

Biotupé: Meio Físico,  
Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central  
Edinaldo Nelson SANTOS-SILVA, Fábio Marques APRILE, Veridiana Vizoni SCUDELLER,  
Sérgio MELO (Orgs.),  
Editora INPA, Manaus, 2005



# Meio Físico

# 1

## CAPÍTULO 1 - Modelos geomorfológicos para o Lago Tupé

Fábio Marques APRILE & Assad José DARWICH

## CAPÍTULO 2 - Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas

Assad José DARWICH; Fábio Marques APRILE & Barbara Ann ROBERTSON

## CAPÍTULO 3 - Limnologia do Lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido

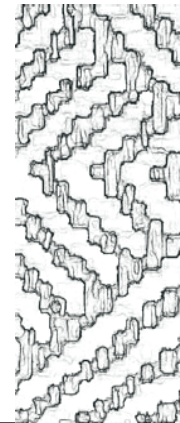
Assad José DARWICH; Fábio Marques APRILE; Barbara Ann ROBERTSON & Luiz Fernando ALVES

## CAPÍTULO 4 - Considerações sobre a geoquímica e dinâmica sedimentar do Lago Tupé

Fábio Marques APRILE; Assad José DARWICH & José Carlos RAPOSO



Biotupé: Meio Físico,  
Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central  
Edinaldo Nelson SANTOS-SILVA, Fábio Marques APRILE, Veridiana Vizoni SCUDELLER,  
Sérgio MELO (Orgs.),  
Editora INPA, Manaus, 2005



## Capítulo 1

## Meio Físico

# Modelos geomorfológicos para o Lago Tupé

Fábio Marques APRILE  
*aprielfm@hotmail.com*

Assad José DARWICH  
*ajdarwich@yahoo.com.br*

*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática  
Av. André Araújo 2936, Caixa Postal 470 Manaus, AM, 69060-001*

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi estudar a geomorfologia do lago Tupé, tendo como proposta apresentar um modelo morfométrico para a bacia, baseado em aferições realizadas no período de seca do ciclo hidrológico 2003/2004. Os estudos incluíram a área livre do lago, cinco igarapés de floresta e o canal de conexão com o rio Negro. O lago está conectado ao rio por um canal de cerca de 20m de largura, 0,5m de profundidade e 150m de comprimento. A amplitude média de variação do nível da água no canal é semelhante à do rio acima da cota 19m a.n.m. (acima do nível do mar). Os resultados da análise morfométrica revelaram que o lago apresenta uma seção transversal com padrão tendendo ao triangular, com formato de cunha irregular “V” deslocado para a margem direita. Durante a fase de seca a área do espelho de água foi de 66,9ha, e o volume de aproximadamente 1.440.260m<sup>3</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** geomorfologia, batimetria, geometria hidráulica, análise areal, lago Tupé.



## Introdução

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo de um ecossistema. Nesse estudo estão incluídos não apenas os aspectos morfológicos como também os processos atuantes. Segundo Christofolletti (1997) o estudo morfológico ainda não evoluiu o suficiente para permitir uma classificação aceitável em função desse critério, muito embora já seja possível utilizar classificações para vertentes, redes de drenagem, lineamento de canais, dunas e áreas costeiras. Em contraposição, o estudo dos processos atuantes no sistema está bastante desenvolvido, já sendo possível estabelecer uma classificação lógica e exequível dos fatos geomorfológicos através do estudo da dinâmica regional.

Os primeiros estudos geomorfológicos que se têm notícia remontam da antiguidade, tendo o primeiro grande avanço durante os séculos XV e XVI. No Brasil a evolução do conhecimento geomorfológico é recente. A partir da década de 1940 o conhecimento geomorfológico do território brasileiro evoluiu de maneira rápida, com o surgimento de várias publicações nas áreas de geologia e geografia, destacando-se os estudos de Martonne (1943, 1944), Ruellan (1944, 1950 e 1952), Freitas (1951), Ab'Saber (1956, 1958, 1964), Bigarella (1961, 1964), Carvalho (1965) e Christofolletti (1977, 1978). No campo geológico com ênfase para os processos de dinâmica sedimentar destacaram-se os trabalhos de Suguio (1973, 1994). Especificamente na área do lago Tupé, Rai & Hill (1981) apresentaram os primeiros dados hidrológicos e morfológicos sobre a bacia.

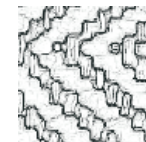
Com o passar do tempo, a geomorfologia no Brasil passa a adotar novas linhas de pesquisa dentro da geomorfologia climática, envolvendo a elaboração e aplicação de modelos para explicar a evolução das feições típicas do relevo atual, que segundo Cunha & Guerra (1998) caracteriza-se por um reafeiçoamento contínuo da superfície e por uma sobreposição de formas sobre uma estrutura morfológica preexistente, seja de natureza morfoestrutural seja morfoclimática. A geomorfologia lacustre estuda os processos e define as

formas relacionadas com o escoamento das águas dos lagos. Ao contrário dos rios, os lagos na maioria das vezes não agem como transportadores de grande quantidade de materiais intemperizados.

A geomorfologia lacustre ainda é pouco estudada, no entanto, sabe-se que o transporte de material clástico limita-se a curtas distâncias, quando de origem autóctone, em decorrência da alta taxa de sedimentação. Já o material de origem alóctone chega através do sistema fluvial com alta energia, podendo ser distribuído por toda área lacustre.

Os lagos funcionam como canais acumuladores, sendo que o fluxo de material clástico para o lago faz parte integrante do ciclo hidrológico local. No caso do lago Tupé, tanto as características físicas quanto as químicas e biológicas, estão diretamente associadas ao pulso de inundação do rio Negro. Neste caso, a alimentação do lago se processa preferencialmente através de águas superficiais provenientes do rio Negro e dos igarapés de floresta, e em menor grau através de águas subterrâneas e pelas águas das chuvas. Pelo fato do lago como unidade de sistema estar em contínua interação com o meio, pode-se dizer que as condições climáticas, a litologia e a cobertura vegetal controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica fornecida pelo sistema.

Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem de forma direta ou indireta no lago. Sendo assim, o estudo dos



curtos de água que compõem a bacia do lago Tupé só pode ser realizado em função da perspectiva global do sistema hidrográfico. O objetivo deste trabalho foi estudar o lago Tupé no seu aspecto geomorfológico, tendo como proposta apresentar um modelo morfométrico e um mapa escalonado para o lago.

## Metodologia

Este estudo foi desenvolvido no lago Tupé durante o ciclo hidrológico 2003/2004. Técnicas bastante divulgadas de análise morfométrica foram aplicadas segundo procedimentos metodológicos descritos por Carvalho (1965), Maier (1983), Costa (1991) e Christofolletti (1997). O lago Tupé foi delimitado com auxílio de um GPS Garmin 12x e a partir de consultas em cartas e fotos aéreas. Os estudos geomorfológicos incluíram a área livre do lago, os principais igarapés de floresta (igarapé Helena, das Pedras, da Cachoeira, Monteiro e Terra Preta) e o canal de comunicação com o rio Negro. Para a análise areal foram aplicados transectos dividindo o lago em seções transversal, longitudinal e diagonal. Réguas foram instaladas em pontos específicos do lago para acompanhar a variação da coluna de água em função do ciclo hidrológico. Para a análise batimétrica foi utilizada fita graduada  $100 \pm 0,01$ m. Para definir os vários processos atuantes na geomorfologia do lago, foi feito um estudo da granulometria dos solos e sedimentos do sistema através de

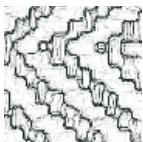
técnicas de peneiramento e separação fracionada. Maiores detalhes da descrição metodológica são apresentados em Aprile *et al.* (2005, neste volume). A partir dos resultados foi elaborado um modelo morfométrico para o lago. Um mapa foi digitalizado com auxílio dos software's MaxiCad, Surfer e Arcview.

## Resultados e Discussão

### Geometria Hidráulica

Os primeiros estudos morfométricos relacionando largura e profundidade em rios do centro oeste dos Estados Unidos foram desenvolvidos por Leopold & Maddock (1953). Para os autores, tais variáveis físicas estão diretamente ligadas à forma e tamanho do canal, e apresentam aplicabilidade em locais de margens bem definidas. Estudos posteriores de Leopold & Wolman (1957, 1960) e Wolman & Leopold (1957) revelaram que os eventos de magnitude moderada e de ocorrência freqüente podem controlar a forma de um canal. Tomando o lago Tupé como um grande canal receptor de águas e material clástico, nota-se que sua morfologia é bem definida, sendo que o pulso de inundação associado à variação pluviométrica são diretamente responsáveis pela oscilação do nível de água do lago. A Figura 1 apresenta a variação de nível da água do rio Negro e do lago Tupé durante o ciclo hidrológico de 2003, detalhando além disso, o início da enchente do ciclo seguinte e a seca de 2002.

Os registros diários de variação de nível do rio Negro desde 1902 realizados no Porto de Manaus indicam que as curvas de variação do pulso de inundação são sempre monomodais, semelhantes à da Figura 1, e com amplitudes em torno de 10m. Nesse período, o nível do rio apresentou cota máxima de 29,69m a.n.m., em junho de 1953, e mínima de 13,64m a.n.m., no final de outubro de 1963. Verifica-se portanto, que a amplitude total do pulso de inundação, no último trecho do rio Negro, alcançou cerca de 16m durante o período de registros. Naqueles ciclos hidrológicos, as amplitudes totais dos pulsos foram, respectivamente, de 12,62m e 13,65m.



Essas variações têm estreita relação com a variação de nível no lago Tupé por sua ligação com o rio Negro, a mínima foi de 17,07m em 31 de outubro de 1953 e máxima de 27,31m em 17 de junho de 1963.

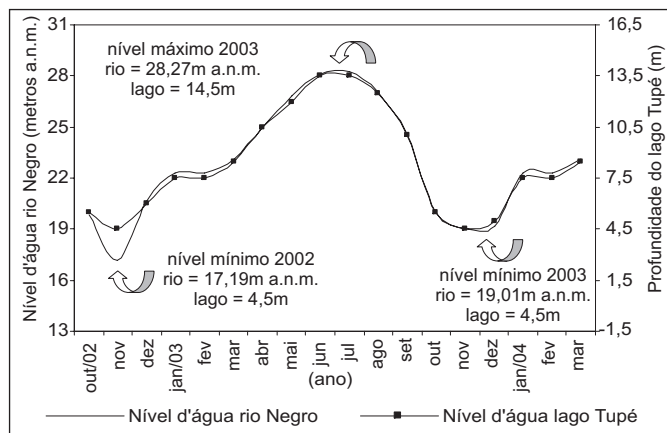
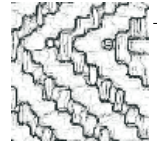


Figura 1. Nível da água no rio Negro medido no Porto de Manaus e no lago Tupé, na Estação Central (ET10). De outubro de 2002 a março de 2004.

O lago Tupé está conectado ao rio por um canal de cerca de 20m de largura, por 0,5m de profundidade e 150m de comprimento durante a fase de seca (águas baixas) e a amplitude média de variação de nível é semelhante à do rio acima da cota 19m a.n.m. Quando o nível da água está abaixo da cota 19m a.n.m não há entrada de água no lago pelo rio. Ocorre nesta fase, afluxo de água do lago ao rio proveniente, principalmente, da influência dos igarapés de floresta que convergem ao lago e da precipitação. No pico da cheia, em média, o nível rio atinge valores em torno da cota 28m a.n.m. e o lago apresenta profundidades cerca de 15m em sua região central e de 10m na região de cabeceira. Apesar da grande flutuação anual de nível, as outras medidas lineares (comprimento e largura) e de superfície (área livre) aumentam muito pouco quando comparadas às de lagos de várzea, nos quais os desníveis da bacia são quase sempre muito pequenos. No Tupé, ao contrário, além do desnível, a bacia do lago apresenta margens íngremes, com vale em forma de “V”. Por isso, a área inundável da bacia lacustre é pequena e a área livre

é exatamente a mesma área limitada pelas margens, visto não haver presença de macrófitas aquáticas que possam diminuir a superfície livre do lago.

Na foz do lago há bancos de areia com altitude máxima em torno da cota 30m a.n.m. bloqueando a bacia do lago, o que provavelmente pressionou a formação de um canal escavado até a cota 19m a.n.m na parte lateral do bloqueio. Com isto, mesmo que o rio atinja cotas menores que 19m, o que freqüentemente acontece no período de seca, o lago permanece com profundidade máxima cerca de 4,5m. Nesta fase, predomina as condições hidroquímicas das águas dos igarapés e da precipitação pluviométrica. Durante todo o período de medições no Porto de Manaus (101 anos), em 26 anos a cota mínima esteve acima de 19m, sendo que oito dessas estiveram acima de 21m, com máxima de 21,84m em 1974. Observa-se que em mais de 100 anos de medições, cerca de 74,3% dos períodos de águas baixas a cota do rio esteve bem abaixo de 19m. É possível que o percentual real de máximas e mínimas durante a existência do lago esteja próximo desses observados e ainda assim o canal do lago está em torno da cota 19. Por isso, em primeiro lugar pode-se supor que, a afluência do lago ao rio tenha sido sempre muito pequena, a ponto de não escavar abaixo da cota atual do canal e, em segundo lugar, que o banco de areia na foz do lago tenha sido, de fato, depositado pelo rio em consequência de eventos geológicos remotos, como sugeriu



Fittkau (1974).

Segundo Riccomini *et al.* (2000) do ponto de vista geológico, a morfologia dos canais é o principal atributo considerado na classificação dos sistemas hídricos. A morfologia dos canais lacustres e fluviais é controlada por uma série de fatores autocíclicos como a carga de sedimentos transportada, largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo, declividade, rugosidade do leito e cobertura vegetal nas margens e, alocíclicos como as variáveis climáticas e geológicas. No Tupé, esses eventos são bem definidos e têm influência marcante sobre a hidroquímica do lago. Embora com declive acentuado em direção ao rio, mas com vazão reduzida, o canal estreito e pouco escavado contribui para o isolamento do lago. As margens íngremes e a floresta circundante o protegem dos ventos dificultando a circulação da coluna de água. A carga de sedimentos é consideravelmente reduzida e caracterizada, ora pelo material do rio Negro, quando as águas desse rio predominam no lago, ora pelo material transportado pelos igarapés de floresta que caracterizam o lago nos períodos de enchente e vazante, em especial no período de águas baixas (início da enchente ou final da vazante). Em todas as situações o material em suspensão é muito fino e sua quantidade extremamente reduzida, em torno de  $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Esta situação contribui para a elevada transparência da água, que é maior no período de isolamento do lago (Secchi de até 1,5m) quando toda a massa aquática

encontra-se com luz fotossinteticamente ativa.

O fluxo e o material sedimentar são dois elementos fundamentais na estruturação do sistema de geometria hidráulica em cursos aluviais (Christofoletti, 1997). Cada um desses elementos pode ser caracterizado a partir de variáveis mensuradas nas seções transversal, longitudinal e diagonal do lago, dando subsídios para a apresentação de um modelo mais confiável da morfologia do sistema lacustre estudado.

Entre a linha da costa, margem esquerda do rio Negro, e o ponto mais interno do lago, acima dos igarapés da Helena (EI2) e das Pedras (EI3), se estende uma zona de transição, cujo gradiente batimétrico aumenta de forma irregular em direção ao rio (Fig. 2), tendo como trecho mais profundo a área que vai da confluência entre os braços maior (longitudinal) e menor (transversal) do lago, onde está localizada a estação de monitoramento denominada estação central (ET10), e o ponto mais próximo do canal de conexão com o rio Negro.

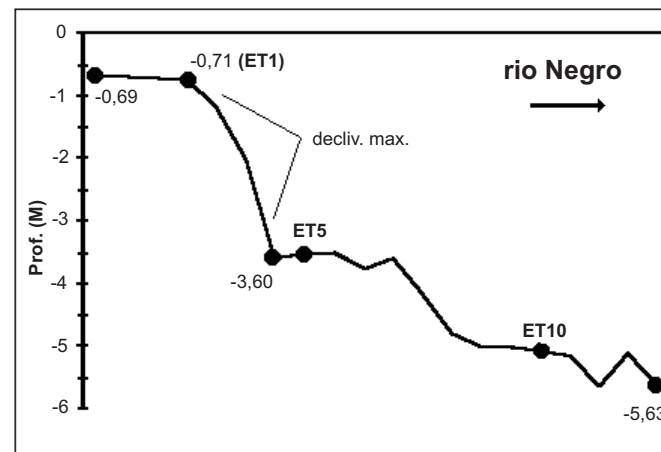
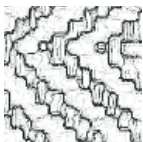


Figura 2. Perfil longitudinal do lago Tupé para o período de seca 2003 - 2004.

Apesar da Bacia Amazônica consistir de uma topografia relativamente plana, com fracos declives, os formadores do rio Negro nascem em áreas acidentadas do território nacional (Planalto das Guianas), a 2.100m de altitude (Cunha & Guerra, 1998). Essa característica contribui para impedir o acúmulo do material



sedimentar mais fino ao longo do leito principal do rio Negro.

A mobilização de sedimentos lacustres depende diretamente da velocidade orbital (velocidade de desprendimento e transporte), da granulometria, peso específico, forma dos sedimentos e ângulo de inclinação do sistema (declividade). O alto declive do lago proporciona um aumento da velocidade das águas, principalmente das camadas mais profundas, originando um padrão de transporte sedimentar, com áreas de inundação alimentadas pelas águas do rio durante os períodos de enchente e cheia. A declividade total do lago, calculada para o trecho localizado entre os pontos mais extremos deste, como mostra a Figura 2, foi de  $1,9 \text{ m.km}^{-1}$ . A declividade máxima, observada entre os pontos de amostragem ET1 e ET5, foi de  $4,1 \text{ m.km}^{-1}$ . Em locais sem um aporte significativo de sedimentos lamosos, oriundos dos igarapés de floresta e solos marginais, a mobilização dos sedimentos envolve o transporte predominantemente de sedimentos arenosos, como ocorre no rio Negro e no canal de conexão com o lago.

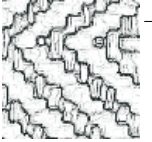
As lamas são depositadas nas profundidades em que a velocidade de corrente não mais exerce sua ação de selecionamento sedimentar. O ponto máximo de sedimentação das partículas finas no lago Tupé tem ocorrido nas proximidades da estação ET10, onde se encontra a maior profundidade do lago. Um maior detalhamento dos processos que envolvem a dinâmica sedimentar lacustre é abordado em Aprile *et al.* (2005, neste volume).

Considerando o canal principal de escoamento de um lago, este em decorrência da sua formação geológica e da ação das águas, pode apresentar três formas padrão de seção transversal: o tipo parabolóide, trapezoidal e triangular (Fig. 3). Em regiões de alta declividade, há um predomínio dos canais trapezoidais. Já em regiões com baixa energia potencial, o predomínio são das seções triangulares. Os resultados da análise morfométrica revelaram que o lago Tupé, apresenta uma seção transversal com padrão tendendo ao triangular, com formato de cunha irregular ou “V”, deslocado para a

margem direita como mostra a Figura 4. A declividade mais acentuada na margem direita está diretamente associada a formação geológica da região. O lago encontra-se inserido entre dois vales, com solos argilosos e areno-argilosos e uma fina camada de clay húmico nas direções norte e noroeste, além de uma extensa formação arenosa (bancos de areia) no limite da sua foz com o rio Negro. Segundo Fittkau (1974), durante o Pleistoceno havia uma imensa área de cachoeiras ao norte do lago, de onde grande quantidade de areia teria sido transportada em direção ao rio, sendo depositada, principalmente, onde hoje é a foz do lago Tupé. De acordo com o autor ainda, a deposição desse material teria sido decisiva na formação de parte da região ocidental do rio Negro. Considerando-se esta afirmação pode-se observar que a área de deposição referida estende-se, subindo o rio Negro pela margem esquerda, desde a praia da Ponta Negra passando pela foz dos igarapés Tarumã e Tarumã-Mirim até o lago Tupé. Além disso, no mesmo trecho do rio, pela margem direita, há extensas faixas de deposições arenosas semelhantes às da margem esquerda, tal como também registrado à montante dessa área do rio Negro.

A formação em cunha pressupõe que no passado, antes da deposição de areia na foz do lago, a região do lago apresentava alta velocidade de corrente, devido a um grande desnível no relevo. Em decorrência da grande velocidade de fluxo, os processos erosivos eram intensos, com grande





quantidade de material clástico sendo retirado e transportado das margens, moldando o relevo atual. Ainda hoje se encontra pequenas cachoeiras interligadas aos igarapés de floresta, com leito de rochas sedimentares moldadas pela ação das águas. Rai & Hill (1981) sugerem que a morfologia do lago Tupé, que segundo os autores tem um aspecto côncavo, é resultado de duas frentes: a expansão fluvial que elevou os níveis do leito do rio, provocando um aumento dos processos de sedimentação, associada a força dos ventos. Segundo os autores a formação do lago é de um período geologicamente recente.

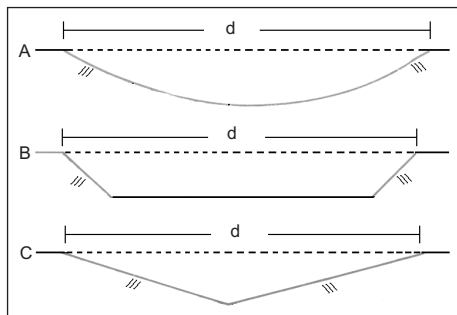


Figura 3. Formatos padrão de seção transversal de um lago. (A) parabolóide, (B) trapezoidal e (C) triangular.

De forma geral, os vários modelos propostos em geomorfologia apresentam relações que envolvem relevo, geologia e clima, assim como suas interações com o intemperismo, os solos, processos erosivos e dinâmica hídrica.

A partir do modelo de vertente apresentado por Dalrymple *et al.* (1968) foi esquematizado cinco das nove unidades hipotéticas descritas no

modelo, que estão representadas na Figura 4. A primeira unidade denominada interflúvio e declive com infiltração, refere-se aos processos pedogenéticos associados com movimento vertical da água superficial e, com a eluviação mecânica e química pelo movimento lateral da água subsuperficial. A segunda é a escarpa, cuja inclinação acentuada e abrupta favorece o intemperismo mecânico e químico. A terceira unidade é definida como declive intermediário, onde pode ocorrer transporte de material pelos movimentos coletivos dos solos, ação da água e formação de terracetes. O quarto é o sopé coluvial, onde ocorre reposição de material pelos movimentos coletivos e escoamento superficial, transporte de material, reptação e formação de cones de dejeção. Por fim, a quinta unidade é formada por um declive aluvial com deposição aluvial, processos oriundos do movimento da coluna de água associado ao transporte de material para jusante em direção a Et10.

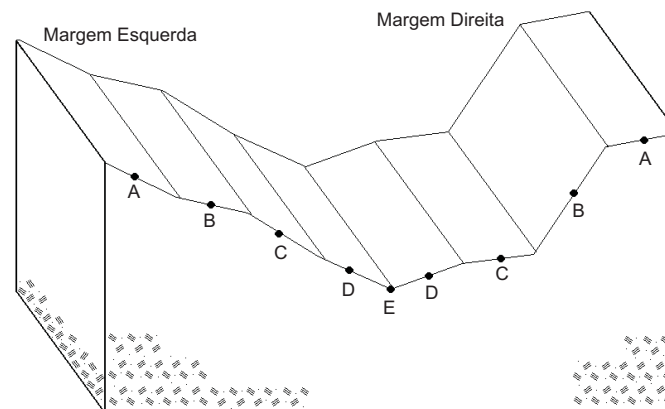


Figura 4. Modelo de seção transversal do lago Tupé para o período de seca 2003/2004 e os processos geomorfológicos dominantes. (A) interflúvio e declive com infiltração; (B) escarpa; (C) declive intermediário; (D) sopé coluvial e (E) declive aluvial e leito central.

No aspecto geomorfológico, os igarapés apresentam variações no relevo. O igarapé da Helena, o mais à montante, e o igarapé Terra Preta, localizado no braço transversal, apresentam um formato próximo ao modelo trapezoidal, com uma inclinação mais acentuada na margem esquerda. Já os igarapés das Pedras, Cachoeira



e Monteiro, diferentemente, apresentam uma morfologia que tende ao modelo triangular, com deformações. O igarapé da Cachoeira é o que melhor se adequa a esse modelo, apresentando seções íngremes próximo ao leito e interflúvio igualmente inclinado nas margens (Figs. 5a-5e).

O lago Tupé tem um papel de escoadouro das águas e sedimentos em suspensão provenientes dos igarapés de floresta para o rio Negro durante os períodos de vazante e seca. Já nos períodos de enchente e cheia, o lago torna-se um acumulador de águas pretas provenientes do rio Negro. Essa dinâmica fluvio-lacustre é grandemente favorecida pela geomorfologia da região.

#### **Análises Areal e Batimétrica**

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise morfométrica do lago Tupé. O lago Tupé apresenta um formato em "t", com um braço maior ou longitudinal de aproximadamente 2.504m e um braço menor ou transversal de 1.149m de comprimento. A largura máxima foi observada exatamente na confluência dos dois braços, com aproximadamente de 211 a 250m. A largura mínima foi determinada no extremo oposto da foz do lago, acima da estação ET1, com valores próximos de 32m. A partir dos resultados da análise morfométrica do lago Tupé chegou-se a um valor aproximado da área do espelho de água de 66,9ha, e um volume para o período de seca de aproximadamente 1.440.260m<sup>3</sup>. Rai & Hill (1981), estudando alguns parâmetros morfométricos para o lago ao longo de um ciclo hidrológico completo, encontraram uma área aproximada de 68ha e um volume 2.570.000m<sup>3</sup>, sendo este volume baseado na profundidade média para o período de cheia. Comparando os dois resultados, observa-se que em termos de área, o lago não varia muito entre a seca e a

cheia, contudo, o volume aumenta no mesmo período cerca de 56%. Esse fenômeno é característico de lagos encrostados em regiões de vale. Desse modo, não é possível obter uma relação direta entre a área e o volume, sendo mais confiável uma relação entre este último com a profundidade média.

Apesar dos processos morfodinâmicos atuais não serem intensos, fato comprovado pela baixa dissipação energética proveniente das ondas e ventos, e pela reduzida troca de sedimentos entre a praia, localizada no canal, e a zona submersa do lago, a profundidade do lago é bastante variada, fundamentalmente pela influência do pulso de inundação. Durante o período de seca a profundidade média do lago é de 2,1m, enquanto que na cheia fica em torno de 11,1m. Na estação ET10, a profundidade varia dentro de um ciclo hidrológico com mínima de 5,1 no período de seca e máxima de 15m durante a cheia.

A partir da elaboração de transectos ao longo da bacia do lago Tupé (Fig. 6), foi realizada a análise batimétrica do lago, dos igarapés Helena, das Pedras, da Cachoeira, Monteiro e Terra Preta, além do canal de conexão com o rio Negro, apresentados nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

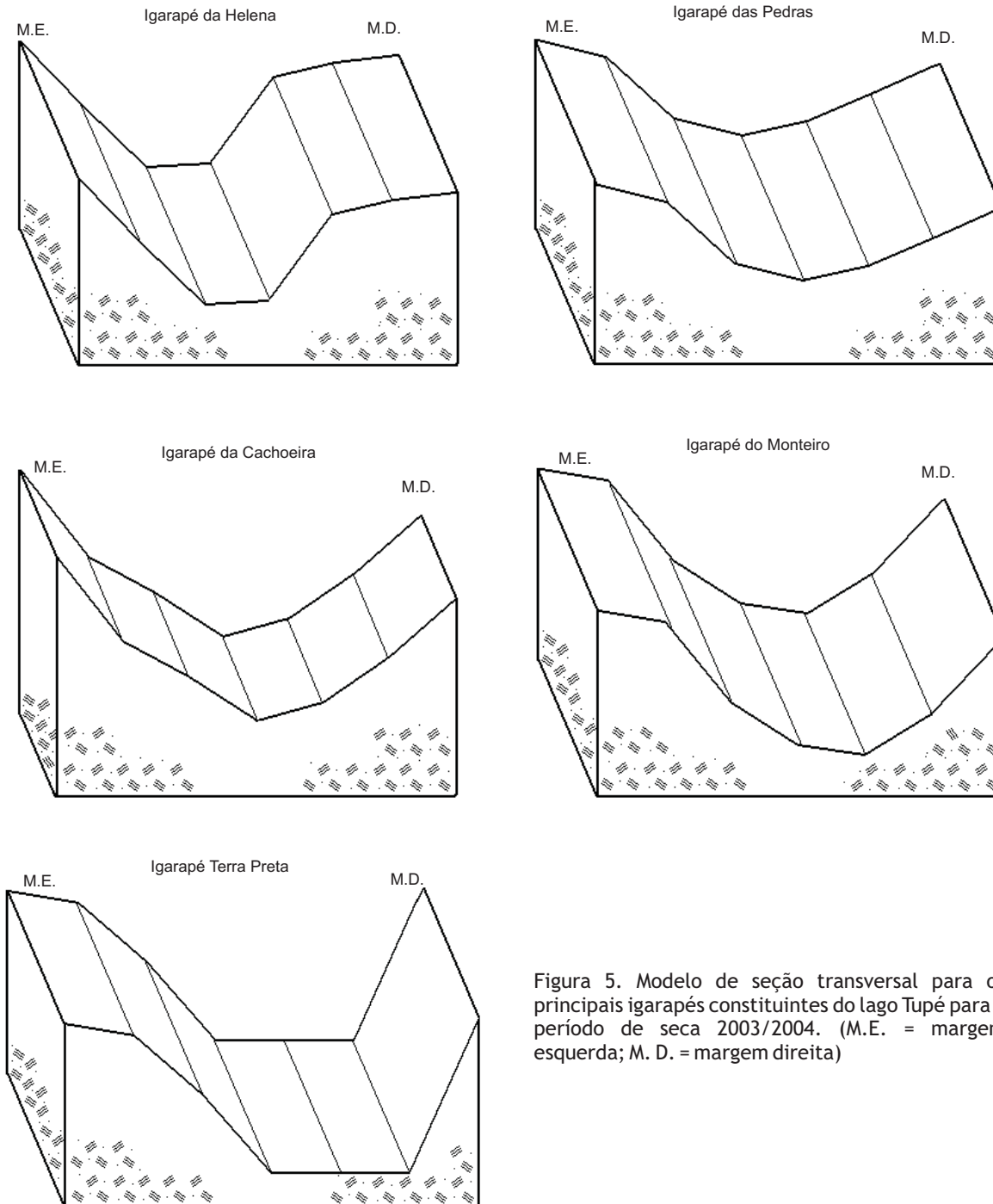
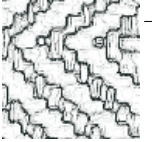


Figura 5. Modelo de seção transversal para os principais igarapés constituintes do lago Tupé para o período de seca 2003/2004. (M.E. = margem esquerda; M. D. = margem direita)



Tabela 1. Medidas morfométricas do lago Tupé obtidas durante o período de seca 2003/2004.

<b>Setor do Lago</b>		<b>Setor dos Igarapés</b>	
comprimento máximo (m)	2.504	EI2 comprimento máximo (m)	117,4
comprimento mínimo (m)	1.149	EI2 largura média (m)	29,6
largura máxima (m)	250,1	EI2 profundidade média(m)	0,4
largura mínima (m)	32,4	EI3 comprimento máximo (m)	162,1
largura média (m)	97,4	EI3 largura média (m)	36,4
diagonal maior (m)	1.014	EI3 profundidade média(m)	0,3
diagonal menor (m)	148,5	EI4 comprimento máximo (m)	274
		EI4 largura média (m)	37,8
profundidade máxima (m)	5,6	EI4 profundidade média(m)	0,6
profundidade mínima (m)	0,1	EI6 comprimento máximo (m)	257,8
profundidade média(m)	2,1	EI6 largura média (m)	50,9
profundidade relativa (m)	2,2	EI6 profundidade média(m)	0,6
		EI8 comprimento máximo (m)	157,9
declividade total (m/km)	1,9	EI8 largura média (m)	18,1
declividade máxima (m/km)	4,1	EI8 profundidade média(m)	0,6
		<b>Setor do Canal (EC11)</b>	
talude da seção ET10	14,9	comprimento máximo (m)	315
área da seção ET10 (m2)	383,7	largura máxima (m)	41,2
perímetro molhado ET10 (m)	151,4	largura mínima (m)	15,1
raio hidráulico ET10 (m)	2,5	largura média (m)	26,5
área de superfície (ha)	66,9	profundidade máxima (m)	1,4
volume estimado (m3)	1.440.260	profundidade mínima (m)	0,1
tipo de bacia	"Ria"	profundidade média(m)	0,5

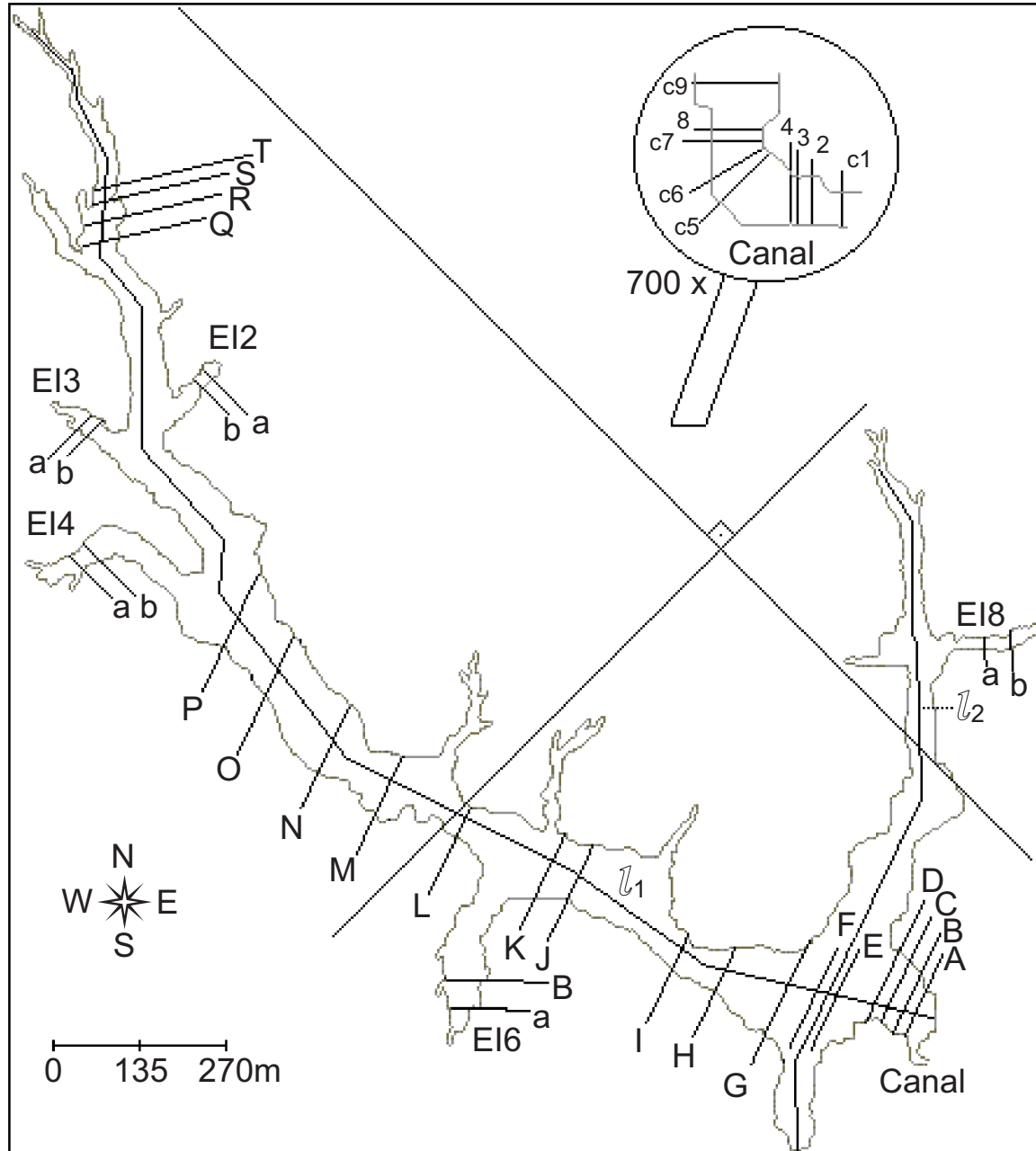
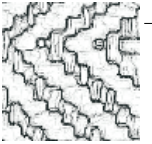
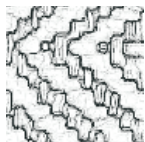


Figura 6. Mapa da bacia do lago Tupé com os transectos aplicados para as análises morfométrica e batimétrica.



Aprile & Darwich

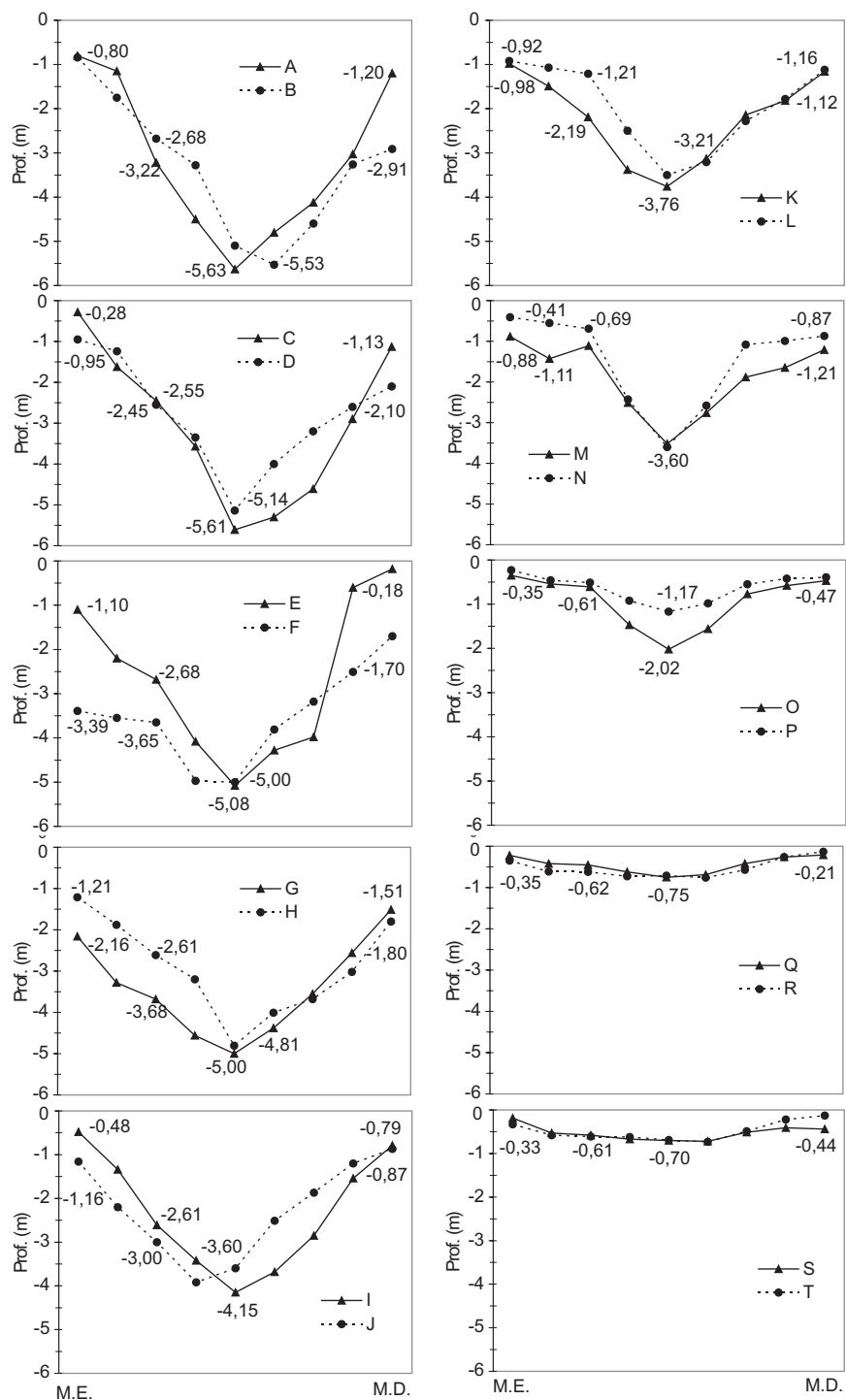


Figura 7. Análise batimétrica do lago Tupé (período de seca 2003/2004). (M.E. = margem esquerda; M. D. = margem direita)

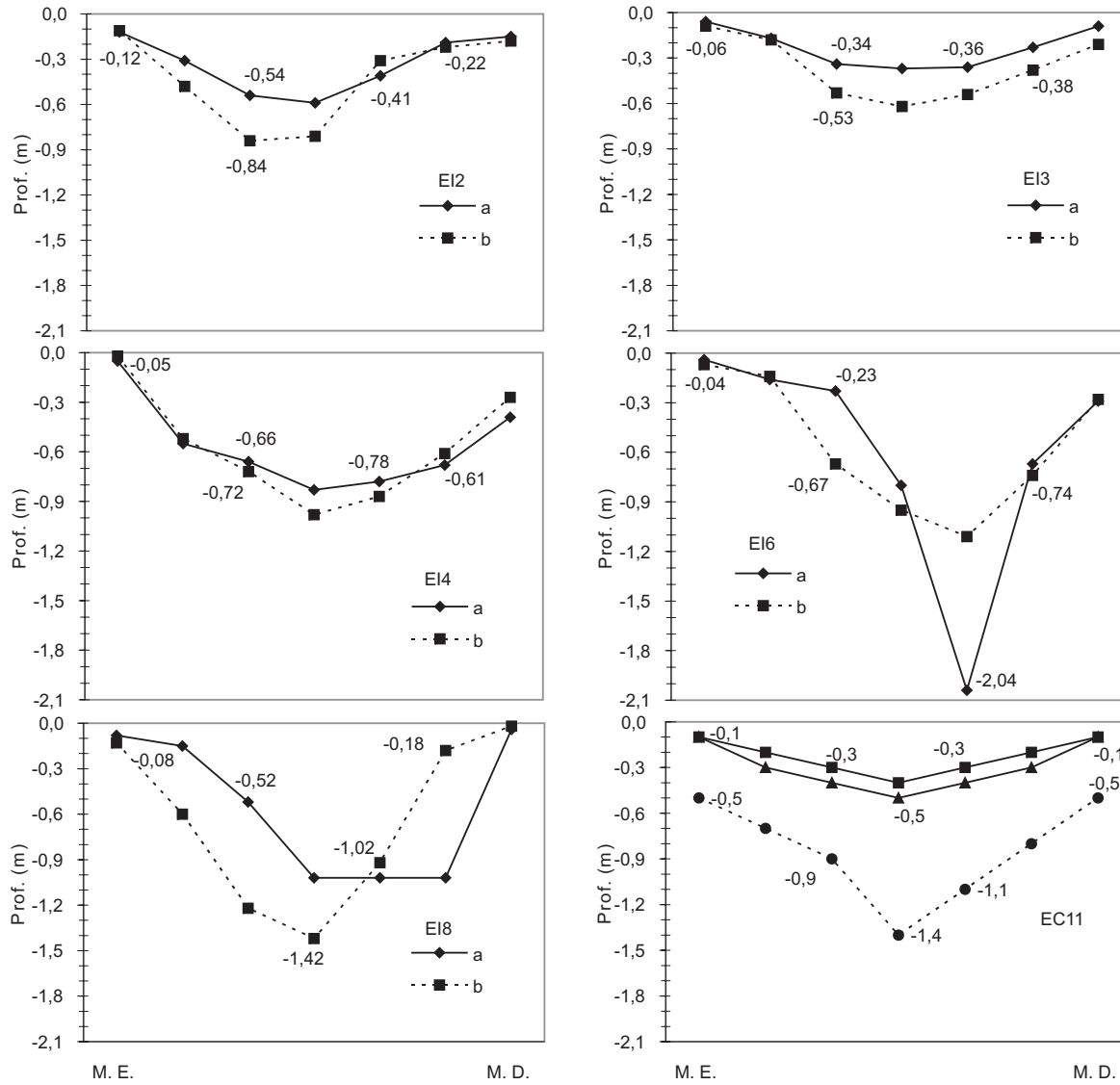
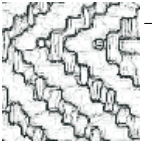
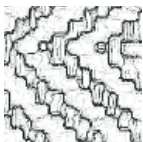


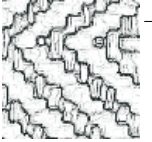
Figura 8. Análise batimétrica dos igarapés de floresta e do canal do lago Tupé (período de seca 2003/2004). (M.E. = margem esquerda; M.D. = margem direita)



## Bibliografia Citada

- Ab'Saber, A. N. 1956. Etat actuel des connaissances sur les niveaux d'érosion et les surfaces d'aplanissement du Brésil. In: 18 *Congrès International de Géographie*, Rio de Janeiro 1956, Report New York, Union Geographie Internationale, 5:7-27.
- Ab'Saber, A. N. 1958. A geomorfologia no Brasil. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, São Paulo, 1(2):1-8.
- Ab'Saber, A. N. 1964. O relevo brasileiro e seus problemas. In: *Brasil: a terra e o homem*, vol. I, Cia. Editora Nacional, São Paulo. p.135-250.
- Aprile, F. M., Darwich, A. J.; Raposo, J. C. 2005. Considerações sobre a geoquímica e dinâmica sedimentar do lago Tupé. In: Santos-Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. (Orgs.), *BioTupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo rio Negro, Amazônia central*. Editora INPA, Manaus, AM.
- Bigarella, J. J. 1961. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, PR, (4-5):94-125.
- Bigarella, J. J. 1964. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico no Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, PR, (10-11):211-213.
- Carvalho, L. 1965. Curso de hidrobiologia e barragens: cheias. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 64pp.
- Christofoletti, A. 1977. As tendências atuais da geomorfologia no Brasil. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, São Paulo, 17(33):35-91.
- Christofoletti, A. 1978. Aspectos da análise sistêmica em geografia. *Geografia*, São Paulo, 3(6):1-31.
- Christofoletti, A. 1997. *Geomorfologia*. 5 reimpressão, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 188pp.
- Costa, A. F. 1991. *Introdução à ecologia das águas doces*, UFRPE, Imprensa Universitária, Recife 297pp.
- Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. (orgs.) 1998. *Geomorfologia do Brasil*. , Bertrand Brasil ed., Rio de Janeiro 392pp.
- Dalrymple, J. B.; Blong, R. J.; Conacher, A. J. 1968. A hypothetical nine unit land surface model. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 12(1):60-76.
- Fittkau, E. J. 1974. Zur ökologischen Gliederung Amazoniens. 1. Die erdgeschichtliche Entwicklung Amazoniens. *Amazoniana*, 5:77-134.
- Freitas, R. O. 1951. Ensaio tectônico do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, 13:171-222.
- Leopold, L. B.; Maddock, T. 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. *U. S. Geol. Sur. Prof. Paper* 252, Washington, EUA.
- Leopold, L. B.; Wolman, M. G. 1957. River channel patterns: braided, meandering and straight. *U. S. Geol. Sur. Prof. Paper* 282 B, Washington, EUA. p. 39-85.
- Leopold, L. B.; Wolman, M. G. 1960. River meanders. *Geol. Soc. America Bulletin* 71. p. 769-794.
- Maier, M. H. 1983. *Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos da bacia do rio Jacaré Pepira - SP*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 303pp.
- Martonne, E. de 1943. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico (1ª parte). *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 5(4):532-550.
- Martonne, E. de 1944. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico (2ª parte). *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 6(2):222-238.
- Rai, H.; Hill, G. 1981. Physical and chemical studies of lago Tupé; a Central Amazonian Black Water, , Ria Lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 66(1):37-82.
- Riccomini, C., Giannini, P. C. F.; Mancini, F. 2000. Rios e processos aluviais. In: Teixeira, W.; Toledo, M. C. M.; Fairchild, T. R.; Taioli, F. (eds.). *Decifrando a Terra*. , Oficina de Textos São Paulo. p. 191-214.
- Ruellan, F. 1944. Evolução geomorfológica da baía de Guanabara e das regiões vizinhas. *Revista Brasileira de Geografia*, 6(4):445-508.
- Ruellan, F. 1950. Les surfaces d'érosion de la région sud-orientale du plateau central brésilien. In: *XVI Congresso Internacional de Geografia*, Lisboa, Portugal. p.659-673.





Ruellan, F. 1952. Alguns aspectos do relevo no planalto central do Brasil. *Assoc. Geog. Brasil*, Na., 2:17-28.

Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. Ed. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo. 110p.

Suguio, K. 1994. *Rochas sedimentares. propriedades, gênese, importância econômica*. 4 ed., Editora Edgard Blücher, São Paulo. 500p.

Wolman, M. G.; Leopold, L. B. 1957. River flood plains: some observations on their formation. *U. S. Geol. Sur. Prof. Paper 282 C*, Washington, EUA, p. 87-109.

