.

Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) - Geologia Regional	
Siga	Descrição
ENdl	Coberturas Detrito-Lateríticas com Concreções Ferruginosas (Cenozóico): Laterita, Depósitos de Areia, Argila e Cascalho (Sedimentar)
NQdl	Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (Cenozóico): Aglomerado, Laterita, Depósitos de Areia, Argila e Cascalho (Sedimentar)
A3go	Complexo Gouveia (Mesoarqueano): Granitóide, Gnaiss (Ígnea, Metamórfica)
A3g	Complexo Guanhães (Mesoarqueano): Gnaiss, Granitóide (Metamórfica, Ígnea)
A3y1g	Complexo Guanhães (Mesoarqueano): Metagranodiorito, Metagranito (Metamórfica)
PPyj	Corpo Jacém (Paleoproterozóico): Granito (Ígnea)
PPyi	Corpo Rio Itanguá (Paleoproterozóico): Granito (Ígnea)
PMSj	Corpo São João da Chapada (Paleoproterozóico)
NP1δ	Corpo Soleiras e Diques Máficos (Neoproterozóico): Metadiabásio (Metamórfica)
Q2a	Depósitos Aluvionares (Cenozóico): Deposito de Areia e Cascalho (Sedimentar)
NP3εcpq	Formação Capelinha (Neoproterozóico)
NP3εcp	Formação Capelinha (Neoproterozóico): Xisto (Metamórfica)
NP12ch	Formação Chapada Acauã (Neoproterozóico): Metadiamictito, Quartzito Ferruginoso, Grafita Xisto, Rocha Metapelítica (Metamórfica)
MPcc	Formação Córrego Bandeira (Mesoproterozóico): Filito, Metasiltito (Metamórfica)
MPcb	Formação Córrego dos Borges (Mesoproterozóico): Filito, Quartzito (Metamórfica)
MPecp	Formação Córrego Pereira (Mesoproterozóico): Mica Quartzito, Quartzito (Metamórfica)
NP1md	Formação Domingas (Neoproterozóico): Metasiltito, Dolomito (Metamórfica, Sedimentar)
NP1db	Formação Duas Barras (Neoproterozóico): Metarenito, Metaconglomerado (Metamórfica)
PMgm	Formação Galho do Miguel (Paleoproterozóico): Argilito (Sedimentar), Quartzito (Metam.)
PMip	Formação Itapanhoacanga (Paleoproterozóico): Quartzito, Xisto (Metamórfica)
NP2lj	Formação Lagoa do Jacaré (Neoproterozóico): Calcarenito, Siltito (Sedimentar)
MPrp	Formação Rio Pardo Grande (Mesoproterozóico): Metasiltito (Metamórfica)
MPsr	Formação Santa Rita (Mesoproterozóico): Metasiltito, Filito, Quartzito (Metamórfica)
NP2sh	Formação Serra de Santa Helena (Neoproterozóico): Siltito, Folhelho (Sedimentar)
NP12sc	Formação Serra do Catuni (Neoproterozóico): Metadiamictito, Metasiltito, Quartzito (Metamórfica)
NP2sl	Formação Sete Lagoas (Neoproterozóico): Rocha Metapelítica (Metamórfica)
PMsbf	Formação Sopa-Brumadinho (Paleoproterozóico): Formação Ferrífera Bandada (Sedimentar)
PMsb	Formação Sopa-Brumadinho (Paleoproterozóico): Metaconglomerado, Arenito, Brecha Quartzítica, Xistos e Filitos (Metamórfica, Sedimentar)
APcs	Grupo Costa Sena (Eoarqueano): Xisto (Metamórfica)
NP12mx	Grupo Macaúbas - Unidade Rio Preto (Neoproterozóico): Xisto, Tufito (Metamórfica, Sedimentar)
NP12mi	Grupo Macaúbas (Neoproterozóico): Metadiamictito (Metamórfica)
NP12mis	Grupo Macaúbas (Neoproterozóico): Metasiltito, Xisto, Quartzito (Metamórfica)
NP12miq	Grupo Macaúbas (Neoproterozóico): Quartzito (Metamórfica)
A34pp	Grupo Pedro Pereira (Mesoarqueano): Rocha Metamáfica, Xisto, Rocha Metaultramáfica (Metamórfica)
PP1ssf	Grupo Serra da Serpentina (Paleoproterozóico): Filito, Quartzito (Metamórfica)
PP1ssi	Grupo Serra da Serpentina (Paleoproterozóico): Itabirito (Metamórfica)
PP1ssq	Grupo Serra da Serpentina (Paleoproterozóico): Quartzito (Metamórfica)
PP1ssx	Grupo Serra da Serpentina (Paleoproterozóico): Xisto, Quartzito (Metamórfica)
A3se	Grupo Serro (Mesoarqueano): Xisto (Metamórfica)
PMsc	Membro Campo Sampaio (Paleoproterozóico): Rocha Metapelítica (Metamórfica)
A3mc	Sequência Metavulcanossedimentar Rio Mata Cavallo (Mesoarqueano): Gnaiss (Metamórfica)
NP2bp	Subgrupo Paraopeba (Neoproterozóico): Calcarenito, Arcóseo, Dolomito,

	Siltito, Folhelho, Argilito, Ritmito, Marga (Sedimentar)
NP1õpl	Suíte Pedro Lessa (Neoproterozóico): Metagabro (Metamórfica)
PP4ev	Unidade Conceição do Mato Dentro (Paleoproterozóico): Metariolito, Granito (Metamórfica, Ígnea)
PMSi	Unidade Itambé do Mato Dentro (Paleoproterozóico)
PMspf	Unidade Rio Preto (Paleoproterozóico): Quartzito (Metamórfica)
PMsp	Unidade Rio Preto (Paleoproterozóico): Xisto (Metamórfica)
PMss	Unidade Serra do Lobo (Paleoproterozóico): Metaconglomerado (Metamórfica)

Fonte: CPRM (2010)

Na SdEM, as turfeiras ocorrem sobre 9 unidades geológicas: Formação Galho do Miguel (1800 Ma anos A.P. – idade máxima) e Formação Sopa-Brumadinho (1750 Ma anos A.P. – idade máxima) do Paleoproterozóico, Formação Córrego Borges (1600 Ma anos A.P. – idade máxima), Formação Córrego Pereira (1600 Ma anos A.P. – idade máxima), Formação Santa Rita (1600 Ma anos A.P. – idade máxima) e Formação Rio Pardo Grande (1600 Ma anos A.P. – idade máxima) do Mesoproterozóico, Membro Campo Sampaio (1750 Ma anos A.P. – idade máxima) do Paleoproterozóico, Complexo Gouveia (3200 Ma anos A.P. – idade máxima) do Mesoarqueano e Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (23 Ma anos A.P. – idade máxima) do Cenozóico (Figura 6).

De acordo com Almeida-Abreu (1995), as Formações Córrego Borges, Córrego Pereira, Santa Rita e Rio Pardo Grande pertencem ao Grupo Conselheiro Mata, enquanto a Formação Galho do Miguel e Sopa-Brumadinho correspondem ao Grupo Guinda. Tanto o Grupo Conselheiro Mata como o Guinda integram o Supergrupo Espinhaço.

As Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas correspondem às formações superficiais terciárias-quadernárias.

Segundo Almeida-Abreu & Pflug (1994), as estruturas regionais características da SdEM, são representadas por falhas de empurrão orientadas no sentido N-S e NNW-SSE. A compressão se deu de E para W e o grau de deformação expressa nas unidades do Supergrupo Espinhaço cresce de W para E. A borda leste é caracterizada por este tipo de estrutura, as quais se encontram na zona proximal da colisão que edificou o orógeno (SAADI, 1995). Observa-se ainda, no orógeno em geral, uma grande quantidade de falhamentos indiscriminados no sentido WNW-ESE, falhas NE-SW frequentemente destrais, transcorrências E-W e falhas de transferência WNW-ESSE.

De acordo com Fonseca (2010), a borda oeste da SdEM é caracterizada por uma extensa falha normal, marcando um grande eixo de arqueamento, disposto longitudinalmente no sentido NW-SE, com uma inflexão entre os cursos dos rios Pardo Grande e Pardo

Pequeno, mudando sua orientação para NE-SW (Figura 5). Na bacia do alto Jequitinhonha observa-se o desenvolvimento maior de um sistema de falhas de empurrão/zonas de cisalhamento (FONSECA, 2010).

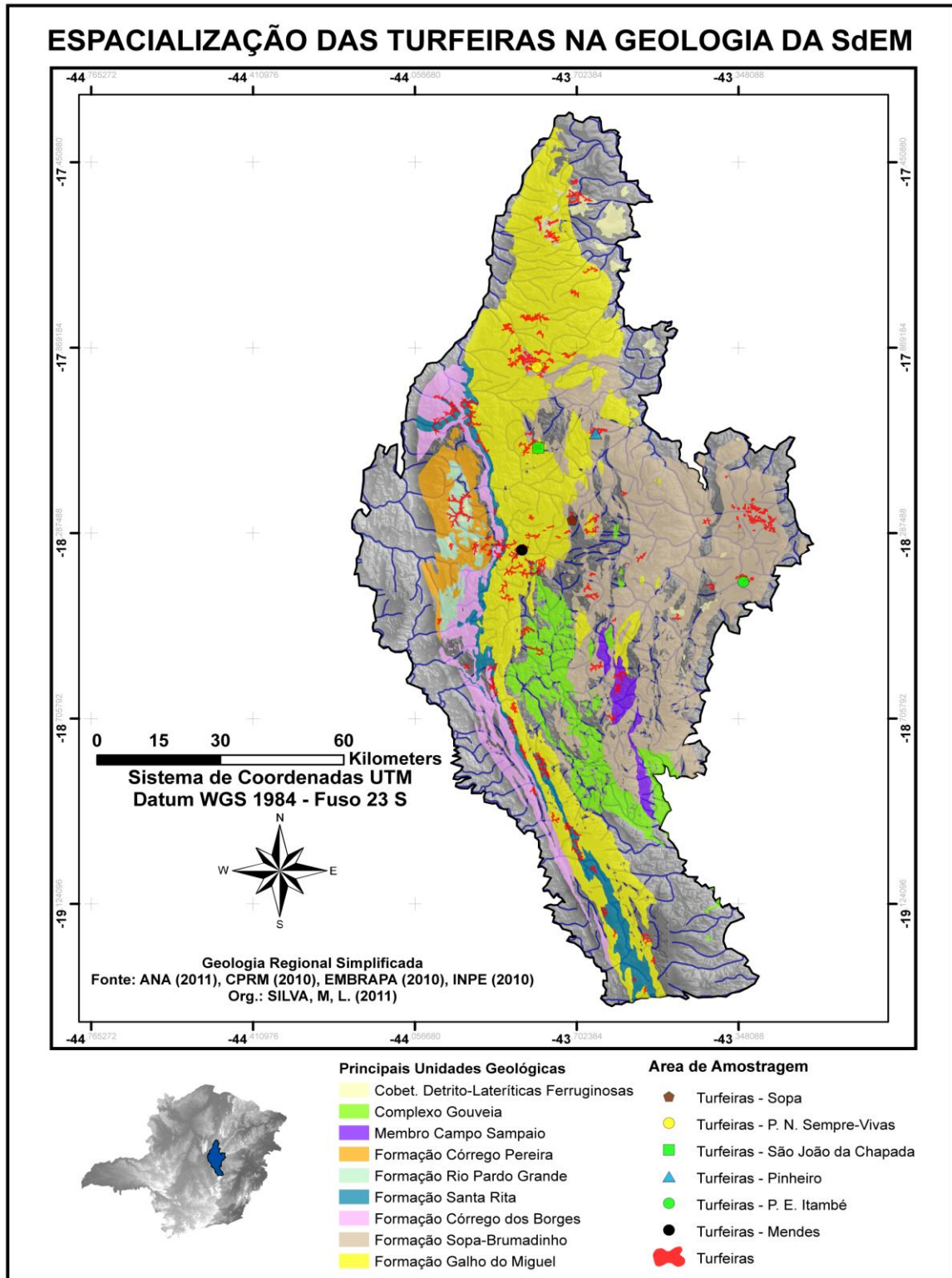


Figura 6. Espacialização de Turfeiras nas Principais Unidades Geológicas da SdEM.

A gênese e evolução das turfeiras na SdEM está correlacionada a um forte controle litoestrutural (falhas, fraturas, lineamentos estruturais), que acaba condicionando esses pedoambientes (Figura 5).

Dos 14.287,55 ha de turfeiras da SdEM, 24,6% ocorrem sobre a Formação Galho do Miguel, onde predominam amplamente os quartzitos (Figura 7 e Tabelas 6 e 7) e aproximadamente 25% se desenvolveram nos litotipos da Formação Sopa-Brumadinho, sobre litologias quartzíticas e filíticas (Figura 8 e Tabelas 6 e 7). A Formação Santa Rita (com litologias de filitos, metassiltitos e quartzitos) responde por 17,4% das turfeiras do Espinhaço Meridional.

Tabela 7. Espacialização das Turfeiras nas Formações Geológicas da SdEM.

Sigla	Nome da Unidade Geológica	Turfeiras	
		Area (ha)	%
PMgm	Formação Galho do Miguel	3.513,46	24,6
PMsbf	Formação Sopa-Brumadinho	3.562,47	24,9
MPcb	Formação Córrego Borges	1.295,21	9,1
MPecp	Formação Córrego Pereira	340,54	2,4
MPrp	Formação Rio Pardo Grande	908,95	6,5
MPsr	Formação Santa Rita	2.520,00	17,4
PMsc	Membro Campo Sampaio	296,84	2,1
A3go	Complexo Gouveia	768,93	5,4
NQdl	Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas	1.081,15	7,6
Total		14.287,55	100



Figura 7. Formação Galho do Miguel no Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG).



Figura 8. Formação Sopa-Brumadinho Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG).

Nesse sentido, aproximadamente 50% das turfeiras da SdEM se formaram sobre as rochas metamórficas da Formação Galho do Miguel e Sopa Brumadinho, predominantemente sobre quartzitos, rochas mais comuns da área de estudos.

6.1.3 - Geomorfologia da SdEM e as Turfeiras

Em níveis taxonômicos maiores, foi possível encontrar 10 unidades morfológicas (domínios) na SdEM: Chapadas e Platôs, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, Domínio Montanhoso, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e Serras Baixas, Planaltos e Baixos Platôs, Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres e Vales Encaixados (Figura 9).

O Domínio Montanhoso e o Domínio de Morros e Serras Baixas, que correspondem às Formações Córrego dos Borges, Galho do Miguel, Sopa-Brumadinho e Santa Rita se destacam como sendo as principais superfícies de formação das turfeiras (Tabela 8).

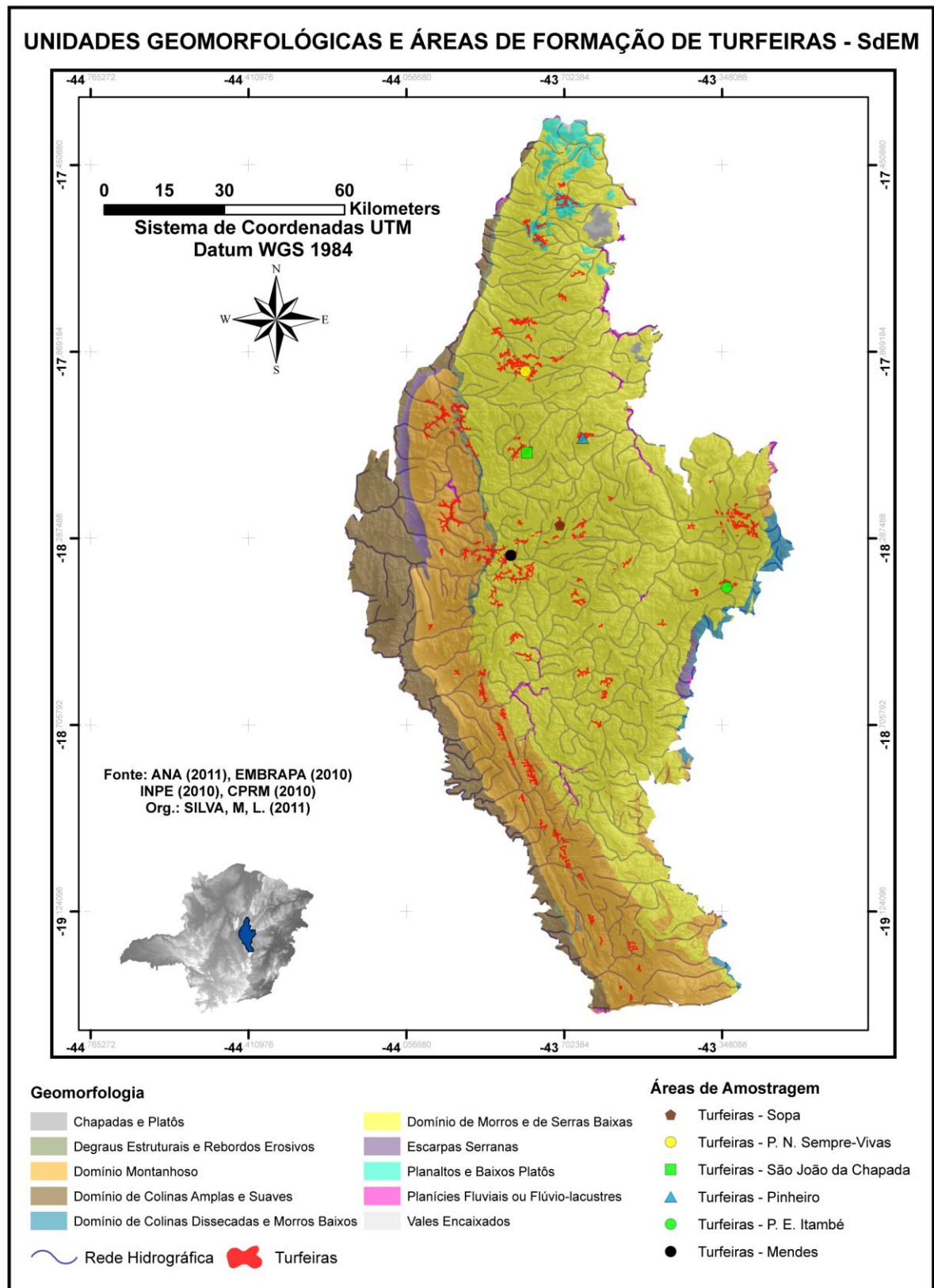


Figura 9. Principais Unidades Geomorfológicas da SdEM.

Tabela 8. Espacialização das Turfeiras nas Unidades Geomorfológicas da SdEM.

Unidade de Relevô	Turfeiras	
	Area (ha)	%
Domínio de Morros e Serras Baixas	8.214,72	57,49
Domínio Montanhoso	4.991,68	34,94
Planaltos e Baixos Platôs	1.081,15	7,57
Total	14.287,55	100

Enquanto 57,49% das turfeiras se encontram no Domínio de Morros e Serras Baixas, e 34,94% se situam no Domínio Montanhoso, apenas 7,57% das turfeiras estão localizadas no Domínio de Planaltos e Baixos Platôs. A altimetria e a topografia se destacam como fatores determinantes no ambiente de formação das turfeiras.

6.1.4 - Solos da SdEM e as Turfeiras

Na SdEM, 28 unidades de mapeamentos (UM) até o quarto nível categórico (ordem, sub ordem, grande grupo, sub grupo) foram delimitadas (Figura 10 e Tabela 9). Dessas unidades de mapeamento, as unidades taxonômicas (UT) que recobrem a maior área da SdEM são representadas pela classe dos neossolos litólicos e dos cambissolos.

As turfeiras, na SdEM, ocorrem principalmente nas áreas mapeadas como afloramentos rochosos (48,11%) e nas unidades de mapeamento representadas pelas classes dos neossolos litólicos (37,32%), conforme mostra a tabela 10.

O baixo grau de intemperismo (que contribuem para a formação dos neossolos litólicos), associado à alta resistência dos afloramentos rochosos contribuem, de forma significativa, para o processo de formação e evolução das turfeiras na SdEM (Figura 11).

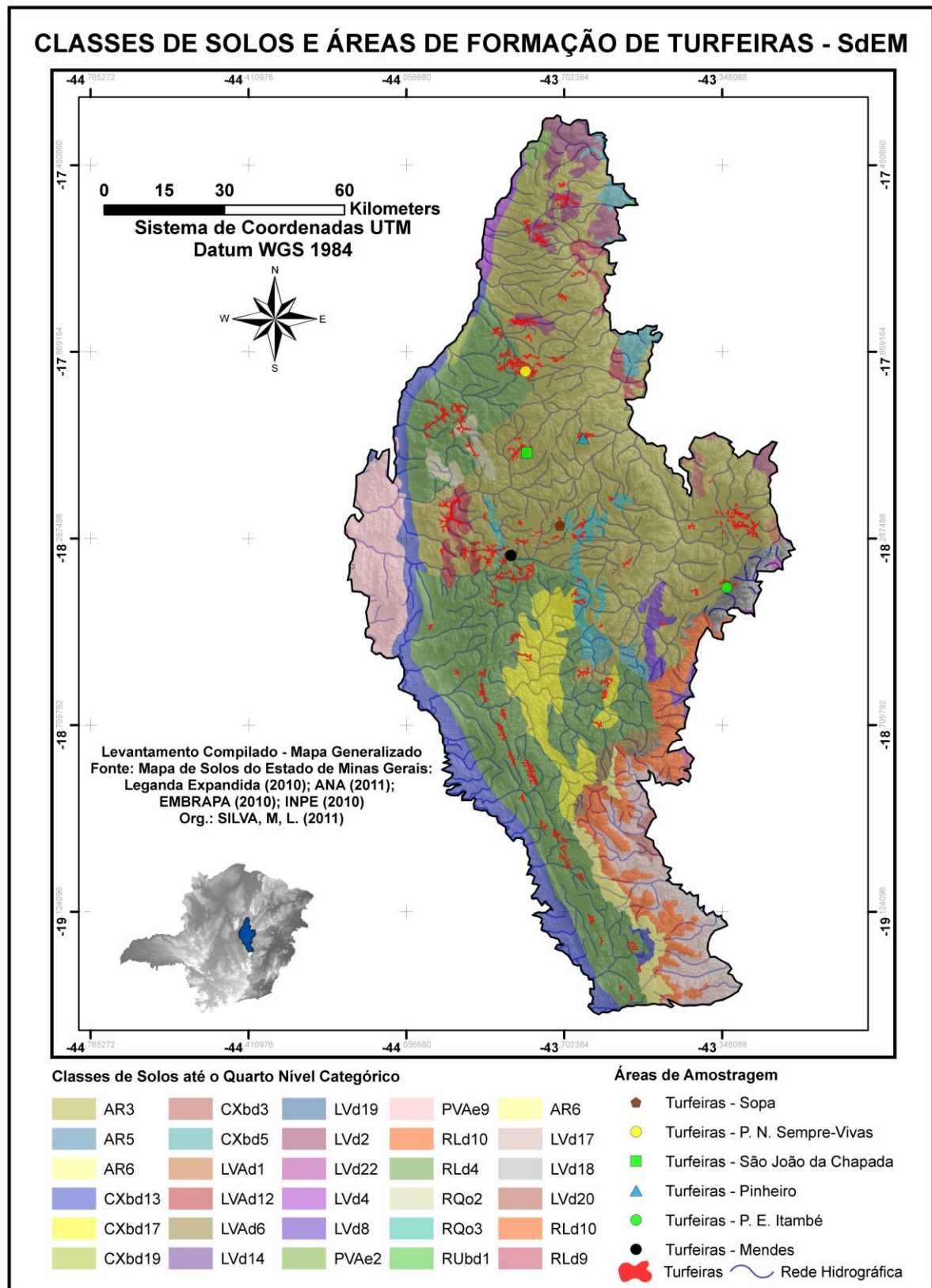


Figura 10. Principais Unidades de Mapeamento Pedológico da SdEM.

Tabela 9. Unidades de Mapeamento de Solos da SdEM.

Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) - Classes de Solos até o Quarto Nível Categórico	
Sigla	Descrição
AR3	Afloramento Rochoso + Cambissolo Háptico Distrófico típico + Neossolo Litólico psamítico
AR5	Afloramento Rochoso + Neossolo Litólico Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
AR6	Afloramento Rochoso (50%) + Neossolo Litólico Distrófico típico (50%)
CXbd13	Cambissolo Háptico Distrófico típico + Neossolo Litólico Distrófico típico
CXbd17	Cambissolo Háptico Distrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
CXbd19	Cambissolo Háptico Distrófico típico + Cambissolo Háptico Distrófico latossólico + Cambissolo Háptico Distrófico argissólico
CXbd3	Cambissolo Háptico Distrófico típico A moderado textura média/argilosa
CXbd5	Cambissolo Háptico Distrófico típico A moderado textura arenosa
LVAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
LVAd12	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Neossolo Quartzarênico Órtico típico
LVAd6	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Cambissolo Háptico Distrófico
LVd14	Latossolo Vermelho Distrófico típico (70%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico (20%) + Neossolo Litólico Distrófico típico (5%) + Afloramento Rochoso (5%)
LVd17	Latossolo Vermelho Distrófico típico (60%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico (15%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (15%) + Neossolo Litólico Distrófico Típico (10%)
LVd19	Latossolo Vermelho Distrófico típico (60%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (40%)
LVd2	Latossolo Vermelho Distrófico típico
LVd22	Latossolo Vermelho Distrófico típico (50%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico (25%) + Argissolo Vermelho Distrófico típico (25%)
LVd4	Latossolo Vermelho Distrófico típico + Latossolo Vermelho Distroférrico típico
LVd8	Latossolo Vermelho Distrófico típico + Cambissolo Háptico Distrófico típico
PVAe2	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico
PVAe9	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
RLd10	Neossolo Litólico Distrófico típico (50%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (30%) + Afloramento Rochoso (20%)
RLd4	Neossolo Litólico Distrófico típico + Afloramento Rochoso
RLd9	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário (40%) + Cambissolo Háptico Tb Distroférrico típico (30%) + Latossolo Vermelho Distrófico típico (20%) + Afloramento Rochoso (10%)
RQo2	Neossolo Quartzarênico Órtico típico + Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico
RQo3	Neossolo Quartzarênico Órtico típico + Cambissolo Háptico Distrófico típico + Neossolo Litólico Distrófico típico
RUbd1	Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico
LVd18	Latossolo Vermelho Distrófico típico (50%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (30%) + Argissolo Vermelho Distrófico típico (20%)
LVd20	Latossolo Vermelho Distrófico típico (60%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico (20%) + Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (20%)

Levantamento Compilado - Mapa Generalizado - Fonte: Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (2010)

Tabela 10. Espacialização das Turfeiras nas Unidades Pedológicas da SdEM.

Distribuição das Turfeiras nas Unidades de Mapeamento de Solos da SdEM			
Sigla	Descrição da Unidade de Mapeamento	Turfeiras	
		Area (ha)	%
AR3	Afloramento Rochoso + Cambissolo Háptico Distrófico típico + Neossolo Litólico psamítico	6.874,22	48,11
CXbd17	Cambissolo Háptico Distrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	523,64	3,66
LVd2	Latossolo Vermelho Distrófico típico	1.558,28	10,91
RLd4	Neossolo Litólico Distrófico típico + Afloramento Rochoso	5.331,41	37,32
Total		14.287,55	100

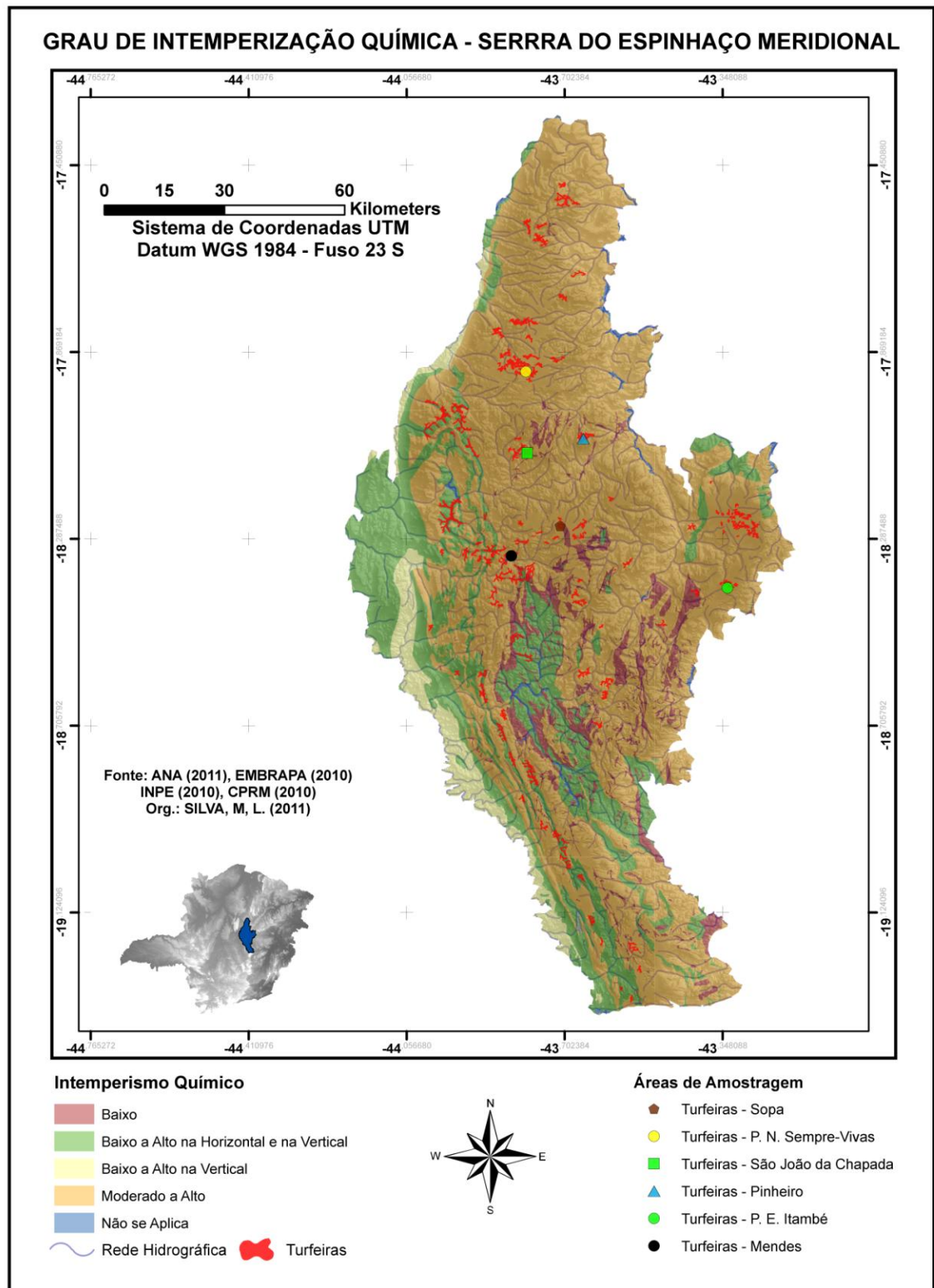


Figura 11. Ação do Intemperismo Químico na SdEM.

6.1.5 - Hidrografia da SdEM e as Turfeiras

Uma parcela significativa da SdEM faz parte da bacia do Rio São Francisco. Essa bacia drena 44,12% da área total de estudo (1.180.109 ha), enquanto a bacia do Rio Jequitinhonha drena 29,90% e a do Rio Doce apenas 25,98% da SdEM (Tabela 11 e Figura 12).

Tabela 11. Bacias Hidrográficas da SdEM.

Bacias Hidrográficas da Serra do Espinhaço Meridional		
Nome da Bacia	Area (ha)	Area (%)
Rio São Francisco	520.664,10	44,12
Rio Jequitinhonha	352.852,60	29,90
Rio Doce	306.592,30	25,98
Total	1.180.109,00	100

Nessas três bacias, 8 principais rios se destacam: Rio Santo Antônio (Bacia do Rio Doce); Rio Paraúna, Ribeirão Congonhas, Rios Pardo Grande, Pardo Pequeno e Jequitaí (Bacia do Rio São Francisco); Rios Jequitinhonha e Preto, da bacia do Jequitinhonha (Figura 12).

Do ponto de vista da morfologia do canal fluvial, na SdEM predomina o padrão meandrante (Figura 14) e retilíneo, indicando respectivamente um relevo mais plano e relevo com declividade acentuada (Figuras 12 e 13).

Press et al. (2007) e Teixeira et al. (2000) apontam quatro padrões de canal fluvial (Figura 13): retilíneo (relevo com declividade acentuada), meandrante (relevo plano), anastomosado (relevo muito acidentado) e entrelaçado (rios permeado por ilhas).

Christofolletti (2002) classifica as bacias hidrográficas em seis padrões de drenagem: dendrítica ou arborescente (desenvolvida principalmente em estruturas sedimentares horizontais), treliça (que possui um controle estrutural acentuado), retangular (originada pela modificação da treliça), paralela (que ocorre principalmente em vertentes com declividades acentuadas), radial (disposição como o raio de uma roda em relação a um ponto central) e anelar (aparecem em áreas dômicas, acomodando-se aos afloramentos das rochas menos resistentes).

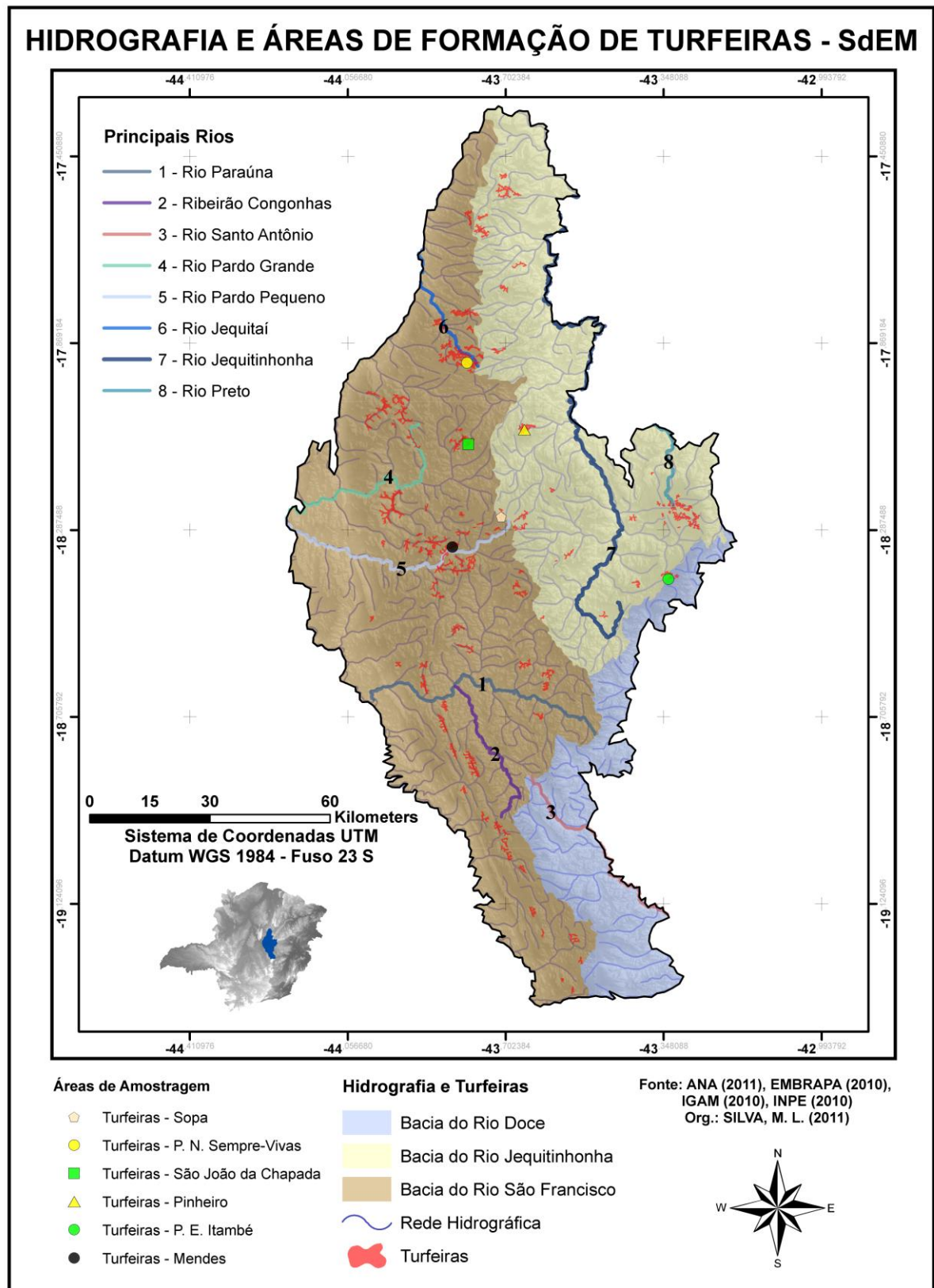


Figura 12. Mapa da Hidrografia da SdEM.

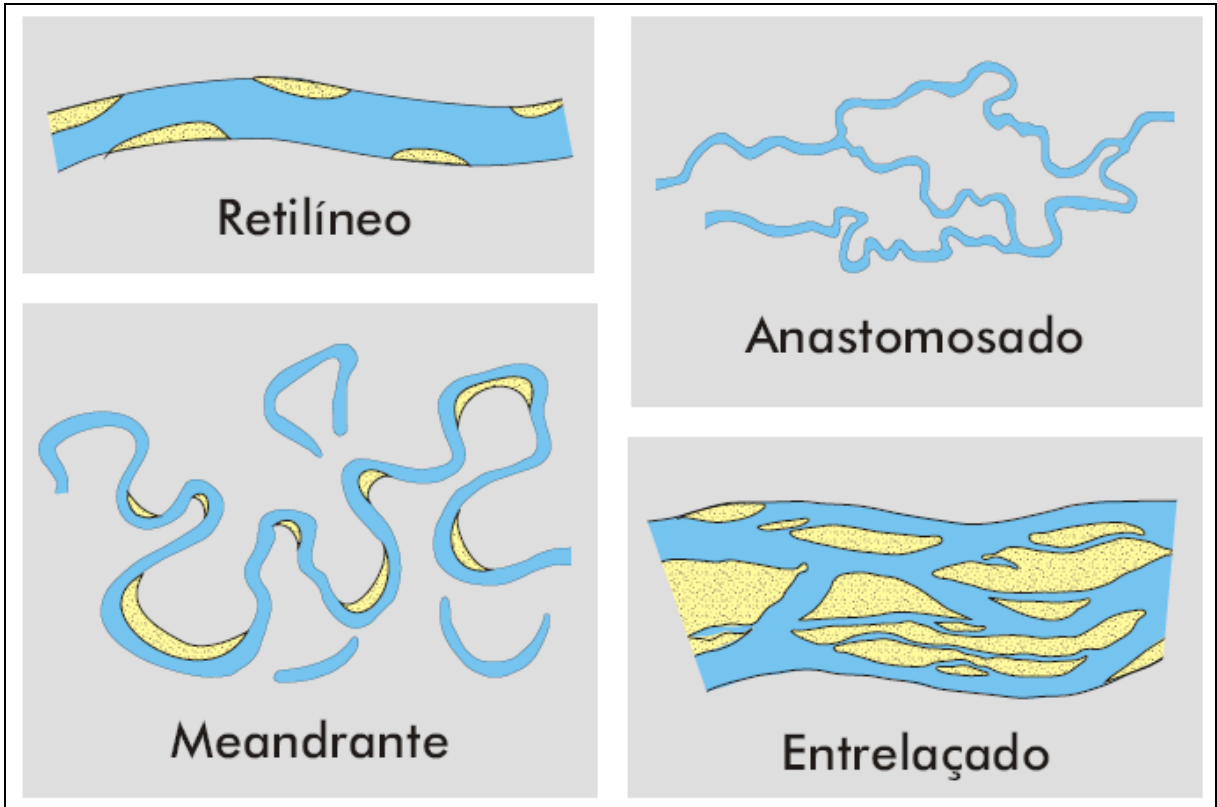


Figura 13. Os Quatro Tipos Fundamentais de Canais Fluviais. Adaptado de Miall, 1977.
Fonte: Teixeira et al. (2000).



Figura 14. Meandro do Rio Jequitinhonha, em Diamantina – MG.

Quanto ao padrão de drenagem, na SdEM predomina o dendrítico, o paralelo e a treliça (onde há um controle estrutural acentuado), conforme as figuras 12 e 15. Fonseca (2010) também encontrou esses padrões de drenagem em estudos no Espinhaço Meridional. A drenagem dendrítica é típica de terrenos onde o substrato rochoso é uniforme, tais como os de rochas sedimentares com acamamento horizontal ou de rochas ígneas ou metamórficas sem orientações preferenciais nem foliações (PRESS et al., 2007). Na SdEM o substrato rochoso é bastante uniforme e predominam rochas metamórficas, sem orientações preferenciais (quartzitos – Figura 5 e Tabela 6).

Segundo Teixeira et al. (2000), o padrão paralelo é aquele desenvolvido em regiões com declividade acentuada, onde as estruturas do substrato orientam-se paralelamente ao mergulho do terreno. Na SdEM praticamente não ocorrem turfeiras nas áreas com declividade acentuada.

A drenagem treliça é típica de regiões com substrato rochoso onde se alternam rochas mais ou menos resistentes em faixas paralelas com planos de fraqueza ortogonais, como no caso de regiões dobradas de relevo do tipo Apalachiano (TEIXEIRA et al. 2000). Na SdEM a ocorrência de turfeiras está associada com falhas, fraturas e lineamentos estruturais, principalmente na porção sul (Figura 5).

No Espinhaço Meridional, as turfeiras ocorrem nas três bacias, ainda que se distribuam de maneira desigual. Na Bacia do Rio São Francisco, que corresponde a cerca de 44% da área estudada (Tabela 11), se encontram 75,07% das turfeiras da SdEM, enquanto que na Bacia do Rio Jequitinhonha, que corresponde a cerca de 30% da área estudada (Tabela 11), ocorrem 23,72%. Na Bacia do Rio Doce há a territorialização de somente 1,21% das turfeiras do Espinhaço Meridional (Tabela 12). Proporcionalmente, a ocorrência de turfeiras na bacia do São Francisco é duas vezes maior em relação à bacia do rio Jequitinhonha.

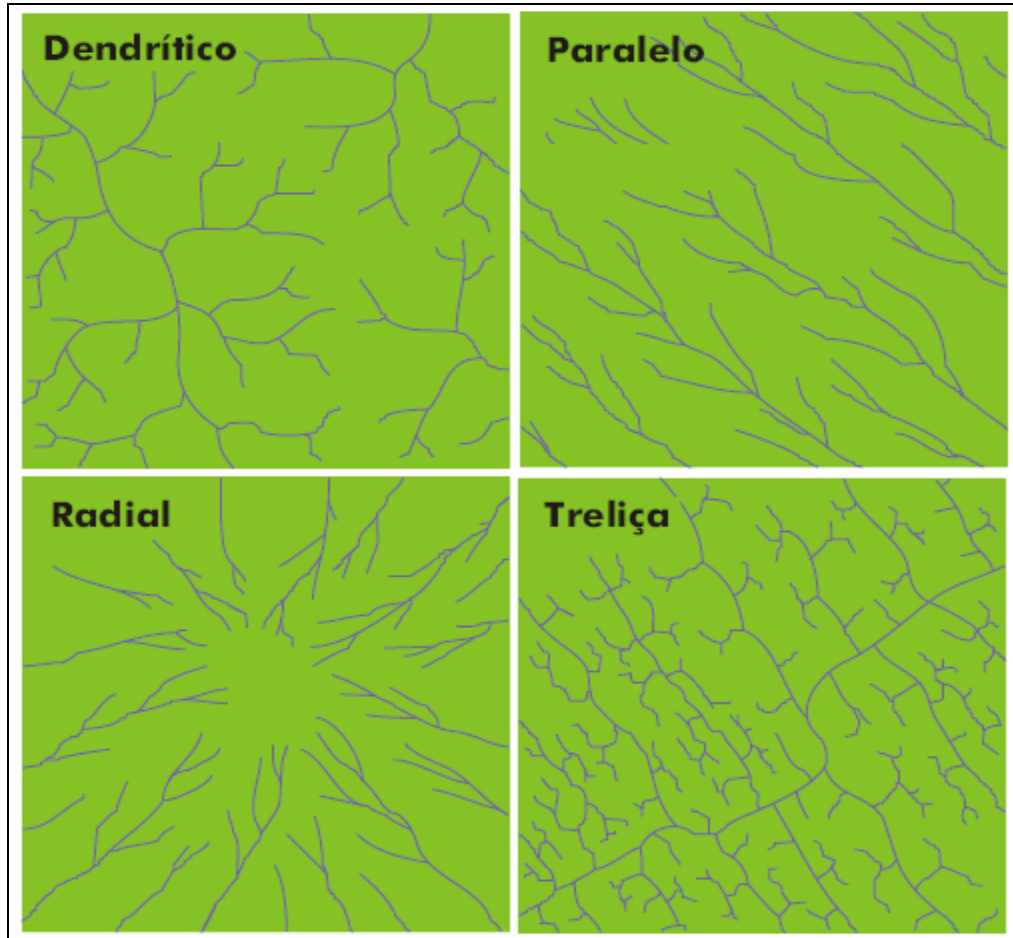


Figura 15. Os Principais Padrões de Drenagem. Baseado em Bloom, A. L., 1991.
Fonte: Teixeira et al. (2000).

Tabela 12. Espacialização das Turfeiras nas Bacias da SdEM.

Bacia	Turfeiras	
	Area (ha)	%
Rio São Francisco	10.726,36	75,07
Rio Jequitinhonha	3.388,94	23,72
Rio Doce	172,25	1,21
Total	14.287,55	100

Dos 8 rios principais da SdEM, quatro possuem turfeiras em suas cabeceiras (montante ou nascente): Rio Jequitaí (Parque Nacional das Sempre-Vivas), Rio Pardo Grande (Parque Nacional das Sempre-Vivas), Rio Preto (Parque Estadual do Rio Preto) e Rio Pardo Pequeno (Figura 14). Os adjetivos “pardo” e “preto” emprestados aos nomes desses rios se justifica pela grande quantidade de matéria orgânica (MO) e substâncias húmicas que as turfeiras liberam nesses cursos d’água.

6.1.6 - O Clima da SdEM e as Turfeiras

Na região, segundo dados do Geominas (obtidos em 2009), a precipitação média anual gira em torno de 1.000 a 1.500 mm (Figura 16), com temperaturas médias anuais entre 19° C a de 24° C (Figura 17).

No Espinhaço Meridional, as turfeiras ocorrem predominantemente nas faixas de precipitação acima de 1.200 mm (Figura 16) e nas áreas com predomínio de temperaturas entre 19° C e 22° C (Figura 17).

Na SdEM, apenas 6,36% das turfeiras ocorrem em áreas com precipitação média anual entre 1.000 e 1.200 mm (Tabela 13). Quanto às temperaturas, somente 8,89% das turfeiras se encontram em faixas variando entre 22° C e 24° C (Tabela 14).

Tabela 13. Precipitação Média da SdEM.

Precipitação na SdEM		
Precipitação Média Anual	Turfeiras	
(mm)	Area (ha)	(%)
1.000 a 1.200	908,95	6,36
> 1.200	13.378,60	93,64
Total	14.287,55	100

Tabela 14. Temperatura Média da SdEM.

Temperatura na SdEM		
Temperatura Média Anual	Turfeiras	
(°C)	Area (ha)	(%)
22 a 24	1.270,99	8,89
< 19 a 22	13.016,56	91,11
Total	14.287,55	100

Mais de 90% das turfeiras ocorrem onde a precipitação média anual é maior que 1200 mm e a temperatura média anual é menor que 22°C (Tabelas 13 e 14). Assim, fica evidente que temperaturas amenas (influenciadas pelo fator altitude) e precipitações elevadas são condições fundamentais para a ocorrência de turfeiras na SdEM.

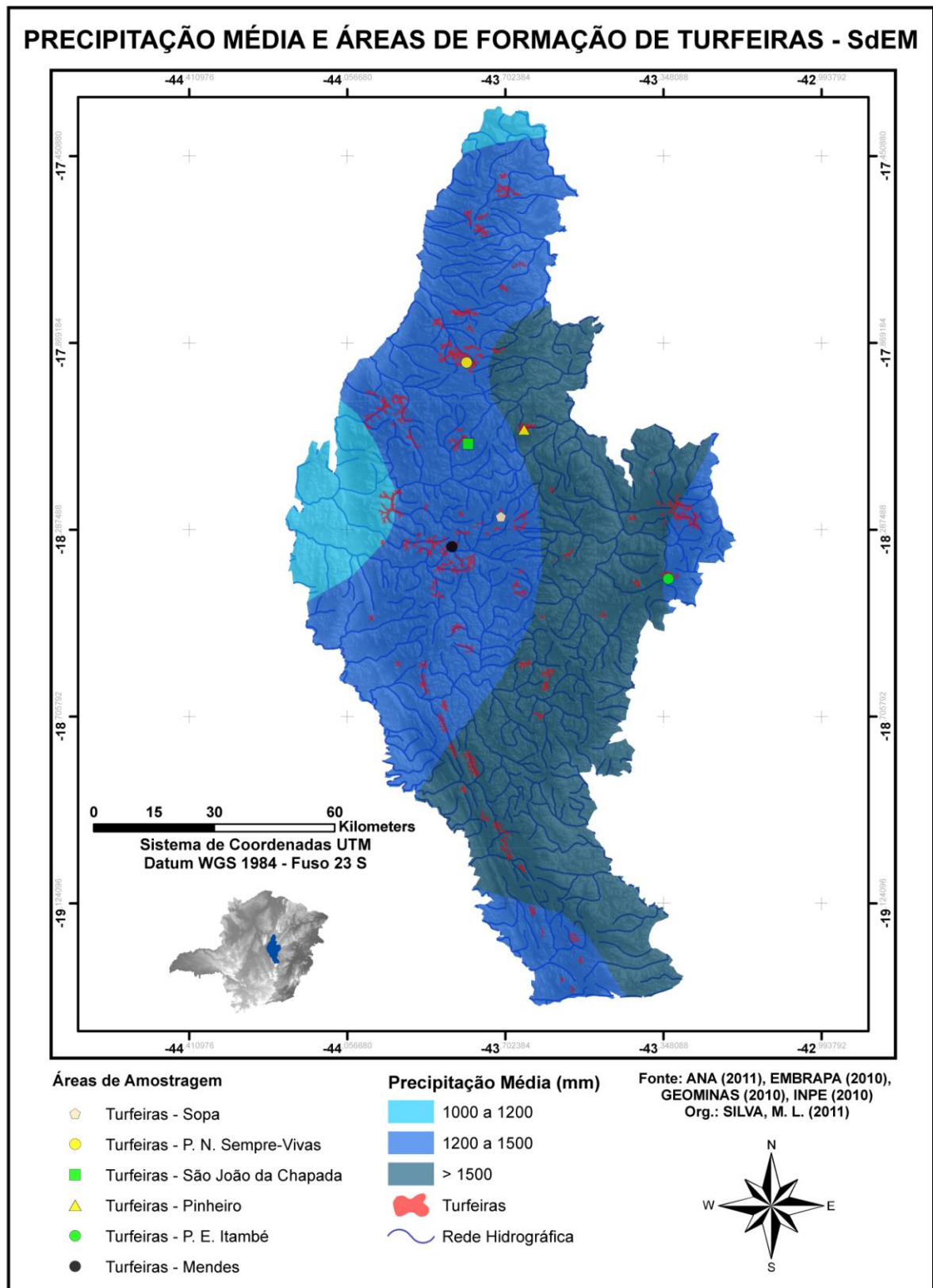


Figura 16. Precipitação Média Anual na SdEM.

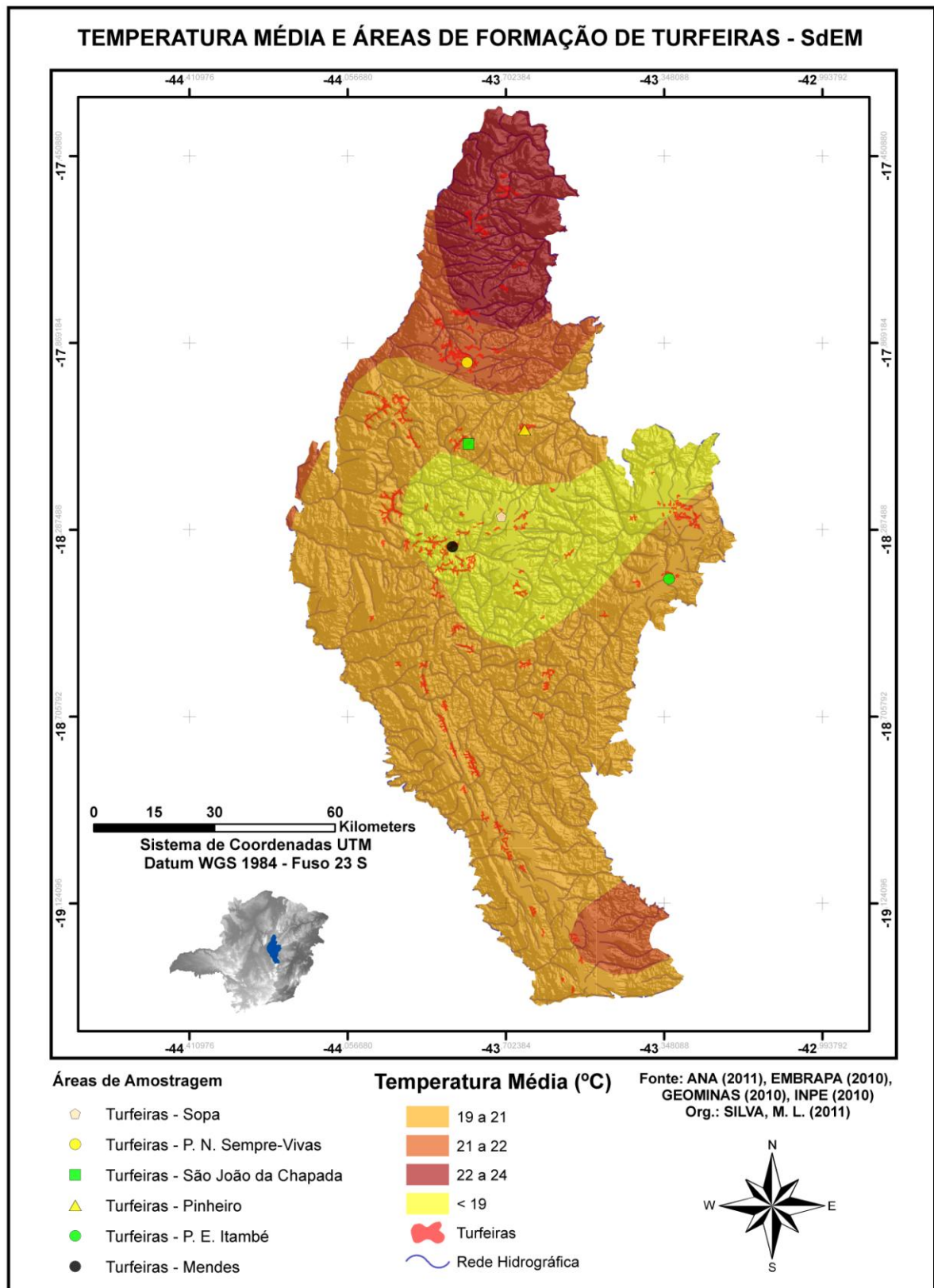


Figura 17. Temperatura Média Anual na SdEM.

6.1.7 - Vegetação da SdEM e as Turfeiras

De acordo com o Geominas (dados obtidos em 2009), diferentes fitofisionomias do cerrado, como o cerrado sentido restrito, o campo cerrado e o campo rupestre (Figuras 19, 20 e 21) recobrem a SdEM (Figura 18). Considerando a vegetação original, redutos de mata atlântica também cobrem a porção nordeste e sudeste do Espinhaço Meridional. Esses resquícios de mata atlântica, devido às condições climáticas, nas extremidades da SdEM em Minas Gerais, são representados pelas formações de mata seca (Figura 22)

As turfeiras ocorrem principalmente nas formações de cerrado e campo cerrado (71,62%). Aproximadamente 28,38% das turfeiras se encontram em áreas com formação de campo rupestre (Tabela 15).

Tabela 15. Fitogeografia da SdEM.

Formações Vegetais na SdEM		
Fitofisionomias	Turfeiras	
	Area (ha)	(%)
Cerrado e Campo Cerrado	10.233,15	71,62
Campo Rupestre	4.054,40	28,38
Total	14.287,55	100

Localmente, no ambiente das turfeiras na SdEM, as formações vegetais são representadas por dois estratos: um arbóreo correspondente aos capões e uma herbáceo-arbustivo materializado pelas fisionomias de campos (Figura 23). Desta forma, os campos, cobertura vegetal predominante das turfeiras, ocorrem em ambas as formações identificadas na SdEM (Geominas, 2010).

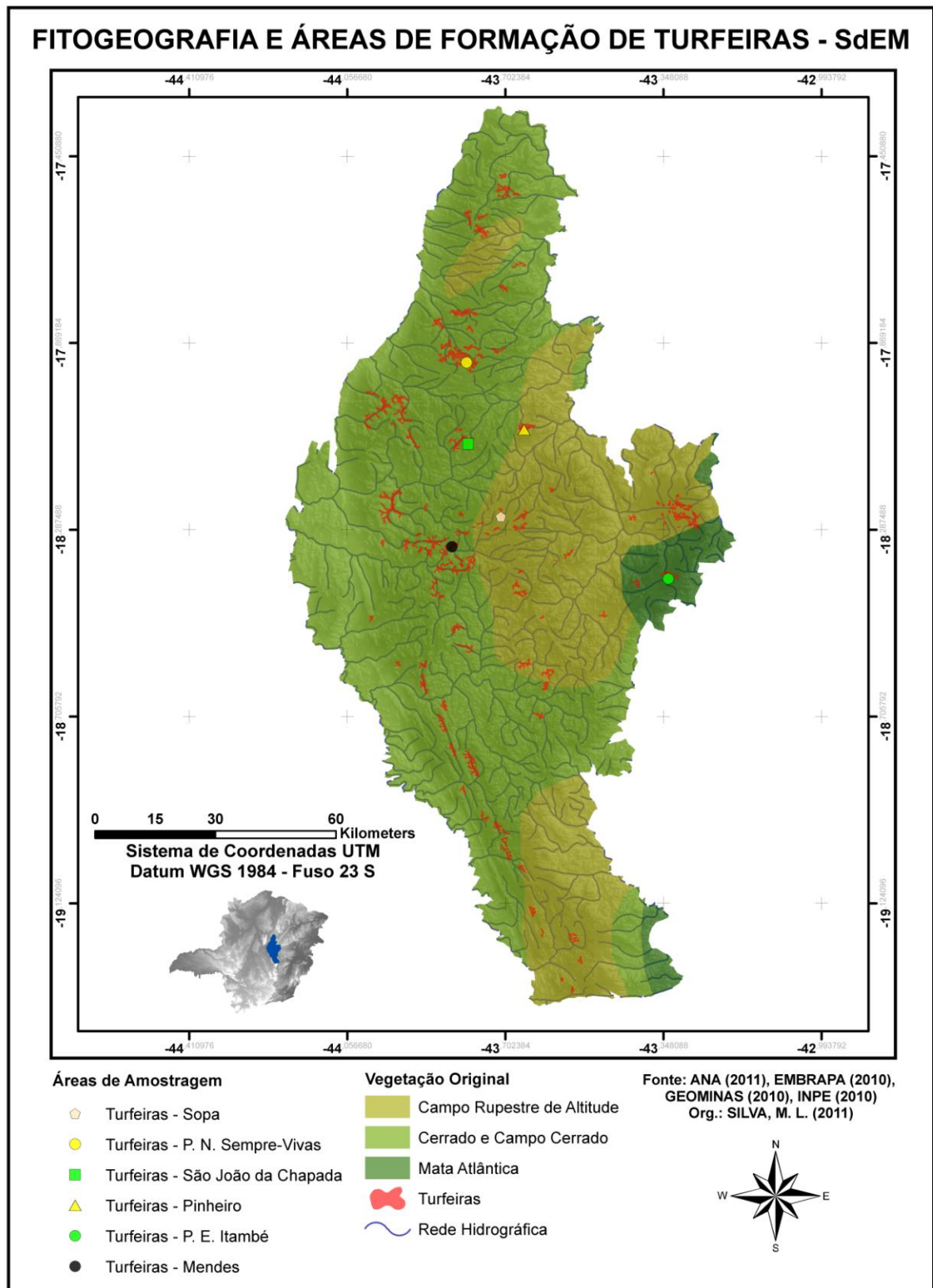


Figura 18. Formações Vegetais da SdEM.

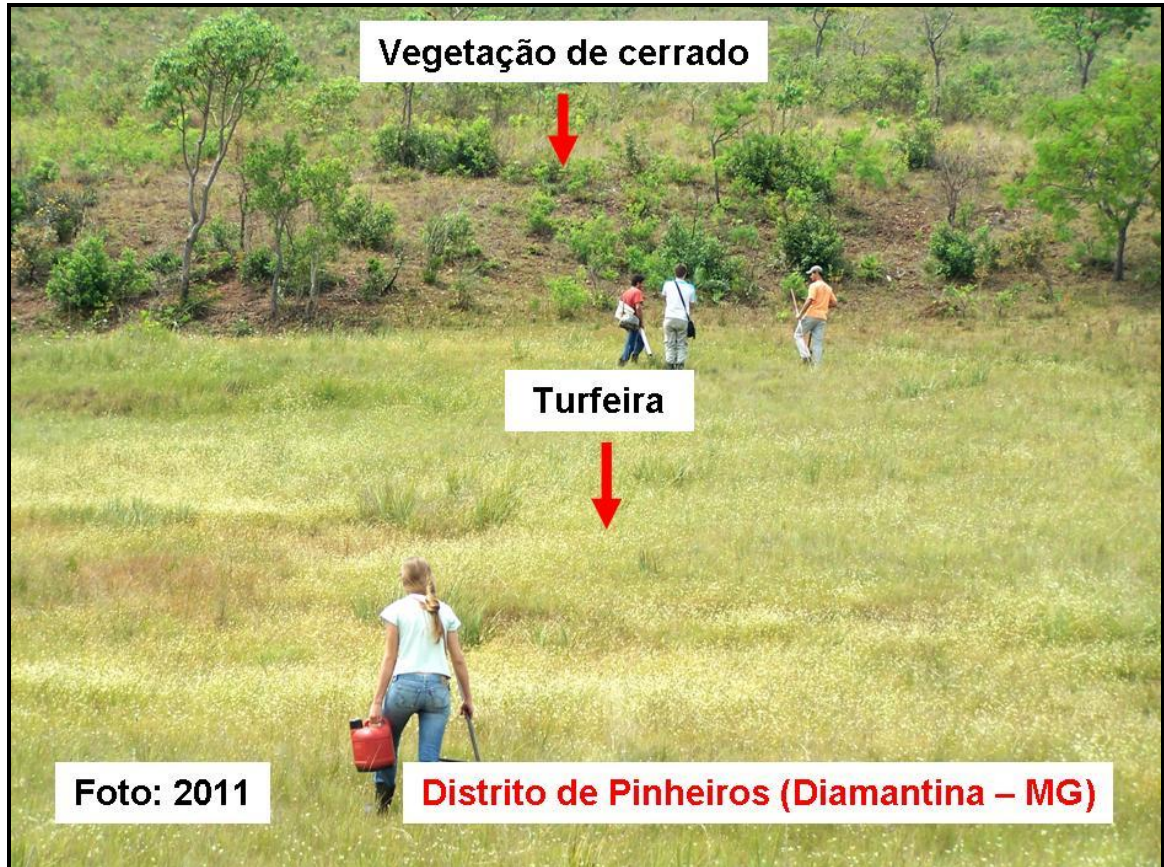


Figura 19. Formações de Cerrado na SdEM.

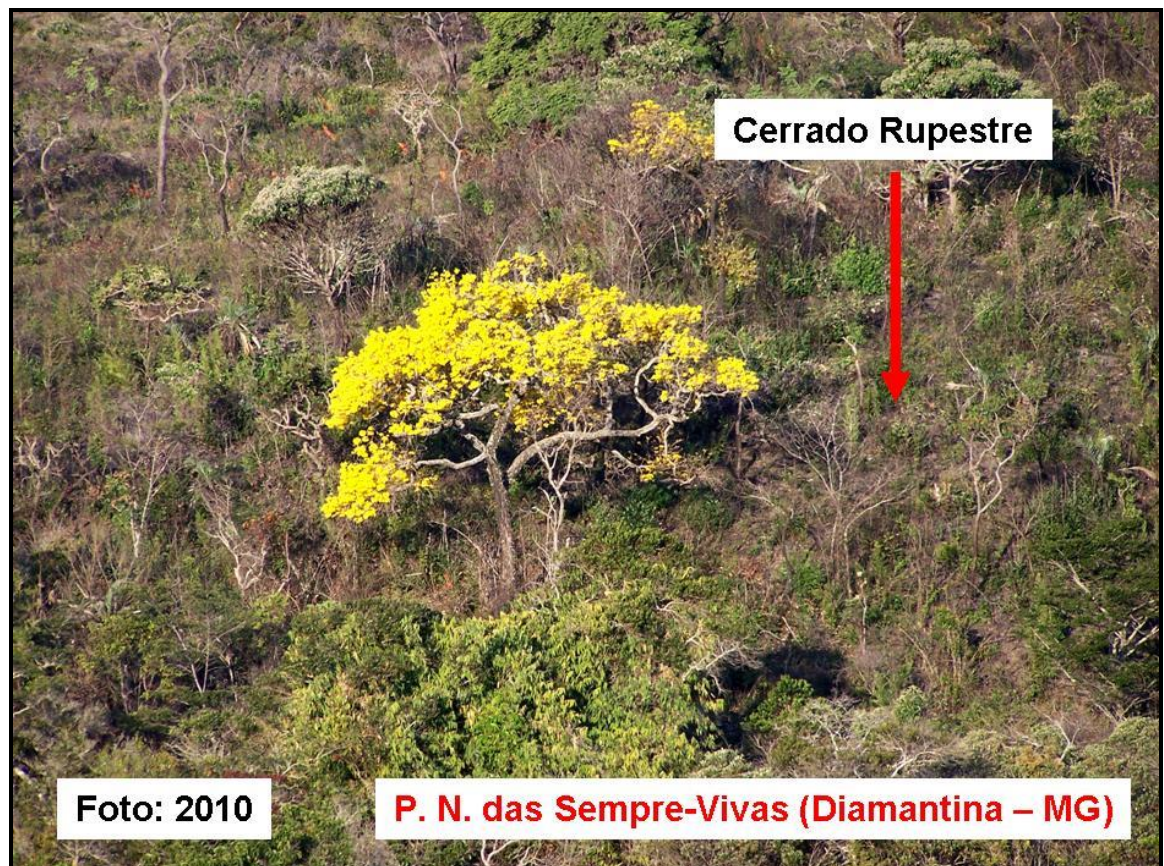


Figura 20. Formações de Cerrado Rupestre na SdEM.

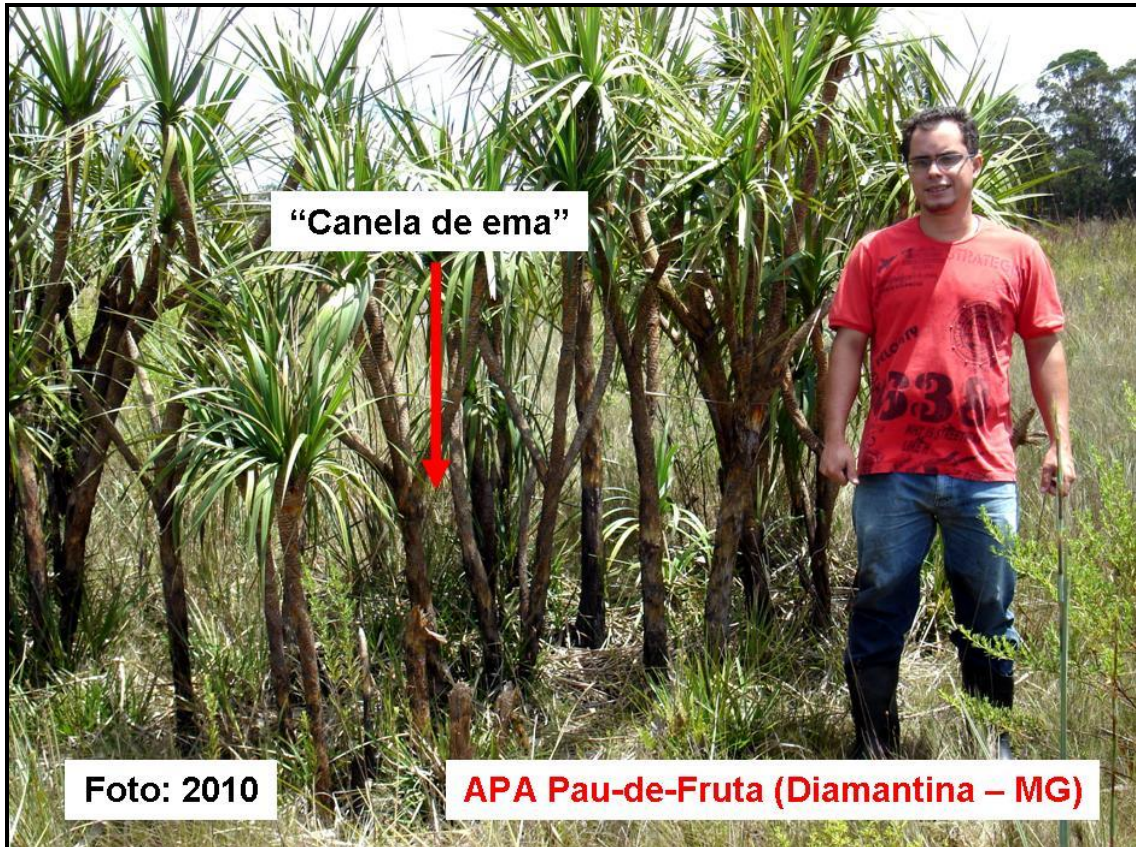


Figura 21. “Canela de Ema”, Espécie Típica nos Campos Rupestres da SdEM.

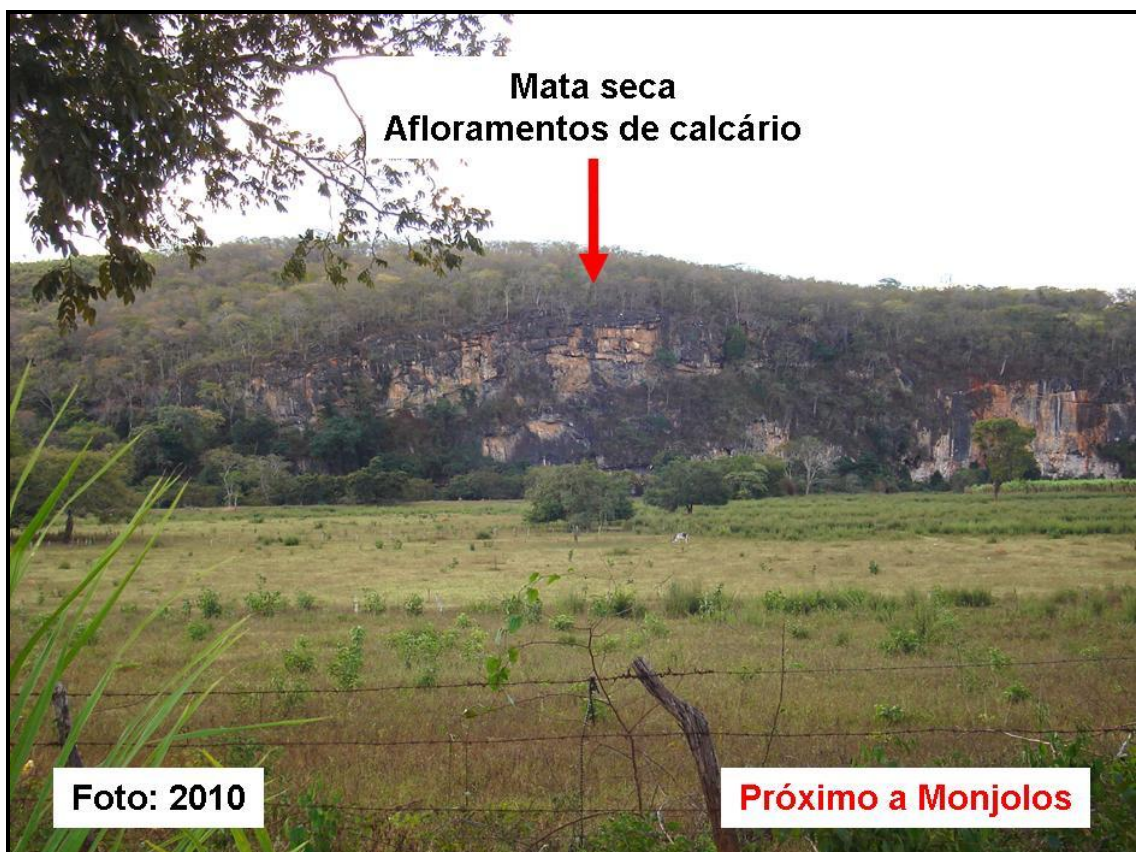


Figura 22. Formações de Mata Seca nos Paredões de Calcários na Borda da SdEM.

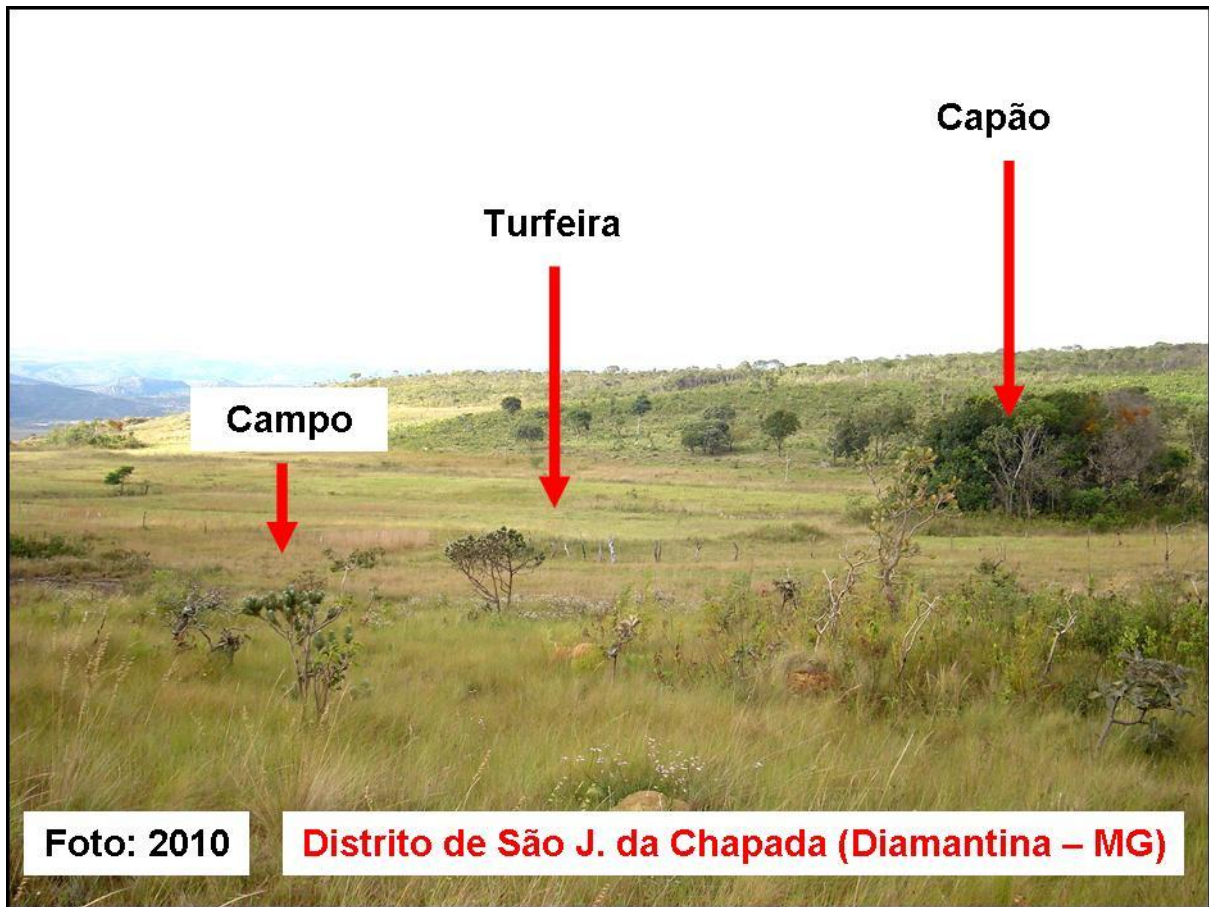


Figura 23. Formações de Campo e Capão no Distrito de São João da Chapada na SdEM.

No Espinhaço Meridional, Horak (2009) identificou os redutos de capões como sendo testemunhos e vestígios de paisagens pretéritas com condições paleoclimáticas mais úmidas.

6.1.8 – Declividade, Hipsometria, Modelo Digital de Elevação (MDE) e as Turfeiras da SdEM

Na SdEM, as turfeiras ocorrem predominantemente onde a declividade oscila entre 1° e 4°, com uma variação topográfica de 20 e 200m. Quanto à altimetria, esses pedoambientes se desenvolvem em cotas compreendidas entre 1.100 a 1.500m (Figura 24).

O mapa de MDE (Modelo Digital de Elevação) da SdEM e o Mapa de Relevo Sombreado serviram para correlacionar a distribuição das turfeiras com as posições que ocupam nas feições geomorfológicas e as cotas altimétricas em que situam foram interpretadas a partir do mapa hipsométrico, conforme as figuras 25 e 26. No Espinhaço Meridional, as turfeiras ocorrem entre as cotas de 1100 e 1.400 metros de altitude, com exceção das turfeiras localizadas na porção ocidental da SdEM (acima de 1.500m).

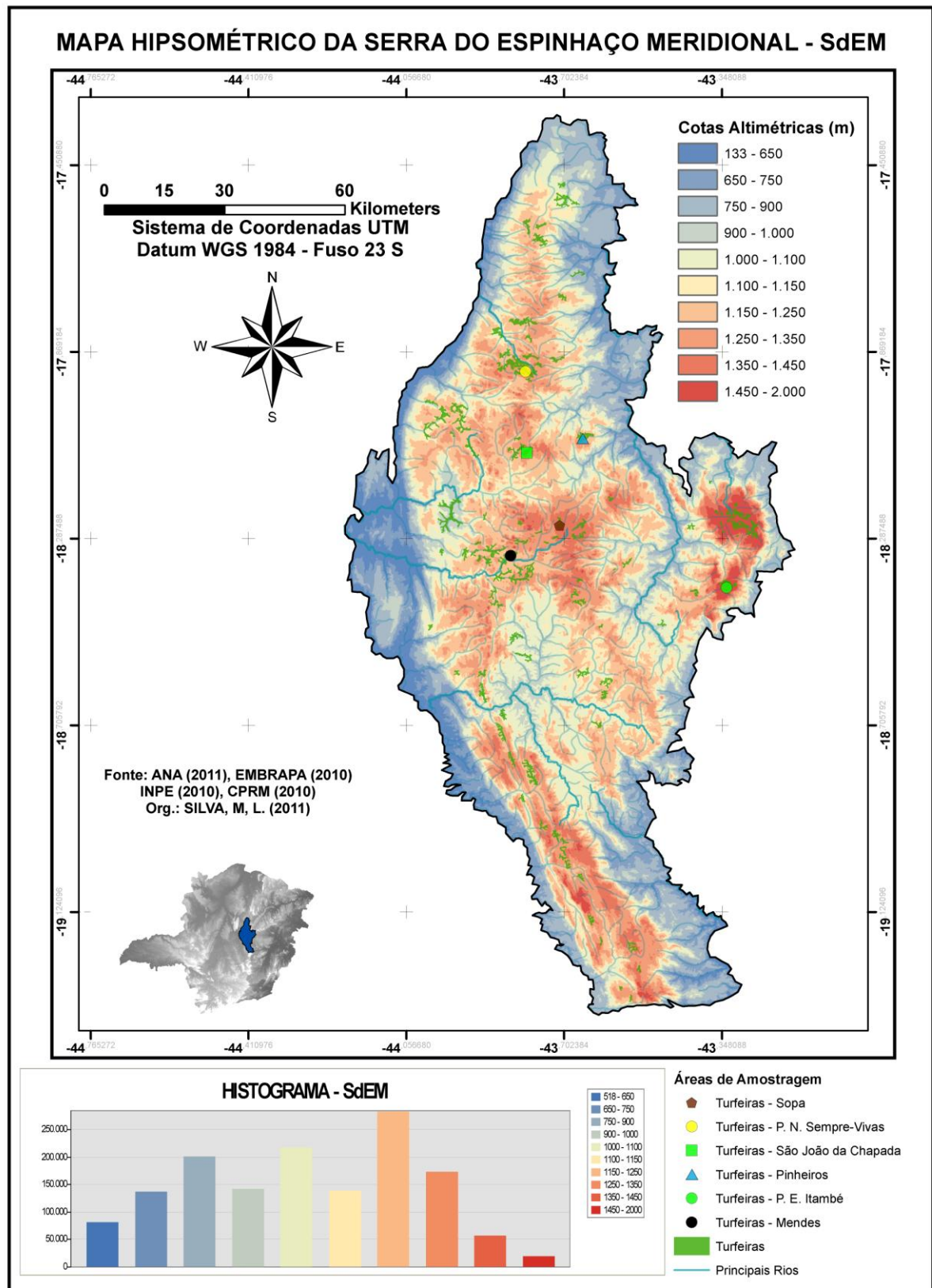


Figura 24. Hipsometria da SdEM.

Baseado no Modelo Digital de Elevação (Figura 25) e no Mapa de Relevo Sombreado (Figura 26) da SdEM, quatro níveis de superfícies foram identificadas: S1, S2, S3 e S4.

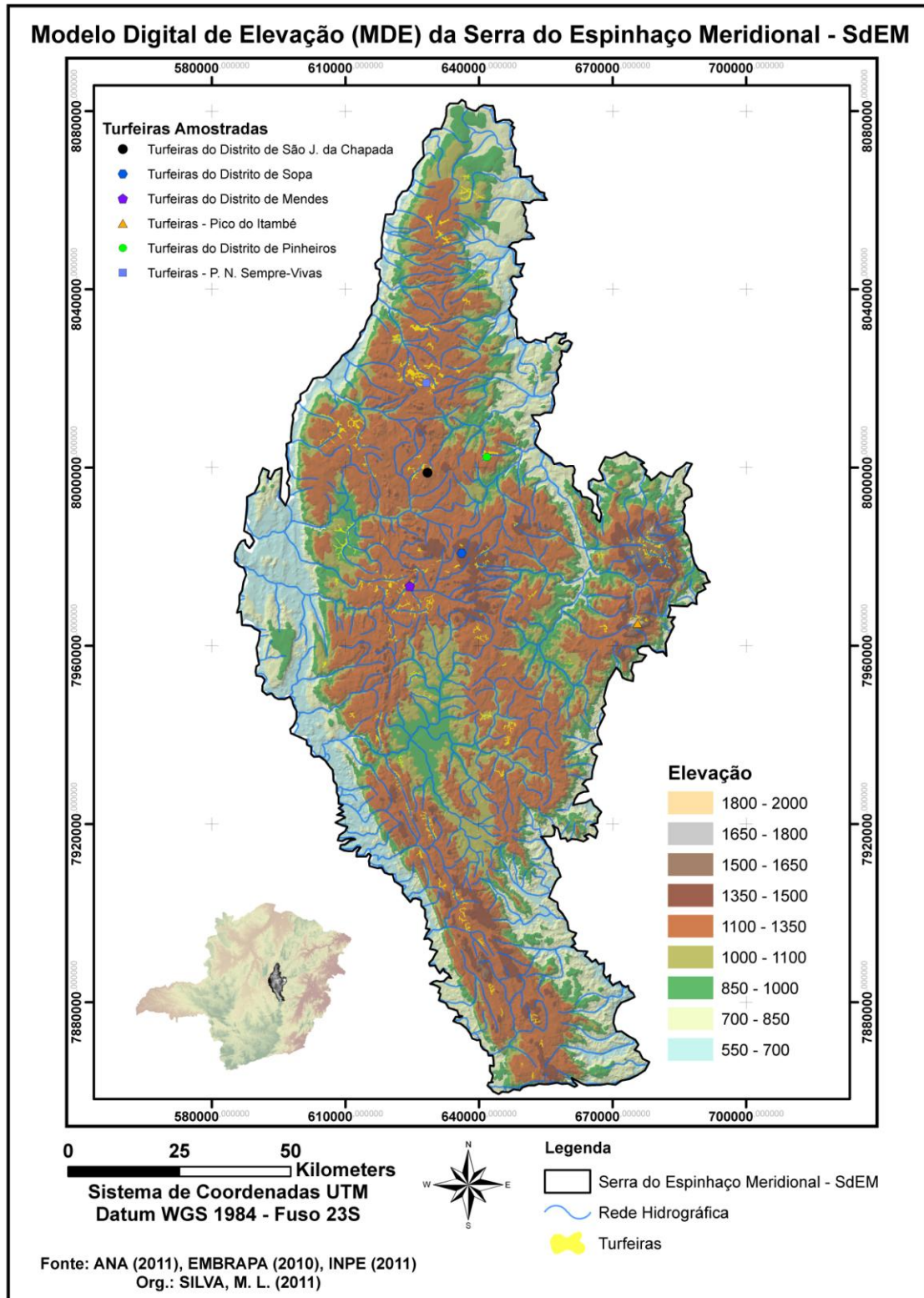


Figura 25. Modelo Digital de Elevação (MDE) da SdEM.

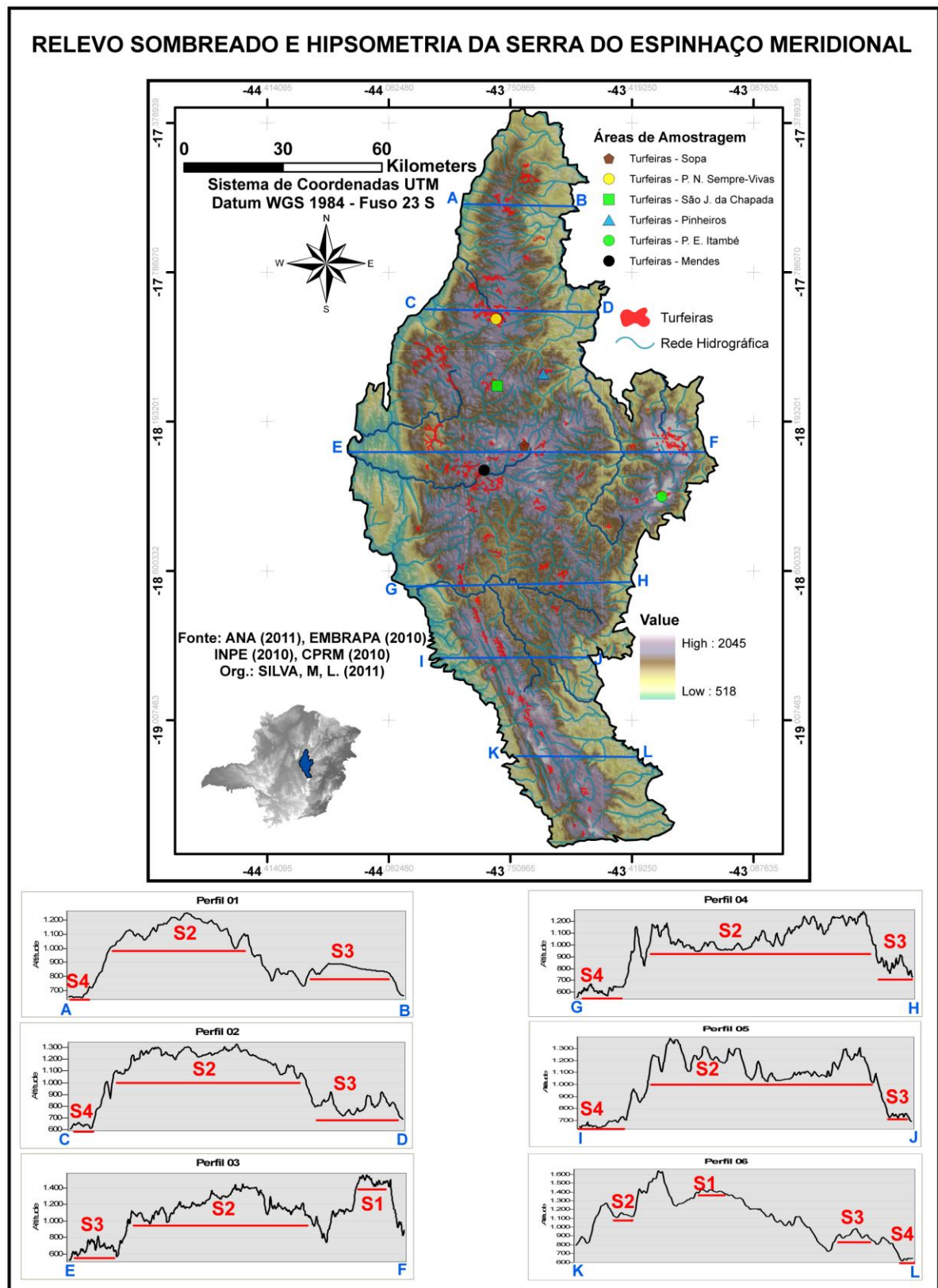


Figura 26. Relevo Sombreado da SdEM.

A Superfície I (S1), conforme figuras 27, 28, 29 e 30, se encontra num patamar de altitude de aproximadamente 1.400m, enquanto a Superfície II (S2) se situa entre 1.000 a 1.300m (Figuras 27, 28, 29 e 30). A Superfície III (S3) corresponde às cotas entre 750 a 900m e a Superfície IV (S4), entre os níveis de 500 a 650m (Figura 28).

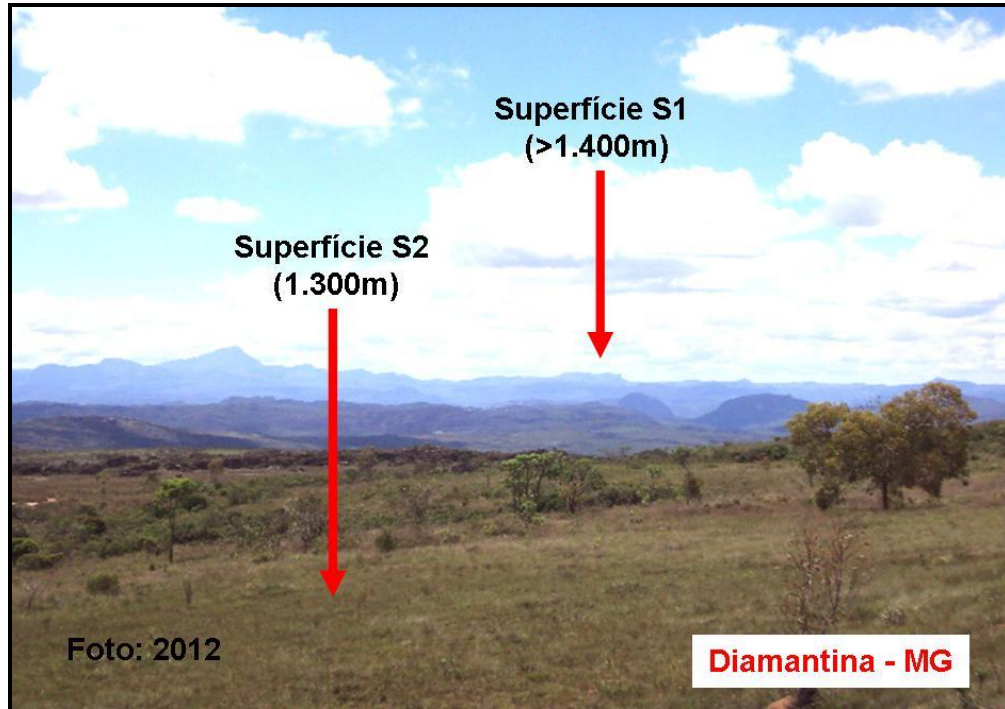


Figura 27. Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, em Diamantina – MG.

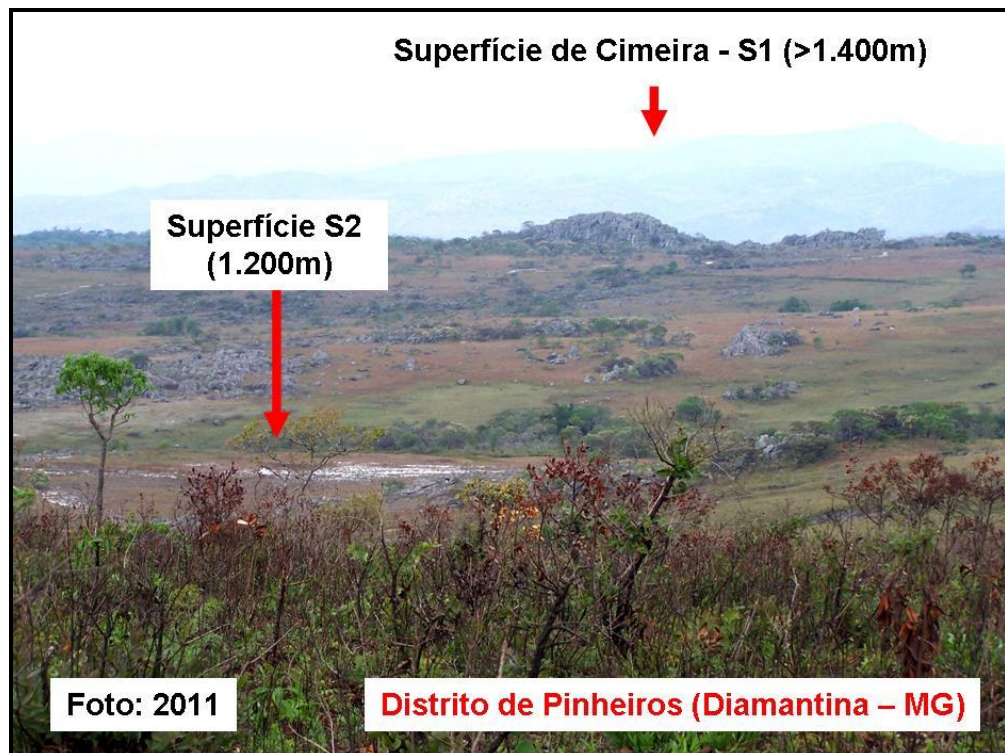


Figura 28. Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de Pinheiros.

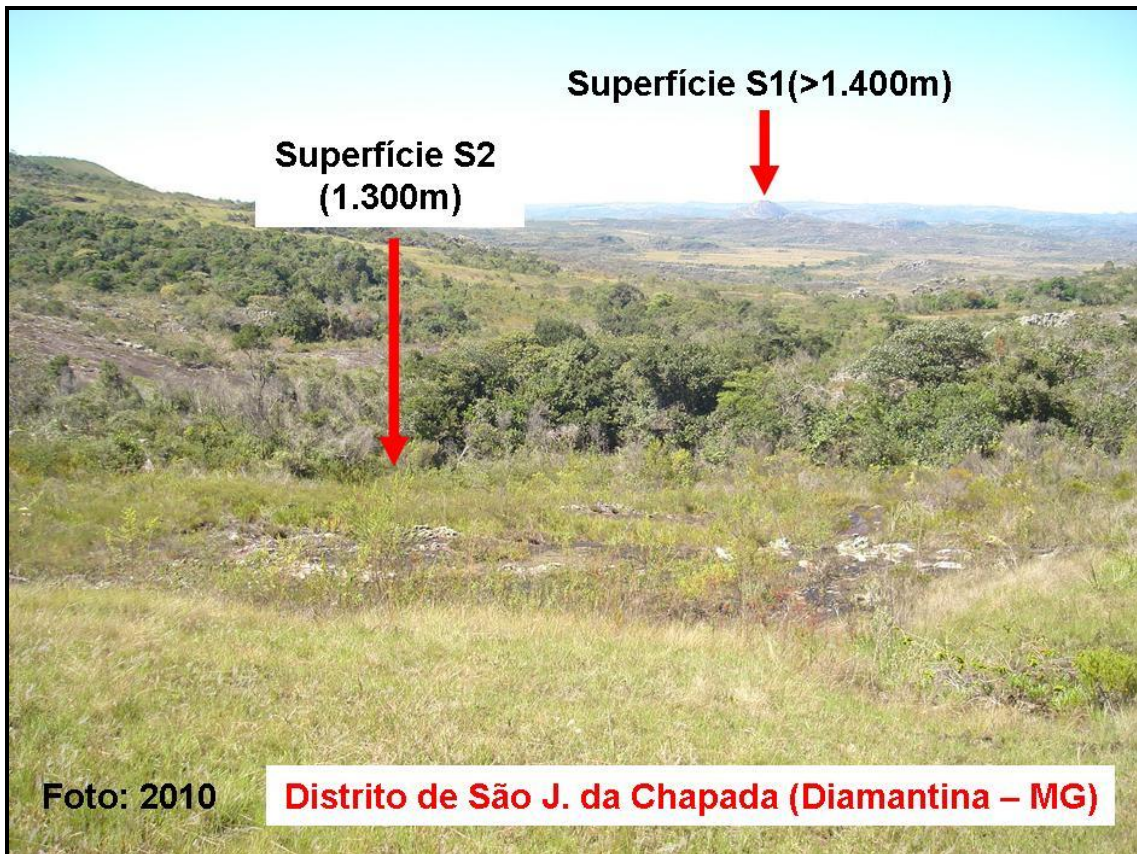


Figura 29. Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de São João da Chapada.

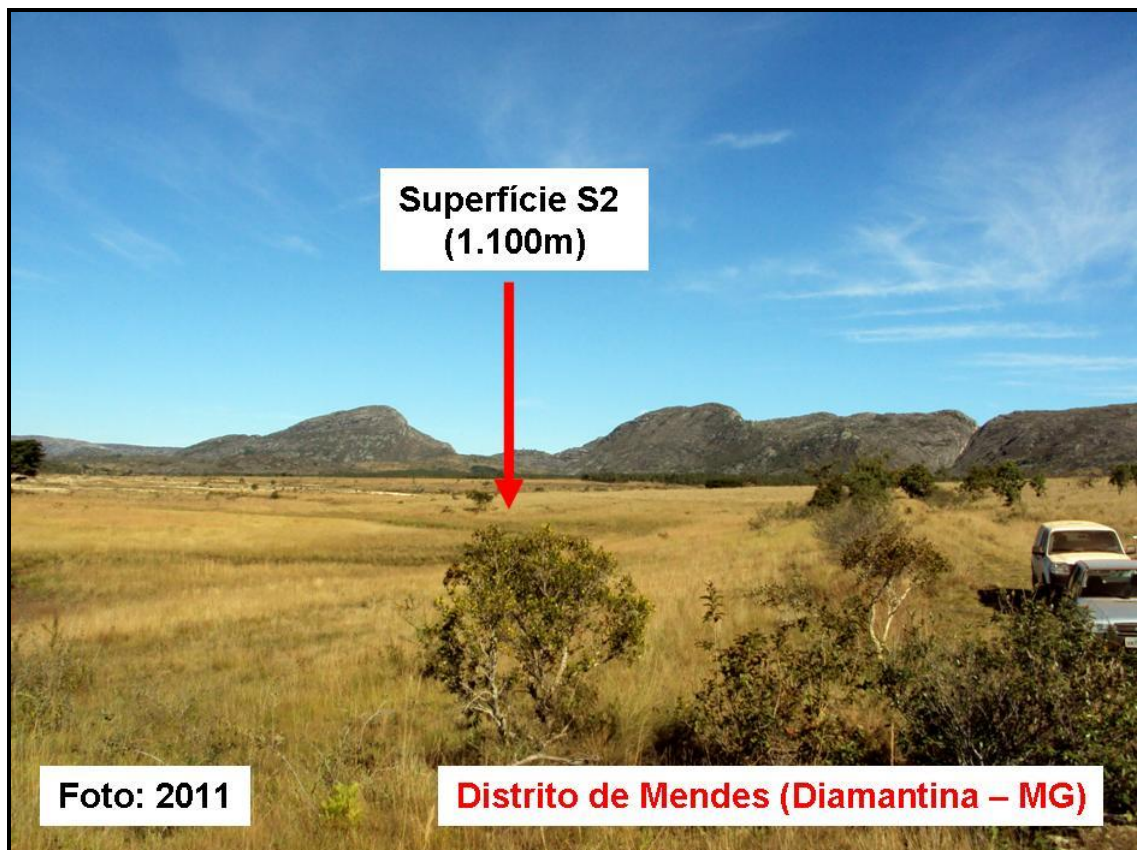


Figura 30. Aspectos Topográficos do Relevo da SdEM, no Distrito de Mendes.

Segundo Saadi (1995), a sucessão de eventos denudacionais e deposicionais que caracterizou o ritmo da evolução geomorfológica da Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, pode ser definida com base na coordenação dos eventos de aplainamentos regionais, ocorridos durante o Mesozóico-Terciário (Tabela 16), e dos eventos quaternários de dissecação e entulhamento dos vales.

Tabela 16. Eventos Denudacionais Definidos para a Serra do Espinhaço em Minas Gerais.

IDADE	PLANALTO MERIDIONAL			PLANALTO SETENTRIONAL			
	King - 1956	Abreu 1982	Saadi & Valadão 1987	King - 1956	Barbosa 1960	Rennó 1974	Saadi et al. 1991
Holoceno			Várzeas				Várzeas
Pleistoceno	Paraguaçu		Terraços (950-1.00m)	Paraguaçu (<300m)	Ciclo Atual	Ciclo Pleistocênico (<800m)	Terraços (300-650m)
Plioceno	Velhas	Nível 1 (750-800m)	3º Nível (1.050-1.100m)	Velhas (500-700m)	Ciclo Pos-Chapadas	Superfície Vacaria (local)	Patamar (750m)
Mioceno			2º Nível		(350m)	Superfície Pós-Cretácica 2	Chapadas
Oligoceno	Sul-Americana	Nível 2			Sul-Americana		
Eoceno	(1.100-1.200m)	(1.000-1.100m)	(1.250-1.300m)	(800-900m)		(900-1.000m)	(800-1.000m)
Paleoceno	Pós-Gondwânica	Nível 3	1º Nível	Pós-Gondwânica	(850m)	Superfície	?
Cretáceo Superior	(1.400m)	(1.200-1.400m)		(1.300m)		Pós-Cretácica 1	
Cretáceo Médio	Gondwânica						
Cretáceo Inferior	(1.800m)			>1.300m (?)			
						Superfície Pré-Cretácica	
						(1.300m)	

Fonte: Saadi (1995).

Assim, considerando a altimetria como principal fator, a Superfície I (S1) foi cronocorrelacionada com a Superfície Pós-Gondwânica (1.400m – Cretáceo Superior ao Paleoceno) apontada por King (1956) na Serra do Espinhaço. A Superfície II (S2) cronocorrelacionou-se com a Superfície Sul-Americana (1.100-1.200m – Eoceno ao Oligoceno) de King (1956) e a Superfície Sul-Americana (1.000-1.200m - Cretáceo Superior ao Mioceno) identificada por Valadão (1998). A Superfície III (S3) teve correspondência com a Superfície Velhas (750-800m - Plioceno) de King (1956) e com a Superfície Sul-Americana I (800-900m - Mioceno-Plioceno) de Valadão (1998). A Superfície IV (S4), por sua vez, teve correspondência com a Superfície Sul-Americana II (400-650m – Plioceno-Quaternário) mapeada por Valadão (1998).

A maioria das turfeiras na SdEM ocorrem em cotas altimétricas entre 1.100-1.500 m (Figuras 24, 25 e 26, Tabela 17 e Anexo A), correspondente às Superfícies I (S1) ou Pós-Gondwânica, e às Superfícies II (S2) ou Superfície Sul-Americana (KING, 1956; VALADÃO, 1998). As turfeiras do Pico do Itambé fogem à regra, ocorrendo nas altimétricas de 1.780 a 2.000 m (Tabela 21).

Tabela 17. Distribuição das Turfeiras nos Níveis Altimétricos da SdEM

Distribuição das Turfeiras nos Níveis Topográficos da SdEM		
Níveis Altimétricos	Turfeiras	
(m)	Area (ha)	%
>1.650	172,25	1,21
1.500-1.650	1.026,87	7,19
1.350-1.500	794,25	5,56
1.100-1.350	10.755,54	75,27
1.000-1100	1.538,64	10,77
Total	14.287,55	100

Aproximadamente 75% das turfeiras da SdEM se desenvolveram nos níveis altimétricos que variam entre 1.100-1.350 m (Tabela 17), que correspondem à Superfície II (S2) ou Superfície Sul-Americana (KING, 1956; VALADÃO, 1998), que teria sido formada no Terciário.

6.2 – Determinação do Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM

6.2.1 – Área, volume e estoque de matéria orgânica das turfeiras mapeadas

A partir dos dados de campo e delimitação das turfeiras com auxílio de imagens do google earth, através do software GPS Trackmaker Pro e da opção *calculate geometry* do software Arcgis 9.3, foi calculada a área e o volume de nove turfeiras mapeadas (figuras 33 a 41). Com a disponibilidade de dados sobre o conteúdo de matéria orgânica (em dag kg⁻¹ de solo) e densidade do solo (Ds) estabelecidos em laboratório, tanto a reserva de matéria orgânica (em toneladas) quanto o acúmulo médio de matéria orgânica (toneladas por hectare) também puderam ser efetuados para os nove perfis de turfeiras amostradas, conforme mostram a tabela 18. Campos (2009) mapeou na SdEM a turfeira Pau-de-Fruta ao nível de ultradetalhe e obteve um estoque médio de matéria orgânica de 552 t ha⁻¹, valor superior aos encontrados neste trabalho, possivelmente devido ao detalhamento utilizado por esse autor no seu mapeamento.

Tabela 18. Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica de Turfeiras da SdEM.

Turfeiras	A.M. (m)	Área (ha)	P.M. (cm)	Volume Médio (m ³)	DS		E.M.M.O (dag/Kg)	E.M.O (t)	A.M.M.O (t/ha)
					Média (g/cm ³)				
Mendes	1.152,67	89,26	1,49	1.329.974	0,48		55	35.111,31	393,36
Pinheiros I	1.237,91	123,38	1,59	1.961.742	0,31		50	30.404,57	246,43
Pinheiros II	1.243,77	52,91	1,18	624.338	0,41		48	12.356,60	233,53
São João da Chapada I	1.322,67	64,7	1,34	866.980	0,39		57	19.236,44	297,32
São João da Chapada II	1.275,67	138,84	1,04	1.443.936	0,81		29	34.278,27	246,89
Sempre-Vivas I	1.262,75	110,36	0,59	651.124	0,43		41	11.479,32	104,01
Sempre-Vivas II	1.169,86	47,52	0,82	389.638	0,71		31	8.584,78	180,66
Sempre-Vivas III	1.277,43	142,26	1,34	1.906.225	0,30		50	28.591,09	200,98
Sopa	1.433,56	21,52	0,98	210.896	0,48		46	4.656,58	216,38

Sendo: **A.M.:** Altitude Média; **P.M.:** Profundidade Média; **DS:** Densidade do Solo; **E.M.M.O:** Estimativa Média de Matéria Orgânica; **E.M.O.:** Estoque de Matéria Orgânica; **A.M.M.O.:** Acúmulo Médio de Matéria Orgânica.

Considerando as nove turfeiras amostradas e mapeadas no campo (Figuras 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 e 39, Tabela 18) e a ocorrência de turfeiras por níveis topográficos (Tabela 17), observou-se que a turfeira que ocupa posição altimétrica inferior (Turfeira Mendes – 1.150m) tem uma capacidade de estoque de matéria orgânica (393,36 t ha⁻¹) superior à turfeira que ocupa a posição altimétrica mais elevada (Turfeira Sopa – 1.433,56m), que estoca 216,38 t ha⁻¹.

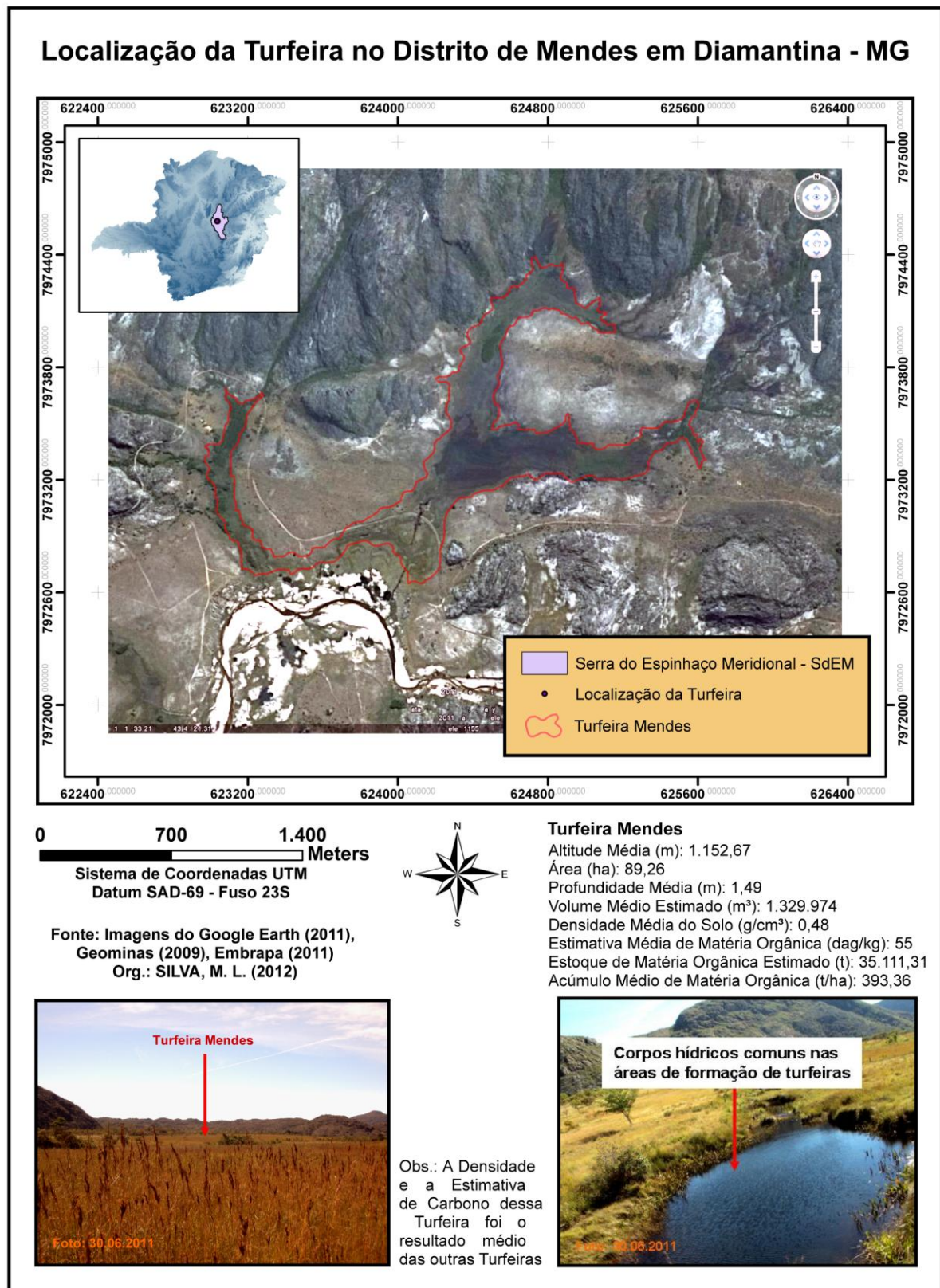


Figura 31. Turfeira do Distrito de Mendes (Diamantina – MG).

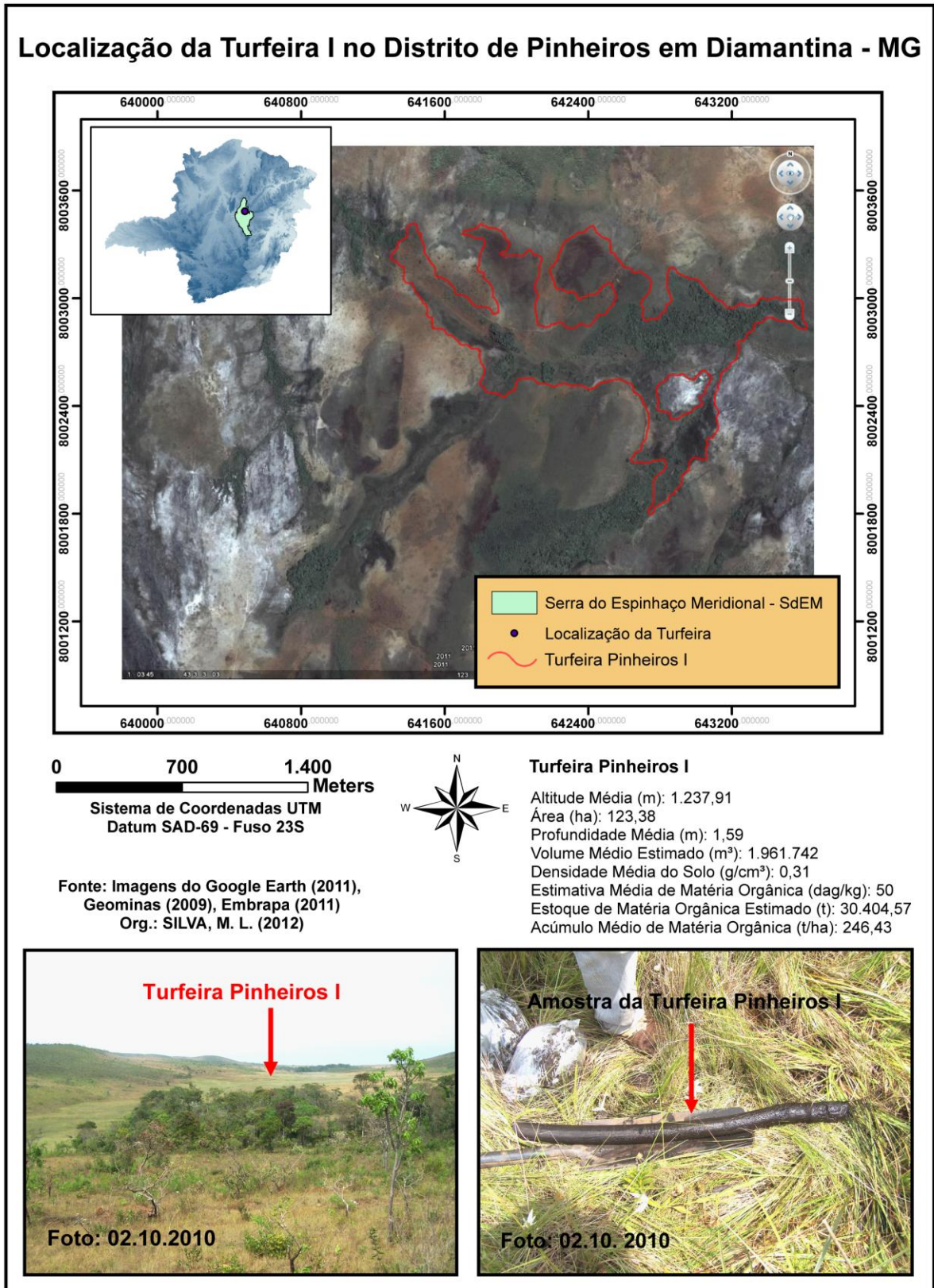


Figura 32. Turfeira I do Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG).

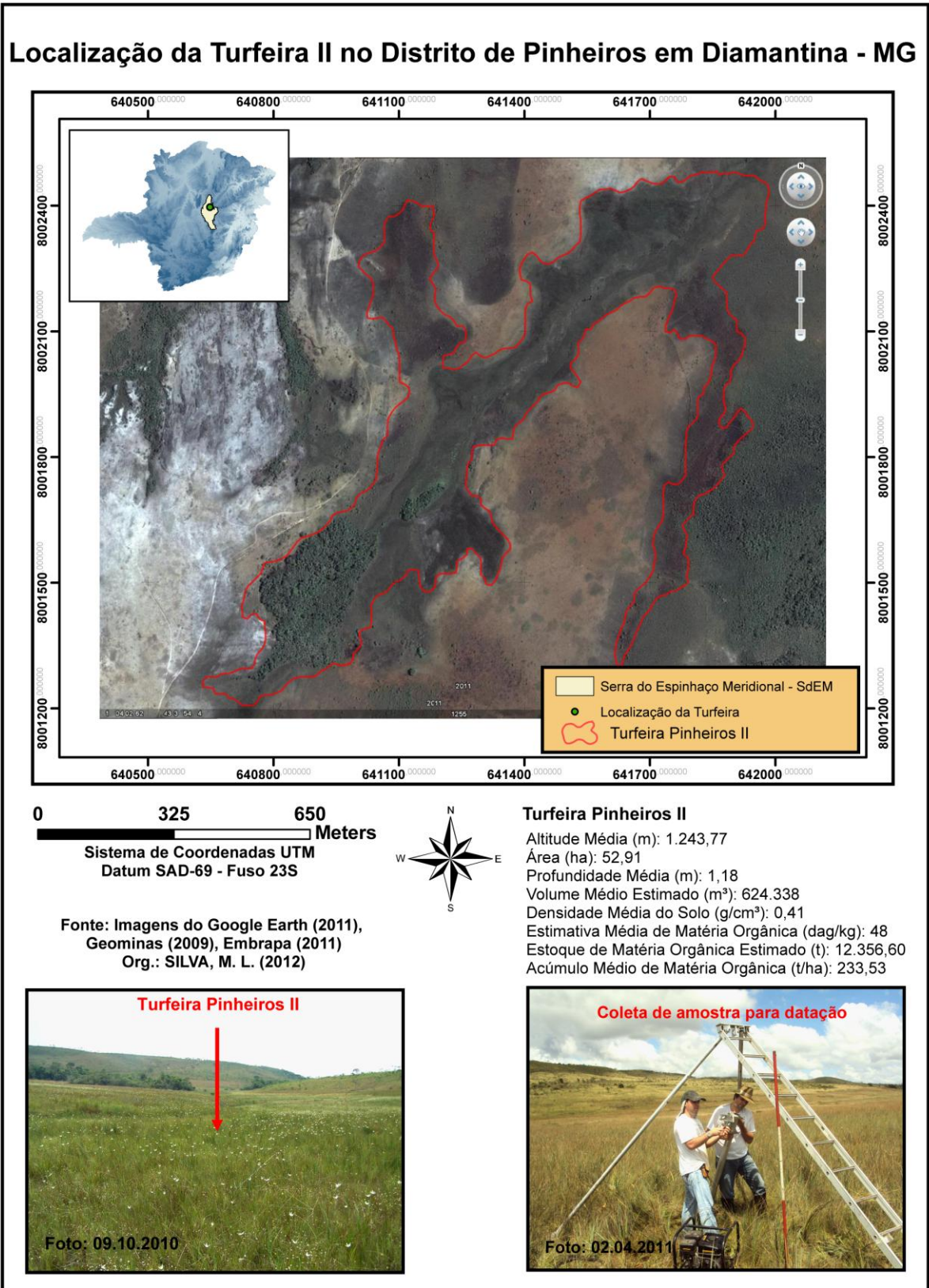


Figura 33. Turfeira II do Distrito de Pinheiros (Diamantina – MG).

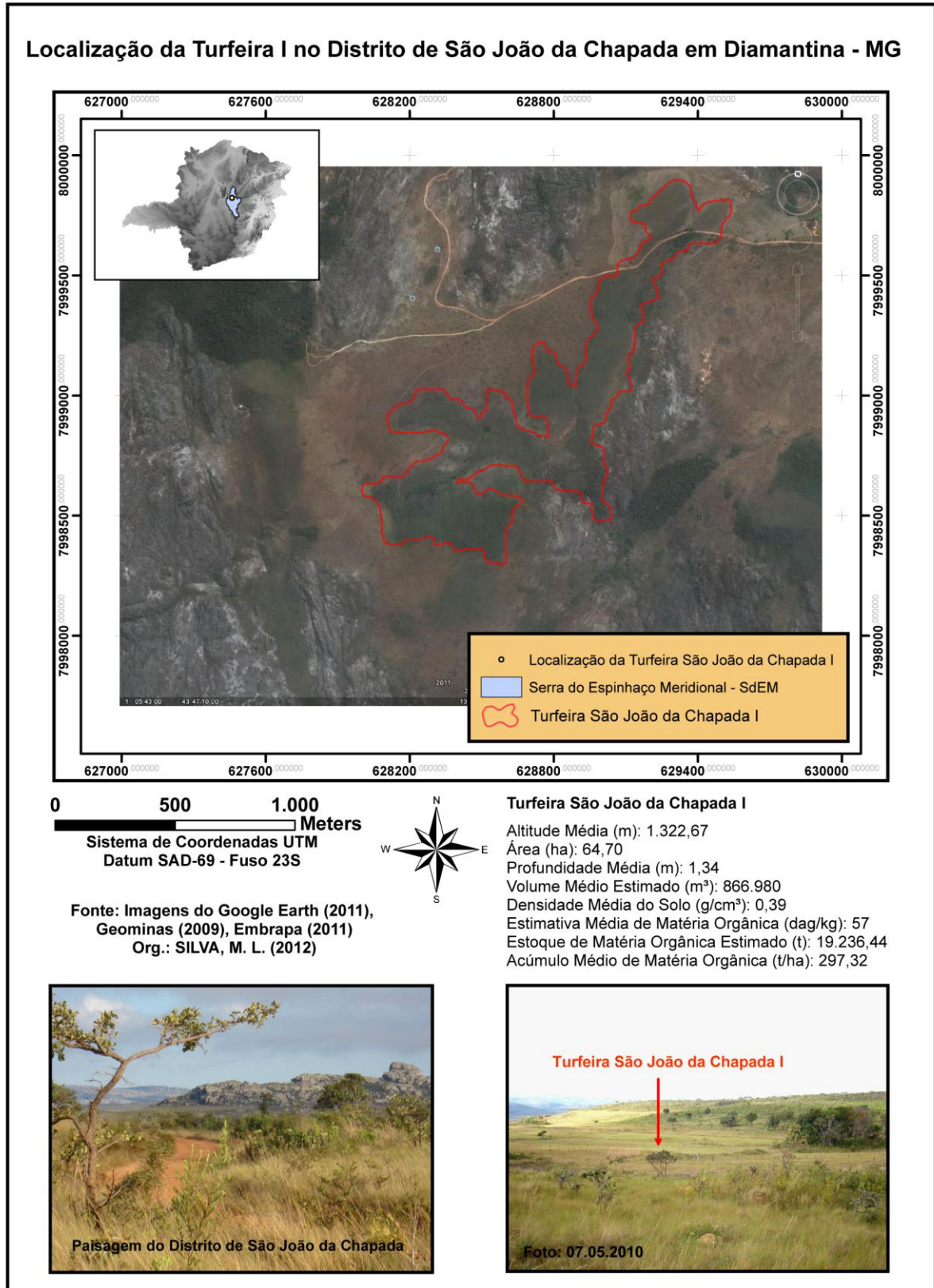


Figura 34. Turfeira I do Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG).

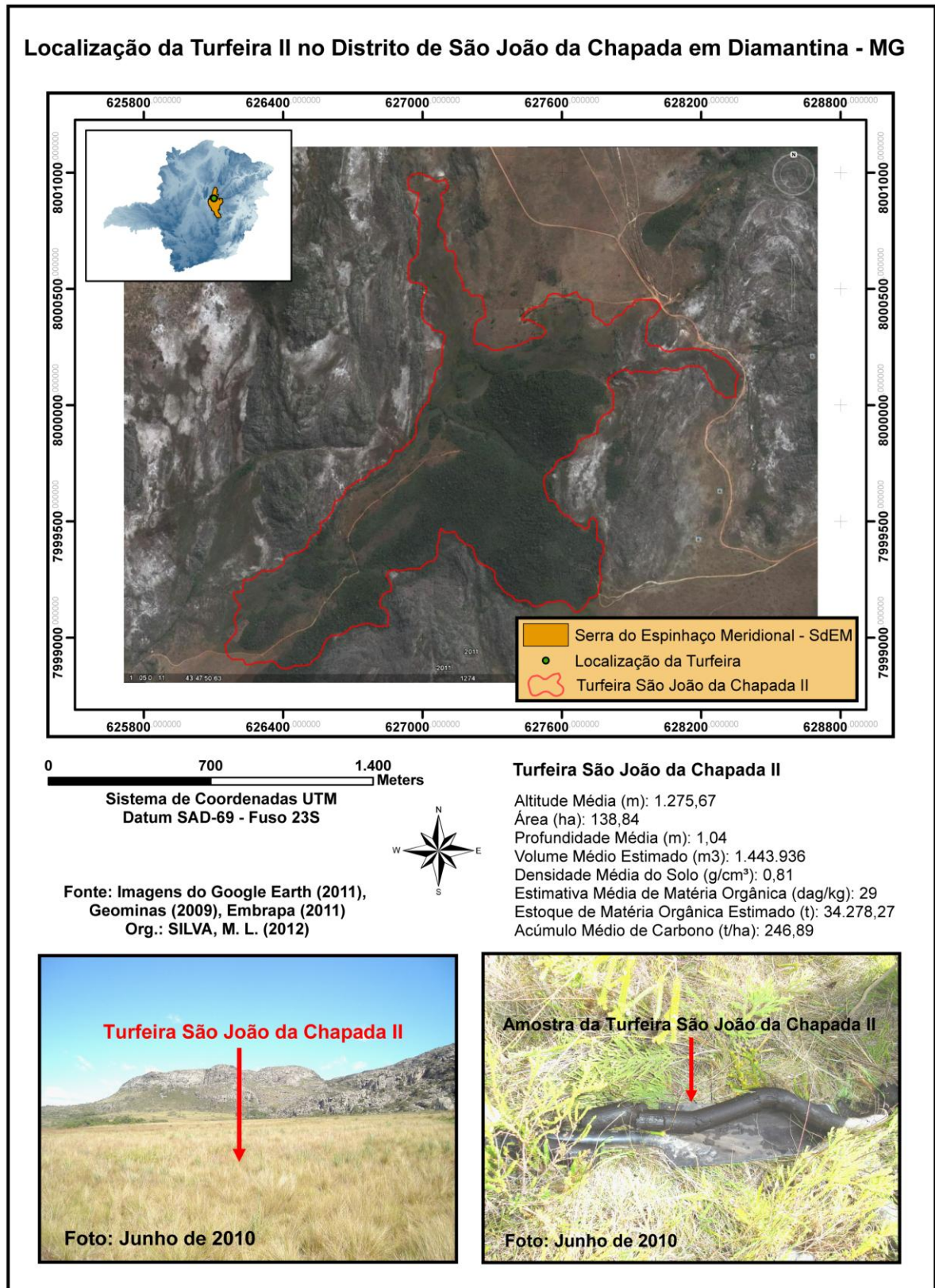


Figura 35. Turfeira II do Distrito de São João da Chapada (Diamantina – MG).

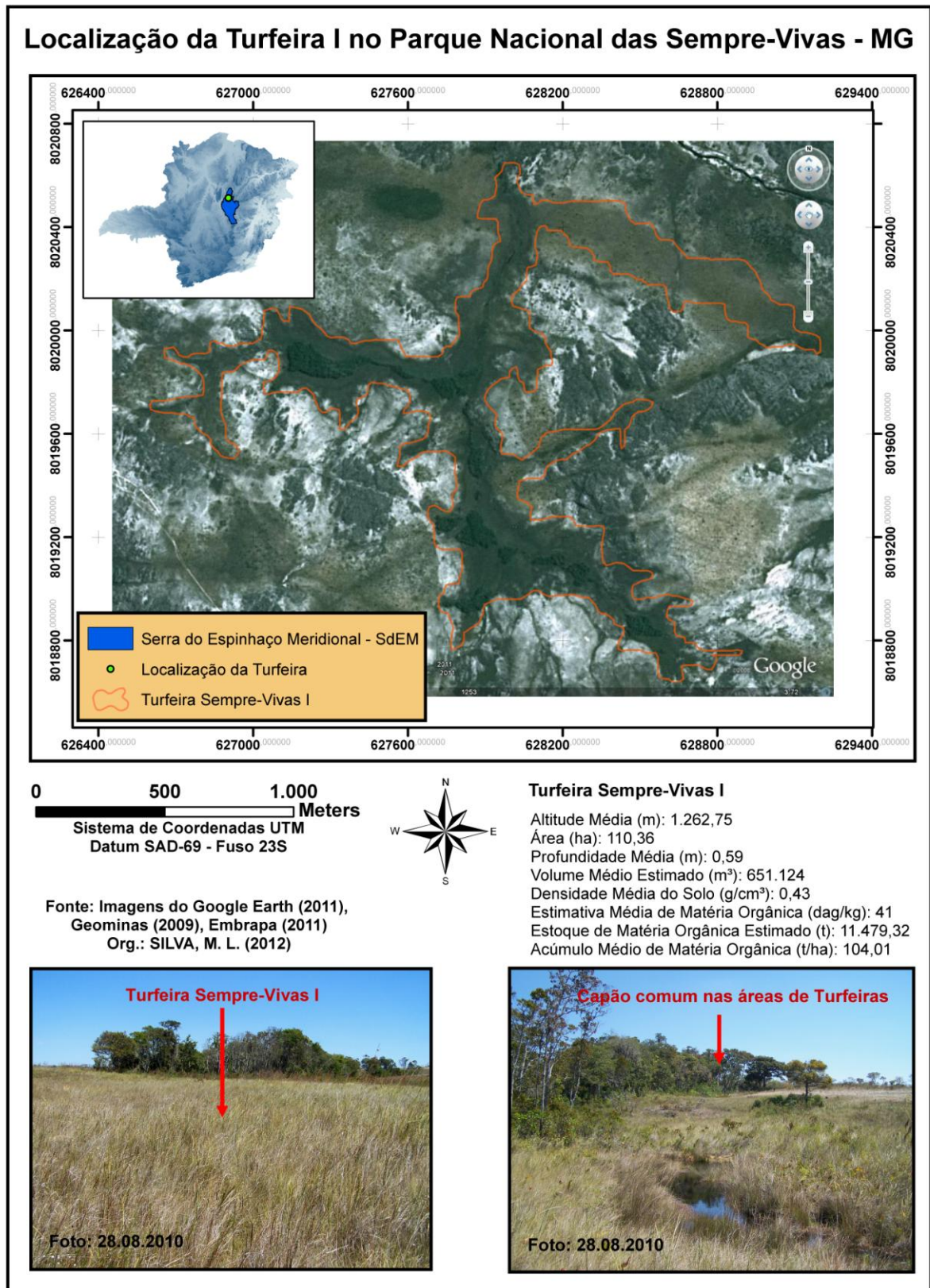


Figura 36. Turfeira I do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG.

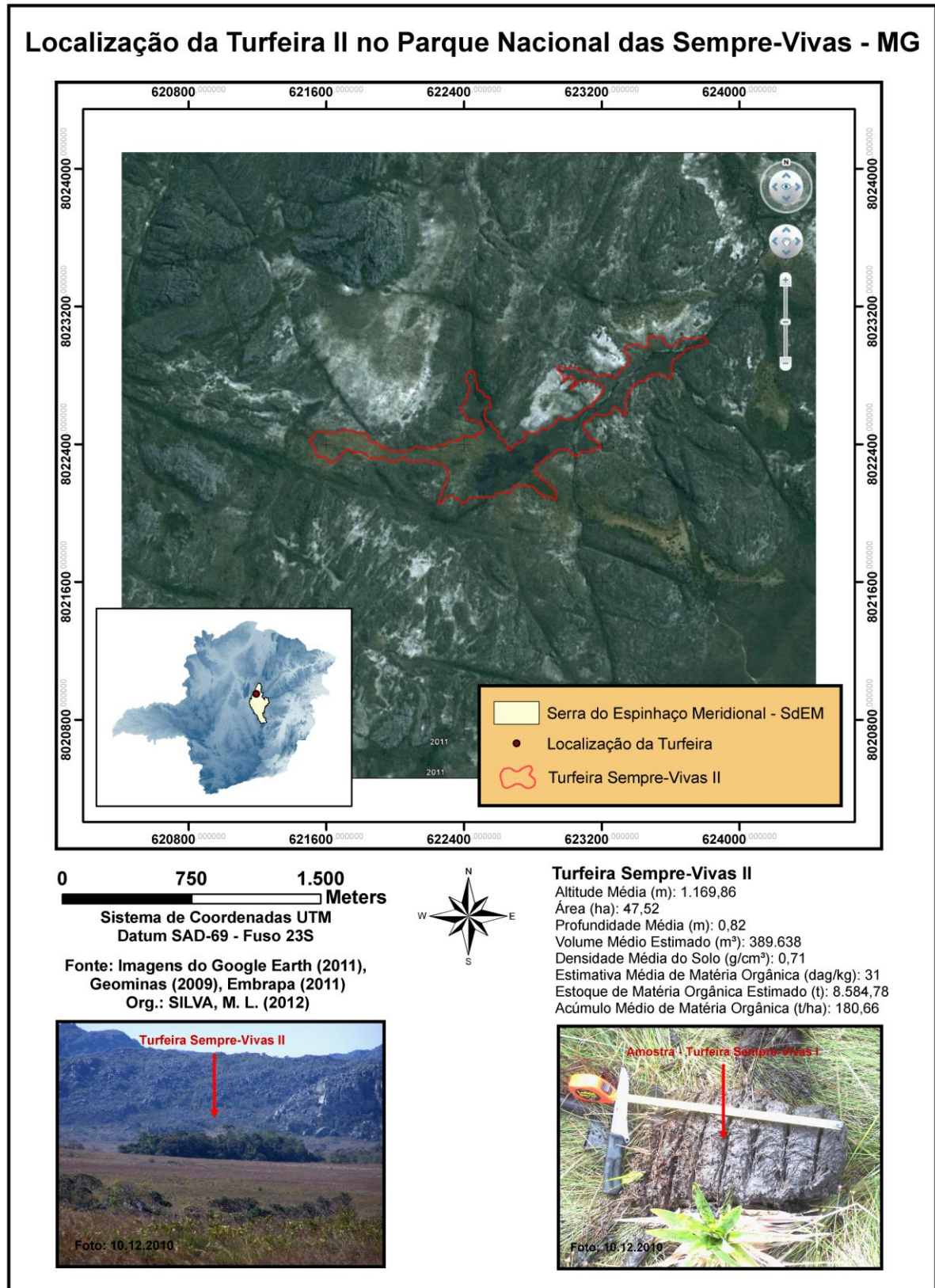


Figura 37. Turfeira II do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG.

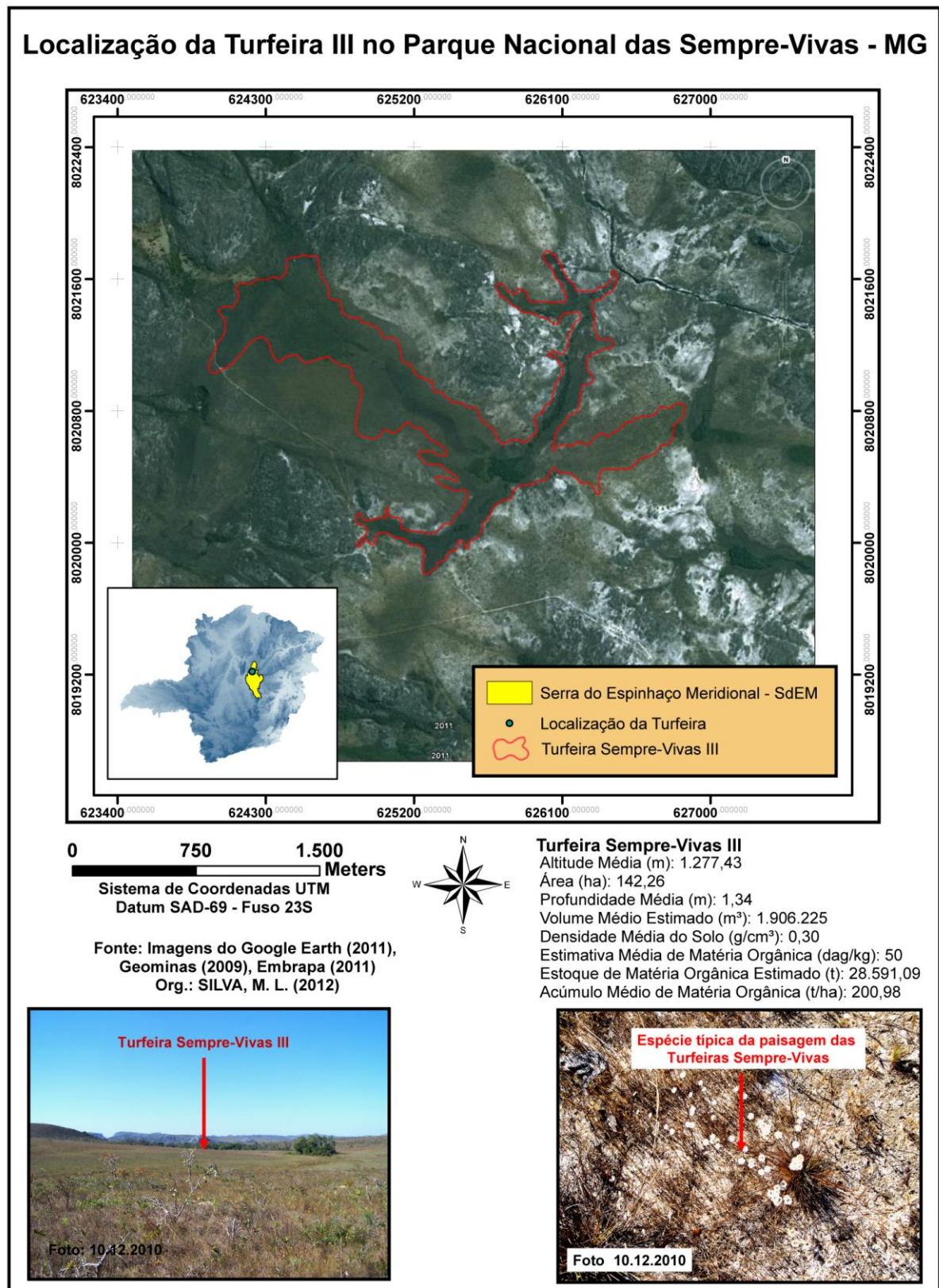


Figura 38. Turfeira III do Parque Nacional das Sempre-Vivas – MG.

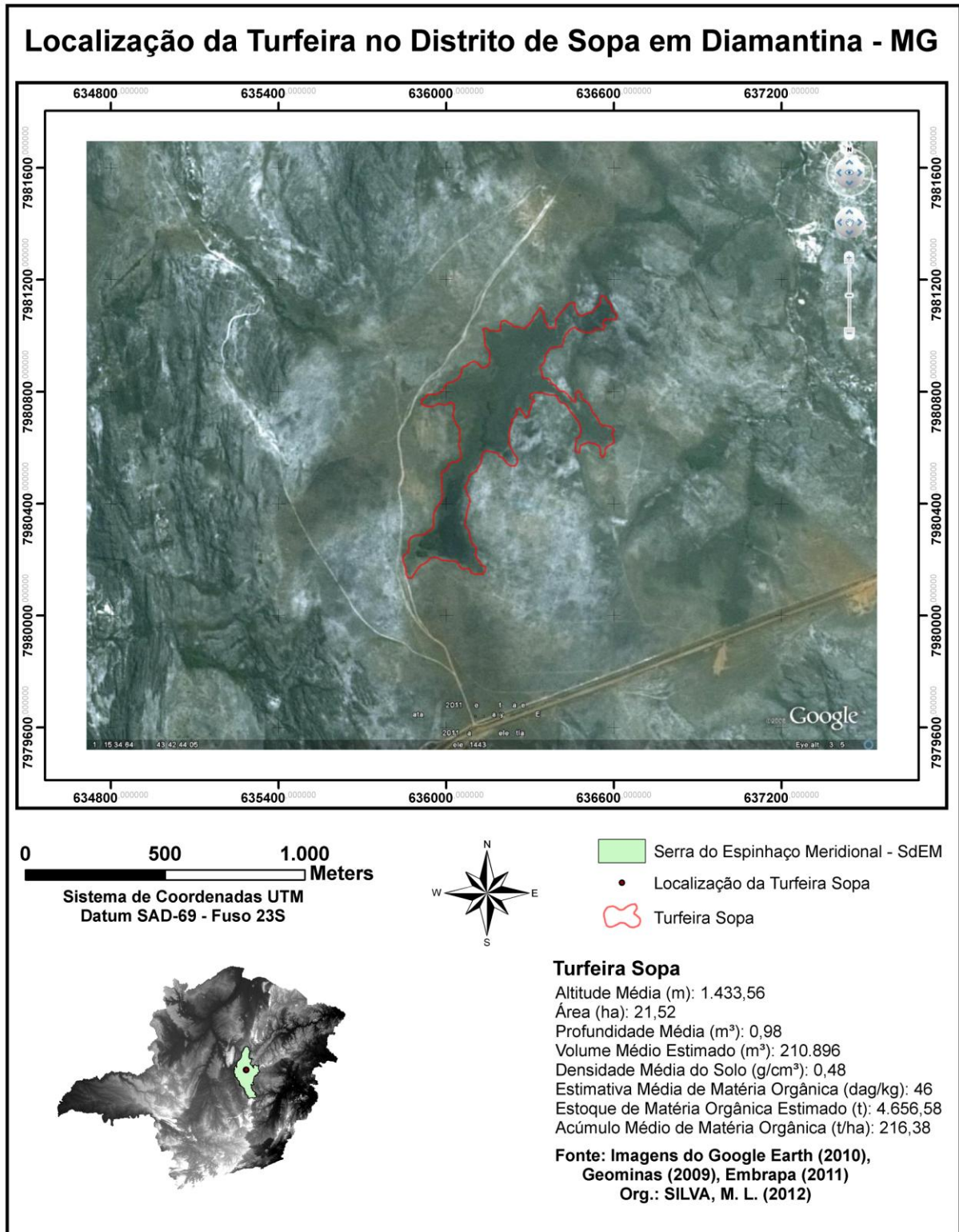


Figura 39. Turfeira do Distrito de Sopa (Diamantina – MG).

6.2.2 - Área, volume e estoque de matéria orgânica das turfeiras da SdEM

A partir da área ocupada pelas turfeiras, da média ponderada das profundidades auferidas em campo (Anexo A), da densidade do solo e do teor de matéria orgânica foi possível estimar o volume das turfeiras da Serra do Espinhaço na sua porção meridional.

Assim, na delimitação da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM considerada nesse estudo, que ocupa uma área de 1.180.109,00 ha, 14.287,55 há são turfeiras. Essas turfeiras, que ocupam um volume de 170.021.845,00 metros cúbicos, armazenam 4.488.576,71 toneladas de matéria orgânica, considerando essa primeira estimativa. Esses pedoambientes acumulam em média 314,16 toneladas de matéria orgânica por hectare, de acordo com a metodologia proposta (Tabela 19). Campos (2009) obteve um estoque médio de matéria orgânica de 552 t ha⁻¹ em uma turfeira da SdEM, o que indica que os resultados deste trabalho podem estar subestimados e os valores totais de matéria orgânica na área mapeada com turfeiras na SdEM (14.287,55 ha) podem chegar a 8 milhões de toneladas. Gorham (1991) estimou globalmente um estoque de 1.863 toneladas de matéria orgânica por hectare de turfeira. Porém, considerou uma profundidade média de 2 metros, enquanto que neste trabalho a profundidade média é de 1,19 metros. Outro fator a ser considerado é que as turfeiras da SdEM apresentam teores elevados de material mineral (Tabela 20), enquanto as turfeiras de clima temperado e boreal, nas quais Gorham (1991) baseou seu trabalho, o teor de material mineral é bem menor.

Tabela 19. Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras da SdEM.

Área, Volume e Estoque de Matéria Orgânica das Turfeiras da SdEM							
Área da SdEM	Área das Turfeiras	P.M.	Volume Médio	DS Média	MO	E.M.O	A.M.M.O
(ha)	(ha)	(cm)	(m³)	(g/cm³)	(dag/Kg)	(t)	(t/ha)
1.180.109,00	14.287,55	119	170.021.845,00	0,48	55	4.488.576,71	314,16

Sendo: P.M.: Profundidade Média; DS: Densidade do Solo; M.O: Matéria Orgânica; E.M.O.: Estoque de Matéria Orgânica; A.M.M.O.: Acúmulo Médio de Matéria Orgânica.

6.3 – Atributos Morfológicos, Físicos e Químicos dos Perfis Estudados

As turfeiras foram classificadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2006) como Organossolos Háplicos, podendo ser Fíbricos (matéria orgânica menos decomposta), Hêmicos (estágio intermediário de decomposição) ou Sápricos (matéria orgânica mais decomposta), segundo a escala de decomposição da matéria orgânica (MO) de von Post (Tabela 20).

As turfeiras amostradas (Distrito de São João das Chapada, Sopa, Pinheiros e P. N. Sempre-Vivas) estão em meio bastante ácido, variando o pH em CaCl₂ de 2,68 a 4,24 (Tabela 20). Para Silva (2005), as turfeiras da SdEM são extremamente ácidas, apresentam predomínio de material orgânico, baixa fertilidade natural, elevada capacidade de troca de cátions (CTC) e elevados teores de alumínio. De acordo com Ebeling (2006) e Andriess (1984), os baixos valores de pH, característicos de ambiente de turfeira, estão diretamente

relacionados aos ácidos orgânicos formados durante o processo de mineralização da matéria orgânica. Os valores de pH em CaCl₂ nas turfeiras da SdEM vão ao encontro dos valores encontrados por Campos (2009), que oscilam entre 2,6 e 4,4, e corroboram também com os resultados obtidos por Horak et al. (2007a).

Tabela 20. Atributos das Amostras de Organossolos em Estudo nas Turfeiras da SdEM.

Amostra	Cor pelo Pirofosfato		⁴ FNE	⁵ FE	⁶ von	pH	⁷ Ds	⁸ Dmo	⁹ MO	¹⁰ MM	¹¹ Ug	¹² RM	¹³ C			
	¹ T	² Tr	³ P	Matiz	Valor	Croma	----%----	Post	CaCl2	---g cm ⁻³ ---	dag kg ⁻¹	-----%-----	m m ⁻¹	%		
Sopa	1	2	10YR	2	2	59	15	Sáprico	3,97	0,4	0,13	48,5	67,21	173,65	0,18	28,13
	1	3	10YR	3	6	33	25	Hêmico	2,68	0,22	0,08	38,33	66,2	388,94	0,1	22,24
	5	3	10YR	4	4	32	15	Sáprico	3,41	0,14	0,1	40,67	29,74	453,4	0,03	23,59
	5	4	10YR	2	2	9	4	Sáprico	3,29	0,23	0,12	51,67	50,22	378,91	0,08	29,97
	5	5	10YR	2	1	30	18	Hêmico	3,73	0,41	0,12	54,33	71,7	200,15	0,2	31,52
	9	2	10YR	6	4	17	6	Sáprico	2,87	0,24	0,17	54,00	30,38	365,35	0,05	31,32
	9	6	10YR	2	1	8	3	Sáprico	3,98	0,39	0,2	80,33	48,19	279,12	0,13	46,6
	9	7	10YR	3	2	60	40	Fábrico	3,68	1,28	0,05	14,00	96,43	37,3	0,82	8,12
	13	4	10YR	6	4	65	31	Hêmico	2,87	0,72	0,2	36,67	72,56	149,63	0,35	21,27
	17	1	10YR	3	6	53	21	Hêmico	3,07	0,72	0,1	38,33	85,57	96,98	0,41	22,24
São João da Chapada I	1	1	10YR	2	1	55	12	Sáprico	3,99	0,3	0,15	54,33	48,57	261,57	0,1	31,52
	1	1	10YR	4	3	82	38	Hêmico	3,35	0,29	0,09	30,00	70,15	265,78	0,14	17,4
	1	2	10YR	2	1	30	5	Sáprico	4,24	0,54	0,18	63,67	67,26	119,34	0,24	36,93
	1	3	10YR	3	2	43	7	Sáprico	3,83	0,47	0,19	68	60,10	162,47	0,19	39,44
	1	3	10YR	2	1	30	8	Sáprico	3,32	0,35	0,12	56,67	66,95	185	0,16	32,87
	1	4	10YR	2	1	53	6	Sáprico	3,44	0,27	0,19	78	29,99	275,97	0,05	45,24
	1	4	10YR	2	1	50	10	Sáprico	3,71	0,33	0,21	40,67	37,12	397,3	0,08	23,59
	1	5	10YR	2	1	73	27	Hêmico	3,68	0,23	0,15	88,2	33,41	323,2	0,05	51,16
	2	2	10YR	3	3	28	20	Hêmico	3,88	0,49	0,23	58,33	51,63	196,54	0,17	33,84
	2	2	10YR	2	1	61	27	Hêmico	3,79	0,22	0,15	65	30,35	349,54	0,04	37,7
	2	4	10YR	3	2	70	13	Sáprico	3,52	0,47	0,2	50,5	58,00	165,85	0,18	29,29
	2	5	10YR	3	3	70	5	Sáprico	3,79	0,42	0,19	64,67	54,66	183,04	0,15	37,51
	2	6	10YR	3	2	73	17	Sáprico	3,64	0,3	0,2	63	45,69	240,47	0,06	36,54
	2	7	10YR	3	2	75	8	Sáprico	3,89	0,29	0,18	65,33	36,99	263,94	0,07	37,9
	2	8	10YR	2	1	67	39	Hêmico	3,73	0,33	0,21	66,67	36,06	221,52	0,08	38,67
	3	1	10YR	2	2	47	8	Sáprico	3,44	0,38	0,29	44	23,3	206,01	0,06	25,52
	3	2	10YR	4	4	50	18	Hêmico	3,59	0,14	0,09	27,67	35,89	575,37	0,03	16,05
3	3	10YR	6	3	53	4	Sáprico	4,45	0,58	0,2	34,33	64,95	254,75	0,25	19,91	
3	5	10YR	3	2	35	20	Hêmico	3,93	0,78	0,15	65,67	80,21	62,18	0,42	38,09	
3	6	10YR	3	2	63	23	Hêmico	3,96	0,54	0,14	55,33	74,42	113,78	0,27	32,1	
São João da Chapada II	2	1	10YR	2	2	43	20	Hêmico	3,72	0,65	0,18	46,67	72,5	107,33	0,31	27,07
	2	2	10YR	3	1	48	8	Sáprico	3,83	0,53	0,13	40	74,45	167,03	0,26	23,2
	2	3	10YR	4	3	53	47	Fábrico	3,51	0,85	0,03	10	96,76	78,61	0,55	5,8
	3	4	10YR	6	3	58	40	Fábrico	3,81	1,18	0,04	13,33	96,37	52,05	0,76	7,73
	3	5	10YR	2	2	47	20	Hêmico	3,7	0,72	0,12	33,33	83,86	100,5	0,4	19,33
	3	6	10YR	4	3	48	27	Hêmico	3,99	0,97	0,13	51	86,81	67,92	0,56	29,58
	3	7	10YR	4	3	45	30	Hêmico	3,7	0,86	0,07	25,1	92,16	75,88	0,53	14,56
	4	2	10YR	4	3	52	18	Hêmico	3,31	0,62	0,13	36,35	79,15	118,68	0,33	21,08
4	3	10YR	4	3	47	17	Sáprico	3,14	0,64	0,1	27,67	84,78	112,48	0,36	16,05	
4	4	10YR	6	3	57	40	Fábrico	3,45	1,1	0,05	15,45	95,58	51,7	0,7	8,96	

Pinheiros	1	1	10YR	3	3	87	11	Sáprico	3,8	0,19	0,12	43,87	36,5	465,08	0,05	25,45
	1	2	10YR	2	2	62	23	Hêmico	3,54	0,87	0,63	45,76	27,48	419,04	0,16	26,54
	1	3	10YR	2	1	82	9	Sáprico	3,89	0,23	0,15	53,05	36,8	378,13	0,06	30,77
	1	5	10YR	4	6	80	8	Sáprico	2,47	0,22	0,17	68,89	22,23	403,74	0,03	39,96
	1	8	10YR	2	2	33	20	Hêmico	2,59	0,24	0,13	47,02	46,84	375,84	0,07	27,27
	1	11	10YR	4	4	53	10	Sáprico	2,28	0,11	0,08	37,67	31,75	542,45	0,02	21,85
	2	1	10YR	3	3	83	23	Hêmico	3,68	0,27	0,21	49,32	21,9	400,27	0,04	28,61
	2	2	10YR	2	1	73	13	Sáprico	3,65	0,29	0,21	46,49	28,38	495,69	0,05	26,97
	2	3	10YR	2	1	30	11	Sáprico	2,27	0,43	0,23	61,56	47,05	209,76	0,13	35,71
	2	4	10YR	5	4	41	19	Hêmico	3,73	0,1	0,08	31,27	16,43	821,34	0,01	18,14
	2	5	10YR	5	4	47	15	Sáprico	3,57	0,09	0,07	23,1	23,06	1047,78	0,01	13,4
	2	6	10YR	5	4	53	30	Hêmico	3,38	0,09	0,07	24,62	22,07	934,59	0,01	14,28
	2	8	10YR	4	4	80	80	Fábrico	4,03	1,18	0,05	17,71	95,81	45,92	0,75	10,27
	3	2	10YR	2	1	60	12	Sáprico	3,8	0,51	0,2	60,59	61,71	174,4	0,21	35,15
	3	5	10YR	2	2	60	27	Hêmico	2,68	1,02	0,18	50,45	82,75	64,5	0,56	29,26
	3	7	10YR	2	1	50	5	Sáprico	2,15	0,11	0,06	72,5	42,71	180	0,03	42,05
	3	9	10YR	2	1	63	20	Hêmico	2,16	0,71	0,21	71,16	70,43	82,13	0,33	41,28
	3	10	10YR	2	2	77	12	Sáprico	3,98	0,35	0,06	41	83,79	450,23	0,2	23,78
	4	2	10YR	2	1	53	5	Sáprico	1,94	0,13	0,06	67,52	56,85	152,42	0,05	39,16
	4	3	10YR	2	2	85	13	Sáprico	3	0,26	0,12	38,15	52,76	349,37	0,09	22,13
4	4	10YR	2	1	77	17	Hêmico	3,9	0,66	0,16	55,15	74,96	107,9	0,33	31,99	
Sempre-Vivas II	1	1	10YR	2	2	77	13	Sáprico	3,29	0,59	0,13	39,67	78,71	94,48	0,31	23,01
	1	2	10YR	3	4	62	30	Hêmico	3,12	0,69	0,04	17	94,28	95,23	0,43	9,86
	1	4	10YR	4	4	87	12	Sáprico	3,2	0,61	0,03	18	94,77	82,25	0,38	10,44
	1	5	10YR	3	4	80	20	Hêmico	2,88	0,61	0,24	48,56	60,56	153,65	0,25	28,17
	1	6	10YR	7	3	85	40	Fábrico	2,72	1,17	0,05	16,52	95,46	49,81	0,75	9,58
	1	7	10YR	4	4	77	22	Hêmico	2,72	0,56	0,12	48,26	79,16	109	0,29	27,99
Sempre-Vivas III	1	1	10YR	3	4	67	20	Hêmico	2,99	0,48	0,17	51,47	64,88	152,13	0,21	29,85
	1	2	10YR	4	4	77	13	Sáprico	3	0,26	0,16	63,33	36,96	274,51	0,06	36,74
	1	3	10YR	4	6	77	12	Sáprico	3,1	0,36	0,18	63,67	51,01	223,22	0,12	36,93
	2	2	10YR	2	2	80	17	Hêmico	3,61	0,5	0,11	51,45	78,13	143,79	0,26	29,84
	2	2	10YR	2	1	77	13	Sáprico	3,61	0,14	0,11	42,55	22,83	447,74	0,02	24,68
	2	3	10YR	4	4	80	20	Hêmico	3,07	0,45	0,19	39,58	57,99	182,93	0,17	22,96
	2	4	10YR	3	4	57	5	Sáprico	3,67	0,17	0,12	43,69	28,96	406,8	0,03	25,34
	2	8	10YR	3	2	80	8	Sáprico	3,63	0,21	0,15	46,12	27,14	413,09	0,04	26,75
	2	9	10YR	2	2	73	20	Hêmico	3	0,23	0,13	57,57	43,91	325,61	0,07	33,4
2	13	10YR	2	2	77	8	Sáprico	3,85	0,15	0,11	43,68	23,15	584,56	0,02	25,34	

Sendo: ¹T.: Turfeira; ²Tr.: Transecto; ³P.: Ponto de coleta; ⁴FNE: Fibras não esfregadas; ⁵FE: Fibras esfregadas; ⁶von Post: escala de decomposição de von Post; ⁷Ds: densidade do solo; ⁸Dmo: densidade da matéria orgânica; ⁹RM: resíduo mínimo; ¹⁰MM: material mineral; ¹¹Ug: umidade gravimétrica; ¹²MO: matéria orgânica do solo; ¹³Corg: carbono orgânico do solo.

A coloração analisada pela solubilidade em pirofosfato de sódio é associada ao estágio de decomposição da matéria orgânica (PEREIRA et al., 2005). Quanto mais escura a cor, mais acentuada é a decomposição da matéria orgânica (VALLADARES, 2003), podendo ser classificada, segundo a escala de von Post (Embrapa, 2006), como fábica, hêmica e sáprica.

Das 77 amostras coletadas 51% apresentaram pequena quantidade de fibras na matéria orgânica, material classificado como sáprico (Embrapa, 2006) (Figura 40). Em 42% das amostras foi observado o estágio intermediário de decomposição (hêmico). A presença da matéria orgânica fíbrica (em estágio inicial de decomposição) foi observada somente em 6 (7%) dos 77 pontos amostrados, sendo que a metade foi encontrada em amostras da turfeira 3 (Figura 41).

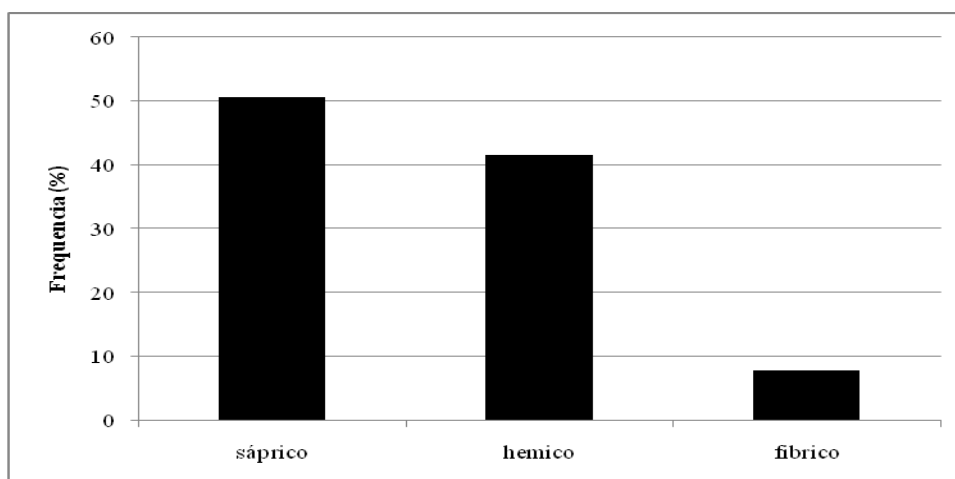


Figura 40. Frequências Gerais dos Estágios de Decomposição da Matéria Orgânica nas Turfeiras.

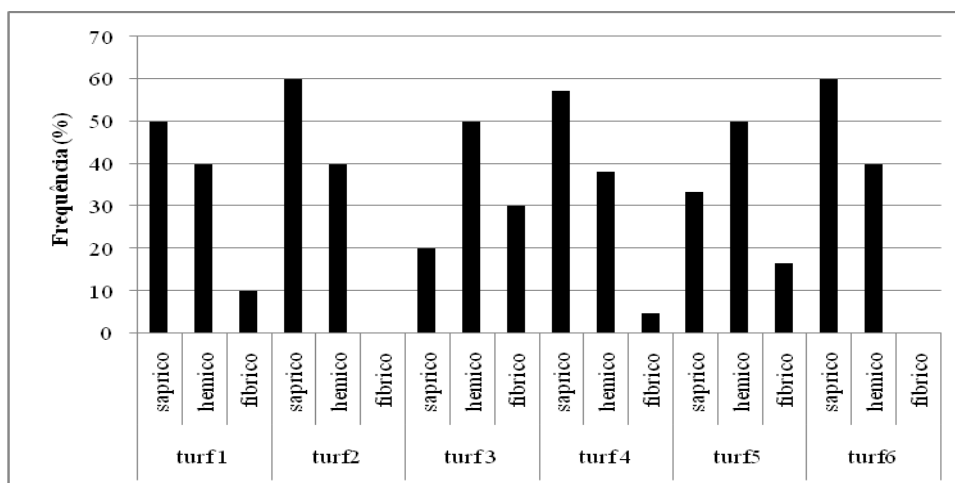


Figura 41. Frequências dos Estágios de Decomposição da Matéria Orgânica por Turfeira.

Tanto a densidade do solo como o RM (resíduo mínimo) estão relacionados ao grau de decomposição da matéria orgânica e ao teor de matéria orgânica (CONCEIÇÃO et al., 1999b).

Ao relacionar o teor de matéria orgânica (MO) em função do teor de umidade, FE (fibra esfregada), MM (material mineral) e Ds (densidade do solo), por meio de uma regressão linear múltipla, foi possível observar que a matéria orgânica se correlacionou de forma significativa, considerando os seguintes parâmetros: R^2 (Coeficiente de determinação)

= 0,5934; n (Número de amostras) = 77 e S_{xy} (Erro padrão da média) = 11,26, conforme equação abaixo:

$$\text{MO} = 111,3865^{**} - 0,07777^{**} \text{umidade} - 0,27039^{\text{ns}} \text{FE} - 0,53159^{**} \text{MM} - 19,3278^{*} \text{Ds}$$

**** Significativo a 1 %, * Significativo a 5%, ^{ns} não significativo, pelo Teste t.**

O ajuste da regressão com as variáveis propostas para explicar a matéria orgânica foi significativo pelo teste F ($P < 0,01$). Dentre as variáveis analisadas, somente o parâmetro FE não foi significativo pelo teste t, ou seja, a FE não está influenciando no comportamento da variável dependente (MO), conforme mostra a figura 42.

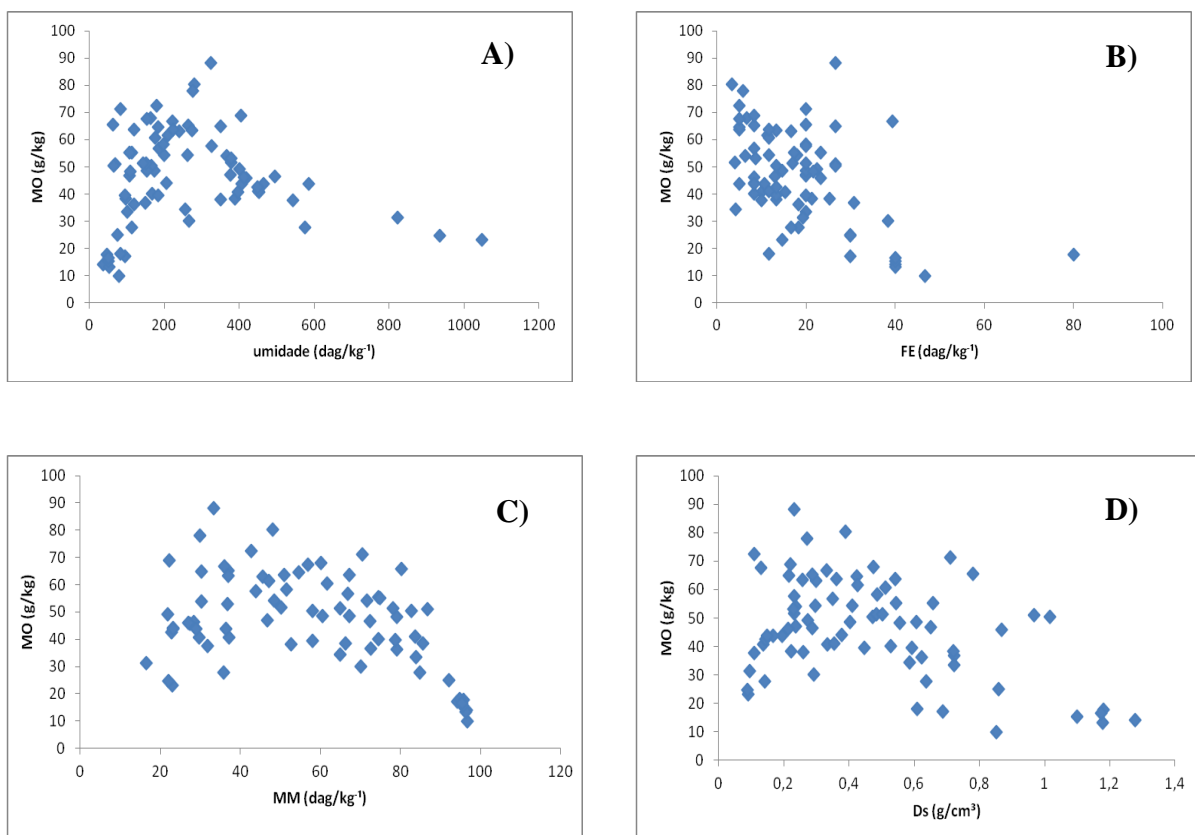


Figura 42. Relação entre matéria orgânica e A) umidade; B) fibras esfregadas; C) Material mineral e D) Densidade do solo.

Foram calculados a taxa de crescimento vertical e a taxa de acúmulo de carbono de três perfis de turfeiras da SdEM, sendo uma do Distrito de Pinheiros, e duas localizadas no Parque Nacional das Sempre-Vivas (Tabela 21).

A Turfeira Pinheiros possui uma taxa de crescimento vertical de $0,074 \text{ mm ano}^{-1}$, entre 30 e 144 cm de profundidade. As Turfeiras Sempre-Vivas III e I possuem, respectivamente,

taxas de $0,43 \text{ mm ano}^{-1}$ entre 4,5 e 38 cm de profundidade e $0,058 \text{ mm ano}^{-1}$ entre 18 e 54 cm de profundidade.

Campos et al. (2010) observou uma taxa de crescimento anual de $0,143 \text{ mm ano}^{-1}$ na camada localizada entre 175,5 e 202,5 cm em um organossolo de uma turfeira da SdEM. Em outro organossolo, localizado na cabeceira da turfeira, o mesmo autor encontrou uma taxa de crescimento vertical de $0,074 \text{ mm ano}^{-1}$, entre 23,25 e 42,25 cm, de $0,113 \text{ mm ano}^{-1}$ na camada entre 42,25 e 70,75 cm e de $0,069 \text{ mm ano}^{-1}$ entre 70,75 e 175,25 cm. Ambos estão colonizados por vegetação de campo. Na mesma turfeira, Silva (2011) obteve crescimento anual de $2,5 \text{ mm ano}^{-1}$ entre 7,5 cm e 22,5 cm e de $4,2 \text{ mm ano}^{-1}$ entre 22,5 e 47,5 cm de profundidade onde a turfeira está colonizada por floresta estacional semidecidual. No local em que a turfeira está colonizada por vegetação de campo, as taxas de crescimento foram de $0,06$ e de $0,25 \text{ mm ano}^{-1}$, nas mesmas profundidades. Este autor relacionou as discrepâncias com diferenças no aporte de matéria orgânica ao solo entre as fitofisionomias que colonizam a turfeira.

Os valores de crescimento anual encontrados neste trabalho, são inferiores aos encontrados em turfeiras da Finlândia, Canadá e Espanha (TOLONEN, 1979; GORHAM, 1991; PONTEVEDRA-POMBAL, 2002) e aos encontrados em turfeiras da SdEM colonizadas por floresta estacional semidecidual. Estas diferenças estão relacionadas com as fitofisionomias que colonizam as turfeiras e também provavelmente por causas climáticas.

Quanto à taxa de acúmulo de carbono, foram encontrados, respectivamente nas Turfeiras Pinheiros, Sempre-Vivas III e I, as taxas de $0,95$, de $53,91$ e de $5,78 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 21), respectivamente entre 30 e 144 cm, entre 4,5 e 38 cm e entre 18 e 54 cm de profundidade.

Em uma turfeira da SdEM, Campos et al. (2010) relatam que em um organossolo, na camada entre 175,5 cm e 202,5 cm, a taxa de acúmulo anual de C org (carbono orgânico) foi de $16,9 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$, enquanto que em outro organossolo a taxa de acúmulo anual na camada entre 23,25 e 42,25 cm foi de $10,4 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$, na camada entre 42,25 e 70,75 cm a foi de $20,4 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ e na camada entre 70,75 e 175,25 cm foi de C org de $13,7 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. Na mesma turfeira, Silva (2011) obteve taxa de acúmulo de carbono de $250 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ entre 7,5 cm e 22,5 cm e de $504 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ entre 22,5 e 47,5 cm de profundidade onde a turfeira está colonizada por floresta estacional semidecidual. No local em que a turfeira está colonizada por vegetação de campo, as taxas de acúmulo de carbono foram de 6 e $30 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$, nas mesmas profundidades. Este autor relacionou as discrepâncias com diferenças no aporte de matéria orgânica ao solo entre as fitofisionomias que colonizam a turfeira.

Em média, as taxas de acúmulo de carbono encontradas nesse trabalho são inferiores às observadas por Campos et. al (2010) e às observadas por Silva (2011) em turfeira da SdEM sob floresta estacional semidecidual. Porém, as taxas encontradas neste trabalho se equivalem às encontradas em turfeiras das regiões temperadas e boreais. Na Galícia, Espanha, Pontevedra-Pombal (2002) encontrou uma taxa de acúmulo de carbono de $37,5 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. Em turfeiras boreais canadenses, finlandesas e russas, essa taxa foi de $20 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (ARMENTANO e MENGES, 1986). Em outros locais da Europa, essa taxa foi relativamente superior às citadas anteriormente, de $48 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ (ARMENTANO e MENGES, 1986).

Tabela 21. Taxa de Crescimento Vertical e de Acúmulo de Carbono de Perfis de Turfeiras da SdEM.

Datações ^{14}C , Crescimento Vertical e Acúmulo de Carbono de Perfis de Turfeiras da SdEM												
Local	Coordenadas		Altit.	Prof.	Idade ^{14}C	^{14}C calibrada	C	Ds	$\delta^{13}\text{C}$	CV	TAC	NL
	Latit.	Longit.	(m)	(cm)	(anos A.P.)	(anos A.P./IC)	(g kg^{-1})	(g cm^{-3})	(‰)	(mm ano ⁻¹)	($\text{g mm}^{-2} \text{ ano}^{-1}$)	
PIN	641495	8002200	1247	0-40	5010 ± 100	5585 – 5941	14,28	0,089	-20,86	0,074	0,95	CEN 1177
PIN	641495	8002200	1247	124-164	18800 + 360 - 350	21517 - 23369			-23,72			CEN 1176
PNSVIII	623041	8022418	1168	3-6	Moderna	*1957 – 1959	36,93	0,362	-23,44	0,43	53,91	CEN 1174
PNSVIII	623041	8022418	1168	35-40	890 ± 100	663 - 978			-23,65			CEN 1175
PNSVII	627917	8019052	1261	0-36	Moderna	*1957 – 1958	29,00	0,24	-20,57	0,058	5,78	CEN 1178
PNSVII	627917	8019052	1261	36-72	5520 ± 170	5928 - 6667			-20,25			CEN 1179

Sendo: PIN: Turfeira do Distrito de Pinheiros; PNSVIII: Turfeira III do Parque Nacional das Sempre-Vivas; PNSVII: Turfeira II do Parque Nacional das Sempre-Vivas; *IC: Idade do Calendário; CV: Taxa de Crescimento Vertical; TAC: Taxa de Acúmulo de Carbono; NL: Número de Identificação do Laboratório CENA.

O resultado está corrigido para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentado em idade ^{14}C convencional em anos antes do presente (AP) em 1σ (68,3% de probabilidade).

Nas três turfeiras da SdEM estudadas neste trabalho (Tabela 21), tanto a taxa de crescimento vertical anual quanto a taxa de acúmulo de carbono foi significativamente superior na Turfeira Sempre-Vivas III, provavelmente devido à proximidade das amostras coletadas com a superfície (entre 3 a 6 cm e 35 a 40 cm), onde o material é menos decomposto (fábrico), à idade radiocarbônica e também à composição florística do local.

6.4 – Valor Ambiental das Turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM

As turfeiras se evidenciam, além de excelentes reservatórios de água e matéria orgânica (seqüestrando carbono), como bons marcadores cronológicos de mudanças na paisagem (vegetação e clima), o que aponta para a necessidade de urgência e emergência quanto a conservação e preservação desses pedoambientes. Segundo Gorhan (1991), para entender a importância da conservação das turfas nos estudos e modelos sobre as mudanças climáticas globais, é necessário considerar a estimativa de que os depósitos turfáceos contêm

cerca de 450 Pg de carbono, o que representa aproximadamente 30% de todo o carbono terrestre contido na biomassa, mesmo cobrindo somente 4% da superfície do planeta.

6.4.1 – Gênese e Evolução das Turfeiras da SdEM e Mudanças Ambientais

Segundo as datações radiocarbônicas realizadas (Figura 43), as turfeiras da SdEM teriam começado a se formar a 42.175 ± 3.390 A.P., durante a Série ou Época Pleistocênica do Período Quaternário (Tabela 22).

Através da composição isotópica e datações radiocarbônicas, algumas inferências foram possíveis de serem feitas quanto ao papel das turfeiras da SdEM como testemunhos de mudanças paleoambientais (Tabela 22).

Tabela 22. Idades Radiocarbônicas e Composições Isotópicas de Perfis de Turfeiras da SdEM.

Idades Radiocarbônicas e Composições Isotópicas de Perfis de Turfeiras da SdEM								
Local dos Perfis	Coordenadas		Altitude (m)	Prof. (cm)	Idade ^{14}C (anos A.P.)	Idade ^{14}C Calibrada (A.P./ \pm I.C.)	δ ^{13}C (‰)	N. Laborat.
	Latit.	Longit.						
Pinheiros	641495	8002200	1247	0-40	5010 ± 100	5585 – 5941	-20,86	CEN 1177
Pinheiros	641495	8002200	1247	124-164	$18800 + 360 - 350$	21517 - 23369	-23,72	CEN 1176
P. N. Sempre-Vivas III	623041	8022418	1168	3-6	Moderna	*1957 – 1959	-23,44	CEN 1174
P. N. Sempre-Vivas III	623041	8022418	1168	35- 40	890 ± 100	663 - 978	-23,65	CEN 1175
P. N. Sempre-Vivas I	627917	8019052	1261	0-36	Moderna	*1957 – 1958	-20,57	CEN 1178
P. N. Sempre-Vivas I	627917	8019052	1261	36-72	5520 ± 170	5928 -6667	-20,25	CEN 1179
São Miguel	649691	7994039	1250	6-14	6800 ± 90	7.665 ± 165	-20,35	CEN 1045
São Miguel	649691	7994039	1250	78-86	23.450 ± 540	28.150 ± 1285	-21,42	CEN 1046
São Miguel	649691	7994039	1250	128-136	$35.100 + 5450$ ou -3220	38.850 ± 7835	-24,91	CEN 1049
São Miguel	649691	7994039	1250	158-170	$38.100 + 2250$ ou -1750	42.175 ± 3390	-21,45	CEN 1050
Pico do Itambé	675923	7965062	1780	30-40	930 ± 75	1.120 ± 135	-28,04	CEN 1051
Pico do Itambé	674530	7964905	2000	0-6	Moderna	*1957 – 1959	-22,86	CEN 1052
Pico do Itambé	674530	7964905	2000	12-18	3010 ± 70	3.185 ± 185	-21,28	CEN 1053
APAPF-CS	641443	7980907	1365	45-50	Moderna	1957 ± 1959	-26,15	CEN 1138
APAPF-CH	641443	7980907	1365	20-25	Moderna	1957 ± 1959	-25,82	CEN 1139
APAPF-CF	641443	7980907	1365	5-10	Moderna	1957 ± 1959	-26,83	CEN 1140
APAPF-LF	641427	7980911	1365	5-10	Moderna	1957 ± 1959	-23,10	UGAMS#8492
APAPF-LH	641427	7980911	1365	20-25	2390 ± 25	2465 ± 70	-23,00	UGAMS#8493
APAPF-LS	641427	7980911	1365	45-50	3230 ± 25	3480 ± 55	-20,70	UGAMS#8494

Sendo: **APAPF-CS:** APA Pau-de-Fruta - Capão (Sáprico); **APAPF-CH:** APA Pau-de-Fruta – Capão (Hêmico); **APAPF-CF:** APA Pau-de-Fruta - Capão (Fíbrico); **APAPF-LS:** APA Pau-de-Fruta - Campo (Sáprico); **APAPF-LH:** APA Pau-de-Fruta - Campo (Hêmico); **APAPF-LF:** APA Pau-de-Fruta - Campo (Fíbrico).

Obs.: O resultado está corrigido para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentado em idade ^{14}C convencional em anos antes do presente (AP) em 1σ (68,3% de probabilidade). A idade calibrada, em anos A.P. ou Idade Clendário (IC)

foi obtida por meio do Software Calib601.

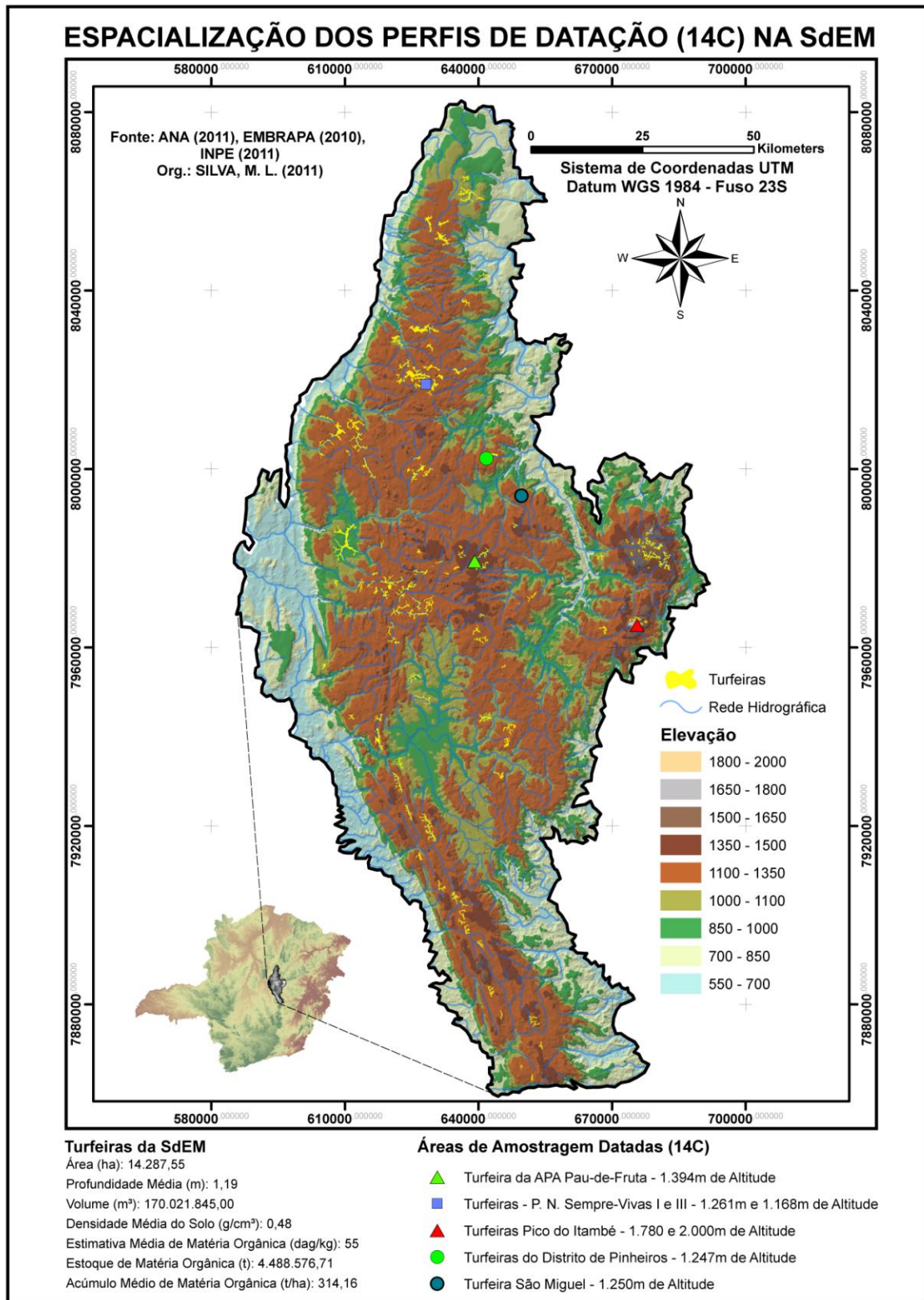


Figura 43. Localização dos Perfis de Datação na SdEM.

Segundo Salgado-Labouriau (2007), o estudo paleoecológico das turfas do Quaternário mostrou que a deposição de microfósseis obedece às leis da Estratigrafia e, portanto, na hulha e nas turfas muito antigas a deposição estratigráfica é preservada. Nesse sentido, os princípios estratigráficos podem ser aplicados para entender a gênese e evolução das turfeiras da SdEM.

Nesse sentido, considerando os princípios estratigráficos de superposição de camadas (RIBEIRO, 2001), no início da formação da turfeira Pinheiros (21.517 – 23.369 anos A.P.) predominavam plantas do ciclo fotossintético C_3 (árvores e arbustos) que, a partir de 5.585 – 5.941 anos A.P. (Holoceno) sofreram modificações, passando a predominar as plantas do ciclo CAM (bromélias, cactos e algumas *euphorbiaceae*, típicas do campo rupestre).

Na turfeira Sempre-Vivas III, ao longo da sua gênese e evolução houve o predomínio de plantas CAM, enquanto na Sempre-Vivas I houve um predomínio de plantas C_3 por volta de 663 – 978 anos A.P., passando a dominar as plantas CAM na atualidade.

Na gênese da turfeira São Miguel (42.175 ± 3390 anos A.P.) havia um predomínio das plantas CAM que foram modificando para C_3 por volta 38.850 ± 7835 anos A.P. (Transição Pleistoceno-Holoceno). Ainda nessa transição, as plantas CAM voltaram a colonizar a turfeira São Miguel permanecendo até o Holoceno (7.665 ± 165 anos A.P.).

A turfeira do Pico do Itambé teve um predomínio de plantas CAM na sua gênese (3.185 ± 185 anos A.P), que sofre modificações para C_3 por volta de 1.120 ± 135 anos A.P, voltando a predominar as plantas CAM na contemporaneidade.

Silva (2011), analisando a composição isotópica de uma turfeira da SdEM, não encontrou, em nenhum estágio da formação desses pedoambientes, o predomínio de plantas de ciclo fotossintético C_4 . Esses resultados corroboram com os obtidos por Zinck et al. (2011) em estudos realizados em turfeiras na Venezuela, que encontrou valores de $\delta^{13}C$ entre 23,4 e 27,3 ‰ e idades radiocarbônicas entre 6.435 e 200 anos A.P.

As turfeiras estudadas por Zinck et al. (2011) na Venezuela (Cordilheira dos Andes), região afetada pela última glaciação, datam do Holoceno (6.435 e 200 anos A.P). Segundo Salgado-Labouriau (2007), as turfeiras européias do Quaternário Tardio se limitam mais ou menos aos últimos 10.000 anos, depois do degelo da última glaciação.

Enquanto as turfeiras da Venezuela (ZINCK et al., 2011) e da Europa (SALGADO-LABOURIAU, 2007) são do Holoceno, as turfeiras da SdEM se formaram tanto no Holoceno como no Pleistoceno.

Nas turfeiras da SdEM, de maneira geral, houve no Pleistoceno Superior (42.175 ± 3390 anos A.P.) um predomínio de vegetação nativa de ciclo fotossintético CAM que foram

modificando para plantas C_3 ao longo da Transição Pleistoceno-Holoceno. No Holoceno está ocorrendo o domínio tanto das espécies C_3 como CAM, havendo um percentual maior dessas últimas. Nesse sentido e a partir desses dados, é possível inferir que nessa região o clima era mais seco e também mais ameno por volta de 42.175 ± 3390 anos A.P. (pois não houve mudanças significativas na geomorfologia da SdEM no Pleistoceno Superior, o que não interferiu na altitude que influencia o clima da região). No decorrer da Transição Pleistoceno-Holoceno foi havendo condições de maior umedecimento do clima local e/ou regional favorecendo o estabelecimento da vegetação C_3 . No Holoceno, as condições climáticas (aliado a outros fatores) permitiram o estabelecimento de espécies CAM e C_3 , em proporções desiguais.

A partir dos dados da tabela 22 foi possível perceber também que as turfeiras que ocupam as cotas altimétricas entre 1.000 a 1.200 e acima de 1.700 metros são mais recentes (Holoceno) do que aquelas se encontram em posições entre 1.200 a 1.700 metros, que têm suas gêneses iniciadas no Pleistoceno.

7 – CONCLUSÕES

Numa primeira análise e seguindo a metodologia proposta, foi possível mapear 14.287,55 hectares de turfeiras distribuídas ao longo de 1.180.109 hectares da SdEM, o que representa 1,2% da área total. Essas turfeiras ocupam um volume médio de 170.021.845,00 metros cúbicos, armazenam 4.488.576,71 toneladas de matéria orgânica e acumulam em média 314,16 toneladas de matéria orgânica por hectare.

A gênese e evolução das turfeiras estudadas na SdEM está correlacionada a um forte controle litoestrutural (falhas, fraturas, lineamentos estruturais), que acaba condicionando esses pedoambientes. Dos 14.287,55 hectares de turfeiras da SdEM, 24,6% ocorrem sobre a Formação Galho do Miguel, onde predominam amplamente os quartzitos, e aproximadamente 25% se desenvolveram nos litotipos da Formação Sopa-Brumadinho, sobre rochas quartzíticas e filíticas. Nesse sentido, aproximadamente 50% das turfeiras da SdEM se formaram sobre as rochas metamórficas da Formação Galho do Miguel e Sopa Brumadinho, predominantemente sobre quartzitos, rochas mais comuns da área de estudos.

Do ponto de vista geomorfológico, o Domínio Montanhoso e o Domínio de Morros e Serras Baixas, que correspondem às Formações Córrego dos Borges, Santa Rita, Galho do Miguel e Sopa-Brumadinho se destacam como sendo as principais superfícies de formação das turfeiras. Enquanto 57,49% das turfeiras se encontram no Domínio de Morros e Serras Baixas, 34,94% se situam no Domínio Montanhoso.

As turfeiras da SdEM ocorrem principalmente nas áreas mapeadas sobre afloramentos rochosos (48,11%) e nas unidades de mapeamento representadas pela subordem Neossolos Litólicos (37,32%).

As turfeiras ocorrem nas três grandes bacias da serra do Espinhaço Meridional. Na Bacia do Rio São Francisco, que corresponde a cerca de 44% da área estudada, se encontram 75,07% das turfeiras da SdEM, enquanto que na Bacia do Rio Jequitinhonha, que corresponde a cerca de 30% da área estudada, ocorrem 23,72%. Na Bacia do Rio Doce há a territorialização de somente 1,21% das turfeiras do Espinhaço Meridional. Proporcionalmente, a ocorrência de turfeiras na Bacia do São Francisco é duas vezes maior em relação à Bacia do Rio Jequitinhonha.

Considerando os elementos do clima, mais de 90% das turfeiras ocorrem onde a precipitação média anual é maior que 1200 mm e a temperatura média anual é menor que 22°C, ficando evidente que temperaturas amenas (influenciadas pelo fator altitude) e precipitações elevadas são condições fundamentais para a ocorrência de turfeiras na SdEM.

A maior parte das turfeiras ocorre principalmente nas formações de cerrado e campo cerrado (71,62%) e de campos rupestres (28,38%).

Aproximadamente 75% das turfeiras da SdEM se desenvolveram nos níveis altimétricos que variam entre 1.100-1.350 m, que correspondem à Superfície II (S2) ou Superfície Sul-Americana.

A maioria das turfeiras mapeadas segue o seguinte padrão ambiental: ocorrem em áreas aplainadas da superfície S2, tendo em sua base rochas quartzíticas, entre 1100 e 1350 metros de altitude, onde as temperaturas e precipitações anuais médias são respectivamente menores que 19°C e maiores que 1200 mm e estão colonizadas por vegetação campestre, com esparsos capões de mata.

Nas turfeiras da SdEM predominam os estágios de decomposição avançado (sáprico), seguido do intermediário (hêmico). A taxa de crescimento vertical variou entre 0,058 e 0,43 mm ano⁻¹, enquanto a taxa de acúmulo de carbono oscilou entre 0,95 e 53,91 g m⁻² ano⁻¹.

As turfeiras que se situam em posições altimétricas de 1.000 a 1.200m e acima de 1.700 m são mais recentes (Holocênicas), ao passo que aquelas que ocupam posições entre 1.200 e 1.700 metros de altitude são mais antigas (Pleistocênicas). As turfeiras da SdEM, começaram a ser formadas no Pleistoceno Superior (42.175± 3390 anos A.P.), quando estavam colonizadas predominantemente por plantas de ciclo fotossintético CAM (bromélias, cactos e algumas *euphorbiaceae*, típicas do campo rupestre). A vegetação foi mudando gradativamente para plantas do ciclo fotossintético C₃ (árvores e arbustos) ao longo da

transição Pleistoceno-Holoceno, processo possivelmente associado a mudanças paleoclimáticas.

Os ambientes turfosos da SdEM guardam significativa importância no armazenamento de carbono orgânico e enquanto testemunho de mudanças paleoambientais na vegetação e no clima da paisagem, o que fundamenta uma necessidade urgente e emergente no sentido de proporcionar maior proteção e preservação a esses pedoambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB' SÁBER, A. N. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no pleistoceno. **Inter-Facies**, IBLCE – UNESP, n. 4, 1979.

AB' SÁBER, A. N. Problemas paleogeográficos do Brasil Sudeste. **Boletim Geográfico - IBGE**, Rio de Janeiro, ano XX, n. 169, 1962.

AB' SÁBER, A. N. Razões da retomada parcial da semi-aridez holocênica, por ocasião do optimum climaticum. **Inter-Facies**, IBLCE – UNESP, n. 8, 1980.

AB' SÁBER, A. N. Spaces occupied by the expansion of dry climates in South America during the Quaternary Ice Ages. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 21, n. 1/2, p. 71-78, 2000.

AL-ABBAS, A. H.; SWAIN, P. H.; BOUMGARDNER, M. F. Relating organic matter and clay content to multispectral radiance of soils. **Soil Science**, v. 114, n. 6, p. 477-485, 1972.

ALLEONI, L. R. F.; MELO, V. F. (Eds.). **Química e mineralogia do solo**. Vol. 1. Parte I - conceitos básicos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, 695p.

ALLEONI, L. R. F.; MELO, V. F. (Eds.). **Química e mineralogia do solo**. Vol. 2. Parte II - aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, 685p.

ALKMIM, F.F. O anticlinório de Gouveia: exemplo de uma culminação antiformal nucleada pelo embasamento. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 8, 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG Núcleo MG, 1995. p.1-2.

ALMEIDA-ABREU, P. A. **A evolução geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil**. 1993. 150 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Faculdade de Geociências, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Alemanha, 1993.

ALMEIDA-ABREU, P. A. **Geologia das quadrículas Onça e Cuiabá (Gouveia-MG) – região mediana central da Serra do Espinhaço Meridional**. 1989. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

ALMEIDA-ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, v.3, n.1, p.1-18, 1995.

ALMEIDA ABREU, P.A. & PFLUG, R. **The geodynamic evolution of the southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil**. Zbl. Geol. Paläont. Teil I (1/2) : 21-44. 1994.

ALMEIDA-ABREU, P. A.; RENGER, F. E. Serra do Espinhaço Meridional: um orógeno de colisão do Mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 1, p. 1-14, 2001.

ALVES, B. J. R. et al. Métodos isotópicos. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

ANDRIESSE, J. P. Uso de solos orgânicos em condições tropicais e subtropicais aliado às possibilidades brasileiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, 1984, Curitiba. **Anais...** Provárzeas Nacional, Embrater, SEAG – Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.11-34.

ANJOS, L. H. C. et al. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

ARMENTANO, T. V.; MENGES, E. S. Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. **Journal of Ecology**, New York, v. 74, p.755-774, 1986.

AUGUSTIN, C. H. R. R. Amphitheaters and hollows with depositional sequences and their significance on the evolution of tropical landscape. Proceedings of 14th INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS, Recife, 1994. p. G5 and G6.

ÁVILA, F. F. **Análise da cobertura pedológica de uma topossequência na Bacia do Córrego dos Pereiras – Depressão Gouveia/MG**. 133 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BARBOSA, A. S. Paleoecologia da América do Sul. In: _____. **Andarilhos da claridade: os primeiros habitantes do cerrado**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, Instituto do Trópico Subúmido, p. 65-128, 2002.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. vol. 1. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. vol. 3. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

BOUMGARDNER, M. F.; KRISTOF, S. J.; JOHANNSEN, C. J.; ZACHARY, A. L. Effects of organic matter on the multispectral properties of soils. **Proceedings of the Indiana Academy of Science**, v. 79, p. 413-422, 1970.

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotopes ratios of natural materials. II. Atmospheric, terrestrial, marine and freshwater environmental. In: COLEMAN, D. C.; FRY, B. (Ed.). **Carbon isotopes techniques**. New York: Academic Press, 1991, p.155-171.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha**. Salvador: IBGE/Diretoria de Geociências, 1997.

BREEMEN, N. V.; BRUURMAN, P. **Soil formation**. 2d Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. 1995. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Ministério de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMARA, G. Análise espacial de superfícies. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds). **Análise de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

CAMPOS, J. E. G & DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Rev. Bras. Geoc.**, 27 (3), p. 257-282, 1997.

CAMPOS, J. R. R. **Caracterização, mapeamento, volume de água e estoque de carbono da turfeira da área de proteção ambiental Pau-de-Fruta, Diamantina – MG**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Solo e Água) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2009.

CAMPOS, J. R. R.; SILVA, A. C.; FERNANDES, J. S. C.; FERREIRA, M. M.; SILVA, D. V. Water retention in a peatland with organic matter in different decomposition stages. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35, p. 1217-1227, 2011.

CAMPOS, J. R. R.; SILVA, A. C.; VASCONCELLOS, L. L.; SILVA, D. V.; ROMÃO, R. V.; SILVA, E. B.; GRAZZIOTTI, P. H. Pedochronology and development of peat bog in the environmental protection area Pau-de-Fruta – Diamantina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34, p. 1965-1975, 2010.

CANELLAS, L. P. et al. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária**, v. 35, n.1, p. 133-143, 2000.

CANELAS, L. P. et al. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 2001.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Goiás: FUNAPE/UFG, 2006.

CERETA, C. A. et al. Métodos espectroscópicos. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. 7. reimp. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. ver. Atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Projeto Espinhaço em CD-ROM: geologia da folha de Diamantina, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Recursos Minerais / Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

CONCEIÇÃO, M.; FREIXO, A. A.; ARAÚJO, W. S.; CUNHA, T. J. F.; NETO, L. M.; SAAB, S. C. Caracterização das substâncias húmicas em solos orgânicos do estado do Rio de Janeiro, sob diversas atividades agrícolas. **Pesquisa em Andamento**, n.5, p.1-6, 1999a.

CONCEIÇÃO, M.; MANZATTO, C. V.; ARAÚJO W. S.; MARTIN NETO, L.; SAAB, S. C.; CUNHA, T. J. F.; FREIXO, A. A. Caracterização de solos orgânicos do Estado do Rio de Janeiro: propriedades físicas e morfológicas como subsídios à classificação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, n. 4, 1999b.

CORRÊA, A. C. B.; MENDES, I. A. O problema das superfícies de erosão: novas abordagens conceituais e metodológicas. **Revista de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 70- 86, 2002.

CORRÊA, D. **Caracterização, cronologia e gênese das turfas da Serra das Araras – Mato Grosso**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: ALDO L. K. (org.). **Eugênio Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora UNESP, p. 77-992, 2002.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, T. J. F. et al. Fracionamento da matéria orgânica humificada em solos brasileiros. In: CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2005, p. 54 – 80.

CURI, N. (Coord.). **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.

DINIZ, A. D.; OLIVEIRA, C. V.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Relações solos–superfícies geomórficas na Porção Norte da Bacia do Ribeirão Chiqueiro – Gouveia, MG. **Geonomos**, v. 13, n. 1,2, p. 19-27, 2005.

DOCE. **Directiva 92/43/CEE** del Consejo de Conservation de Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres. Nº 206.

DUSSIN, I. A.; DUSSIN, T. M. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1995.

ERHART, H. A teoria bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Noticia Geomorfológica**, n. 11, p. 51-58, 1968.

EBELING, A. G. **Caracterização analítica da acidez em organossolo**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ERHART, H. A Teoria Bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Noticia Geomorfológica**, n. 11, p. 51-58, 1968.

ESPINDOLA, C. R. **Retrospectiva crítica sobre a pedologia**: um repasse bibliográfico. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008.

FERNANDES, A. **Conexões florísticas do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. 1ª Parte. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

FERRAZ, C.M.L. **A evolução do relevo adjacente à margem continental passiva brasileira: das “chapadas” do Jequitinhonha à planície costeira do Sul da Bahia**. 107 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FERRAZ, C. M. L.; NETO, B. B. P.; SILVA, D. R.; PARREIRA, D. S.; VALADÃO, R. C. Tectônica cenozóica do Nordeste de Minas Gerais e ao Sul da Bahia. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 1, p. 1-14, 2010.

FIDALGO, E. C. C. et al. Estoque de carbono nos solos do Brasil. In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 121**. 1. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2007.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2005.

FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Texto, 2008.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, 17, p. 24-29, 2005.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento remoto para geomorfologia. In: _____. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2008.

FONSECA, B. M. **O uso do sistema de informações geográficas na análise morfométrica e morfológica de bacias de drenagem na Serra do Espinhaço Meridional – MG**. 93 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Soil map of the world**. Revised Legend. Roma: FAO, 1990.

FRAGA, L. M. S.; ABREU, P. A. A.; NEVES, S. C. Hidrologia e hidrografia. In: SILVA, A. C. (Ed.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. 1. ed. Diamantina: O Lutador, 2005, p. 79 – 94.

FRANÇA, A. M. S. et al. Sensoriamento remoto na identificação e quantificação de áreas úmidas no Distrito Federal. In: IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional das Savanas Tropicais. Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade, Agronegócios e Recursos Naturais, 2008. Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2008.

FRANÇA, J. L. et. al. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 6. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003.

FRANCHI, J. G. **A utilização de turfa como absorvente de metais pesados: o exemplo da contaminação da bacia do rio Ribeira de Iguape por chumbos e metais associados**. 2004. 198 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FRANCHI, J. G.; SÍGOLO, J. B. & MOTTA, J. F. M. Diagnóstico das turfas no Brasil: histórico da utilização, classificação, geologia e dados econômicos. **Revista Brasileira de Geociências**, 36 (1- Suplemento), p. 179-190. 2006.

FREEMAN, C. *et al.* Export of dissolved organic carbon from peatlands under elevated carbon dioxide levels. **Nature**, New York, v. 430, p. 195 - 197, 2004.

FREITAS, H. A. et al. Savanas no passado da Amazônia. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 32, n. 189, p. 40 – 46, 2002.

FREIXO, A. A. et al. Estudo comparativo do húmus de quatro solos orgânicos do estado do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2, 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: [s.n.], 1997. p.124.

GARCIA, M.J. Potencialidade e aplicação de turfas. **Revista UnG**, Guarulhos, v.1, n.1, p-16-30. 1996.

GOMES, J. B.V. et al. Solo de três áreas de restinga II: dinâmica de substâncias húmicas, ferro e alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p.1921-1932, 1998.

GOODLAND, R.; FERRI, M. G. **Ecologia do cerrado**. São Paulo: Edusp, 1979.

GORHAM, E. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. **Ecological Applications**, New York, v.1, n. 2, p.182-195, 1991a.

GORHAM, E. Human influences on the health of northern peatlands., **Transactions of the Royal Soc. of Canada** v.6, p.199 - 208,1991b.

GOUVEIA, S. E. M. Dinâmica de vegetações durante o quaternário recente no sul do amazonas, indicadas pelos isótopos de carbono (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) do solo. **Geochimica Brasiliensis**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 355 – 367, 1997.

GRANELL-PÉREZ, M. D. C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

GROVER, S. P. P.; **Carbon end water dynamics of peat soils in the Australian Alps**. 2006. 186 f. Tese (Doctor of Philosophy) - Faculty of Science La Trobe, Bundoora, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2001.

GUERRA, A. T.; GUERRA A. T. J. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, J. G. M. et al. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A. Métodos químicos e físicos. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

GUIMARÃES, R. M. **Seleção de geoindicadores para determinação de áreas de fragilidade face às pressões antrópicas**: contribuição da análise geossistêmica e da ecologia da paisagem no Espinhaço Meridional. 188 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.

INDA, H. A. V. et al. O cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuaí. In: _____, SCHOBENHAUS, C. (Coord.). **Geologia do Brasil**: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. 2. ed. Brasília: DNPM, 1984.

HOFFER, R. M.; JOHANNSEN, C. J. Ecological potentials ins spectral signature analysis. In: JOHNSON, P. L. **Remote sensing in ecology**. Athens, G. A.: Univ. of Georgia Press, 1969, p. 1-16.

HORAK, I. *et al.* Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG: I – caracterização morfológica, física, química e microbiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007a. CD-ROM.

HORAK, I. *et al.* Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG: II - caracterização e fracionamento químico da matéria orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA

DO SOLO, 26, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

HORAK, I. **Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-Fruta, Serra do Espinhaço Meridional – MG.** 2009. 281 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HOWARD, P. J. A.; LOVELAND, P. J.; BRADLEY, R. I.; DRY, F. T.; HOWARD, D. M.; HOWARD, D. C. The carbon content of soil and its geographical distribution in Great Britain. **Soil Use and Management**, v. 11, n. 1, p. 9-15, 1995.

IANNUZZI, R.; VIEIRA, C. E. L. **Paleobotânica.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de geologia.** 1. ed. (Série Manuais Técnicos em Geociências), n. 6, Rio de Janeiro, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de geomorfologia.** 1. ed. (Série Manuais Técnicos em Geociências), n. 5, Rio de Janeiro, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de pedologia.** 2. ed. (Série Manuais Técnicos em Geociências), n. 4, Rio de Janeiro, 2007.

IPCC. Irish Peatland Conservation Council, 1984 – 2009. Disponível em: <<http://www.ipcc.ie/index.html>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

JUNK, W. J. Ecology of the swamps of the middle Amazon. In: GORE, A. J. P. **Swamp, bog, fen end moor.** Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 269 – 294.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano XVIII, n. 2, p. 3-121, 1956.

KNAUER, L. G. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e arranjo estrutural. **Geonomos**, v. 15, n. 1, p. 81-90, 2007.

LAKATOS, E. V.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

LEAL, M. A. A.; DE-POLLI, H. Aplicações de modelos ao estudo da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

LEAL, M. A. A.; DE-POLLI, H. Modelagem da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

LEÃO, M. R. **Desnudação geoquímica e evolução do relevo nas vertentes leste e oeste da Serra do Espinhaço Meridional - MG.** 94 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LÉVESQUE, M. & DÍNEL, H. Some morphological and chemical aspects of peats applied to the characterization of histosols. **Soil Sci.**, v.133, p. 324-332, 1982.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006.

LOPES, A. S. Química dos solos orgânicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais...** Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, SEAG - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p. 63-70.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. Aplicações do sensoriamento remoto na geografia. In: VENTURI, L. A. B. **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MACHADO, N.; SCHRANK, A.; ABREU, F. R.; KNAUER, L. G. & ALMEIDA ABREU, P. A. **Resultados preliminares da geocronologia U/Pb na Serra do Espinhaço Meridional**. V Simp. Geol. Minas Gerais, Anais, pp. 171-174, Belo Horizonte. 1989.

MANTESSO-NETO, V. et al (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004.

MARTINELLI, L. A. et al. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2008.

MARTINEZ-CORTIZAS, A. *et al.* Mercury in a Spanish peat bog: archive of climate change and atmospheric metal deposition. **Science**, [S.l.], v. 284, p. 939-942, 1999.

MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. (Ed.). **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2007.

MELO, M. S. et al. Processos e produtos morfogenéticos continentais. In: SOUZA, C. R. G. et al. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

MENDONÇA-FILHO, C. V. Vegetação. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F. & ALMEIDA ABREU, P. A. (Ed.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005, p. 121-138.

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. **Wetlands**. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1993. 154 p.

MONTGOMERY, O. L. **An investigation of the relationship between spectral reflectance and the chemical, physical, and genetic characteristics of soils**. West Lafayette: Purdue University West Lafayette, 1976. (Ph. D. Thesis).

MOORE, P. D. The ecology of peat-forming processes: a review. **International J. Coal Geol.**, v.12, p.89-103, 1989).

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

NELSON, D. W. & SOMMERS, L. E. **Total carbon, organic carbon and organic matter**. In: Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Madison, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy., 1996. p. 961-1009. (Book Series, 5).

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L.M.S. (2005). Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F. & ALMEIDA ABREU, P. A. (Ed.). **Serra do Espinhaço Meridional**: paisagens e ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, 2005.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo, Edgard Blücher, 1988.

NOVOTNY, E. H.; MATIN-NETO, L. Propriedades coloidais da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, G. L. Avaliação de geomorfosítios e valorização de turfeiras de planalto no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – SC. **Geosul**, v. 23, n. 46, p. 137-162, 2008.

OLIVERA, P. E. et al. Paleovegetação e paleoclimas do quaternário do Brasil. In: SOUZA, C. R. G. et al. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

PASSOS, E.; BIGARELLA, J. J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

PEDROSA, B. M.; CAMARA, G. Modelagem dinâmica e sistemas de informações geográficas. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. (Ed.). **Geomática**: modelos e aplicações ambientais. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2007.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolos: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: TORRADO, P. V. *et al.* **Tópicos em Ciência do Solo IV**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, p. 233 –277.

PESSENDA, L. C. R.; CAMARGO, P. B de. Datações radiocarbônicas de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. **Química Nova**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 98 – 103, 1991.

PESSENDA, L. C. R. et al. Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: SOUZA, C. R. G. et al. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1987.

PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (ed). **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo de Minas Gerais (SBG-MG), 2001.

PONTEVEDRA-POMBAL, X. **Turberas de Montaña de Galicia: génesis, propiedades y su aplicación como registros ambientales geoquímicos**. 2002. 489 f. Tese (Doutorado em Biologia). Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2002.

PONTEVEDRA-POMBAL, X.; MARTINEZ-CORTIZAS, A. Tuberas de Galicia: procesos formativos, distribución y valor medioambiental. El caso particular de las “Serras Septentrionais”. **Chioglossa**, v. 2, p. 103-121, 2004.

PRADO, H. do. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

PRESS, F.; GROTZINGER, J; SILVER, R.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborn radar. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

RENGER, F. E.; KNAUER, L. G. Espinhaço - quo vadis? (onde está? – aonde vai?): a evolução dos conhecimentos sobre a cordilheira do Espinhaço Meridional em Minas Gerais entre 1979 a 1995. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 31-39, 1995.

RESCK, D. V. S. et al. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002.

RETALLACK, G. J. **Soils of the Past: an introduction to paleopedology**. Unwin Hyman: London, 1990.

RIBEIRO, H. J. P. S. (org). **Estratigrafia de seqüências: fundamentos e aplicações**. São Leopoldo – RS: Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2001.

RIELEY, R. A. J. *et al.* Tropical Peatlands: carbon stores, carbon gas emissions and contribution to climate change processes. In: STRACK, M. **Peatlands and Climate Change**. Calgary: Peat society, 2008, p. 44 – 70.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. 3. ed. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2007.

ROCHA, L. C.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; CRUZ, L. O. M. O papel geomorfológico das lateritas no Espinhaço Meridional, MG. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia & II Encontro Latinoamericano de Geomorfologia, 2008. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2008.

ROCHA, L. C. **Caracterização pedológica em duas vertentes na Bacia do Córrego do Quebra - Gouveia/MG**. 107 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16, p. 81-90, 2005.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia – FELCH/USP**, São Paulo, n. 6, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia – FELCH/USP**, São Paulo, n. 4, p. 25-39, 1985.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, v. 3, n.1, p. 41-75, 1995.

SAADI, A.; VALADÃO, R. C. Evolução geomorfológica quaternária da região de Gouveia, Serra do Espinhaço. In: SIMP. GEOL. MG, 4, Belo Horizonte - MG, 1987. **Anais...**, SBG/MG, 1987. Bol. SBG/MG, v.7, p. 443-448, 1987.

SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. Contribuição da desnudação geoquímica na evolução da erosão diferencial no Espinhaço Meridional – MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 4, n. 2, p. 31-40, 2003.

SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. Fatores controladores dos processos desnudacionais geoquímicos no Espinhaço Meridional (Depressão de Gouveia, MG). **Geonomos**, v. 13, n. 1 e 2, p. 51-57, 2005.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. Alguns aspectos sobre a paleoecologia dos cerrados. In: SCARIOT, A. et al. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p. 107-118.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973.

SALGADO – LABOURIAU, M. L. **Crítérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2007.

- SALGADO – LABOURIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1994.
- SANAIOTTI, T. *et al.* Past vegetation changes in amazon savannas by using carbon isotopes of soil organic matter. **Biotropica**, [S.l.], v. 34, p. 2 – 16, 2002.
- SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.
- SANT’ ANNA NETO, J. L.; NERY, J. T. Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C. R. G. et al. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.
- SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005.
- SCHOBENHAUS, C. (Coord.). **Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2 500 00**. Brasília: DNPM, 1984.
- SHOTYK, W; NORTON, S. A.; FARMER, J. G. Summary on peat bog archives of atmospheric metal deposition. **Water, air and soil pollution**, [S.l.], v. 100, n. 3, p. 213-219, 1997.
- SILVA, A. C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Biribiri**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2004. 37p.
- SILVA, A. C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Rio Preto**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2004. 34p.
- SILVA, A. C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Pico do Itambé**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2004. 31p.
- SILVA, A. C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo da Área de Proteção Ambiental Águas Vertentes**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2005. 53p.
- SILVA, A. C. et al. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Diamantina: UFVJM, 2005.
- SILVA, A. C. et al. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG: I – caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33, p. 1385-1398, 2009.
- SILVA, A. C. et al. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG: II – influência da drenagem na composição elementar e substâncias húmicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33, p. 1399-1408, 2009.
- SILVA, A. C. Solos. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F. & ALMEIDA ABREU, P. A. (Ed.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005, p. 50 – 78.

SILVA, A. C. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG: caracterização, valor ambiental e substâncias húmicas. In: IX Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas, 2011, Aracajú. **Anais... IX Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas**, 2011.

SILVA, C. R. (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, V. E. **Relações entre a composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica de uma turfeira tropical**. 2011. 163 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

SILVA, L. S. et al. Dinâmica da matéria orgânica em ambientes alagados. In: SANTOS, G. A. et al. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. Tutorial de Cartografia Geomorfológica – ArcGIS 9.2 e Envi 4.0. Manuais Técnicos – **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.3, n.2, 2009.

SOUZA, C. R. G. et al (ed). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

STANEK, W. & SILC, T. Comparisons of four methods for determination of degree of peat humification (decomposition) with emphasis on the von Post method. *Canad. J. Soil Sci.*, 57, p. 109-117, 1977.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1994. p. 443.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (passado + presente = futuro?)**. 1 reimp. São Paulo: Paulo's comunicação e Artes Gráficas, 2001.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico e Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**: an introduction to the study of landforms. New York: Longman Scientific & Technical, 1991. 537 p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TOLONEN, K. Peat as a renewable resource: long-term accumulation rates in North European mires. In: PROC. INTERN. SYMP.CLASSIFICATION OF PEAT AND PEATLANDS, 1979, Hyytiala, Finlândia: International Peat Society, Helsinki, Finlândia, 1979, p. 282-296.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 7. ed. Rio Claro: Divisa, 2006.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, Second Ed., 1999. (United States Department of Agriculture Agriculture Handbook, Natural Resources Conservation Service Number 436).

VALADÃO, R. C. **Evolução de longo-termo do relevo do Brasil Oriental: desnudação, superfície de aplanamento e movimentos crustais**. 1998. 243 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

VALADÃO, R. C.; OLIVEIRA, C. V.; KER, J. C. Compartimentação regional do relevo e cobertura pedológica do centro-norte de Minas Gerais. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2008.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Texto, 2008.

VALERIANO, M. M. **Topodata**: guia para utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.

VALLADARES, G. S. *et al.* **Proposta para classificação de organossolos em níveis inferiores com base nas frações húmicas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 50p. (Série Documentos n. 53).

VALLADARES, G. S. **Caracterização de organossolos, auxílio à sua classificação**. 2003. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

VARAJÃO, C. A. C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, p. 138-145, 1991.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, C. A. L. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia**: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Texto, 2005.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J.; PROCHNOW, L. I. (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. IV, p. 145-192, 2005.

VICTORIA, R. L.; FERNANDES, F.; MARTINELLI, L. A.; PICCOLO, M. C.; CAMARGO, P. B.; TRUMBORE, S. Past vegetation changes in the Brazilian Pantanal arboreal-grass Savanna ecotone by using carbon isotopes in the soil organic matter. **Global Change Biology**, [S.l.], v. 1, p. 101 – 108, 1995.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F. **Manual de morfologia e classificação de solos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1983, 313 p.

WADDINGTON, J. M., ROULET, N. T. Groundwater flow and dissolved carbon movement in a boreal peatland. **Journal of Hydrology**, New York, v.191, n. 4, p. 122–138, 1997.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 372 f. Tese (Doutorado em Ecologia). Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos de geologia**. Tradução Harue Ohara Avritcher. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

WILLISON, T. M.; BAKER, J. C.; MURPHY, D. V. **Methane fluxes and nitrogen dynamics from a drained fenland peat**. *Biol. Fertl. Soils*, 27: 279-283. 1998.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento em estudos ambientais: uma perspectiva sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. (Ed.). **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2007.

ZINCK, J. A.; GARCÍA, P.; PLICHT, J. V. D. Tepui Peatlands: age record and environmental changes. In: ZINCK, J. A.; HUBER, O. (Eds.). **Peatlands of the Western Guayana Highlands, Venezuela: properties and paleogeographic significance of peats**. New York: Springer, 2011 (Ecological Studies v. 217).

ANEXOS

ANEXO A – Localização, altitude, profundidade total e espessura das amostras coletadas nos transectos e pontos amostrados durante o mapeamento das turfeiras da SdEM.

Campo - Distrito de Mendes (30.06.2011)							
TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	624548	7973181	1149	78		
T1P2	23 K	624542	7973221	1148	176		
T1P3	23 K	624515	7973260	1152	220		
T1P4	23 K	624504	7973286	1150	226		
T1P5	23 K	624449	7973315	1153	243		
T1P6	23 K	624480	7973441	1154	274		
T1P7	23 K	624459	7973366	1149	288		
T1P8	23 K	624435	7973392	1154	256		
T1P9	23 K	624425	7973398	1157	300+		
T1P10	23 K	624402	7973433	1151	300+		
T1P11	23 K	624403	7973460	1156	241		
T1P12	23 K	624371	7973483	1155	158		
T1P13	23 K	624480	7973488	1153	30	26	10
T1P14	23 K	624355	7973513	1154	10		
T1P15	23 K	624363	7973507	1155	48	40	24

Obs.: T1P12: coletado a 20m de T1P11; T1P14: coletado a 10m de T1P13; T1P15: Amostra Extra.

Campo - Distrito de Pinheiros (02.10.2010)								
Turfeira Pinheiros I								
TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)	Obs.
T1P1	23 K	641806	8000127	1240	104	56	20	
T1P2	23 K	641782	8002275	1233	89	80	28	
T1P3	23 K	641769	8002299	1231	220	175	113	
T1P4	23 K	641755	8002299	1231	193	178	103	
T1P5	23 K	641748	8002349	1233	146	146	84	
T1P6	23 K	641721	8002359	1236	126	113	68	
T1P7	23 K	641699	8002383	1238	135	135	50	Pá
T1P8	23 K	641677	8002398	1241	151	145	73	Reta
T1P9	23 K	641653	8002415	1242	250	94	40	
T1P10	23 K	641625	8002424	1245	241	190	24	
T1P11	23 K	641604	8002449	1247	95	57	24	

Campo - Distrito de Pinheiros (09.10.2010)

Turfeira Pinheiros II

TP	Zona	Latitude	Longitude	Altit. (m)	GPS	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)	Obs.
T2P1	23K	641232	8002006	1249	156	138	84	29	
T2P2	23K	641231	8001974	1252	157	184	149	85	
T2P3	23K	641235	8001936	1251	158	136	131	82	
T2P4	23K	641243	8001920	1249	159	120	50	50	
T2P5	23K	641237	8001873	1247	160	208	50	50	
T2P6	23K	641246	8001837	1249	161	247	50	50	
T2P7	23K	641244	8001806	1246	162	205	195	28	D1
T2P8	23K	641243	8001771	1245	163	107	92	68	
T3P1	23K	641512	8001997	1251	164	51	30	20	
T3P2	23K	641503	8002027	1243	165	179	145	85	D2
T3P3	23K	641509	8002061	1245	166	128	121	88	
T3P4	23K	641516	8002091	1245	167	114	103	74	
T3P5	23K	641522	8002123	1242	168	115	180	43	
T3P6	23K	641527	8002148	1239	169	270	270	50	C1
T3P7	23K	641516	8002176	1245	170	134	160	133	
T3P8	23K	641495	8002200	1247	171	270	164	81	D3
T3P9	23K	641475	8002229	1251	172	164	110	65	
T3P10	23K	641448	8002244	1255	173	158	129	33	
T4P1	23K	641992	8002464	1234	174	105	43	37	
T4P2	23K	641967	8002483	1233	175	200	163	53	
T4P3	23K	641945	8002502	1225	176	68	61	47	
T4P4	23K	641927	8002512	1220	177	43	Não Deu	33	Pá Reta

Obs.: D1: Datação Superior (Ds)=20 cm e Datação Inferior (Di)=17 cm; D2: Ds=20 cm e Di=20 cm;

C1: O cano sumiu. Amostra Irregular (50 cm) com a Pá Reta; D3: Ds= 20 cm e Di= 20 cm.

Campo - Distrito de São João da Chapada (07.05.2010)
Turfeira 1: SJC I

TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	GPS	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	628263	7998995	1341	69	170	165	37
T1P2	23 K	628247	7998953	1339	73	168	164	43
T1P3	23 K	628233	7998918	1337	74	276	200	66
T1P4	23 K	628226	7998908	1338	75	299	187	60
T1P5	23 K	628434	7998830	1321	76	165	96	30
T2P1	23 K	628436	7998829	1323	77	34	26	26
T2P2	23 K	628451	7998848	1325	78	242	167	46
T2P3	23 K	628464	7998866	1322	79	66	87	40
T2P4	23 K	628480	7998885	1324	80	100	41	30
T2P5	23 K	628487	7998898	1324	81	50	20	17
T2P6	23 K	628502	7998906	1322	82	100	32	13
T2P7	23 K	628520	7998928	1325	83	142	33	13
T2P8	23 K	628530	7998941	1327	84	40	13	6
T3P1	23 K	628715	7998781	1315	85	81	20	9
T3P2	23 K	628692	7998779	1313	87	100	100	24
T3P3	23 K	628677	7998762	1317	88	277	215	38
T3P4	23 K	628659	7998745	1312	89	87	72	30
T3P5	23 K	628648	7998733	1315	90	155	155	70
T3P6	23 K	628635	7998720	1314	91	105	26	20

Turfeira 2: SJC I

TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	GPS	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	628706	7998604	1314	95	90	50	NCC

Turfeira 3: SJC I

TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	GPS	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	628970	7998874	1320	101	24	27	16
T1P2	23 K	628916	7998845	1321	103	120	100	67
T1P3	23 K	628899	7998833	1316	104	190	119	90
T1P4	23 K	628856	7998819	1319	105	140	127	45

Campo - Distrito de São João da Chapada (Junho de 2010)
Turfeira 1: SJC II

TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	TA (cm)	Observação
T1P1	23 K	627931	8000127	1283	120	66	
T2P1	23 K	627706	8000170	1284	140	60	
T2P2	23 K	627706	8000188	1283	0	0	Não é Turfeira
T2P3	23 K	627708	8000211	1284	169	90	
T2P4	23 K	627706	8000241	1286	180	98	
T2P5	23 K	627695	8000283	1283	149	90	
T2P6	23 K	627677	8000311	1287	157	56	
T3P1	23 K	627583	8000179	1276	157	35	
T3P2	23 K	627575	8000191	1276	18	15	
T3P3	23 K	627591	8000211	1269	120	40	
T3P4	23 K	627358	8000157	1264	42	42	
T4P1	23 K	627358	8000138	1267	103	50	Utilizada a Pá
T4P2	23 K	627336	8000157	1264	42	42	
T4P3	23 K	627316	8000182	1264	32	26	
T4P4	23 K	627271	8000195	1265	25	25	

Campo - Parque Nacional das Sempre-Vivas I (28.08.2010)								
TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	GPS	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	627902	8018880	1265	130	24,5	14,5	14
T1P2	23 K	627891	8018908	1269	131	22	27	15
T1P3	23 K	627874	8018926	1260	132	70	58	15
D1 (Datação)	23 K	627878	8018920	1272	133	100	88	20
T2P1	23 K	627977	8018979	1258	134	40	55	20
T3P1	23 K	628009	8019014	1296	135	26	10	13
T3P2	23 K	627968	8019044	1258	136	120	150	30
T3P3	23 K	627917	8019052	1257	137	99		37
T4P1M1	23 K	628232	8018996	1271	138	141	91	30
T4P1M2						81		
T4P1M3						30		
T4P2M1	23 K	628239	8019017	1268	139	27	23	16
T4P2M2						19		
T4P2M3						13		
T4P3M1	23K	628270	8019099	1260	140	19	13	15
T4P3M2						18		
T4P3M3						33		
T4P4M1	23 K	628268	8019075	1245	141	23	19	14
T4P4M2						25		
T4P4M3						40		
T4P5M1	23 K	628275	8019113	1261	142	72	54	29
T4P5M2						110		
T4P5M3 (Datação)	23 K					125	153	72
T4P6M1	23 K	628291	8019139	1258	143	119	109	19
T4P6M2						80		
T4P7M1 (Datação)	23 K	628301	8019166	1253	144	130	81	35
T4P7M2						29		
T4P7M3						23		
T4P8M1	23 K	6288313	8019194	1253	145	51	28	20

Obs.: M1, M2 e M3: Somente foram observados a profundidade.

Campo - Parque Nacional das Sempre-Vivas II (10.12.2010)							
TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	623063	8022388	1171			20
T1P2	23 K	623045	8022422	1169	173	132	33
T1P3	23 K	623041	8022418	1168	185	153	38
T1P4	23 K	623029	8224365	1171	39	Pá Reta	39
T1P5	23 K	623016	8022461	1170	60	45	22
T1P6	23 K	623003	8022488	1169	15	Pá Reta	15
T1P6	23 K	622987	8022513	1171	19	Pá Reta	19

Obs.: P3 está a 5,5 metros do P2; P4 está a 20 metros do P3; P5 está a 39metros do P4.

Campo - Parque Nacional das Sempre-Vivas III (10.12.2010)							
TP	Zona	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	Prof. Cano (cm)	TA (cm)
T1P1	23 K	624965	8020180	1283	60	Pá Reta	60
T1P2	23 K	624990	8020168	1284	138	Pá Reta	60
T1P3	23 K	625017	8020163	1288	126	Pá Reta	60
T2P1	23 K	625360	8019861	1283	13	Não Amostrado	Não Amostrado
T2P2	23 K	625368	8019869	1282	117	20	33
T2P3	23 K	625368	8019868	1282	240	Não Amostrado	Não Amostrado
T2P4	23 K	625393	8019891	1283	246	73	34
T2P5	23 K	625408	8019911	1283	272	Não Amostrado	Não Amostrado
T2P6	23 K	625429	8019938	1276	268	Pá Reta	60
T2P7	23 K	625440	8019960	1277	161	Pá Reta	60
T2P8	23 K	625460	8019983	1275	139	Pá Reta	60
T2P9	23 K	625478	8020008	1277	100	Não Amostrado	Não Amostrado
T2P10	23 K	625498	8020031	1275	185	Pá Reta	60
T2P11	23 K	625521	8020054	1272	94	Pá Reta	60
T2P12	23 K	625545	8020081	1271	131	Não Amostrado	Não Amostrado
T2P13	23 K	625569	8020108	1268	90	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P1	23 K	625585	8020082	1275	22	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P2	23 K	625602	8020056	1272	14	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P3	23 K	625544	8020102	1274	308	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P4	23 K	625523	8020109	1277	140	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P5	23 K	625525	8020114	1276	38	Não Amostrado	Não Amostrado
T3P6	23 K	625517	8020119	1275	17	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P1	23 K	625418	8020091	1277	17	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P2	23 K	625421	8020069	1276	246	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P3	23 K	625420	8020064	1281	230	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P4	23 K	625428	8020048	1279	132	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P5	23 K	625440	8020014	1274	298	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P6	23 K	625453	8019993	1277	100	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P7	23 K	625472	8019969	1278	48	Não Amostrado	Não Amostrado
T4P8	23 K	625478	8019950	1273	25	Não Amostrado	Não Amostrado

Sendo: TP: Transecto e Ponto; TA: Tamanho da Amostra; NCC: Não Coletado com o Cano.

Campo - Distrito de Sopa (2010)						
Transecto	Ponto	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Prof. (cm)	TA (cm)
1	1	635947	7980287	1455	0,4	0,25
1	2	635955	7980280	1451	0,55	0,32
2	1	636010	7980363	1448	0,72	
2	2	636021	7980350	1454	2,81	
2	3	636033	7980329	1455	2,5	
2	4	636039	8980316	1451	1,6	
3	1	636136	7980268	1455	0,05	
3	2	636152	7980284	1448	0,3	
3	3	636169	7980296	1449	0,26	
4	1	636138	7980348	1450	0,38	
4	2	636138	7980367	1446	0,7	
4	3	636109	7980351	1448	2,23	
4	4	636094	7980334	1446	2,43	
4	5	636078	7980319	1449	1,37	
5	1	636134	7980384	1446	0,62	0,15
5	2	636107	7980393	1457	0,97	0,25
5	3	636088	7980394	1446	2,15	0,7
5	4	636064	7980399	1441	1,85	0,35
5	5	636058	7980404	1447	1	0,54
6	1	636061	7980500	1449	0,23	
6	2	636084	7980495	1444	1,19	
6	3	636104	7980494	1444	1,52	
6	4	636125	7980487	1445	0,84	
6	5	636128	7980488	1448	0,19	
7	1	636167	7980582	1432	0,28	
7	2	636145	7980590	1439	2,4	
7	3	636125	7980597	1444	1,39	
7	4	636108	7980601	1442	0,48	
7	5	636087	7980602	1442	0,43	
8	1	636134	7980710	1445	0,32	
8	2	636161	7980676	1440	1,53	
8	3	636178	7980668	1435	1,32	
8	4	636197	7980661	1439	2,19	
8	5	636214	7980650	1441	0,19	
9	1	636290	7980702	1440	0,49	0,36
9	2	636273	7980705	1441	1,58	0,72
9	3	636251	7980703	1437	2,19	0,28
9	4	636232	7980707	1449	1,99	0,76
9	5	636211	7980710	1435	1,78	0,75
9	6	636192	7980712	1426	1,6	1,44
9	7	636174	7980722	1443	1,85	0,81
10	1	636211	7980807	1438	0,17	
10	2	636230	7980807	1434	0,25	
10	3	636266	7980795	1433	1,57	
10	4	636286	7980794	1429	1,46	
10	5	636307	7980790	1431	0,12	
11	1	636363	7980869	1427	0,32	
11	2	636349	7980882	1428	1,04	
11	3	636335	7980897	1425	2,15	
11	4	636321	7980911	1425	0,69	

11	5	636309	7980927	1426	0,66	
11	6	636299	7980943	1427	0,61	
11	7	636289	7980960	1427	1,76	
11	8	636275	7980978	1429	1,72	
11	9	636261	7980994	1429	0,95	
11	10	636247	7981009	1433	0,2	
11	11	636231	7981021	1431	0,48	
12	1	636322	7981074	1427	0,55	
12	2	636334	7981074	1425	1,4	
12	3	636347	7981043	1424	1,42	
12	4	636360	7981028	1422	1,41	
12	5	636376	7981014	1422	0,8	
12	6	636386	7980998	1421	1,27	
12	7	636399	7980978	1420	0,05	
12	8	636408	7980962	1421	0,39	
13	1	636487	7981023	1419	0,33	0,32
13	2	636484	7981045	1425	0,17	0,14
13	3	636463	7981056	1423	0,85	0,54
13	4	636450	7981074	1426	0,2	0,2
14	1	636508	7981164	1427	0,49	
14	2	636519	7981149	1422	0,45	
14	3	636527	7981129	1422	0,26	
14	4	636531	7981119	1426	0,33	
15	1	636677	7981132	1420	0,55	
15	2	636664	7981141	1410	1,16	
15	3	636647	7981154	1413	1,5	
15	4	636627	7981163	1416	1,94	
16	1	636668	7981283	1405	0,22	
17	1	636762	7981313	1411	0,43	0,32
17	2	636768	7981309	1410	0,27	0,18
18	1	636854	7981259	1400	0,38	
19	1	636942	7981249	1381	0,8	

ANEXO B – Resumo da Análise Estatística

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,7704
R-Quadrado	0,5935
R-quadrado ajustado	0,5709
Erro padrão	11,263
Observações	77

Tabela 1 B. Graus de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), quadrado médio (QM), valores de F e F de significação da ANOVA da regressão linear múltipla do teor de matéria orgânica (MO) em relação ao teor de umidade, material mineral (MM), fibras esfregadas (FE) e densidade do solo (Ds)

ANOVA da regressão					
FV	GL	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	13332,79	3333,198	26,27569	0,0000
Resíduo	72	9133,547	126,8548		
Total	76	22466,34			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	111,3865277	7,213211539	15,442016	1,511E-24	97,00725345	125,7658019	97,00725345	125,7658019
UM	-0,077770579	0,01092064	-7,121431	6,597E-10	-0,099540476	-0,056000682	-0,099540476	-0,056000682
FE	-0,270386494	0,13939488	-1,939716	0,0563319	-0,548265105	0,007492116	-0,548265105	0,007492116
MM	-0,531587851	0,103876897	-5,117479	2,475E-06	-0,738662657	-0,324513045	-0,738662657	-0,324513045
Ds	-19,32777925	8,907378671	-2,169862	0,0333181	-37,08431386	-1,57124464	-37,08431386	-1,57124464

ANEXO C – Datações radiocarbônicas e composições isotópicas



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura

005/08

Datação ^{14}C

Piracicaba, 07 de março de 2008

Solicitante: *Alexandre Christofaro Silva*

Os resultados estão corrigidos para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentados em idade convencional não calibrada em anos antes do presente (AP). O erro é de $\pm 1\sigma$ (68,3% de probabilidade).

Identificação da Amostra	Número de Laboratório	Idade (anos AP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Faz. São Miguel 3-T1	CEN-1049	35.100 + 5450 ou -3200	-24,81
Faz. São Miguel 4-T1	CEN-1050	38.100 + 2250 ou - 1750	-21,45
P.E. Pico do Itambé 4-T2	CEN-1051	930 \pm 75	-26,04
P.E. Pico do Itambé 1-T3	CEN-1052	Moderna	-22,86
P.E. Pico do Itambé 3-T3	CEN-1053	3010 \pm 70	-21,28
APA Pau-de-Fruta 3-T4	CEN-1054	190 \pm 70	-20,50
APA Pau-de-Fruta 5-T4	CEN-1055	2750 \pm 70	-20,24

Estes resultados sendo usados em publicações, apreciaria receber cópias das mesmas.
Atenciosamente,



Prof. Dr. L. C. R. Pessenda
Resp. Laboratório ^{14}C
CENAU/USP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura



058/11

Datação ^{14}C

Piracicaba, 18 de novembro de 2011

Solicitante: Prof. Dr. Alexandre Christófaro Silva

O resultado está corrigido para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentado em idade ^{14}C convencional em anos antes do presente (AP) em 1σ (68,3% de probabilidade).

Identificação das Amostras	Número de Laboratório	Idade (anos AP)	Idade calibrada	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Turfa T1P3A	CEN 1174	moderna	1957 – 1959	-23,44
Turfa T1P3B	CEN 1175	890 ± 100	663 - 978	-23,65
Turfa T3P8 inferior	CEN 1176	$18800 + 360 - 350$	21517 - 23369	-23,72
Turfa T3P8 superior	CEN 1177	5010 ± 100	5585 – 5941	-20,86
Turfa T4P1M1A	CEN 1178	moderna	1957 – 1958	-20,57
Turfa T4P1M1C	CEN 1179	5520 ± 170	5928 -8667	-20,25

Atenciosamente,



Prof. Dr. L.C.R. Pessenda
Resp. Laboratório ^{14}C
CENA/USP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura



010/11

Datação ^{14}C

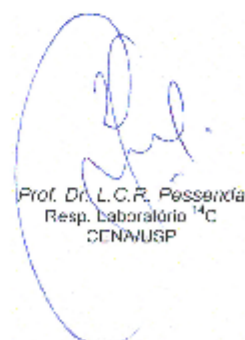
Piracicaba, 16 de março de 2011

Solicitante: Prof. Dr. Alexandre Christófaro Silva

O resultado está corrigido para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentado em idade ^{14}C convencional em anos antes do presente (AP) em 1σ (68,3% de probabilidade).

Identificação das Amostras	Número de Laboratório	Idade (anos AP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Solo C1 45-50cm sáprica	CEN 1138	moderna	-26,15
Solo C1 20-25cm hêmica	CEN 1139	moderna	-25,82
Solo C1 5-10cm fibrica	CEN 1140	moderna	-26,83
Solo L2HzA 0-9cm	CEN 1141	840 ± 65	-20,17
Solo L2HzIIA 25-33cm	CEN 1142	25200 + 400 - 350	-23,24
Solo L1 5-10cm fibrica	UGAMS#8492	moderna	-23,10
Solo L1 20-25cm hêmica	UGAMS#8493	2390 ± 25	-23,00
Solo L1 45-50cm sáprica	UGAMS#8494	3230 ± 25	-20,70

Atenciosamente,



Prof. Dr. L.C.R. Pessenda
Resp. Laboratório ^{14}C
CENA/USP