

**MORFOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DO MEIO
FÍSICO DE AMBIENTES LACUSTRES NO VÃO DO
PARANÃ-GOIÁS, BRASIL.
UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO***

Morphometry and characterization of the physical environment of the
lake range from Paranã - Goiás, Brazil. A first approximation

Morfometría y caracterización del medio físico del lago Paranã,
Goiás, Brasil. Una primera aproximación

Thiago Morato de Carvalho

Marcelo Ribeiro Zucchi

RESUMEN

El objetivo general de este estudio es determinar la influencia que ejercen las características del medio que circunda a cuatro lagos sobre la región denominada Vão do Paranã, estado de Goiás, Brasil. Para la realización de este estudio se hizo necesaria la toma de muestras de

* Recibido: 28-04-2009.

Aceptado: 02-07-2009.

sedimentos, la determinación de la batimetría en estos tres lagos, además del uso del respectivo mapa geomorfológico. Los sedimentos son predominantemente limos, que se relacionan con el tipo de litología y el suelo en los alrededores. En un caso, el sustrato lo constituyen los residuos de laterita, material de desecho predominantemente limo-arcilla con granos de cuarzo dispersos y asociados a una costra ferruginosa. Así, los factores que pueden explicar mejor las diferencias en la calidad de las aguas y sedimentos del lago, tanto como los sistemas de la dinámica de las comunidades de algas y macrófitos, están más relacionados con las configuraciones geomorfológicas y edafológicas que con el tipo de uso de la tierra.

PALABRAS CLAVE: Vão do Paranã, sistemas lacustres, sedimentos, geomorfología, morfometría, Brasil.

ABSTRACT

To determine the lake habitat influence to four Goiás state Vão do Paranã lakes, in Brazil, this the main objective to the study done with the use of a geomorphological map, sediment samples, and bathymetry, at three lakes. The sediments being mud, mainly related to nearby ground decomposition. In a case history, the substratum were layer lattice with spread quartz grains in it, and associated to ferrous layer. Therefore, the conditions that may better explain the water condition differences, and lake sediments as well as the dynamics of algae, and macrophytes are more related to geomorphology, and edafic factors rather than soil's usage.

KEY-WORDS: Vão do Paranã, lake-dwelling, sediments, geomorphology, morphometrics, Brasil.

INTRODUÇÃO

Lagos são corpos d'água transitórios, podem estar associados à dinâmica estrutural do relevo e a ambientes fluviais, possuem curta duração na escala geológica, portanto surgem e desaparecem no

decorrer do tempo, são dependentes da dinâmica geológica, fluvial e climática regional. A ação antrópica tem sido nas últimas décadas um importante agente modificador dos ambientes lacustres. A atividade humana contribui em acelerar processos morfológicos fluviais, devido ao uso desordenado da terra, afetando a taxa de aporte e erosão natural. Isso tem sido demonstrado em estudos na planície fluvial do rio Araguaia, onde o incremento acelerado da taxa de sedimentos tem provocado alterações na dinâmica hidrosedimentológica, afetando diretamente o sistema lacustre da planície fluvial (Morais, 2006; Alves e Carvalho, 2007; Carvalho, 2007; Bayer e Carvalho, 2008).

De acordo com Esteves (1998) lagos são corpos d'água continentais sem comunicação direta com o mar e suas águas têm em geral baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas às águas oceânicas, que dependendo da gênese, os lagos podem ser classificados em diferentes grupos (exemplo lagos de planície fluvial, tectônicos, glaciares, vulcânicos, dentre outros).

As características do meio físico dos ambientes lacustres e seu entorno estão diretamente relacionadas com a geologia, geomorfologia, pedologia, clima e ação antrópica. Estas variáveis condicionam respostas variadas de sedimentação, qualidade da água, e diferentes graus de suscetibilidade à erosão em condições hidroecológicas estáveis ou aceleradas devido o uso da terra.

Quanto à influência destas variáveis na dinâmica das comunidades aquáticas, a erosão em determinado substrato rochoso ou solo e o subsequente carreamento dos sedimentos, e produtos solúveis agregados, alteram as condições química da água, exemplo o *pH*. O tipo de uso dos ambientes lacustres e entorno, podem afetar as comunidades de fauna e flora de diferentes maneiras, através da introdução de fosfatos e nitratos utilizados como insumos na agricultura, os quais podem provocar eutrofização.

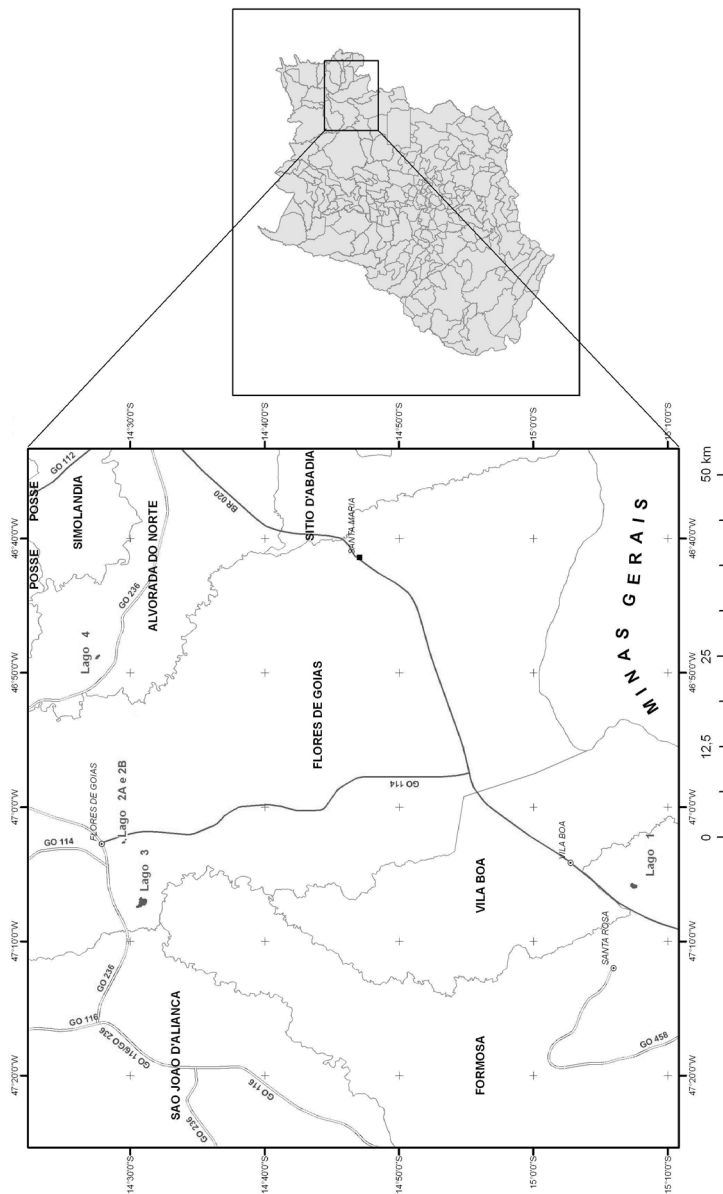
O objetivo geral deste artigo é caracterizar, em uma primeira aproximação, os aspectos do meio físico no entorno de quatro lagos da bacia hidrográfica do rio Paranã, região denominada de Vão do Paranã, nordeste do estado de Goiás, ambiente de cerrado do centro-oeste do Brasil. Nesta primeira aproximação, pretende-se caracterizar os aspectos geomorfológicos, geologia, tipo de solo e sedimentos lacustres.

Poucos são os trabalhos que servem de referência na descrição dos aspectos físicos da região do Vão do Paranã, os quais possam contribuir para estudos em ecologia, biogeografia e no conhecimento sobre a dinâmica dos sistemas lacustres da região. Esta pesquisa é parte de um projeto maior que pretende em várias etapas identificar e caracterizar os sistemas lacustres do Vão do Paranã. No caso dos lagos pesquisados, dois se enquadram como lagos de inundação ou “lagos de várzea”, onde ocorre grande variação no nível da água em função da precipitação e características pedológicas. Na época das chuvas ocorre variação na morfometria, assim como alteração do nível do rio, estas modificações muitas vezes favorecem a conectividade entre estes lagos com o canal do rio Paranã. Os outros dois lagos estão em posição topográfica pouco mais elevada, mas, apesar disto, também sofrem variações nos níveis de água conforme o período do ano, em função de precipitação.

CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

Os quatro lagos encontram-se na região do Vão do Paranã, nordeste do estado de Goiás. Dois situam-se na planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Paranã, municípios de Formosa e Flores de Goiás, e dois em áreas mais elevadas, nos municípios de Flores de Goiás e Alvorada do Norte, situados entre 14°00' e 16°00'S; 48°00' e 46°30'W (figura 1).

Figura 1. Mapa de Localização. Região do Vão do Paranã, estado de Goiás, Brasil



Esta unidade é cortada pelo rio Paranã e seus afluentes, sendo que alguns apresentam leitos secos geralmente preenchidos por seixos e matacões de quartzitos. Eventualmente, os leitos dos rios são rasos e ocorrem afloramentos de blocos rochosos (granitos e quartzitos).

O Vão do Paranã possui uma característica peculiar no estado de Goiás, que é a existência de superfícies com sistemas lacustres associados. A superfície mais expressiva com sistemas lacustres associados é a do Vão do Paranã, geomorfologicamente denominada de SRAIVA-LA (Superfície Regional de Aplainamento IV-A associada a Sistemas Lacustres). As cotas variam entre 400-500 metros. Possui uma extensa cobertura detrito-laterítica, com presença de crostas ferruginosas e sedimentos friáveis na forma de manto de lavagem da superfície de etchplanação, composta por silte, argila e areia. A paisagem aplainada é interrompida por colinas alongadas, com estruturas fortemente dobradas, alguns morros chegam a atingir cerca de 1.000 m de altura, embora a maior parte oscile entre as cotas 600-750 m (Latrubesse e Carvalho, 2006).

A área que abrange os lagos é caracterizada pela ocorrência de rochas do Grupo Paranoá (final do Mesoproterozóico), que segundo Fernandes (1982) é uma unidade constituída de quartzitos, metarenitos, metassiltitos, metargilitos, ritmitos, filitos e ardósias com lentes de calcários, dolomitos, silixitos, e conglomerado basal. Sobre esses substratos ocorrem coberturas consolidadas detrito-lateríticas e carbonáticas (Terciário e Quaternário), e é formada principalmente pelo intemperismo das rochas subjacentes (elúvios) e por material acumulado nos sopés das encostas (colúvios). Segundo Fernandes (1982) estas unidades são autóctones, predominantemente compostas de material residual síltico-argiloso com grãos de quartzo esparsos, geralmente correm associados a uma crosta quartzo-ferruginosa, que apresenta concentrações de óxido de ferro.

Os quatro lagos apresentam em seu entorno variados tipos de solos, os quais pertencem às seguintes classes: Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos (antigos Solos Aluviais), Neossolos Quartzarênicos (antigas Areias Quartzosas), Plintossolos, Plintossolos Pétricos, Cambissolos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Gleissolos Hidromórficos (Embrapa, 1999).

MATERIAIS E MÉTODOS

As fontes para a descrição pedológica e geológica, respectivamente, foram EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária); e SIEG-GO (Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás).

Para gerar os produtos topográficos como declividade, hipsometria e perfis topográficos, foram utilizadas as imagens SRTM (imagens de radar interferométricas, disponíveis na Embrapa). Estas imagens são de grande utilidade para extração de dados morfológicos do terreno. Informações mais detalhadas sobre as imagens SRTM e sua aplicação em estudos geomorfológicos podem ser obtidas nos estudos de Carvalho e Latrubesse (2004), Carvalho e Bayer (2008), Carvalho (2009).

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SEDIMENTOMÉTRICA DOS LAGOS

Foram realizadas as seguintes etapas, de acordo com a metodologia empregada por Carvalho (2007).

- Uso de ecosonda modelo Furuno GP1650F/DF para o levantamento batimétrico, e variáveis morfométricas: comprimento máximo (L), largura máxima (W), área (A), perímetro (P);

- Índice de Forma: utilizou-se a metodologia de Hutchinson (1957), e estatística descritiva (Coeficiente de Correlação de Pearson) para correlacionar as variáveis morfométricas. O método de Hutchinson (1957) é definido por $IF = P/2\sqrt{\pi A}$. Onde (P) é o perímetro do lago; (π) é 3.14; (A) representa a área de um círculo de mesmo perímetro do lago. Para obter (A) usa-se $A = \pi \cdot r^2$; Para obter (r) usa-se $r = P/2\pi$. Quanto mais próximo de 1 for IF mais circular será a forma do lago.
- Coletas de sólidos em suspensão e sedimentos de fundo: as coletas de sólidos em suspensão (sedimentos + matéria orgânica) foram realizadas superficialmente e na metade da coluna d'água. As coletas de superfície foram através de recipientes plásticos de 1 litro, para o material coletado na metade da coluna d'água utilizou-se garrafa de Van Dorn. Todas essas amostras foram devidamente rotuladas e armazenadas em refrigerador, para retardar a proliferação de material orgânico e evitar uma quantificação além da real no processamento das amostras. As coletas dos sedimentos de fundo foram realizadas através de draga de Petersen modificada. Estas amostras foram guardadas em sacos plásticos e devidamente rotuladas.

Para a determinação da concentração de sólidos em suspensão, todas as amostras foram filtradas a vácuo, com membranas com poros de 0,45 mm de abertura. Para o processamento dos sedimentos de fundo quanto à sua granulometria, as amostras das lagos 1, 2a e 2b foram primeiramente peneiradas em aberturas de malha de 0,063 mm, para eliminação da grande quantidade de macrófitas e conchas de moluscos em meio aos sedimentos. No caso das amostras do lago 3, comparativamente mais arenoso, essa eliminação das macrófitas foi realizada por peneiramento em aberturas de malha de 1 mm, para inclusão das frações arenosas. A seguir realizaram-se as análises no granulômetro a laser. Para o lago 4 não foi possível realizar análises

granulométricas, por ser um lago sazonal, encontrava-se seco no período desta campanha. Os dados morfométricos deste lago foram obtidos por sensoriamento remoto, com o uso de imagem de alta resolução, QuickBird (obtida no programa *Google Earth*).

RESULTADOS

LAGO I-CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA

Caracteriza-se pelo domínio de depósitos inconsolidados de areia, cascalho, silte, argila e turfa. No arco que contorna a lago de noroeste a sudeste, encontra-se a unidade do subgrupo Paraopebas Indiviso, Grupo Bambuí (Neoproterozóico). Conforme Fernandes (1982), o Grupo Bambuí engloba uma seqüência pelito-carbonática, geralmente não metamórfica, que é constituída de calcários, calcários dolomíticos, dolomitos, margas, siltitos, argilitos, folhelhos e arcósia.

Quanto à geomorfologia, o lago situa-se próximo à planície de inundação do rio Paraim, que é afluente na margem direita do rio Paraná. A declividade nas bordas do lago varia de 0-2°, com encostas próximas com declividade chegando a 25° (figura 2). As cotas altimétricas variam de 480 metros a oeste, até aproximadamente 580 m na Serra de Formosa (figura 3). Estas áreas elevadas (encostas) são designadas de Estruturas Dobradas (ED-HB) ou “Hogbacks”.

Os tipos de solos existentes nesta área correspondem claramente às litologias e à topografia verificadas na área. Em toda a margem do lago ocorrem solos hidromórficos, os quais são formados a partir de sedimentos aluviais. A presença do lençol freático próximo à superfície condiciona a formação de um horizonte A escuro, com alta concentração de matéria orgânica, parcial ou totalmente decomposta. Este horizonte ocorre sobre camadas minerais, com alto grau de gleização, em que o ferro apresenta-se reduzido (Macedo, 1996). Em praticamente todo o

entorno do lago ocorrem Plintossolos, bastante endurecidos, resultantes de sucessivos eventos de umedecimento e secagem provocados pela variação do nível d'água do lago em diferentes períodos do ano, com presença de crosta ferruginosa (laterita). Na porção noroeste, com baixa declividade, ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelos. Estes solos, de textura mais arenosa, são bem drenados, de fácil percolação da água, contribuindo para alimentar o lago com água do lençol freático. Na porção leste-nordeste, ocorrem Cambissolos, trecho com declividade variando entre 6-15°. Estes são solos pobres com horizonte B incipiente, devido à remoção dos minerais (lixiviado), por escoamento das águas pluviais. Na extremidade leste (Serra de Formosa), área mais elevada e de grande inclinação (20-25°), ocorrem Neossolos Litólicos. São solos recém-formados, sem horizonte B, e de fácil remoção por ação de chuvas e ventos, devido à topografia inclinada.

Figura 2. Declividade do Lago 1. Município de Formosa, estado de Goiás

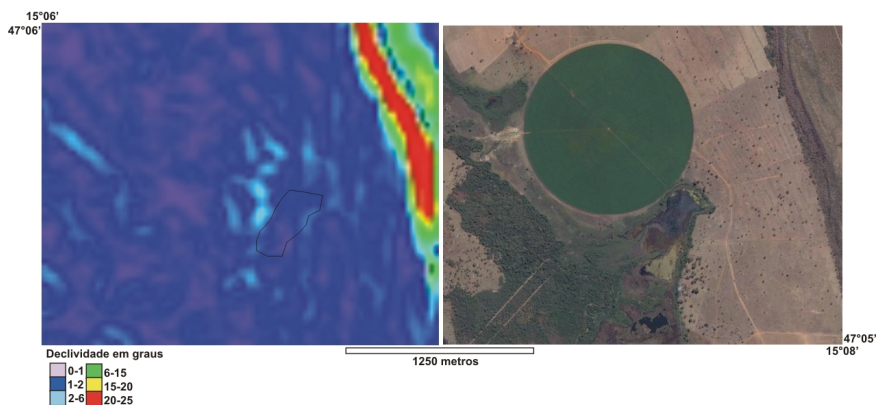
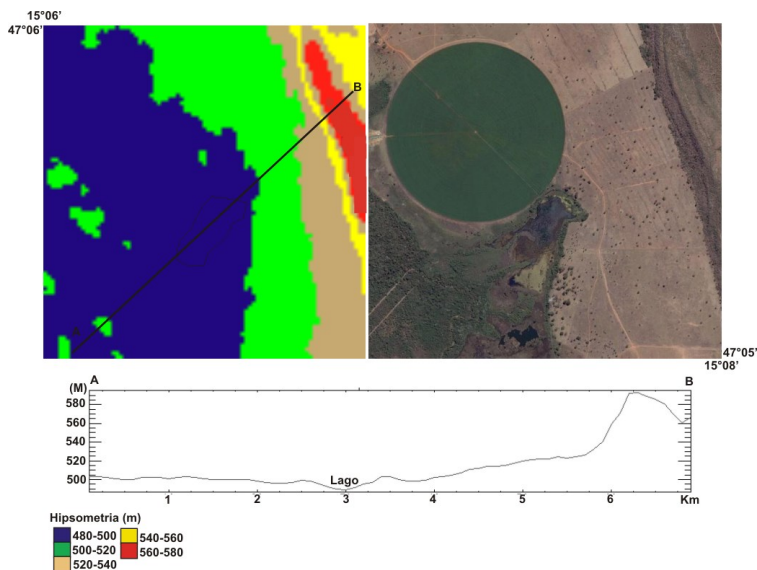


Figura 3. Hipsometria do Lago 1. Município de Formosa, estado de Goiás



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SEDIMENTOMÉTRICA

Os dados morfométricos foram: comprimento máximo (L) = 631 m; largura máxima (W) = 278 m; área (A) = 0,09 km² (09 ha); perímetro (P) = 2,4 km; profundidade máxima (D) = 2 m; profundidade média (D) = 1,53 m. Índice de Forma = 1,47.

De acordo com as análises granulométricas das amostras dos sedimentos de fundo, são principalmente siltosos (tabela 1). Isto é bastante condizente com os tipos de solos adjacentes (Neossolos Litólicos, Cambissolos e Gleissolos Hidromórficos) os quais possuem elevado teor de silte. Os materiais clásticos destes solos são carregados pelo escoamento superficial e depositados no lago. A quantidade de

sólidos suspensos na coluna d'água foi insignificante (tabela 2), caracterizando águas praticamente sem movimentação e bastante clara.

LAGO 2 (A, B) - CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA

Este lago apresenta subdivisão em “a” e “b”. São isoladas na época de estiagem, mas que se conectam no período chuvoso, formando um único lago, são lagos de planície fluvial. No período da campanha o lago estava dividido em dois corpos d'água (estiagem).

Caracteriza-se pelo domínio de depósitos aluvionares. Em toda porção oeste ocorre unidade do subgrupo Paraopebas Indiviso, situado na planície de inundação do rio Paranã.

A declividade varia de 0-2° por quase toda a extensão, chegando a 7° na porção central (figura 4). A variação altimétrica em torno dos lagos é de 440-460 metros (figura 5).

Tabela 1. Volumes das classes texturais dos sedimentos do Lago 1.
Classes texturais de acordo com a classificação de Wentworth

Classes Texturais	Granulometria (mm)	Volume (%) Centro	Volume (%) Marg. Norte	Volume (%) Marg. Sul
Areia fina	0,125-0,249	-	-	-
Areia bem fina	0,063-0,125	8,01	8,25	1,92
Silte grosso	0,031-0,062	29,53	28,98	13,51
Silte médio	0,016-0,030	27,35	29,12	22,67
Silte fino	0,008-0,015	14,77	17,58	23,48
Silte bem fino	0,004-0,007	8,00	8,83	18,44
Argila grossa	0,0020-0,0039	5,04	3,78	10,76
Argila média	0,0010-0,0019	3,48	1,66	5,01
Argila fina	0,0004-0,0009	3,78	1,79	4,19

Tabela 2. Volumes de sólidos suspensos totais da Lago 1.

Amostra	Peso Final (mg/l)
Centro – Sup.	0
Centro – 50 cm	0
Margem Sul – Sup.	0,75
Média	0,25

Os solos constituintes são Neossolos Flúvicos, Plintossolos e Latossolos Vermelho-Amarelos. Na porção oriental (planície de inundação), por efeito de transbordamento do rio, ocorrem depósitos aluvionares (Neossolos Flúvicos). Nas margens ocidentais dos lagos, onde pode haver avanço e recuo do volume de água de acordo com a época do ano, o solo passa por eventos sucessivos de umedecimento e secagem, propiciando a formação de Plintossolos. Na porção ocidental ocorre uma área predominantemente plana, sobre o subgrupo Paraopebas, com solo fortemente intemperizado, formando Latossolos Vermelho-Amarelos.

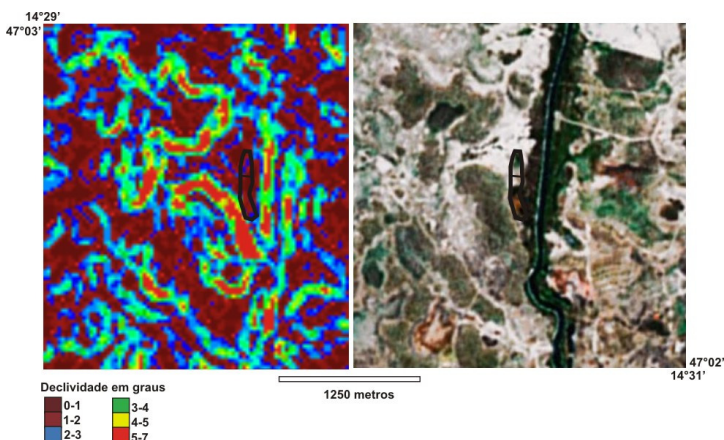
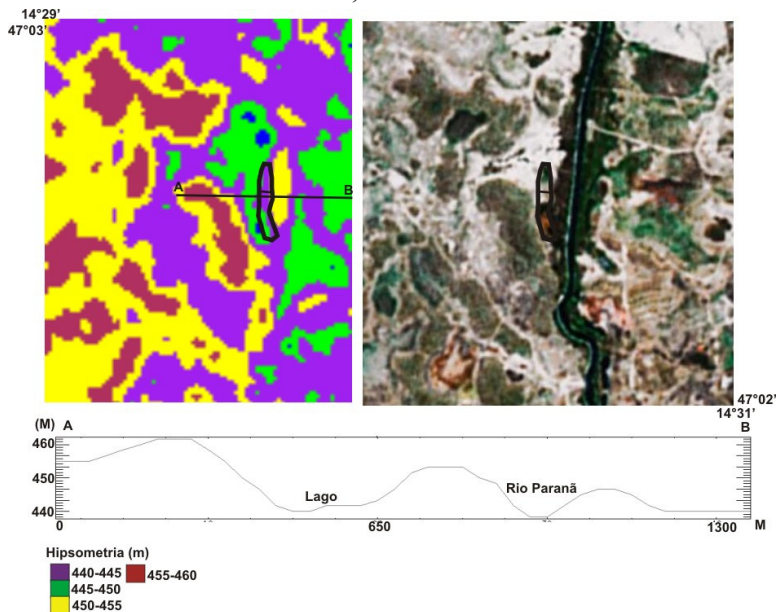
Figura 4. Declividade do Lago 2 (a, b). Município de Flores de Goiás, estado de Goiás

Figura 5. Hipsometria do Lago 2 (a, b). Município de Flores de Goiás, estado de Goiás



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SEDIMENTOMÉTRICA DO LAGO 2 (A, B)

Lago 2a - comprimento máximo (L) = 234 m; largura máxima (W) = 130 m; área (A) = 0,03 km² (3,4 ha); perímetro (P) = 0,72 km; profundidade máxima (D) = 1,5 m; profundidade média (D) = 0,58 m. Este lago apresentou a profundidade máxima no centro, enquanto próximo às margens, a profundidade variou de 0,2-0,5 metros; Índice de Forma = 4,92

Lago 2b - comprimento máximo (L) = 106 m; largura máxima (W) = 63 m; área (A) = 0,01 km² (0,7ha); perímetro (P) = 0,32 km; profundidade máxima (D) = 1,6 m; profundidade média (D) = 1,18 m; Índice de Forma = 0,01.

Quanto à granulometria, as partículas predominantes nos sedimentos é silte. No caso das amostras das margens norte e sul do

lago 2a, ocorreram maiores proporções de argila, quando comparadas às outras amostras (tabela 3). Porém, isso não altera o resultado geral de predominância de silte nestes lagos. Estes resultados estão em conformidade com os solos adjacentes, destacando-se os Neossolos Flúvicos, os quais são siltosos e decorrentes dos depósitos aluvionares, já referidos anteriormente. A maior quantidade de sólidos suspensos nestes lagos (tabela 4 a,b), quando comparada ao lago 1 (tabela 2), é justificada pela maior quantidade de matéria orgânica (fitoplâncton) presente.

Tabela 3. Volumes das classes texturais dos sedimentos do Lago 2a. Classes texturais de acordo com a classificação de Wentworth

Classes Texturais	Granulometria (mm)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
		L2A Centro	L2A M-Leste	L2A M-Oeste	L2A M-Norte	L2A M-Sul
Areia fina	0,125-0,249	-	-	-	0,06	-
Areia bem fina	0,063-0,125	2,22	2,51	1,52	0,81	0,31
Silte grosso	0,031-0,062	16,35	16,29	11,81	10,49	7,08
Silte médio	0,016-0,030	25,37	23,87	21,96	18,52	15,2
Silte fino	0,008-0,015	24,06	22,64	25,06	19,17	18,29
Silte bem fino	0,004-0,007	16,32	16,65	18,45	19,97	21,54
Argila grossa	0,0020-0,0039	8,33	9,41	10,69	15,88	19,03
Argila média	0,0010-0,0019	3,92	4,68	5,74	8,64	10,61
Argila fina	0,0004-0,0009	3,41	3,95	4,78	6,44	7,94

Tabela 4a. Volumes das classes texturais dos sedimentos do Lago 2b. Classes texturais de acordo com a classificação de Wentworth

Classes Texturais	Granulometria (mm)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
		L2B - Centro	L2B-M-Norte	L2B-M-Sul	L2B-P2
Areia fina	0,125-0,249	-	-	-	-
Areia bem fina	0,063-0,125	2,06	0,1	2,43	4,39
Silte grosso	0,031-0,062	15,05	16,1	15,17	19,24
Silte médio	0,016-0,030	23,43	27,05	22,32	23,78
Silte fino	0,008-0,015	21,62	28,08	22,56	20,34
Silte bem fino	0,004-0,007	16,84	16,8	17,82	14,79
Argila grossa	0,0020-0,0039	10,69	6,04	10,25	8,73
Argila média	0,0010-0,0019	5,66	2,72	5,05	4,61
Argila fina	0,0004-0,0009	4,66	3,12	4,4	4,09

Tabela 4b. Volumes de sólidos suspensos totais no Lago 2 (a, b)

Amostra	Peso Final (mg/l)
L2A - Centro	1
L2A – Marg. Leste	5
L2A – Marg. Oeste	3
L2A – Marg. Norte	1,5
L2A – Marg. Sul	3
Média	2,70
L2B – Centro	0,75
L2B – Marg. Norte	1
L2B – Marg. Sul	1
L2B – Marg. Leste	4
Média	1,69

LAGO 3-CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA

Caracteriza-se geologicamente pelo domínio de coberturas consolidadas detrítico-lateríticas e carbonáticas e depósito aluvionar. A declividade nesta área pouco varia (0-3°), com pequenas áreas chegando a 6° de declividade (figura 6). As cotas altimétricas pouco variam, 450-470 metros (figura 7).

Pedologicamente a região é caracterizada pelos Plintossolos Pétricos. O substrato é constituído por sedimentos pelíticos (silte + argila) em conjunto com uma crosta quartzo-ferruginosa. A área é relativamente plana, a qual favorece o acúmulo de água no período chuvoso, favorecendo a formação de solos endurecidos que possuem uma camada consolidada por ferro e alumínio, comum no ambiente de cerrado.

Figura 6. Declividade do Lago 3. Município de Flores de Goiás, estado de Goiás

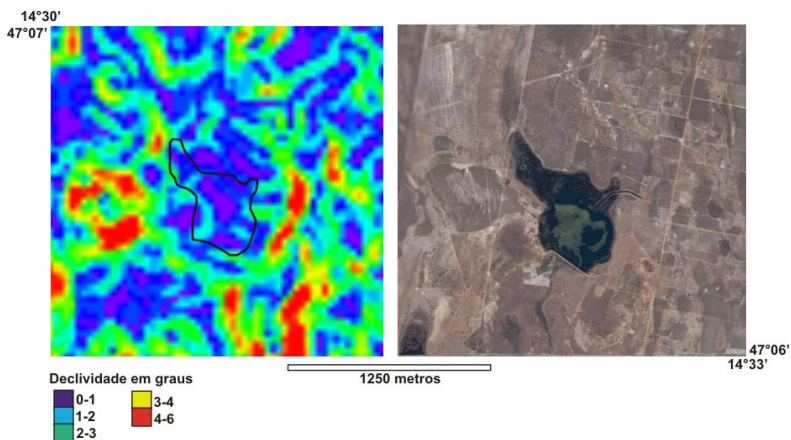
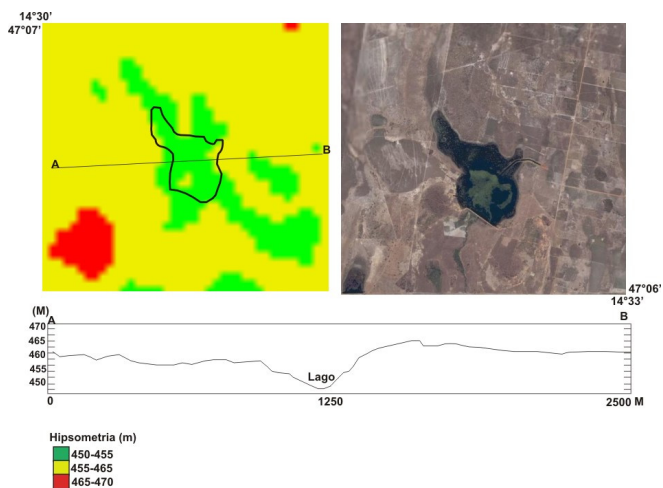


Figura 7. Hipsometria do Lago 3. Município de Flores de Goiás, estado de Goiás



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SEDIMENTOMÉTRICA DO LAGO 3

O lago foi alterado devido à construção de uma barragem, para criação de um reservatório de água (açude). Também foi construído um canal, originalmente para uso em irrigação agrícola, hoje abandonado. Essa barragem foi construída na margem sudoeste, onde ocorrem as maiores profundidades (2,20 metros).

Os dados morfométricos são: comprimento máximo (L) = 1287 m; largura máxima (W) = 802 m; área (A) = 0,69 km² (68,9 ha); perímetro (P) = 4,47 km; profundidade máxima (D) = 2,2 m; profundidade média (D) = 0,86 m; Índice de Forma = 7,94.

Quanto às classes texturais dos sedimentos (Tabela 5), apresenta uma quantidade dominante de silte (mais no interior do lago), e próximo às margens elevada concentração de sedimentos arenosos. As proporções arenosas são resultantes da desagregação parcial das crostas quartzo-ferruginosas, as quais compõem os Plintossolos Pétricos. Com o transporte dos sedimentos por escoamento de águas pluviais e retração das águas de inundação, as frações arenosas mais pesadas depositam-se nas margens, enquanto as frações silto-argilosas, mais leves, depositam-se no interior do lago, pois estes são facilmente carregados em suspensão pela água.

Neste lago foi constatado exígua quantidade de sólidos em suspensão (tabela 6), o que pode indicar baixa movimentação em suas águas, e baixa quantidade de fitoplâncton.

LAGO 4-CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA

Esta área é caracterizada pelo domínio de depósitos aluvionares e coberturas consolidadas detrítico-lateríticas e carbonáticas. Estes materiais são resultantes, predominantemente, de transformações de

arenitos da Formação Urucuia, da Serra Geral de Goiás, a leste desta área, os quais foram transportados e depositados neste local. Ocorrem inúmeros lagos no período chuvoso, conforme verificado através de imagem de satélite Quick Bird, sendo a área mais plana e de baixa amplitude altimétrica da região do Vão do Paranã, com declividades geralmente entre 0 e 2° (figura 8), o que facilita o acúmulo de água pela falta de energia para escoá-la. As cotas estão estabilizadas em 460-480 m (figura 9).

Ocorrem nesta área Neossolos Quartzarênicos, os quais são provenientes da desagregação dos depósitos areníticos, e predominância de materiais mais resistentes às alterações intempéricas, como é o caso dos grãos de quartzo.

Tabela 5. Volumes das classes texturais dos sedimentos do Lago 3. Classes texturais de acordo com a classificação de Wentworth

Classes Texturais	Granulometria (mm)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
		L3-P1	L3-P2	L3-P3	L3-P4	L3-P5
Areia grossa	0,500-0,955	-	19,30	0,21	-	-
Areia média	0,250-0,499	0,55	9,31	1,94	1,05	1,43
Areia fina	0,125-0,249	2,32	1,83	3,85	2,37	3,09
Areia bem fina	0,063-0,125	6,96	5,80	9,30	7,24	6,84
Silte grosso	0,031-0,062	17,06	13,26	17,34	19,0	17,90
Silte médio	0,016-0,030	21,21	15,38	17,29	23,37	21,91
Silte fino	0,008-0,015	18,46	12,84	14,42	19,31	17,47
Silte bem fino	0,004-0,007	13,85	9,03	14,59	11,84	12,90
Argila grossa	0,0020-0,0039	9,14	5,92	9,66	6,38	8,28
Argila média	0,0010-0,0019	5,49	3,67	5,47	4,55	5,05
Argila fina	0,0004-0,0009	5,02	3,65	5,90	4,91	5,13
Classes Texturais	Granulometria (mm)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
		L3-P6	L3-P7	L3-P9	L3-PCanal	L3-PX
Areia grossa	0,500-0,955	2,54	0,28	-	-	2,91
Areia média	0,250-0,499	3,32	0,75	1,73	1,32	2,30
Areia fina	0,125-0,249	3,10	3,25	4,66	3,39	1,20
Areia bem fina	0,063-0,125	9,89	6,34	11,86	5,84	3,10
Silte grosso	0,031-0,062	24,91	10,39	20,68	13,89	13,75
Silte médio	0,016-0,030	25,43	15,68	19,98	18,84	21,08
Silte fino	0,008-0,015	13,65	20,55	16,56	17,79	20,01
Silte bem fino	0,004-0,007	6,92	19,06	11,53	14,37	15,20
Argila grossa	0,0020-0,0039	4,24	11,67	5,53	10,28	9,66
Argila média	0,0010-0,0019	2,91	6,11	3,57	7,29	5,62
Argila fina	0,0004-0,0009	3,10	5,91	3,90	7,01	5,19

Tabela 6. Volumes de sólidos suspensos totais no Lago 3

Amostra	Peso Final (mg/l)
L3- Ponto 1	0,25
L3-Ponto 2 – Sup.	0,25
L3-Ponto 2-50 cm	0,25
L3-Ponto 3	0
L3-Ponto 4	0,25
L3-Ponto 5	0,25
L3-Ponto 6	0,25
L3-Ponto 7-Sup.	0,25
L3-Ponto 7-1 m	0
L3-Ponto 9	0
L3-Ponto Canal	0
L3-Ponto X	0,25
Média	0,17

Figura 8. Declividade do Lago 4. Município de Alvorada do Norte, estado de Goiás

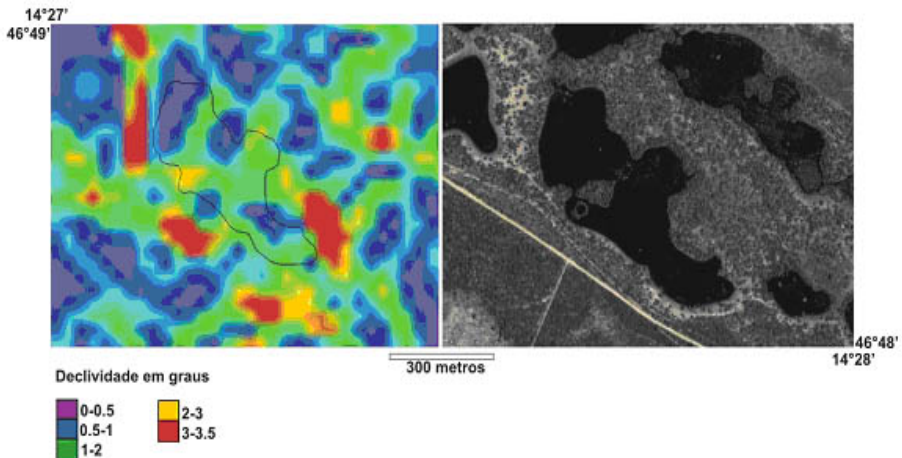
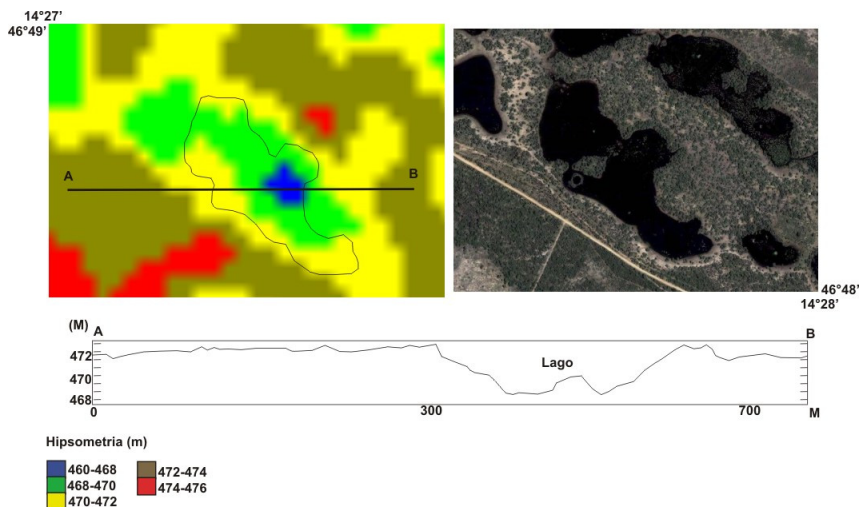


Figura 9. Hipsometria do Lago 4. Município de Alvorada do Norte, estado de Goiás



No período da campanha, final da estiagem, o lago 4 estava seco, sendo este um lago sazonal, ao contrário dos lagos anteriores, os quais são perenes. Por isto não foi realizada a caracterização batimétrica e nem sedimentométrica, mas de acordo com a topografia local observada, estima-se que esses lagos temporários, quando restabelecidos, sejam extremamente rasos, onde pode-se observar que o leito destes lagos possuem declividade menor que 2%. Os dados morfométricos obtidos nesta área são os seguintes: comprimento máximo (L) = 654 m; largura máxima (W) = 263 m; área (A) = 0,12 km² (12,2ha); perímetro (P) = 2,04 km; Índice de Forma = 1,74.

DISCUSSÃO

O lago 1 é mais complexo e diversificado que os demais. Apresenta terreno mais íngreme que os demais lagos, variando de 2 a

25°, relevo de maiores altitudes e com elevada amplitude altimétrica (480-580 m). Nos demais lagos a declividade geralmente é entorno de 2-4°, baixa variação altimétrica, com amplitude máxima de 20 metros, altitudes entorno de 480 metros. Os diferentes tipos de solos estão relacionados diretamente com a litologia e aspectos topográficos, como pode ser observado através dos perfis topográficos.

O lago 2 (a, b) caracteriza-se por ser de ambiente fluvial, os depósitos aluvionares constituídos principalmente de areia, silte e argila são depositados na planície de inundação pela dinâmica do nível do rio Paranã. São depósitos de acreção vertical (leaves) e lateral (diques marginais), porém neste lago o depósitos de maior concentração são os pelíticos. A semelhança entre os lagos 1 e 2 (a, b) são os Plintossolos e Latossolos Vermelho-Amarelos, além dos Neossolos Flúvicos. As diferenças entre essas duas áreas é devido o afloramento da unidade rítmica Pelito-carbonatada, em estruturas dobradas elevadas na região do Lago 1, o que propicia a formação dos Neossolos Litólicos e Cambissolos, rasos e pobres em nutrientes.

As áreas dos lagos 3 e 4 apresentam, além do Grupo Paranoá em sua base, o domínio de coberturas consolidadas detrito-lateríticas e carbonáticas, composto por material pelítico de provável origem residual. Apesar da similaridade do substrato geológico, no lago 3 ocorrem Plintossolos Pétricos, enquanto na lago 4 os Neossolos Quartzarênicos. Essa diferença de solos esta relacionada à condicionante geomorfológica.

A presença de sedimentos siltosos é comum em corpos d'água lênticos, isso ocorre pela baixa energia hidrodinâmica. O modelo clássico para lagos clásticos é sedimentação de areias e cascalhos nas bordas do lago, e conforme decresce a energia da água para o centro do lago, o material sedimentar é bem selecionado depositando sedimentos mais finos (silte e argila) no centro do lago. Por outro lado, predominam as frações arenosas quando existem condições de maior energia (maior movimentação) na coluna d'água, o que remove e impede constantemente

a deposição das categorias mais finas (siltes e argilas), isso ocorre também em eventos extremos de precipitação e pelo uso da terra (desmatamento e processos erosivos). Isso foi observado no Lago 3, devido ao uso da terra e construção da barragem, houve um incremento de material arenoso. Nos outros lagos apresentam condições semelhantes ao modelo ideal de depósitos em lagos, ocorrendo também junto com os sedimentos finos, elevadas concentrações de matéria orgânica (sapropelitos).

Quanto à morfometria dos lagos, estes são rasos ($D = 2,2$ m) e pequenos ($A = 0,01-0,69$ km², $P = 0,32-4,47$ km). Estas características proporcionam maiores valores de taxa de produtividade das comunidades de ambiente lêntico. Isso ocorre devido a radiação solar penetrar mais facilmente na coluna d'água por igual por toda a extensão do lago, propiciando o crescimento de macrófitas aquáticas. Isto é típico em lagos tropicais brasileiros.

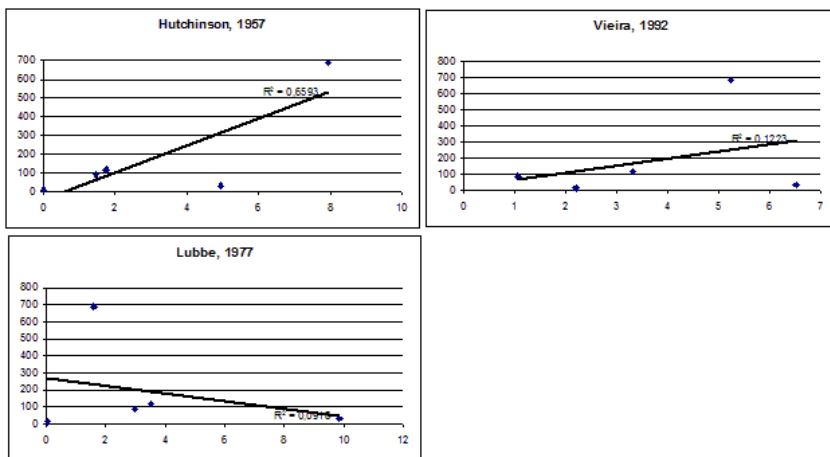
Três métodos foram comparados para obter o índice de forma dos lagos estudados, dentre estes, o método que melhor representou o índice de forma foi o de Hutchinson (1957). Este método apresentou um alto coeficiente de correlação positiva entre as variáveis “índice de forma” e “área” ($r = 0,811966$). Os outros dois métodos apresentaram fraca correlação positiva, $r = 0,349708$ (Harris *et al.*, 2004); e fraca correlação negativa, método de Lubbe (1977; apud França *et al.*, 2008), $r = -0,30301$. A figura 10 mostra os gráficos de dispersão correlacionando os índices de forma e a área dos respectivos lagos.

Hutchinson (1957) e Timms (1993) relacionam os índices de forma com a origem dos lagos, os quais, geralmente podem ser: i) Circulares a Subcirculares ($1 < IF \leq 1.5$): para lagos vulcânicos, cársticos como dolinas; lagos formados em painéis de deflação (origem eólica), lagos de circo e kettle (glaciares); ii) Sub-retangulares ($IF > 3$): associados à processos tectônicos como os lagos glaciares de vale ou de graben; iii) Lagos dendríticos (em geral $IF > 3$): formam características

de corpos d'água dendríticos, como lagos de vales afogados, lagos represados em relevo de topografia colinosa (sem controle estrutural), apresentam ausência de ângulos retos como os associados a tectônica (sub-retangulares).

Os valores dos índices de forma indicam que dentre os lagos 1, 2 a, 2 b, 3 e 4, os que apresentaram forma geométrica mais próxima de um círculo foram, respectivamente, os lagos 2b (IF circular = 0,01), 1 (IF subcircular = 1,47), 4 (IF subcircular = 1,74). Os lagos com características geométricas mais variadas, de bordas mais recortadas, foram respectivamente, lago 3 (IF dendrítico = 7,94) e 2a (IF dendrítico = 4,92).

Figura 10. Regressão linear. Métodos de Hutchinson (1957); Vieira (1992); e Lubbe (1977). O primeiro gráfico, método de Hutchinson (1957), mostra o elevado ajuste de relação entre “área” e “índice de forma” ($R^2=0.6593$), equação da reta: $y = 72,298x - 44,51$.

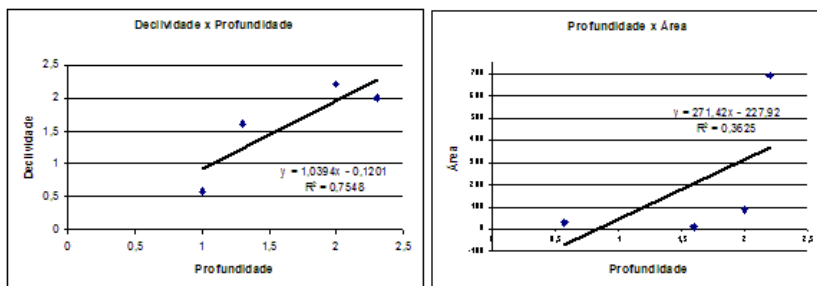


CONCLUSÕES

Os fatores que podem melhor explicar eventuais diferenças na quantidade e qualidade das águas e dos sedimentos destes lagos estudados, bem como a dinâmica das comunidades (macrófitas e algas, por exemplo), estão mais relacionados com a configuração geomorfológica e pedológica do que com o tipo de uso da terra. Não foi observado em campo alterações no ambiente devido ao uso da terra, como processos erosivos, desmatamento, ou construções próximas aos lagos. A única exceção é o lago 1, com um pivô de irrigação próximo, porém, no local não foi observado modificações no meio físico. É necessário análises químicas da água para verificar o grau de produtos químicos que estão escoando para o lago.

A elevada correlação positiva entre declividade e profundidade ($r = 0,868786$) mostra a influencia da declividade na profundidade dos lagos, servindo como variável para estimar a probabilidade de lagos em terrenos de maiores declives serem mais fundos. No entanto, o mesmo não ocorre na correlação entre área do lago e profundidade ($r = 0,542076$). A correlação mostra que a área do lago não pode ser usada como única variável para estimar a probabilidade de lagos maiores serem mais profundos que lagos menores. Como os lagos de planícies litorâneas, geralmente possuem grande extensão, porém, são relativamente rasos (ex. laguna dos Patos) (figura 11). As relações morfométricas são de grande importância para estudos do meio físico e biótico de sistemas lacustres, sendo útil para comparar suas variáveis (área, longitude máxima, largura, perímetro, profundidade, dentre outras) com os aspectos do relevo, exemplo a declividade.

Figura 11. Regressão linear das variáveis declividade e profundidade; profundidade e área. $R^2 = 0,7548$ (declividade x profundidade) e $R^2 = 0,3625$ (profundidade x área).



Este estudo teve como principal objetivo, servir de base para pesquisas, que venham contribuir, não somente com a dinâmica dos sistemas lacustres do Vão do Paranã, mas também para futuros levantamentos do meio físico e biótico na região nordeste do Estado de Goiás. Esta é uma região com escassos estudos, os quais não descrevem de forma unificada a geomorfologia, geologia e pedologia. A descrição aqui apresentada, em uma primeira aproximação, irá auxiliar como estudo básico para outras pesquisas em diferentes áreas, como ecologia, biogeografia, geografia, com intuito de interligar os aspectos físicos com o biótico. Algumas ferramentas utilizadas também poderão auxiliar nos métodos que podem ser empregados para uma descrição interligando geomorfologia, geologia, e pedologia, como base inicial para estudos da paisagem e dinâmica de sistemas ambientais.

AGRADECIMENTOS

A equipe do Laboratório de Geologia e Geografia Física, da Universidade Federal de Goiás, sob coordenação da Dr. Selma S. de Castro, pelo uso dos equipamentos de laboratório e a Secretaria do Meio Ambiente de Goiás (SEMA) pelo apoio logístico de campo na área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, T.M. & Carvalho, T.M. (2007). Técnicas de Sensoriamento Remoto para Classificação e Quantificação do Sistema Lacustre do rio Araguaia entre Barra do Garças e foz do rio Cristalino. *Revista Geográfica Acadêmica*, 1. (1):79-94.
- Bayer, M. & Carvalho, T.M. (2008). Processos Morfológicos e Sedimentos no Canal do Rio Araguaia. *Revista de Estudos Ambientais*, 10. (2):24-31.
- Carvalho, T.M. (2009). Geomorphological mapping of the Claro and Bois Rivers drainage basin using techniques of remote sensing and geoprocessing. *Revista Geoambiente-online*. 12(1). No prelo.
- Carvalho, T.M., & Bayer, M. (2008). Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 9(1):35-41.
- Carvalho, T.M. (2007). Quantificação dos Sedimentos de Suspensão e de Fundo no Médio Rio Araguaia. *Revista Geográfica Acadêmica*. 1, (1):55-64.
- Carvalho, T.M. & Latrubesse, E.M. (2004). Aplicação de modelo digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o

- caso da bacia hidrográfica do Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, (5):85-93.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (1999). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, 412 p.
- Esteves, F.A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. Interciência. 2ª ed., Rio de Janeiro, 602pp.
- Fernandes, P.E.C.A. (1982). Geologia. En: *BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, Projeto RADAMBRASIL Folha SD 23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, p. 25-204.
- França, A.M.S.; Patrícia, G.; Sano, E.E. (2008). Gênese e morfologia dos sistemas lacustres da planície aluvial do rio Araguaia. *Anais. In. IX Simpósio Nacional do Cerrado*. Brasília. 7pp.
- Harris, N.R., Louhaichi, M., & Johnson, D.E. (2004). *Laboratory manual for landscape ecology: spatial analysis of landscape data*. Range Science Series Report # 7, Department of Rangeland Resources, Oregon State University. 300 pp
- Hutchinson, G. E. (1957). *A treatise on limnology, vol I. Geography, physics and chemistry*. Wiley, New York, 1.015 pp.
- Latrubesse, E. & Carvalho, T.M. (2006). *Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal*. Série Geologia e Mineração, 2ed. Goiânia, Brasil, Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás. 128 pp.
- Morais, R.P. (2006). *A Planície Aluvial do Médio rio Araguaia: Processos Geomorfológicos e Suas Implicações Ambientais*. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) Instituto de Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 135p.
- Timms, B. V. (1993). *Lake Geomorphology*. Gleneagles. Adelaide. 180 pp.

Thiago Morato de Carvalho. Geógrafo (2003), Master en Geografía (UFG, 2006), doctorando en Clima y Ambiente (INPA). Investigador con énfasis en las áreas de geomorfología, planícies fluviales, teledetección, SIG, y estudios de fragmentos de vegetación. És investigador de los grupos de investigación de Biodiversidad del Estado de Sergipe (UFS) y la ecología de los ecosistemas de los lavrados del Estado de Roraima (INPA-RR). Miembro del Working Group Applied Geomorphological Mapping-AppGeMa (International Association of Geomorphologists). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Programa Clima e Ambiente, LBA, CEP: 69060-001, Manaus-AM, Brasil. thiago.morato@inpa.gov.br.

Marcelo Ribeiro Zuchi. Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1996) y máster en Ciencias Biológicas (Biología Vegetal) por la Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001). Actualmente es profesor eficaz maestro de la Fundación Universidad de Goiás tiene experiencia en el campo de la botánica, con énfasis en la taxonomía de Criptógamos, actuando también sobre los siguientes temas: plantas medicinales, la germinación de la semilla, etnobotánica, diversidad biológica y la integración de cultivos y ganadería. Universidade Estadual de Goiás, dep. de Biologia, CEP: 74000-000, Ipameri-GO, Brasil. mazucchi@ueg.br.