

DISTRIBUIÇÃO E ANÁLISE DE SEDIMENTOS TURFOSOS HOLOCÊNICOS NA PLANÍCIE DO ALTO TIBAGI, CAMPOS GERAIS, PARANÁ

Renato Lada Guerreiro^{1,2}

Nelson Vicente Lovatto Gasparetto¹

Mauro Parolin²

José Cândido Stevaux¹

RESUMO

Condições paleoambientais resultantes de mudanças paleohidrológicas e paleoclimáticas quaternárias propiciaram a formação de depósitos turfosos na planície aluvial do alto Tibagi no Holoceno Inferior. Foram analisadas a distribuição e o potencial combustível, além de inferências sobre as condições paleoambientais responsáveis pela deposição desses sedimentos. Os sedimentos turfosos tendem a se concentrar entre as cotas 775 e 780 m, por cerca de 12 km a partir da confluência do rio Gabiroba com o rio Tibagi. Os depósitos apresentaram idades entre 3.220, 2.770 e 1.340 anos AP (¹⁴C) e distribuem-se por cerca de 10 km² pela planície aluvial. A deposição desses sedimentos se deu com o nível de base local do rio Tibagi cerca de 2 a 4 metros mais elevados que o atual, há cerca de 3.220 anos AP, sob condições climáticas ligeiramente mais secas que as atuais. Com base na extensão e na espessura média do depósito, calcula-se que o volume chegaria a 14.000.000 m³ no passado. Os depósitos apresentaram elevado grau de decomposição (H9 e H10) e características ombrotróficas e mineralotróficas. Os baixos teores médios de carbono e o elevado conteúdo mineralógico inviabilizam o uso como combustível. Estima-se que o soterramento e o entalhe desses depósitos foram posteriores, há 1.340 anos AP, sob clima úmido, semelhante ou próximo das condições climáticas atuais de temperatura e umidade.

Palavras-chave: mudanças paleoambientais, sedimentos turfosos, Holoceno Inferior

ABSTRACT

Distribution and analysis of holocenic peaty sediments at upper Tibagi alluvial plain, Campos Gerais, Paraná. Paleoenvironmental conditions resulting from Quaternary paleoclimatic and paleohydrological changes allowed the formation of

¹ Universidade Estadual de Maringá, Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente-GEMA/UEM.

² Laboratório de Estudos Paleoambientais da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão-Lepafe. E-mail para correspondência: renatolguerreiro@hotmail.com

peaty sediments in at upper Tibagi alluvial plain in the Late Holocene. We analyzed the distribution and fuel potential, and inferences about the paleoenvironmental conditions responsible for the deposition of these sediments. The peaty sediments tend to concentrate between altimetric quotas 775 and 780 m for about 12 km from the confluence of Gabiroba River and Tibagi River. The deposits showed ages between 3,220, 2,770 and 1,340 years BP (^{14}C) and are distributed into approximately 10 km² through the alluvial plain. The sediments deposition occurred with the Tibagi River local base level about 2 to 4 meters higher than the current at 3,220 years BP under climatic conditions slightly drier than the present. Based on the extent and thickness of the deposit, it is estimated that paleomass would reach about 14.000.000 m³. The deposits presented high decomposition degree (H9 and H10) and ombrotrophic and mineralotrophic features. The low average levels of carbon and high mineral content made it impossible to be used as fuel. It is estimated that the burial of these deposits and incision occurred after 1,340 years BP., under wet climate, similar or close to the present conditions of temperature and humidity.

Key words: paleoenvironmental change, peaty sediments, Lower Holocene

INTRODUÇÃO

As turfas são constituídas por restos vegetais parcialmente decompostos, que se acumulam sobre a parte superior de restos vegetais anteriores em ambientes encharcados, com ciclos de centenas a milhares de anos (Horák, 2009). Restos vegetais e animais depositados em superfície tendem a ser decompostos, e apenas 20% dos restos orgânicos se acumulam em forma de turfa (Sjörs, 1980; Tate, 1987).

A ocorrência de turfeiras e de sedimentos turfosos no planeta é, em geral, associada a climas temperados e frios e raramente em áreas tropicais. A gênese desses depósitos em áreas temperadas está associada aos eventos glaciais quaternários, expansão e retração do manto de gelo. Com o recuo do gelo, lagos e pântanos se formaram, possibilitando a deposição de matéria orgânica por vastas áreas, principalmente do Hemisfério Norte e regiões alpinas. Com as baixas temperaturas e lenta decomposição, os compostos orgânicos acumularam-se, dando origem a extensos campos de turfa. Cerca de 2/3 das turfeiras do mundo localizam-se nos territórios da Rússia e do Canadá (Horák, 2009).

Estudos detalhados sobre as áreas de ocorrência de turfeiras e de sedimentos turfosos ainda são escassos no Brasil. O emprego da turfa como combustível ou insumo agrícola é incipiente no país, em parte pela falta de estudos sobre esse tipo de depósito. Os primeiros trabalhos foram publicados pela Sociedade Brasileira de Geologia, em 1982. As principais áreas com potencial de jazimento foram mapeadas

no vale do Paraíba e na bacia de Taubaté, região Nordeste, faixa litorânea da Bahia e do Sergipe.

No Estado do Paraná, estudos realizados pela Mineropar (1982) atestaram a ocorrência e o potencial calorífico e agrícola de turfeiras em quatro regiões principais: a) vale do alto rio Iguaçu, na região de Curitiba, Tijucas do Sul e Rio Negro; b) vale do alto rio Iapó e Tibagi, entre Ponta Grossa e Jaguariaíva; c) vale do baixo rio Ivaí e médio Paraná e d) região de Palotina. Os levantamentos também apontaram áreas com potencial turfáceo na região de Foz do Iguaçu, Guarapuava e vale do rio Paranapanema.

Diante do exposto, o estudo apresenta e caracteriza um depósito turfoso (turfeira inativa), com idade holocênica, localizado na planície do alto rio Tibagi, região de Ponta Grossa e Campos Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área estudada está localizada próxima à cidade de Ponta Grossa, sudeste do Estado do Paraná, a 780 m de altitude (Figura 1). O estudo refere-se a um depósito turfoso holocênico, associado à paleodrenagem do rio Tibagi, disposto pela planície aluvial na área estudada (Guerreiro *et al.*, 2010; Guerreiro, 2011). Trata-se de uma antiga turfeira ou “paleocampo” de turfa (inativo), obliterado por depósitos coluviais e aluviais e entalhado pelas atuais drenagens, gerando afloramentos na calha dos tributários do rio Tibagi (Guerreiro, 2011).



Figura 1. Mapa de localização da área estudada (Guerreiro *et al.*, 2011).

O depósito turfoso encontra-se em contato erosivo com os arenitos da Formação Furnas e sotoposto a depósitos colúviais provenientes da Formação Ponta Grossa. As principais feições geomorfológicas da área estudada são relevos suaves e ondulados, com caimento para a calha do rio Tibagi. A planície aluvial, nessa porção, apresenta um vasto cinturão meandrante, com meandros ativos e abandonados, sobretudo na margem esquerda (Figura 2).



Figura 2. Planície aluvial do alto rio Tibagi (Fonte: Mineração Rogaski, Extração de Areia e Transportes).

A região era recoberta pelos Campos Gerais paranaenses (estepe gramíneo-lenhosa) e pelos capões de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992), onde se destaca a *Araucaria angustifolia* Bertol. (Kuntze), atualmente convertida em áreas agrícolas e reflorestamentos comerciais de *Pinus* sp. O clima é subtropical úmido (Cfb), com temperatura média anual de 18 °C e chuvas bem distribuídas, atingindo 1.550 mm anuais. Geadas são frequentes no inverno, com ocorrências de, pelos menos, cinco ao ano (IAPAR, 2011).

Coleta e Análise de Dados

As áreas de afloramento do depósito turfoso na planície aluvial do alto Tibagi foram georeferenciadas com GPS e plotadas em imagens orbitais e cartas topográficas.

O levantamento cartográfico foi realizado a partir de imagens obtidas dos satélites LANDSAT_5 (*Land Remote Sensing Satellite*) e CBERS – Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres. Para a elaboração dos mapas, foram utilizadas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e os softwares ArqGis 9.2[®], Global Mapper 9[®] e CorelDRAW X4[®].

Os sedimentos turfosos analisados foram coletados em áreas de afloramento no rio Das Mortes (Figuras 1 e 3), amostrando-se 5 g a cada 3 cm de profundidade. Para determinação do teor de matéria orgânica, as amostras, previamente secas em estufa a 50 °C durante 24 h, foram calcinadas em mufla a 480 °C por 4h. Três datações ¹⁴C foram realizadas nas profundidades 150-146 cm, 134-131 cm e 90-87 cm no Laboratório Beta Analytic-FL-EUA (Protocolos 279749, 290994 e 279747). As análises granulométricas seguiram os padrões estabelecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

Para determinar a distribuição transversal dos sedimentos turfosos na planície aluvial do rio Tibagi, foi elaborado um perfil longitudinal no rio Das Mortes, com clinômetro manual. O perfil foi confeccionado com base na ocorrência de afloramentos turfosos, a partir da foz do rio Das Mortes no rio Tibagi em direção à montante, medindo-se a altura do barranco acima e abaixo dos depósitos turfosos. O procedimento consistiu em traçar uma metragem e avaliar o grau de inclinação do clinômetro à medida que se segue da jusante para a montante do rio mediante a um ponto fixo estabelecido (estaca). A determinação e o mapeamento da ocorrência do depósito, sob colúvio, foram realizados com trado manual.

Realizou-se a determinação do carbono pelo método Walkley e Balack (1934) (Laboratório de Análises Agronômicas Integrado de Campo Mourão – PR). Os percentuais de combustão (volátil e sólido) foram determinados amostrando 100 g do material turfoso da base (140-130 cm), meio (90-80 cm) e topo (60-50 cm) do depósito. As amostras foram secas em estufa por 24 h a 120 °C. O processo é reproduzido até que o valor da pesagem pós-secagem se mantenha. Após a estabilização, o material é queimado, com tampa em Mufla por 3 h a 450 °C, obtendo-se a queima dos gases voláteis. O material, após resfriamento, é pesado, determinando-se o percentual e novamente é colocado em mufla a 650 °C por 6 horas; após resfriamento, o material é pesado, determinando-se o percentual de queima de material combustível sólido.

A avaliação da humosidade dos sedimentos turfosos obedeceu à classificação de von Post (aplicado para turfeiras), simplificada por Stanek e Silc (1977), que leva em consideração o grau de decomposição do material orgânico. Em campo, as amostras

foram pressionadas manualmente e observada a tonalidade do líquido, que tingia a pele e fluiu por entre os dedos. A proporção de fibras vegetais e de resíduos retidos também foi observada. A escala de decomposição de von Post possui dez níveis, de acordo com o grau de humosidade, e três classes, de acordo com as características apresentadas. As características botânicas seguiram as classificações discutidas por Lenz (1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sedimentologia, Datações ^{14}C e Distribuição Espacial

O afloramento consiste em um pacote sedimentar turfoso, com espessura média de 115 cm, disposto em contato erosivo, com arenitos da Formação Furnas, sob depósitos coluviais provenientes da Formação Ponta Grossa e aluviais (Figura 3). Os maiores teores de matéria orgânica (Figura 3) concentraram-se próximo à base e meio do perfil numa faixa entre 140-122 cm e 107-62 cm, sendo menores no topo. O maior valor alcançou 44% (65 cm) e o menor 4% (150 cm). As datações (^{14}C /AMS) alcançaram idades entre 3.220 ± 260 , 2.770 ± 30 e 1.340 ± 80 anos AP (antes do Presente – ano base 1.950), correspondente ao Holoceno Inferior.

Os resultados granulométricos (Figura 3) apresentaram variações com padrão granodecrescente ascendente em direção ao topo, com decréscimo no meio do perfil. Os maiores percentuais de fração arenosa estão localizados na base e no topo, chegando a atingir valores de 80%. As frações de argila e de silte se concentram no meio do perfil, com decréscimo da fração arenosa para 26%.

Com base nos dados obtidos no perfil sedimentológico do depósito turfoso no rio Das Mortes, pode-se inferir que as diferentes taxas no percentual de matéria orgânica e de areia fina são indicativas de pulsos de inundação, mais ou menos, intensos, intercalados com períodos sem perturbação de pulsos ou inundações menos expressivas, com deposição de finos. A análise dos dados sugere que os pulsos de inundações mais expressivos foram responsáveis pela deposição das frações arenosas no topo e na base do perfil. Os maiores percentuais de matéria orgânica indicam maior tempo de residência de água, sem perturbação por pulsos de inundações.

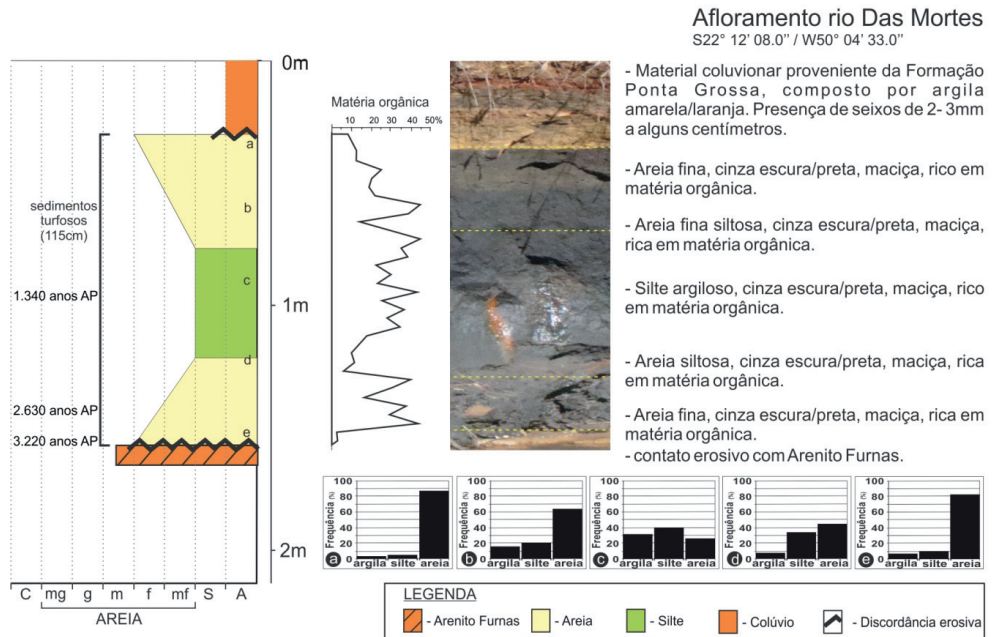


Figura 3. Perfil sedimentológico, granulometria e percentual de matéria orgânica do depósito turfoso no afloramento no rio Das Mortes (Guerreiro, 2011).

A maior espessura do depósito turfoso, constatada na área estudada, foi de 250 cm, na margem esquerda do rio Das Mortes, próximo a sua foz. A seção transversal na planície aluvial mostra que a antiga turfeira apresentava menores espessuras nas porções distais da planície, em direção oposta à calha do rio Tibagi (Figura 4). A ausência dos sedimentos turfosos, nas áreas com marcas de meandros abandonados e canal meandrante atual, indica que o atual sistema meandrante está entalhando os antigos depósitos aluviais.

Os dados do perfil longitudinal e a datação ^{14}C no afloramento no rio Das Mortes, juntamente com os pontos de afloramento nos rios Terra Vermelha, arroio Monjolo, ribeirão sem nome 1, 2, 3 e nas áreas de lavras de areia (Figuras 1 e 4), sugerem que a turfeira se desenvolveu por volta de 3.220 ± 260 anos AP, quando o nível de base local do rio Tibagi estava mais elevado que o atual. A datação ^{14}C no meio do perfil (96-92 cm) sugere que o soterramento e o entalhe do campo de turfa foram posteriores a 1.340 ± 80 anos AP.

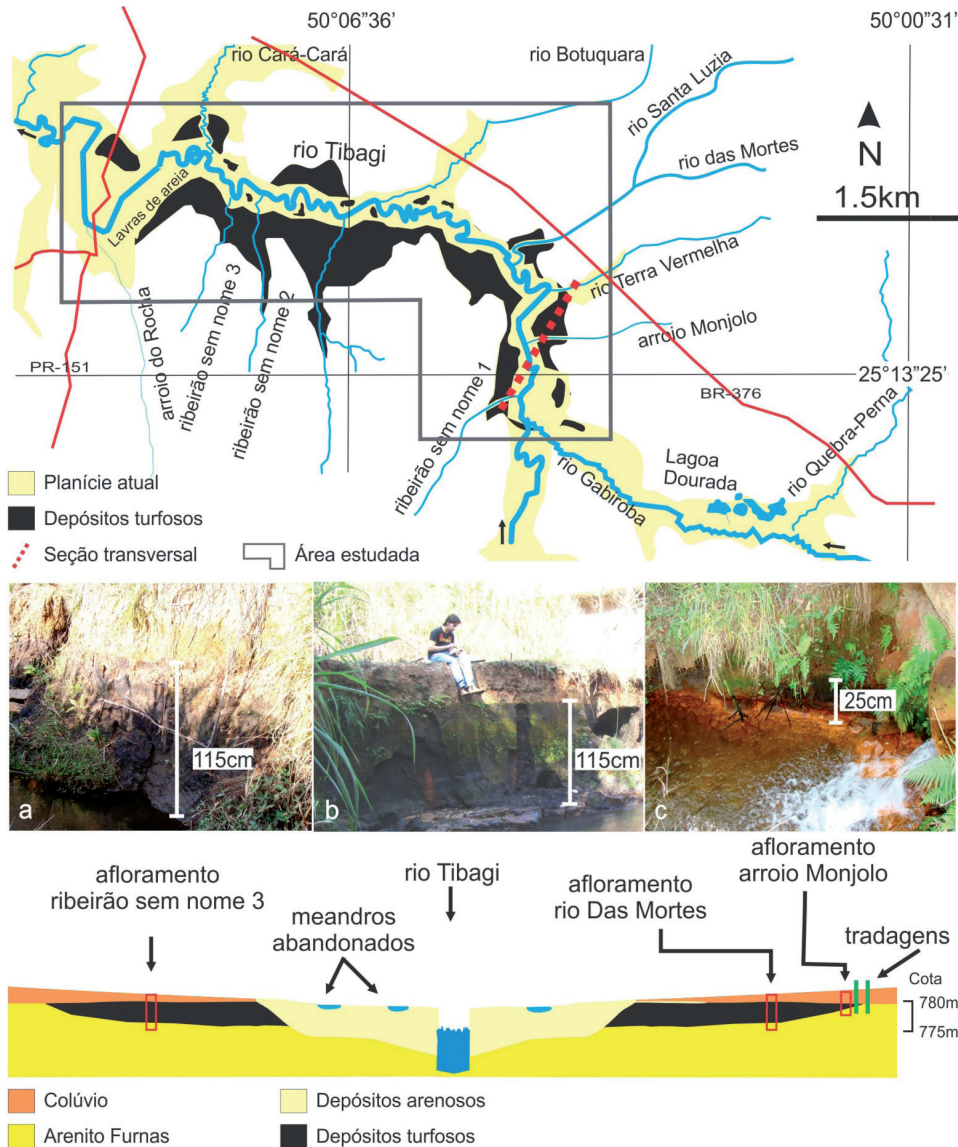


Figura 4. Área de ocorrência de sedimentos turfosos (imagem superior) e seção transversal da planície aluvial do alto Tibagi (imagem inferior): a) afloramento no ribeirão sem nome 1 (cota 778); b) afloramento no rio Das Mortes (cota 778) e c) afloramento no arroio Monjolo (cota 780).

Com base nos dados obtidos, foi possível constatar que os depósitos turfosos se distribuíam por toda planície aluvial do rio Tibagi, entre a foz do rio Gabiroba e a foz do arroio do Ronda e rio Cara-Cará (Figuras 1 e 4). A turfeira cobria uma área

de, pelo menos, 10 km², disposta paralelamente ao rio Tibagi, com espessura média de 140 cm. A amostragem por tradagem permitiu reconhecer a extensão transversal da turfeira na área estudada e a cota máxima de ocorrência fixada em 780 m (Figura 4). Acima dessa cota, os depósitos turfosos não foram encontrados. Com base na extensão e na espessura média dos depósitos, calcula-se que os depósitos turfosos poderiam chegar a 14.000.000 m³.

Características do Depósito Turfoso

As campanhas realizadas permitiram a observação de afloramentos junto à calha dos tributários do alto rio Tibagi nessa porção. Com exceção das áreas da planície meandrante atual e dos meandros abandonados, os depósitos turfosos são claramente observados, sobretudo na margem esquerda.

As amostras do afloramento no rio Das Mortes apresentam elevado grau de decomposição e alto teor de material mineral. De acordo com Guerreiro (2011), a composição polínica apresenta predomínio de táxons herbáceos, além de pteridófitos e de musgos *Sphagnum*. Possui ampla distribuição na área estudada, em contato direto com o substrato basal inorgânico e rochoso. Segundo a classificação de Pontevedra Pombal (2002), a antiga turfeira apresentava características solígenas, com água escorrentia.

De acordo com a escala de decomposição de von Post (Stanek e Silc, 1977), a turfeira pode ser classificada como sáprica, com características entre as classes H9 e H10. Possui caráter límnic por ser essencialmente continental e apresenta características de turfeira herbácea e mista.

Os teores de carbono dos sedimentos turfosos *in natura* em base seca apresentaram média de 28,22 g/dm³. A análise mais detalhada mostrou que os depósitos turfosos apresentam diferenças estratigráficas para os valores de carbono: na base – 24,13 g/dm³ (145-135 cm), no meio – 43,38 g/dm³ (95-85 cm) e no topo – 17,16 g/dm³ (65-55 cm).

O percentual de combustão total (Tabela 1) foi baixo, com média inferior a 4,8%, sendo o menor valor detectado no intervalo entre 30-20 cm (2%) e o maior (6,5%) no intervalo entre 100-110 cm. A combustão do material volátil foi a que apresentou os menores percentuais, com média total de 1,8%, sendo maior que 2% em um intervalo (entre 60-50 cm). Em média, a combustão do material sólido foi maior que a do gasoso em 1,2%. A maior diferença pró-material sólido se deu no intervalo entre 100-110 cm (2,7%).

Tabela 1. Percentual de combustão do material sólido e volátil*.

Profundidade (cm)	Material Sólido (%)	Material Gasoso (%)	Combustão Total (%)
30-20	0,9	1,1	2
60-50	3,5	2,6	6,1
100-110	4,6	1,9	6,5
Média	3	1,8	4,8

* Amostra de 100 g.

Considerando o elevado teor de matéria mineral na base (150-122 cm) e no topo (77-38 cm), aliado aos resultados da escala de decomposição de von Post, já estabelecida, a turfeira pode ser classificada como topógena e mineralotrófica, correspondendo aproximadamente àquelas associadas à de pântanos baixos, com interferências de inundações e/ou de enxurradas (Lenz, 1984; Pontevedra Pombal, 2002). A turfeira apresenta no meio do perfil (122-77 cm) características ombrotróficas (Figura 5).

O depósito apresentou baixo poder de queima para as amostras analisadas. Os baixos teores médios de carbono e o elevado conteúdo mineralógico inviabilizam o uso como combustível. No entanto, são necessárias maiores amostragens, em diferentes locais, para confirmação dos resultados em escala regional.

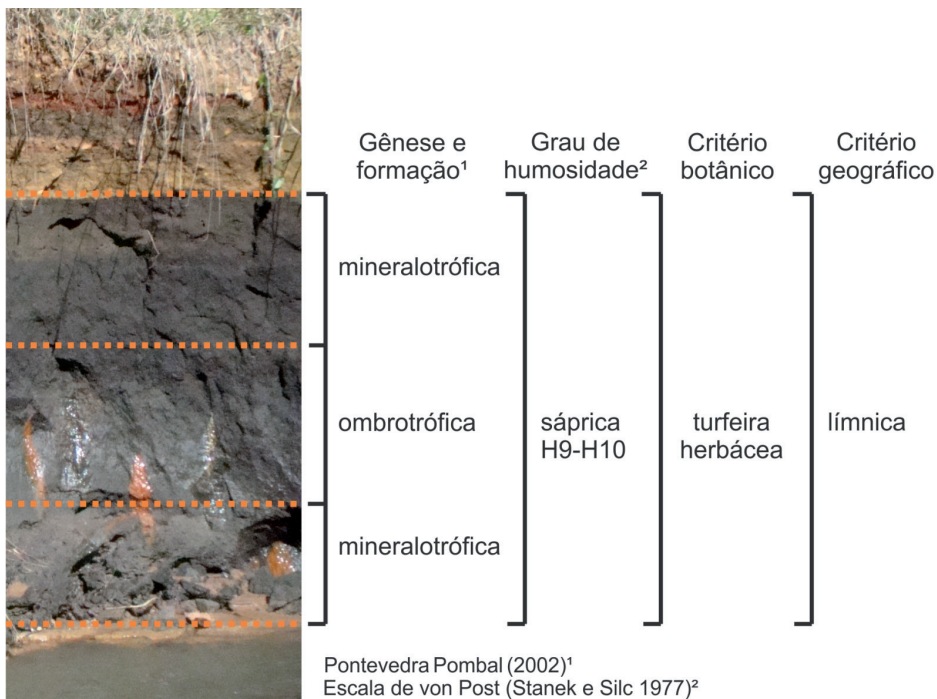


Figura 5. Características do depósito turfoso no afloramento no rio Das Mortes.

CONCLUSÕES

O afloramento no rio Das Mortes trata-se de um depósito turfoso holocênico disposto discordantemente sobre o Arenito Furnas. O mapeamento das áreas aflorantes (calha dos tributários do Tibagi) e em subsuperfície (tradagens) evidencia que o depósito apresenta caráter regional e não apenas local, distribuindo-se pela planície aluvial do alto Tibagi, por um trecho de, pelo menos, 12 km, entre a foz do rio Guabiroba e a foz do rio Cará-Cará, cobrindo uma área de 10 km².

A deposição dos sedimentos turfosos se deu com o nível de base local do rio Tibagi mais elevado que o atual. Os depósitos estão concentrados entre as cotas 775 m e 780 m, sugerindo um paleonível de base de 2 a 4 metros acima do atual. As datações ¹⁴C sugerem que a gênese desses sedimentos turfosos se deu por volta de 3.220 anos AP, e o soterramento e o entalhe posterior há 1.340 anos AP. Com base na extensão e na espessura média do depósito, calcula-se que o volume chegaria a 14.000.000 m³ no passado.

Os resultados sobre o potencial de queima descartam o uso dos sedimentos turfosos como combustível em razão dos baixos teores de carbono médio nas amostras analisadas e do elevado teor de matéria mineral.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (processo 400442/2010-8) e pela bolsa de produtividade a José C. Stevaux. Ao Laboratório de Estudos Paleambientais da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão – Lepafê e equipe, pelo suporte nos trabalhos de campo e laboratório. Ao Prof. Msc. Nabi Assad, pelo auxílio nos procedimentos laboratoriais, e à Cássia Maria Bonifácio, pelos procedimentos granulométricos.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212 p.
- GUERREIRO, R. L. 2011. **Paleoambientes holocênicos da planície do alto Tibagi, Campos Gerais, sudeste do Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia - Análise Ambiental) - Universidade Estadual de Maringá, 86p.

GUERREIRO, R. L. *et al.* 2011. Dados palinológicos caracterizam paleoambiente tropical nos Campos Gerais no Holoceno Tardio. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO - III ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SUL-AMERICANO, 2011, Armação dos Búzios-RJ.

_____. *et al.* 2010. Análise paleoclimática da formação de depósitos turfosos na planície do alto Tibagi, Campos Gerais, Paraná. In: II SIMPÓSIO PARANAENSE DE ESTUDOS CLIMÁTICOS E XIX SEMANA DE GEOGRAFIA, 2010, Maringá, p. 307-319.

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

IAPAR, Instituto Ambiental do Paraná. 2011. **Precipitação média mensal (1954-2001).** Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Ponta_Grossa.htm>. Acesso em: 31 jan. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências, v. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 92 p.

LENZ, G. R. 1984. Turfa - métodos de lavra e opções para o uso no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências** 14(2):111-119.

MINEROPAR. 1982. **Diagnóstico preliminar das ocorrências de turfa no Estado do Paraná.** Curitiba, PR: Empresa Tecnotema, Estudos e Projetos. Relatório não publicado disponível em: Biblioteca da Mineropar, Curitiba, Paraná.

PONTEVEDRA POMBAL, X. 2002. **Turberas de montaña de Galicia: genesis, propiedades y su aplicación como registros ambientales geoquímicos.** Tese (Doutorado em Biologia), Universidade de Santiago de Compostela, Compostela, 461p.

SJÖRS, H. 1980. Peat on Earth: multiple use or conservation? **Ambio** 6(9):303-308.

STANEK, W.; SILC, T. 1977. Comparisons of four methods for determination of degree of peat humification (decomposition) with emphasis on the von Post Method. **Canadian Journal of Soil Science**, 57:109-117.

TATE, R. L. 1987. Humic and fulvic acids: formation and decomposition. In: R. L. Tate (Ed.). **Soil organic matter: biological and ecological effects.** New York: John Wiley & Sons, p.147-164.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.**, 37:29-38.