

A GEOQUÍMICA ORGÂNICA COMO PARÂMETRO FUNDAMENTAL EM ESTUDOS PALEOECOLÓGICOS: O EXEMPLO DA LAGOA JABUTI NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

JESUS DA SILVA PAIXÃO¹ E MARCELO ADORNA FERNANDES²

Recebido em 08.07.2011 e aceito em 22.05.2012

¹ Geólogo. Dr. Ecologia. Universidade do Estado de Mato Grosso. Campus de Alta Floresta. Av. Perimetral Rogério Silva s/n. Jd. Flamboyant. Alta Floresta-MT, CEP 78580-000. jesuspaixao@unemat.br

² Biólogo. Dr. Ecologia. Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos-SP. mafernandes@ufscar.br

RESUMO: Dados geoquímicos foram adquiridos de um testemunho coletado na Lagoa Jabuti (8°59'22.65"S - 57° 9'31.93"W), uma lagoa do tipo oxbow, adjacente ao rio Teles Pires, no norte do Mato Grosso, na Amazônia Meridional quando foram analisados carbono e nitrogênio elementares e isotópicos, além da razão C/N e determinação radiocarbônica AMS. Os dados obtidos apontam para carbono orgânico variando entre 0,34% e 7,15%, nitrogênio entre 0,02% e 0,65%, $\delta^{13}C$ entre -31,39‰ e -22,17‰, $\delta^{15}N$ entre 0,61‰ e 4,03‰ e razão C/N entre 10,28 e 21,12. Com base nos dados de carbono (%), estabeleceram-se seis "zonas paleoecológicas" que evidenciaram as mudanças na produtividade primária e a origem da matéria orgânica da lagoa, indicando oscilações ecológicas ao longo do período estudado, mesmo sem ter havido mudanças efetivas na vegetação.

Termos para indexação: Paleoecologia, Amazônia, razão isotrópica, geoquímica orgânica, Quaternário

ORGANIC GEOCHEMISTRY AS A FUNDAMENTALPARAMETER FOR THE PALEOECOLOGICAL: THE EXAMPLE OF THE LAGOA JABUTI, IN THE SOUTHERN AMAZON

ABSTRACT: Geochemical data were acquired from a drill core runs in the bottom of the Lagoa Jabuti (8°59'22.65"S - 57° 9'31.93"W), a pond like oxbow adjacent to the Teles Pires river, in the extreme north of Mato Grosso, in the Southern Amazon when analyzing carbon and nitrogen elemental and isotopic, in addition to the C/N ratio and AMS radiocarbon determination. The data pointed to an organic carbon ranging between 0.34% and 7.15%, nitrogen from 0.02% and 0.65%, $\delta^{13}C$ between -31.39 ‰ and -22.17 ‰, $\delta^{15}N$ between 0, 61 ‰ and 4.03 ‰ and C / N ratio of 10.28 and 21.12. Based on the data of carbon (%) it was settled six "paleoecological zones" that showed changes in the conditions of the pond as primary productivity and the origin of organic matter, thus inferring paleoecological conditions prevailing over the study period.

Index terms: Paleoecology, Amazon, isotopic rate, organic geochemical, Quaternary

INTRODUÇÃO

Há muito se sabe que a evolução do nosso planeta está guardada nos eventos geológicos, especialmente os eventos sedimentares que registram em seu desenvolvimento a evolução biológica e ambiental que vêm a tona por intermédio dos fósseis, além de indicadores como estruturas geológicas, tipos de rochas e outras correlatas que podem revelar as condições

ambientais gerais de determinado intervalo do tempo geológico.

Sabe-se também que o registro fóssil, apesar de fundamental em termos evolutivos, é certamente sujeito a imperfeições, notadamente em função de eventos pós-deposicionais como metamorfismo, erosão, etc. que podem comprometer ou, às vezes, inviabilizar a seqüência evolutiva (McLaster, 1971; Mendes, 1988).

Com o crescente interesse pelos eventos atuais que envolvem a questão climática, busca-se encontrar marcadores ecológicos e climáticos que possam fornecer registros cada vez mais detalhados da evolução ecológica do planeta e de determinadas regiões, especialmente no período pós-glacial com o intuito de fazer previsões mais confiáveis possível sobre as condições climáticas do futuro próximo no nosso planeta (van der Hamen & Hooghiemstra, 2000; Anhuf et al., 2006; Melo, 2008).

A geoquímica, sempre usada de maneira geral para prospecção mineral, inclusive de petróleo e gás vem, aos poucos, emprestando seus métodos e técnicas para contribuir com pesquisas dessa área.

O presente trabalho teve como objetivo contribuir com o conhecimento das mudanças climáticas registradas durante o Quaternário ao determinar a evolução paleoecológica da Amazônia mato-grossense a partir do registro isotópico e elementar orgânico dos sedimentos da Lagoa Jabuti (Apiacás - MT), adjacente ao rio Teles Pires no extremo norte do estado de Mato Grosso.

CONCEITOS BÁSICOS

Geoquímica Orgânica

A geoquímica orgânica é o estudo da transformação sofrida pela matéria orgânica de todos os tipos, quer de origem biológica ou antrópica no sistema Terra variando entre as envolvidas nos processos biológicos da produção de tecidos vivos e do funcionamento das cadeias alimentares, àquelas controladas pela temperatura e pressão na profundidade da crosta (Killops & Killops, 2004).

É uma matéria relativamente nova, surgida nos anos de 1970, especialmente destinada ao estudo das rochas formadoras e acumuladoras de petróleo e que, ultimamente, tem sido paulatinamente aplicada em estudos de contaminações e, mais recentemente, em estudos paleoecológicos (Silva, 2007). A química da matéria orgânica ou geoquímica orgânica é de grande importância em estudos paleoambientais posto que a sua composição reflete diretamente os materiais que originaram esta matéria orgânica.

Fracionamento isotópico de carbono e rotas fotossintéticas

Isótopos são átomos de um determinado elemento que possui o mesmo número de prótons e elétrons, mas diferente número de nêutrons. A

diferença de massa entre os isótopos faz com que cada um tenha propriedades e efeitos físicos e químicos distintos, especialmente em átomos de baixo peso atômico, como é o exemplo do carbono, originando assim o fenômeno do fracionamento isotópico, alterando assim as proporções relativas dos diversos isótopos.

O carbono naturalmente ocorre sob a forma dos isótopos ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C , sendo que as duas formas iniciais são consideradas estáveis, enquanto ^{14}C é instável, resultando da mudança de ^{14}N e, posteriormente, para o mesmo elemento por meio da atividade radioativa.

Todas as plantas discriminam contra a forma mais pesada de carbono, o ^{13}C sendo que as plantas com rota C3 discriminam mais que as plantas de rota sintética C4 (Farquhar et al, 1989; Meyers & Ishiwatari, 1993; Prasifka & Heinz, 2004) que apresentam razões de isótopos respectivamente em média -28‰ e -14‰, enquanto algas lacustres apresentam valores entre -25‰ e -30‰ em consideração ao padrão PDB (Pee Dee Belemnite). Como consequência primeira, a razão isotópica dos tecidos das plantas vasculares apresentam valores reduzidos em relação ao CO_2 da atmosfera.

A razão isotópica de carbono é dada pela equação abaixo sendo apresentada em parte por mil (‰)

$$\delta^{13}\text{C} = [(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{amostra}} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}}] / (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}}$$

Nitrogênio: total, isotópico e razão c/n

O nitrogênio ocorre naturalmente sob a forma dos isótopos ^{14}N e ^{15}N , sendo este estável e, particularmente importante, em estudos paleoecológicos pois a partir da relação com o carbono é possível distinguir fontes diferentes de matéria orgânica, especialmente em trabalhos com lagos e oceanos. O conteúdo de nitrogênio é relativamente o mesmo na matéria orgânica terrestre e aquática, mas o conteúdo de carbono varia entre os dois. Plantas terrestres vasculares contém lignina e celulose e tem razão C/N mais alta, estimada em 20 ou maior; algas aquáticas não contém estes componentes, e tem mais baixos valores de C/N entre 4 e 10 (Meyers & Ishiwatari, 1993). Esta razão não só distingue entre fontes orgânicas, mas se torna uma valiosa ferramenta quando usada com valores de

carbono isotópicos para determinar a soma de fontes orgânicas em misturas.

O fracionamento isotópico do nitrogênio ocorre segundo a fórmula:

$$\delta^{15}\text{N} = \left\{ \left[\frac{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}}{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}} \right]_{\text{amostra}} / \left[\frac{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}}{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}} \right]_{\text{padrão}} - 1 \right\} \times 1000, \text{ em partes por mil,}$$

onde o padrão é o Nitrogênio da atmosfera com $^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 0.003676$,

Sedimentos lacustres como fontes de informações paleoecológicas

Sedimentos lacustres são excelentes arquivos para os eventos que ocorreram em sua bacia de captação e área de influência de seus tributários.

Sedimentos lacustres são formados pelos materiais minerais carreados por correntezas das proximidades ou pelos rios tributários, além de matéria orgânica cuja origem pode ser de plantas, algas e restos animais autóctones ou alóctones (Zhang & Chen, 2003; Mee et al., 2004; Saia et al., 2005).

O material mineral constituinte do sedimento lacustre tem algumas de suas características aplicadas em estudos paleoambientais, especialmente o tamanho dos grãos que ao variarem ilustram a variação da energia responsável pelo seu carreamento ao lago.

A matéria orgânica de sedimentos lacustres pode ser predominantemente autóctone de caráter algal e de macrófitas do lago, assim como proveniente de plantas C3, C4 ou CAM carreadas pelos tributários, além de polens e esporos carreados pelos ventos. A quantidade de matéria orgânica presente nos sedimentos dependerá das condições limnológicas do lago, bem como da intensidade de retrabalhamento efetuado pelos microorganismos após a deposição (Meyers & Ishiwatari, 1993).

A proporção de material proveniente de plantas ou plânctons C3 e C4 na matéria é dada pelas equações do balanço de massa de Bouton (1996) como segue:

$$\delta^{13}\text{C} = (\delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}) \cdot x + (\delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}) \cdot (1-x)$$

onde

$$x = (\delta^{13}\text{C} - \delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}) / (\delta^{13}\text{C} - \delta^{13}\text{C}_{\text{C3}})$$

X e x-1 representam as proporções de C4 e C3, respectivamente, $\delta^{13}\text{C}$ é a razão isotópica da amostra, $\delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}$ e $\delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}$ são os valores das razões isotópicas das plantas C3 e C4 atuais, respectivamente.

Área de estudo

Para o presente estudo elegemos a Lagoa Jabuti ($8^{\circ}59'22.65''\text{S}$ x $57^{\circ}9'31.93''\text{O}$), no município de Apiacás - MT, uma lagoa do tipo *oxbow*, adjacente ao rio Teles Pires (Figura 1).

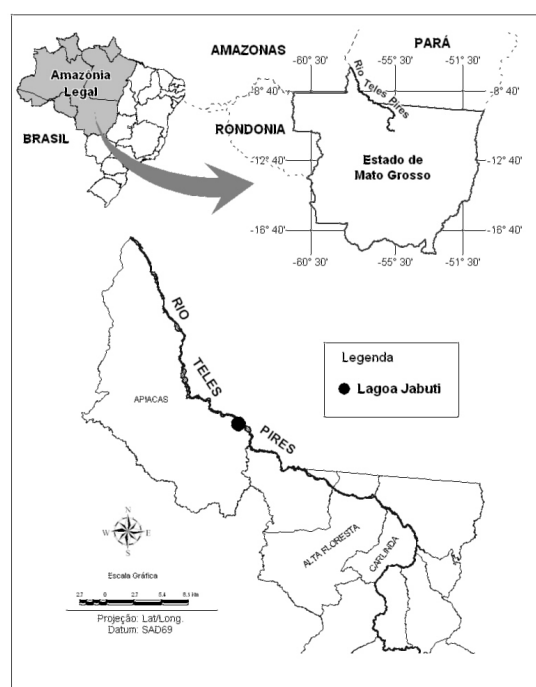


Figura 1. Localização da Lagoa Jabuti.

Geologicamente a área situa-se na porção sul do Cráton Amazônico no que Almeida et al. (1977) denominou de Província Tapajós, Cordani et al. (1979) denominou de Província Amazônia Central e Amaral (1984) denominou de Sub-Província Xingu.

Em termos regionais a geologia é caracterizada pelas presenças de rochas pré-cambrianas do Complexo Xingu (granitóides, metamórficas de graus variados), Grupo Uatumã (vulcânicas e sub-vulcânicas), Grupo Beneficente (sedimentares) e depósitos sedimentares recentes.

Localmente a lagoa se assenta sobre as rochas sedimentares do Grupo Beneficente

que se constitui predominantemente por rochas clásticas do tipo arenitos e arcóseos com intercalações subordinadas de folhelhos, siltitos, piroclásticas, conglomerados e calcários.

Na área da lagoa o Grupo Beneficente aflora sob a forma de morrotes de topo relativamente planos alongados e alinhados segundo a direção geral E-W, coincidente com a orientação geral da estrutura regional conhecida por Sinclinal do São Tomé (SEPLAN, 2000). Afloram aí calcários cinza escuros a esbranquiçados, maciços, com estrutura estromatolítica.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

A amostragem do testemunho de sondagem com 1,55 m de extensão foi efetuada com o uso de vibrotestemunhador leve, com penetração a percussão, com um tubo de alumínio de 3 polegadas, suportado por uma balsa construída em madeira e bombonas plásticas, adaptado de Martin et al. (1995) conforme ilustra a Figura 2.

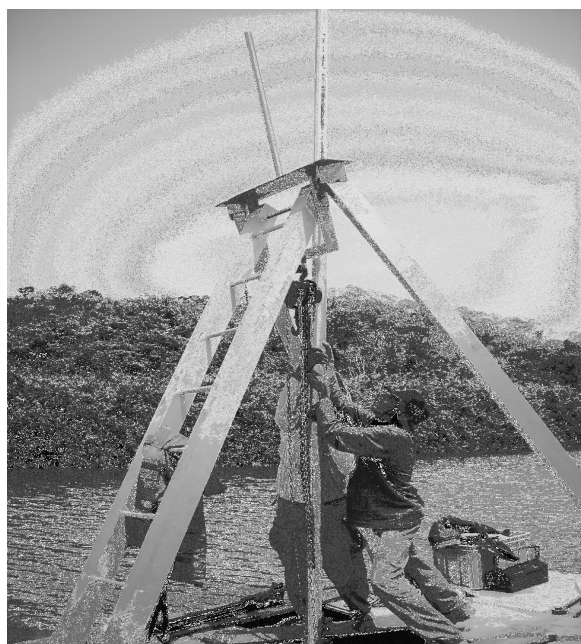


Figura 2. Operação de obtenção do testemunho com vibrotestemunhador

Preparação e análise

O testemunho foi seccionado em intervalos de 5 cm para compor as amostras que então foram secas ao ar, após o que foram passadas

em peneiras de 60 mesh, seguindo-se um pré-tratamento com solução HCl 10% para eliminação de carbonatos.

As determinações elementares e isotópicas foram feitas no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear para a Agricultura da Universidade de São Paulo - CENA/USP de Piracicaba.

Datação

A idade do evento foi estabelecida por amostras do sedimento que foram encaminhadas a University of Carlifornia, Irvine, USA, para análise por AMS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Idade

A análise das amostras encaminhadas para AMS ^{14}C indicam que o intervalo de estudo compreende cerca de 5.500 anos AP. As idades ^{14}C tiveram uma incerteza de ± 30 ^{14}C anos AP. Idades de amostras foram calculadas através de interpolação linear entre as idades radiocarbônicas, com a utilização do software Table Curve 2D for Windows v2.03 (Jandel Scientific), as quais apresentam o comportamento ilustrado na Figura 3, obtendo-se uma taxa de sedimentação da ordem de 0,28 mm/ano.

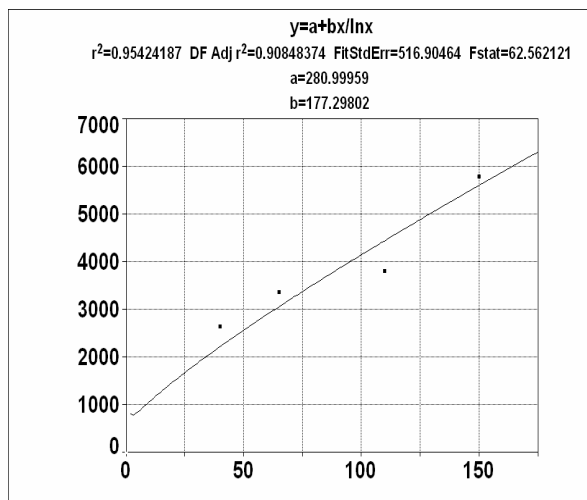


Figura 3. Idade ^{14}C MAS da Lagoa Jabuti

Carbono Orgânico Total (%)

Os valores de carbono orgânico variou ao longo do perfil (Figura 4) desde 0,34% até um máximo de 7,15%.

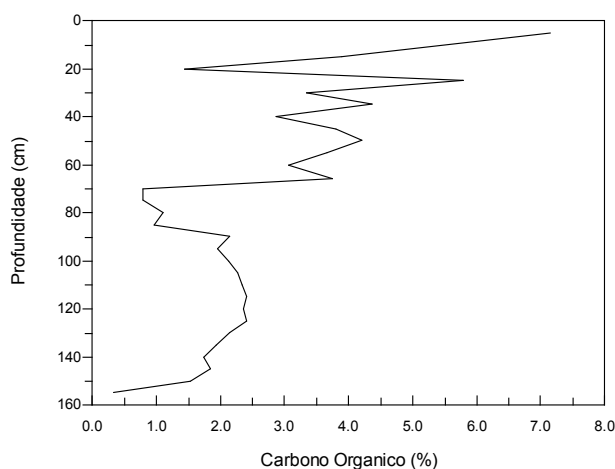


Figura 4. Comportamento do carbono orgânico (%) ao longo do perfil.

Pelos valores exibidos é possível estabelecer pelo menos seis zonas de Carbono Orgânico:

Zona I (1,55 a 1,50m) – na base do testemunho, com valor inicial de 0,34%, cerca de 5.729 anos AP.

Zona II (1,50 a 0,90 m) – com significativo aumento da concentração de carbono orgânico variando de 1,54% a 2,15%, cerca de 5.588 anos AP.

Zona III (0,90 – 0,66 m) – com acentuada queda em %C variando de 0,97% a 0,79% cerca de 3.827 anos AP.

Zona IV (0,66 a 0,25 m) – aumento significativo em carbono com valores entre 3,76% no início e atingindo um máximo de 5,80% no final da zona, cerca de 3.041 anos AP.

Zona V (0,25 a 0,20) – registro de uma nova queda substancial na concentração de carbono com índice de 1,45%, cerca de 1.658 anos AP.

Zona VI (0,20 ao topo) – Volta a subir o carbono orgânico indo de 3,89% aos 7,15% na fase final, cerca de 1,464 anos AP.

Isótopo estável de carbono ($\delta^{13}\text{C}$)

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -31,39‰ e 22,17‰ ao longo da sondagem, conforme Figura 5.

A Zona I apresentou um valor de -26,94‰. A partir da Zona II até a segunda parte da Zona IV, os valores mantiveram-se equilibrados quando, então, aos 35 cm ocorreu uma razoável elevação no valor de $\delta^{13}\text{C}$ passando de -29,86‰ para 22,80 permanecendo nestes patamares até

o final da zona aos 25 cm, quando os valores de razão isotópica voltam a ficar mais fortemente negativos.

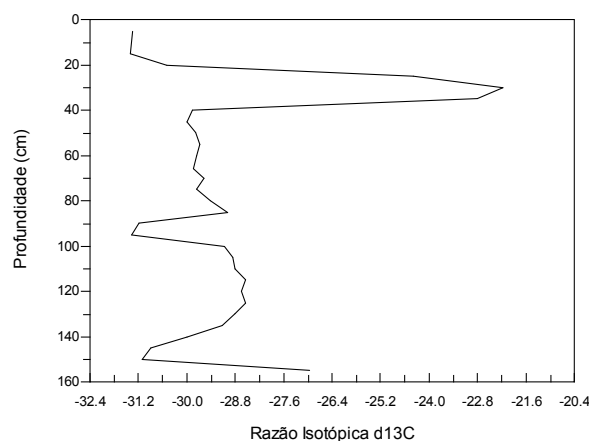


Figura 5. Comportamento da razão isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) ao longo do perfil.

Nitrogênio total (%)

A concentração de nitrogênio varia bastante ao longo do perfil (Figura 6) com 0,02% na Zona I, aumentando significativamente na Zona II, caindo significativamente na Zona III, voltando a aumentar vigorosamente na Zona IV, tornando a cair na Zona V e terminando com os maiores valores na Zona VI.

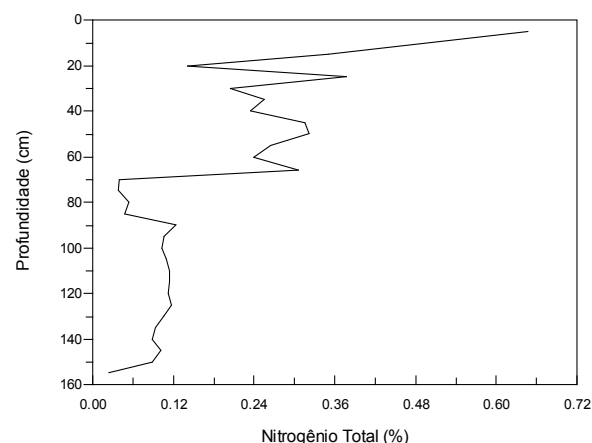


Figura 6. Comportamento do nitrogênio orgânico (%) ao longo do perfil

Isótopo estável de nitrogênio ($\Delta^{15}\text{N}$)

Assim como as demais variáveis, a razão isotópica de nitrogênio oscilou de forma significativa ao longo do testemunho (Figura 7).

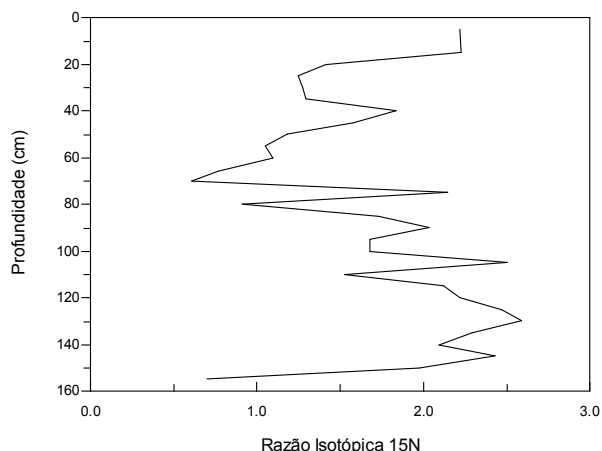


Figura 7. Comportamento da razão isotópica de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) ao longo do perfil.

Na Zona I, o valor encontrado foi 0,70‰, subindo na Zona II para valores próximos a 2, os quais são mantidos durante praticamente toda esta zona.

Nas zonas III, IV e V observa-se uma queda com valores permanecendo em torno de 1,0 a 1,5‰ voltando aos maiores patamares apenas na Zona VI.

Razão C/N

Os valores de razão C/N iniciam com 14,1‰ na Zona I e sobem a 17,5‰ na Zona II, mantendo-se próximos a faixa 18‰ - 20‰ nas Zonas II e II (Figura 8).

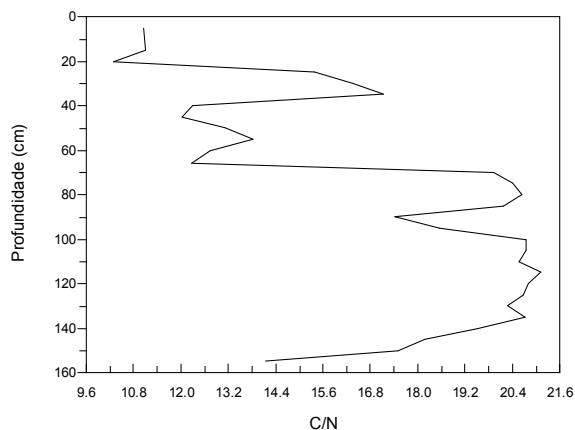


Figura 8. Comportamento da razão C/N ao longo do perfil.

Nas Zonas IV, V e VI, os valores caem significativamente, mantendo-se na maior parte do intervalo próximo a 12‰, com exceção do

intervalo final da Zona IV, sendo que entre 25 e 35 cm de profundidade, os valores de C/N apresentam sensível aumento para entre 15,4‰ e 17,1‰.

A Zona I da Lagoa Jabuti é caracterizada por um baixo valor de carbono orgânico que remete a uma provável baixa produção do lago provavelmente também relacionada a pobreza de vegetação na zona de influência.

Na Zona II, os valores de carbono orgânico é algumas vezes superiores aos registrados na Zona I. Este aumento pode ser atribuído a incremento no fluxo de carbono, bem como da preservação na matéria orgânica no lago, que pode ser indicativo de aumento na produtividade ou período de maior aquecimento que traria como consequência aumento no próprio lago, além de aumento na produtividade da bacia de captação.

Na Zona III, o carbono volta a cair em concentração. Este novo declínio em carbono orgânico seria novamente indicativo de diminuição da produtividade do lago, de entradas de carbono exterior, que poderia ser o reflexo de empobrecimento da vegetação da área de captação ou mesmo um aumento na entrada de material inorgânico que teria como causa, entre outras possíveis, o desnudamento do solo da bacia que propiciaria maior remoção do mesmo para o lago.

Na Zona IV, a concentração de carbono sobe vertiginosamente, mesmo registrando-se momentos de queda, como no intervalo 35 a 40 cm, mas se mantém em valores sempre elevados ao longo de toda a zona.

Na Zona V, o carbono cai abruptamente, voltando a subir na Zona VI, levando aos possíveis mesmos inferimentos das demais zonas. Dentre as causas para tal queda abrupta poderia estar um resfriamento no clima que traria como consequências o empobrecimento da bacia de captação, diminuição da produtividade do lago, entre outros

A Zona VI marca, então, uma retomada também abrupta nas concentrações de carbono, que poderia refletir o restabelecimento ou implantação de um ambiente de elevada produtividade orgânica na lagoa, associada as condições climáticas equivalentes ao panorama tropical.

Razão C/N

Os valores da razão C/N são essenciais para especificar o material que dá origem à matéria orgânica (Briner et al., 2006; Perdue & Koprivnjak, 2007). Material orgânico originado a partir de plantas terrestres ou aquáticas C3 ou C4 apresentam valores característicos da razão C/N: plantas terrestres geram valores C/N de 20 ou maiores superiores aos gerados pelas algas aquáticas, em geral entre 4 e 10 (Meyers, 1997). Valores intermediários representam misturas de fontes (Figura 9).

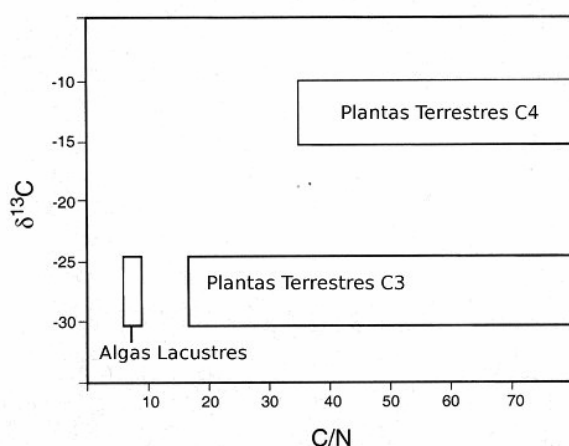


Figura 9. Razão isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) x razão C/N para indicar fonte de matéria orgânica, conforme Meyers (1997).

A Zona I, com C/N de 14,1 apresentou uma matéria orgânica com predominância de material aquático.

As Zonas II e III, com C/N variando entre 17,5 e 20,8, apresentaram matéria orgânica gerada com predomínio de material terrestre.

Nas Zonas IV, V e VI volta a ter uma matéria orgânica de origem predominantemente aquática.

Variação nos valores de C/N, por sua vez, tanto podem indicar aumento da entrada/saída de material terrestre na lagoa quanto aumento/declínio da produtividade da mesma. Dados de C/N, quando comparados com valores de carbono orgânico, podem auxiliar na melhor definição.

Razão isotópica de carbono

A assinatura isotópica de carbono pode contribuir significativamente na caracterização da

matéria orgânica e sua origem terrestre ou aquática, além de condições ambientais à época da deposição da mesma, como é o caso da umidade relativa do ar/precipitação que mantém relação inversa com a $\delta^{13}\text{C}$ (Farquhar et al., 1982).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica de lagos variará em função da participação relativa de plantas terrestres C3 ($\delta^{13}\text{C}$ entre -23 e -32) e C4 ($\delta^{13}\text{C}$ entre -8 e -17), bem como dos componentes aquáticos macrófitas e fitoplâncton.

O componente aquático terá seu valor de $\delta^{13}\text{C}$ variando conforme a fonte de CO_2 utilizada, ou seja, se o CO_2 atmosférico dissolvido, presente na camada superficial ou se o carbono inorgânico dissolvido ao longo da coluna de água. Com o aumento da produtividade do lago haverá aumento na utilização de CO_2 a partir do bicarbonato dissolvido na água que conduzirá a um aumento na razão isotópica já que porque $\delta^{13}\text{CHCO}_3$ é mais elevada do que a $\delta^{13}\text{C}$ do CO_2 atmosférico dissolvido na água, além de retirar ^{12}C para fotossíntese aumentando a $\delta^{13}\text{C}$ do carbono inorgânico dissolvido que leva a um aumento na concentração do carbono pesado na matéria orgânica (Xu et al., 2006).

A Zona I apresenta $\delta^{13}\text{C}$ de -26,94, indicando forte contribuição de materiais C3 terrestre ou aquático, especialmente quando considerado em relação a razão C/N de apenas 0,02.

Entre as Zona II, III e IV os valores são fortemente negativos, indicando forte contribuição de materiais C3, com provável declínio da atividade aquática relativa a zona anterior expressada pelo incremento nos valores da razão C/N. Ao final da Zona IV, entre os 25 e 35 cm de profundidade os valores de $\delta^{13}\text{C}$ tornam-se mais positivos indicando uma maior participação de materiais C4 na matéria orgânica, provavelmente de origem terrestre, já que as razões C/N mantêm-se nos patamares nas zonas anteriores.

Na Zona V, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ torna-se novamente mais negativo, indicando aumento provável na contribuição de material C3 com o valor C/N caindo sensivelmente em relação ao final da Zona IV, o que infere queda na produtividade primária da lagoa e uma origem terrestre para o material.

Na Zona VI, os valores $\delta^{13}\text{C}$ mantêm-se fortemente negativos, assim como mantêm-se os valores da razão C/N, indicando continuidade provável das condições gerais quanto às fontes de materiais para composição da matéria orgânica na lagoa.

Razão isotópica de nitrogênio

A razão isotópica de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) é utilizada correntemente para distinguir entre matérias orgânicas de origem das plantas terrestres ou aquáticas algais (Meyers, 1997).

O valor de $\delta^{15}\text{N}$ do nitrato dissolvido é entre +7‰ e +10‰ enquanto o de N_2 atmosférico é em torno de 0‰. Assim, plantas C3 que utilizam o N_2 atmosférico apresentam em torno de +0,5‰, num universo que varia de 0 a 6‰ (Parwel et al., 1957 citado por Price et al., 1985) para as plantas terrestres, enquanto a matéria orgânica produzida por plânctons lacustres tem em torno de + 8,0‰ para a razão isotópica de nitrogênio.

Desta forma, quando a produtividade primária dos lagos se torna mais alta, tanto pela presença de algas fixadoras de N_2 , quanto devido a remoção de ^{14}N pelas plantas aquática durante a fotossíntese (Hodell & Schelske, 1998 citado por Xu et al., 2006) a razão $\delta^{15}\text{N}$ decresce e vice e versa, sendo valores intermediários indicadores de proporções.

Na Lagoa Jabuti os valores detectados para $\delta^{15}\text{N}$ são possivelmente indicadores de origem a partir de plantas terrestres, com alguns intervalos, como a Zona I e intervalos 66-70 e 75-80 da Zona III em que os valores caem de forma significativa podendo inferir maiores contribuições de algas fixadoras de nitrogênio e, portanto, aumento sistemático da produtividade primária da lagoa.

CONCLUSÃO

A geoquímica orgânica mostrou-se uma ferramenta eficaz como um *proxy* em revelar padrões e condições ecológicas pretéritas a partir dos dados elementares e isotópicos de sedimentos lacustres.

A Lagoa Jabuti, assim como outros corpos lacustres da Amazônia, revela-se como um depósito importante das condições paleoecológicas amazônicas, especialmente em relação ao Quaternário e assim, com trabalhos futuros em escalas crono-estratigráficas menores poderá se elucidar com a riqueza de detalhes necessária ao entendimento do comportamento

da região em relação a mudanças climáticas ocorridas no passado próximo e, por conseguinte, ser ferramenta essencial na interpretação do comportamento da região frente as mudanças ambientais que se estão processando no presente e no futuro.

A avaliação dos parâmetros analisados, especialmente a variação isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) demonstra que, ainda que não tenha havido mudança definitiva no padrão paleoclimático e ecológico da região estudada no intervalo de tempo considerado, ocorreram oscilações no padrão de vegetação ao longo deste podendo as mesmas serem interpretadas como indicações de pequenos ciclos climáticos, como o que vivenciamos no presente, que poderia levar a mudanças na s características da vegetação existente, sem registrar sucessão definitiva

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi viabilizado por intermédio do programa de qualificação da Universidade do Estado do Mato Grosso, em convênio com o Programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, com apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT. Aos Dr. Yuri Tavares Rocha (UFSCar) e Luiz Carlos Gazarini (Universidade de Évora, Portugal) pelas contribuições na revisão do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Províncias Estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, **Atas...** Campina Grande: SBG, p.363-391.
- AMARAL, G. Província Tapajós e Província Rio Branco. In: Almeida, F.F.; HASUI, Y.O. **Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, p. 6-35. 1984.
- ANHUF, D.; LEDRU, M.P.; BEHLING, H.; CRUZ JR., F.W.; CORDEIRO, R.C.; HAMMEN, T.; KARMANN, I.; MARENCO, J.A.; OLIVEIRA, P.; PESSEDA, L.; SIFFEDINE, A.; SILVA-DIAS, P.L. Paleo-environmental change in Amazonian and African rainforest

during the LGM, **Palaeo**, v.239, p.510-527, 2006.

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of soil organic matter and their use as indicators of vegetation and climate change. In: BOUTTON, T.W.; YAMASAKI, S. (Eds.). **Mass spectrometry of soils**: New York, Marcel Dekker, p.47-81. 1996.

BRINER, J.P.; MICHELUTTI, N.; FRANCIS, D.R.; MILLER, G.H.; AXFORD, Y.; WOOLLER, M.J.; WOLFE, A.P. A *multi-proxy* lacustrine record of Holocene climate change on northeastern Baffin Island, Arctic Canada. **Quaternary Research**, v.65, p.431-442, 2006.

CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S.; KAWASHITA, K. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLOGICO CHILENO, 2., 1979, Arica. **Actas...** Arica, v.4, p.137-148, 1979.

FARQUHAR, G.D., O'LERRY, M.H., BERRY, J.A. On the relationship between carbon isotope discrimination and intercellular carbon dioxide concentration in leaves. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.9, p.121-137, 1982.

FARQUHAR, G.D.; HUBICK, K.T.; CONDON, A.G.; RICHARDS R.A. Carbon isotope fractionation and plant water-use efficiency. In: RUNDEL, P.W.; EHLERINGER, J.R.; NAGY, K.A. (Eds.). **Stable Isotopes in Ecological Research**. Springer-Verlag, New York, p.21-40. 1989.

KILLOPS, S.D.; KILLOPS, V.J. **Introduction to organic geochemistry**. 2nd. Edition. Blackwell Publishers. 2004. 265p.

MARTIN, L., FLEXOR, J.M.; SUGUIO, K. Vibrotestemunhador leve: construção, utilização e possibilidades, **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.16, n.1/2, p.59-66, 1995.

MCALESTER, A.L. **História Geológica da Vida**. Editora Ed. Blücher/EDUSP, São Paulo, 1969. 176p.

MEE A.C.; MCKIRDY, D.M., KRULL, E.S.; WILLIAMS, M.A.J. Geochemical analysis of organic-rich lacustrine sediments as a tool for reconstructing holocene environmental conditions

along the Coorong coastal plain, southeastern Australia. In: REGIONAL REGOLITH SYMPOSIA, 2004, Adelaide, **Proceedings...** Perth and Canberra: CRC/LEME, 2004, p.247-251.

MELO, M.L.D. **Simulações de clima para o holoceno médio usando o mcga do Cptec, com ênfase sobre a América do Sul**. 2008. 199f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos.

MENDES, J.C. **Paleontologia básica**. São Paulo: EDUSP, 1988. 347p.

MEYERS, P.A., ISHIWATARI, R. Lacustrine organic geochemistry – an overview of indicators of organic matter sources and diagenesis in lake sediments. **Organic Geochemistry**, v. 20, p. 867-900, 1993.

MEYERS, P.A. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. **Organic Geochemistry**, v.27, p.213-250, 1997.

PERDUE, E.M.; KOPRIVNJAK, J.F. Using the C/N ratio to estimate terrigenous inputs of organic matter to aquatic environments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.73, n.1-2, p.65-72, 2007.

PRASIFKA, J.R.; HEINZ, K.M. The use of C3 and C4 plants to study natural enemy movement and ecology, and its application to pest management. **International Journal of Pest Management**, v.50, n.3, p.177-181, 2004.

PRICE, T.D.; SCHOENINGER, M.J.; ARMELAGOS, G.J. Bone Chemistry and Past Behavior: an Overview. **Journal of Human Evolution**, v.14, p.419-447, 1985.

SAIA, S.E.M.G.; PESSENDA, L.C.R.; SIFEDDINE, A.; GOUVEIA, S.E.M.; BENDASSOLI, J.A ; KARMANN, I.; AMARAL, P.G.C. Carbon Isotopes in soils and lacustrine sediments in Paleovegetation and Paleoclimate Studies during the late Pleistocene and the Holocene in the southeastern Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ISOTOPES, 5., 2005,

Bruxelas, **Proceedings of the 5ICI**. Bologna (Italy): Medimond, 2005, v.1, p.329-333.

SEPLAN. **Aspectos geológicos da folha rio Cururu – MIR 220 (sb.21-y-d) e rio Teles Pires – MIR 247 (SC.21-V-B) – MEMÓRIA TÉCNICA**. 2000. Disponível em www.zsee.seplan.mt.gov.br/.../250.../DSEE-GL-MT-001.doc. Acesso em: 10 jun. 2011.

SILVA, G.C.A. **Caracterização geoquímica orgânica das rochas geradoras de petróleo das formações Irati e Ponta Grossa da Bacia do Paraná**. 2007. 238f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

XU, H.; TAN, A.I.L.; AN, Z.L. Stable isotopes in bulk carbonates and organic matter in recent sediments of Lake Qinghai and their climatic implications. **Chemical Geology**, v.235, p.262–275, 2006.

ZHANG, C.; CHEN, F. The Palaeo environmental significance of carbon isotopes in organic lacustrine sediments in arid China. In: INQUA CONGRESS, 16., 2003, Reno, Nevada. **Proceedings...** Reno: INQUA, 2003, p.59.

VAN der HAMMEN, T.; HOOGHIEEMSTRA, H. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate and plant diversity in Amazonia. **Quaternary Science Reviews**, v.19, p.725-742, 2000.

