

Mapeamento, estoque de Matéria Orgânica e de Água das Turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional – MG.

Márcio Luiz da Silva⁽¹⁾; Alexandre Christófaros Silva⁽²⁾; Pablo Gomes e Souza Soares⁽³⁾

⁽¹⁾ Professor do IFSULDEMINAS (Campus Inconfidentes), Mestre em Ciência Florestal (UFVJM) e Doutorando em Geociências (UNICAMP). E-mail: marcgeo10@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Professor Associado do Departamento de Ciência Florestal (UFVJM). Caixa Posta 38, Rod. MGT 367, km 583, CEP 39100-000 Diamantina (MG).

⁽³⁾ Mestre em Produção Vegetal (FVJM).

RESUMO: Turfeiras são pedoambientes que estocam carbono e água. Estima-se que as turfeiras cubram aproximadamente 4,2% da superfície da Terra e estoquem 28,4 % carbono dos solos do Planeta. No Brasil, as turfeiras ocupam cerca de 612 mil ha, mas não há registro de ocorrências das áreas de turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional - SdEM. O objetivo deste trabalho foi mapear as turfeiras da porção norte da SdEM, estimar seu estoque de matéria orgânica e o volume de água por elas armazenado. As turfeiras foram pré-identificadas e mapeadas por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, utilizando os softwares ArcGIS 9.3, ENVI 4.5 e GPS Trackmaker Pro e validadas em trabalhos de campo. Seis turfeiras foram mapeadas em nível de detalhe (escala entre 1: 20.000 e 1: 5.000) e coletadas amostras, para caracterização e determinação do teor de matéria orgânica, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Foram mapeados 14.287,55 hectares de turfeiras, distribuídas ao longo de 1.180.109 hectares da porção norte da SdEM, o que representa 1,2% da área total. Essas turfeiras ocupam um volume médio de 170.021.845,00 m³, estocam 6.120.167 t de matéria orgânica e armazenam 142.138.262 m³ de água, o que representa respectivamente 428,36 t ha⁻¹ e 9.948 m³ ha⁻¹. As turfeiras da SdEM formam as cabeceiras de importantes cursos d'água das bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco e armazenam grandes quantidades de carbono orgânico e água, o que fundamenta a necessidade urgente e emergente de proteger e preservar esses pedoambientes.

Termos de indexação: Organossolos, ciclo do carbono, recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) é caracterizada por apresentar áreas dissecadas entremeadas a superfícies de aplainamento, em que, nas depressões, ocorrem vários tipos de turfeiras (Silva, 2009). As turfeiras são formadas pelo acúmulo em sucessão de restos vegetais, em locais que apresentam condições que inibem

a atividade de microrganismos decompositores, como excesso de umidade, baixos valores de pH, escassez de oxigênio e temperaturas amenas, sendo o estágio inicial da sequência da carbonificação (Pontevedra-Pombal, 2002).

As turfeiras são importantes reservatórios de carbono. Estima-se que em todo o mundo exista cerca de 420 milhões de ha de turfeiras, o equivalente a 4,2% da superfície e estocam 28,4 % do carbono total dos solos da Terra (Gorham, 1991 e Martinelli et al., 2009).

Em ambiente de turfeira a principal fonte de aporte de carbono é a fotossíntese realizada pela vegetação que coloniza a área. Entretanto, uma vez neste ecossistema, o carbono pode seguir várias rotas que vão desde a emissão para a atmosfera na forma de CO₂, ser levado para os mananciais na forma de carbono orgânico dissolvido ou permanecer fixado no ambiente na forma turfa ou na constituição de macro e microrganismos (Freeman et al, 2004).

Além de contribuírem para o sequestro de carbono global, as propriedades e os componentes desses pedoambientes lhes permitem funcionar como autênticos reservatórios de água, intervindo no controle hidrológico (Lévesque e Dinel, 1982).

As turfeiras da SdEM influenciam o volume e a qualidade da água de uma vasta área do Brasil, representada pelas bacias do rio Jequitinhonha, São Francisco e Doce. Segundo Ingram (1983), turfeiras em condições naturais, devido ao seu comportamento tipo esponja, que lhe confere a propriedade de expandir-se e encolher-se dependendo das condições climáticas, permite que este pedoambiente mantenha o lençol freático relativamente próximo à superfície durante vários meses do ano, evitando maiores oscilações do mesmo e controlando o fluxo de água para os mananciais. Mesmo em períodos mais secos, onde o nível do lençol freático pode sofrer maiores variações nas camadas mais superficiais, geralmente não ficam completamente secas devido ao movimento ascendente de água por capilaridade (Price, 1997).

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.

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 (Silva, 2012).

O objetivo deste trabalho foi mapear as turfeiras da porção norte da SdEM e estimar seu estoque de matéria orgânica e o volume de água armazenado.

MATERIAL E MÉTODOS

A região de estudos integra uma área de 1.180.109 ha da SdEM, em Minas Gerais, situada entre os paralelos 17° 40' e 19° 30' S e entre os meridianos 42° e 44° W (Silva 2012). O clima presente é, de acordo com a classificação de Köppen, cwb, ou seja, mesotérmico. 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 1430 mm (Silva et al., 2005).

Aquisição e tratamento do banco de dados

Todos os trabalhos cartográficos de mapeamento e caracterização da área de estudo foram elaborados a partir de observações de campo (com auxílio de GPS e cartas topográficas IBGE) e com a base de dados de órgãos federais, obtidos em 2009, 2010 e 2011.

Para cobertura de toda a área de estudo foram utilizadas imagens de radar correspondentes às folhas SE23XC (Pirapora), SE23ZA (Curvelo), SE23ZB (Guanhães), SE23ZC (Belo Horizonte), SE23ZD (Ipatinga) e SE23XD (Capelinha) na escala de 1:250.000, disponibilizadas pela Embrapa (SRTM obtidos pela NASA).

As imagens do satélite Landsat-5 foram adquiridas da base de dados do INPE, entre 2010 e 2011. A resolução temporal das bandas 3, 4, 5 e 7 da órbita 218 e pontos 72 e 73 compreendeu o período entre 01.01.2009 a 26.11.2010.

O tratamento das imagens SRTM e de satélites foram efetuados no ENVI 4.5 e no ArcGIS 9.3.

Mapeamento das turfeiras

As turfeiras foram pré-identificadas e delimitadas com auxílio de fotografias aéreas, imagens do Google Earth, imagens do satélite Landsat-5 e imagens de radar. Os softwares utilizados foram o ENVI 4.5 e o ArcGIS 9.3. A validação da identificação foi realizada nos trabalhos de campo.

Em campo, foi interpretado o padrão de formação das turfeiras, que se repetiu em todos os pontos amostrados. As fotografias aéreas também serviram como instrumento na identificação das turfeiras.

As imagens de radar disponibilizadas pela Embrapa 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.

Com a imagem de satélite mosaicada, corrigida e registrada, as turfeiras foram determinadas eliminando todos os outros elementos componentes 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, com uma acurácia de 93,3% e estimativa de erro de 6,7%. Após essas etapas sucessivas, a classificação foi refinada com a validação por meio de novos trabalhos de campo. Por fim, foram vetorizadas todas as áreas de turfeiras e efetuados os cálculos de área e volume, com a utilização do Software ArcGIS 9.3 através do *calculate geometry* e do GPS Trackmaker Pro.

Amostragem

O procedimento de amostragem das turfeiras consistiu em introduzir um tubo de PVC (230 cm de comprimento e 50 mm de diâmetro), com a extremidade superior destampada, até seu substrato basal em pontos representativos. Em seguida o tubo 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 tubo um êmbolo de madeira. 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 (Pinheiro), 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.

No campo, foi feita a determinação do estágio de decomposição das turfeiras, segundo a escala de decomposição de von Post (Stanek & Silc, 1977), descrita em Embrapa (2006).

Determinações analíticas

Os testes para caracterização dos organossolos foram feitos segundo Embrapa (2006). Foram determinados os teores de fibras não esfregadas, de fibras esfregadas, solubilidade em pirofosfato de sódio, pH em CaCl₂, a densidade do solo (Ds), a densidade da matéria orgânica (Dmo), o teor de material mineral (MM), o conteúdo de matéria orgânica (MO), o resíduo mínimo (RM) e a umidade gravimétrica (Ug). O teor de Carbono orgânico (Corg) foi estimado assumindo-se que a matéria orgânica é constituída por 58% de carbono (Brunetto et al. 2006).

Determinação do volume de água armazenado

Seis turfeiras foram mapeadas detalhadamente no campo e amostradas para caracterização dos organossolos (Embrapa, 2006). Foram divididas 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. Utilizando-se a profundidade média dessas seis turfeiras e a área total mapeada com turfeiras na SdEM, calculou-se o volume total. De posse destes dados e utilizando a metodologia preconizada por Campos et al. (2012) efetuou-se a estimativa do volume de água armazenado nas turfeiras da SdEM.

Determinação do estoque de matéria orgânica

O estoque total de matéria orgânica (EMO) e o estoque médio de matéria orgânica (EMMO) das turfeiras foram estimados de acordo com as seguintes fórmulas:

$$a) EMO = V \times Ds \times MO \times 0,164 / 100, \text{ onde:}$$

EMO: estoque total de matéria orgânica (t); V: volume da turfeira (m^3); Ds: Densidade média do solo ($t\ m^{-3}$); MO: teor médio de matéria orgânica ($dag\ Kg^{-1}$); 0,164: constante (teor médio de sólidos encontrada em turfeiras da SdEM por Campos et.al, 2012).

$$b) EMMO = EMO / A, \text{ onde:}$$

EMMO: estoque médio de matéria orgânica ($t\ ha^{-1}$); EMO: estoque total de matéria orgânica (t), A: área da turfeira (ha).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porção norte da SdEM ocupa uma área de 1.180.109,00 ha, dos quais 14.287,55 ha são turfeiras, o que representa 1,2% da área total (Figura 1). Essas turfeiras ocupam um volume de 170.021.845 m^3 e armazenam 6.120.167 t de MO, o que corresponde a 428,36 $t\ ha^{-1}$ (Tabela 2). Nesse estudo, a menor área de turfeira identificada obtida foi de 0,09 ha devido às limitações da resolução espacial da imagem Landsat, que é de 30 m (Silva, 2012).

O estoque médio de MO (428,36 $t\ ha^{-1}$) estimado para toda a SdEM aproxima-se daquele encontrado por Campos et al. (2012), que quantificou um estoque médio de MO de 552 $t\ ha^{-1}$ em uma turfeira da mesma Serra.

Como a resolução da imagem Landsat não permite mapear turfeiras menores que 0,09 ha, os resultados deste trabalho podem estar subestimados e o estoque total de MO na área mapeada com turfeiras na SdEM (14.287,55 ha) pode ultrapassar 6,12 milhões de toneladas (Tabela 2). Gorham (1991) estimou globalmente, em turfeiras, um estoque de matéria orgânica de 1.863 $t\ ha^{-1}$. 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 1), enquanto as turfeiras de clima temperado e boreal, nas quais Gorham (1991) baseou seu trabalho, o teor de material mineral é bem menor.

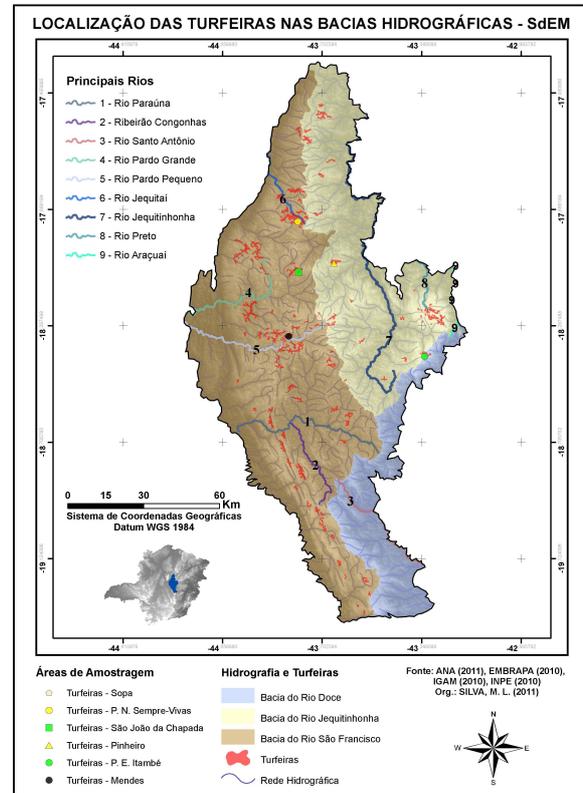


Figura 1. Localização das turfeiras nas três grandes bacias hidrográficas da área de estudo.

As turfeiras da SdEM armazenam 142.138.262 m^3 de água, o que corresponde a 9.948 $m^3\ ha^{-1}$ (Tabela 2), o que daria para abastecer a população da cidade de São Paulo (Consumo Residencial, Comercial, Público, Industrial e Misto - consumo de 5,65 m^3 habitante $^{-1}\ mês^{-1}$) em 2009 (11.037.693 habitantes) por 2 meses e 10 dias (Observatório São Paulo, 2012). Esse valor está dentro da faixa encontrada por Campos et al. (2012) em uma turfeira da SdEM, que armazena entre 1.039 e 10.833 $m^3\ ha^{-1}$. Assim como para o estoque de matéria orgânica, estes valores também podem estar subestimados.

CONCLUSÕES

As turfeiras ocupam uma grande área da SdEM, apresentam um elevado estoque de matéria orgânica e armazenam um significativo volume de água, o que fundamenta uma necessidade urgente e emergente de proporcionar maior proteção para a total preservação a desses pedoambientes.

AGRADECIMENTOS

À UFVJM, FAPEMIG, CNPq, CAPES.

REFERÊNCIAS

BRUNETTO, G. et al. Avaliação do método de perda de peso por ignição na análise de matéria orgânica em solos da Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. *Cienc. Rural*, 36: 1936-1939, 2006.

CAMPOS, J. R. R.; SILVA, A. C. & VIDAL-TORRADO, P. Mapping, organic matter mass and water volume of a peatland in Serra of Espinhaço Meridional. *R. Bras. Ci. Solo*, 36: 723-732, 2012.

GORHAM, E. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications*, 1(2): 182-195, 1991.

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.

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

INGRAM, H. A. P. Hydrology. In: GORE A. J. P. *Ecosystems of the World 4A, mires: swamp, bog, fen and moor*. Oxford: Elsevier, 1983. p. 67 – 158.

LÉVESQUE, M. e DÍNEL M. Some morphological and chemical aspects of peats applied for characterization of Histosols. *Soil Sci.*, 133: 324-332, 1982.

MARTINELLI, L. A. et al. *Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 144p.

OBSERVATÓRIO SÃO PAULO. Disponível em <<http://www.nossasaopaulo.org.br/>>. Acesso em 29 de agosto de 2012.

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

PRICE, J. S., Soil moisture, water tension, and water table relationships in a managed cutover bog. *Journal of Hydrology*, [S.I.], 202: 21–32, 1997.

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. II – Influência da drenagem na composição elementar e substâncias húmicas*. R. Bras. Ci. Solo; 33: 1399-1408, 2009.

SILVA, M. L. *Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: mapeamento e estoque de matéria orgânica*. Diamantina, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012. 139p. (Tese de Mestrado).

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: 109-117, 1977.

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).

Tabela 1. Atributos morfológicos, físicos e químicos médios de seis turfeiras da SdEM.

	Cor Pirofosfato		FNE	FE	von	pH	Ds	Dmo	MO	MM	Ug	RM	C org
	Matiz	Valor	Croma	---%---	Post	CaCl ₂	g cm ⁻³	dag kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	-----%-----	m m ⁻¹	%	
Sopa													
Média	3	3	36,6	17,8	sápico	3,36	0,48	0,13	45,68	61,82	252,34	0,24	26,5
Desvio Padrão	1,57	1,87	21,52	11,99		0,47	0,35	0,05	17,02	22,01	140,81	0,24	9,87
São João da Chapada I													
Média	3	2	55,4	15,75	sápico	3,76	0,39	0,18	57	50,29	241,18	0,14	33,06
Desvio Padrão	1,01	0,91	16,4	10,66		0,29	0,15	0,05	15,51	16,92	113	0,1	9
São João da Chapada II													
Média	4	3	49,8	26,7	hêmico	3,62	0,81	0,1	29,89	86,24	93,22	0,48	17,34
Desvio Padrão	1,37	0,7	5,01	12,41		0,26	0,22	0,05	14,1	8,96	35,42	0,17	8,18
Pinheiro													
Média	3	2	63,29	18,24	sápico	3,17	0,38	0,15	47,95	46,77	385,74	0,15	27,81
Desvio Padrão	1,17	1,47	17,47	15,72		0,73	0,32	0,12	15,85	23,72	277,48	0,2	9,19
Sempre-Vivas II													
Média	4	4	68	22,83	hêmico	2,99	0,71	0,1	31,34	83,82	97,4	0,4	18,18
Desvio Padrão	1,72	0,84	8,85	10,67		0,25	0,23	0,08	15,85	13,81	34,08	0,18	9,19
Sempre-Vivas III													
Média	3	3	74,5	13,6	sápico	3,35	0,3	0,14	50,31	43,5	315,44	0,1	29,18
Desvio Padrão	0,88	1,52	7,31	5,52		0,35	0,14	0,03	8,72	19,11	145,98	0,09	5,06

FNE: Fibras não esfregadas; **FE:** Fibras esfregadas; **von Post:** escala de decomposição de von Post; **Ds:** densidade do solo; **Dmo:** densidade da matéria orgânica; **RM:** resíduo mínimo; **MM:** material mineral; **Ug:** umidade gravimétrica; **MO:** matéria orgânica lo; **Corg:** carbono orgânico.

Tabela 2. Área, volume de água armazenado e estoque de matéria orgânica das turfeiras da SdEM.

Área de Turfeira	PM	Volume	Ds	MO	EMO	AMMO	VMOA*	VT	VM
ha	cm	m ³	g cm ⁻³	dag Kg ⁻¹	t	t ha ⁻¹	%	m ³	m ³ ha ⁻¹
14.287,55	119	170.021.845	0,47	46,7	6.120.167	428,36	83,6	142.138.262	9.948

PM.: profundidade média; **DS:** densidade do solo média; **MO:** teor médio de matéria orgânica; **EMO:** estoque total de matéria orgânica; **EMMO:** estoque médio de matéria orgânica; **VMOA:** volume médio ocupado por água em turfeiras da SdEM (Campos et al, 2012); **VT:** volume total de água nas turfeiras da SdEM; **VM:** volume médio por área.