



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS LACUSTRES SOB  
SUBSTRATO LATERÍTICO NA REGIÃO DE PALMEIRÓPOLIS – TO**

SÉRGIO EUSTÁQUIO DE NORONHA

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR  
CO-ORIENTADOR: DR. ÉDER DE SOUZA MARTINS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA  
SETEMBRO/2009

SÉRGIO EUSTÁQUIO DE NORONHA

**CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS LACUSTRES SOB  
SUBSTRATO LATERÍTICO NA REGIÃO DE PALMEIRÓPOLIS – TO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial.

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR  
CO-ORIENTADOR: DR. ÉDER DE SOUZA MARTINS

BRASÍLIA  
SETEMBRO/2009

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS LACUSTRES SOB  
SUBSTRATO LATERÍTICO NA REGIÃO DE PALMEIRÓPOLIS – TO**

SÉRGIO EUSTÁQUIO DE NORONHA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Junior  
Universidade de Brasília  
(orientador)

Dr. Éder de Souza Martins  
EMBRAPA Cerrados  
(co-orientador)

Dr. Marcelo Brilhante de Medeiros  
EMBRAPA – Recursos Genéticos e Biotecnologia  
(Examinador externo)

Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes  
Universidade de Brasília  
(Suplente)

Brasília, 22 de setembro de 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

NORONHA, SÉRGIO EUSTÁQUIO DE

Caracterização dos ecossistemas lacustres sob substrato laterítico na região de Palmeirópolis – TO, 81p., 297mm, (UnB-IH-GEA-LSIE, Mestrado, Gestão Ambiental e Territorial, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

1. Caracterização

2. Ecossistema

3. Laterita

4. Geoprocessamento

I. UnB-IH-GEA-LSIE

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NORONHA, Sérgio Eustáquio de. **Caracterização dos ecossistemas lacustres sob substrato laterítico na região de Palmeirópolis – TO.** (Dissertação de Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2009. 81f.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Sérgio Eustáquio de Noronha

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: “Caracterização dos ecossistemas lacustres sob substrato laterítico na região de Palmeirópolis – TO”.

GRAU/ANO: Mestre/2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Sérgio Eustáquio de Noronha

Dedico este trabalho a meu pai, J3sus Monteiro de Noronha (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Aqui expresso meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha esposa Flávia pelo o amor, carinho, incentivo e compreensão nas horas mais difíceis.

Aos meus filhos Renan, Nathália e Isabela que são a prova viva de que o amor se materializa.

À minha mãe Doralice Eustáquio Mesquita Teixeira, ao meu Pai Jéus Monteiro de Noronha (*in memoriam*) e ao meu padrasto Angelo de Souza Teixeira que conseguiram despertar em mim a virtude da honestidade, justiça e perseverança.

A toda minha família pelas ausências face ao desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores Osmar Abílio de Carvalho Júnior, Éder de Souza Martins e Roberto Arnaldo Trancoso Gomes pela orientação, sugestões, confiança e conhecimentos transmitidos.

Ao Dr. Marcelo Brilhante de Medeiros quero externar minha eterna gratidão por tornar este sonho uma realidade.

Ao amigo Luis Alberto Martins Palhares de Melo que foi o grande incentivador para a realização desse mestrado.

Aos colegas de trabalho Anderson Cássio Sevilha, Bruno Machado Teles Walter, Glocimar Pereira da Silva, Taciana Barbosa Cavalcanti, Eduardo Lleras Perez e Edson Eyji Sano, pelas correções, críticas, sugestões e apoio científicos.

Aos meus companheiros Otacilio Antunes Santana, Wellington dos Santos Cardoso e a companheira Ana Carolina Ceron Oliveira pelos dias de calor, suor e medo vividos no trabalho de campo.

Às colegas de mestrado Ananda de Melo Martins, Clarisse Lacerda Mata, Kelly Maria Resende Borges pela boa convivência, discussões acadêmicas e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Sistema de Informações Espaciais (LSIE-UnB): Antônio Felipe, Vinicius Vasconcelos e Sandro Nunes pelo apoio técnico.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em Geografia na UnB.

E a Deus que me deu a oportunidade de vir ao mundo adquirir e transmitir conhecimentos.

# Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	9
ÍNDICES DE TABELAS.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS.....	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I.....	17
INTRODUÇÃO.....	17
1.1. Apresentação.....	17
1.2. Lagoas sob Substrato Laterítico.....	18
CAPÍTULO II.....	20
ÁREA DE ESTUDO.....	20
2.1. Localização da Área de Estudo.....	20
2.2. Contexto Regional.....	21
2.2.1. Geomorfologia Regional.....	21
2.2.2. Geologia Regional.....	23
2.3. Aspectos Fisiográficos Local.....	26
CAPÍTULO III.....	28
MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1. Recorte da Área de Estudo.....	28
3.2. Identificação e Localização dos Ecossistemas Lacustres (lagoas).....	29
3.3. Parâmetros Morfométricos do Relevo Local.....	30
3.3.1. Elaboração do Modelo Digital de Terreno (MDT).....	30
3.3.2. Realce digital dos parâmetros morfométricos.....	30
3.4. Coleta de Campo.....	31
3.4.1. Solos.....	31

3.4.2. Vegetação do ambiente terrestre nas Lagoas .....	32
3.4.3. Fragmentos Lateríticos .....	35
3.5. Métricas Espaciais .....	36
CAPÍTULO IV .....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1. Resultados e Análise dos Parâmetros Morfométricos do Relevo Local... ..	37
4.2. Resultados da Coleta de Campo.....	41
4.2.1. Solos .....	41
4.2.2. Vegetação do ambiente terrestre (áreas secas e/ou úmidas das lagoas).....	55
4.2.3. Análise dos Afloramentos Lateríticos (Pedra Canga).....	66
4.3. Resultado das Métricas Espaciais. ....	66
4.4. Discussão.....	67
CAPÍTULO V .....	70
CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	70
5.1. Conclusões .....	70
5.2. Trabalhos Futuros.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXOS .....	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa imagem da localização da área de estudo. ....	20
Figura 2 - Mapa de altitude e principais unidades geomorfológicas da região.....	21
Figura 3 - Perfil Longitudinal (oeste-leste) da região de estudo. ....	22
Figura 4 - Perfil regional esquemático da região de Palmeirópolis – TO (Winge 1995). ....	24
Figura 5 - Localização das unidades litoestratigráficas da região de estudo, em especial a “Sequência Vulcano Sedimentar de Palmeirópolis.....	25
Figura 6 - Recorte da área de estudo, utilizando técnicas de geoprocessamento.....	29
Figura 7 - Localização dos ecossistemas lacustres (lagoas) dentro da área de estudo. ....	29
Figura 8 - Perfil e vista aérea do transecto para coleta das amostras de solo.....	32
Figura 9 - a) Transecto utilizado para amostragem da vegetação partindo do limite do Cerrado com a lagoa ao seu centro e b) Caracterização dos murundus, ambos em Palmeirópolis (TO).....	33
Figura 10 - Grade para mensuração da porcentagem de cobertura da vegetação nas parcelas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).....	33
Figura 11 - Murundu em uma Lagoa Laterítica amostrada na região de Palmeirópolis (TO). ....	34
Figura 12 - (a) Exemplos da vegetação coletados para identificação das espécies e (b) Prensagem do material botânico, Palmeirópolis (TO). ....	34
Figura 13 - Afloramento laterítico no entorno de uma das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO). ....	35
Figura 14 – “Pedra canga” encontrada sob o afloramento laterítico em meio à vegetação no entorno das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).....	35
Figura 15 - Modelo Numérico de Terreno (MDT) da área de estudo, na região de Palmeirópolis (TO).....	37
Figura 16 - Mapas de declividade e sombreamento derivados do MDT na região de Palmeirópolis (TO).....	38
Figura 17 - Composição colorida realçando patamares no relevo na região de Palmeirópolis (TO).....	39
Figura 18 - Localização das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO) em relação às Unidades Geomorfológicas.....	40

Figura 19 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 1 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	42
Figura 20 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 3 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	43
Figura 21 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 5 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	44
Figura 22 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 9 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	45
Figura 23 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 10 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	46
Figura 24 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 12 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	47
Figura 25 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 15 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	48
Figura 26 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 16 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	49
Figura 27 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 20 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	50
Figura 28 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 25 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	51
Figura 29 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 56 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).....	52
Figura 30 - Ordenação por Análise de Componentes Principais para os parâmetros químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm em lagoas secas no município de Palmeirópolis-TO. (letra l seguida de números é referentes às amostras em cada lagoa). .....	53
Figura 31 - Ordenação por Análise de Componentes Principais para os parâmetros químicos do solo na profundidade de 20 a 40 cm em lagoas secas no município de Palmeirópolis-TO. (letra l seguida de números é referente às amostras em cada lagoa). .....	54
Figura 32 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 1 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	55
Figura 33 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 3 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	55

Figura 34 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 5 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	56
Figura 35 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 9 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	56
Figura 36 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 10 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	56
Figura 37 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 12 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	57
Figura 38 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 15 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	57
Figura 39 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 16 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	57
Figura 40 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 20 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	58
Figura 41 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 25 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	58
Figura 42 - Porcentagem de cobertura por m <sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 56 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição eqüidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20). .....	58
Figura 43 - Relação entre a distância mais extrema (Quadrado 1) e mais próxima do centro (Quadrado 20) de todas as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO), pela ocorrência dos grupos vegetais: gramíneas, herbáceas, ciperáceas, árvores com diâmetros menores que 2 cm e dos espaços vazios. R <sup>2</sup> = coeficiente de determinação de ajustes lineares e não lineares.....	60

Figura 44 - Distribuição do número de indivíduos pelas espécies amostradas nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO). .....	63
Figura 45 - Distribuição do número de indivíduos pelas famílias botânicas amostradas nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO). .....	64
Figura 46 - Distribuição em classes diamétricas dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) amostrados nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO). .....	65
Figura 47 - Distribuição em classes de altura dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) amostrados nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO). .....	65
Figura 48 - Distribuição das Classes do Índice de Circularidade (IC) encontradas entre as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO). .....	66
Figura 49 - Diagrama de Roseta com predominância de direção de lineamento entre as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis, TO. ....	67

## ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies vegetais registradas, sua família botânica, diâmetro, altura e identidade de localização dos murundus nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).....	61
Tabela 2 - Resultados da química dos solos das lagoas amostradas. ....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS

Al – Alumínio  
ACP – Análise de Componentes Principais  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
DSG – Diretoria de Serviços Geográficos  
E - Leste  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ENE - Leste do Nordeste  
ESE - Leste do Sudeste  
GPS – Sistema de Posicionamento Global  
H – Hidrogênio  
H<sub>2</sub>O – Água  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IC – Índice de Circularidade  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
IVI – Índice de Valor de Importância  
K – Símbolo do Potássio  
MgAA – Magnésio por Amostra Atômica  
MO – Molibdênio  
N - Norte  
NE - Nordeste  
NNE - Norte do Nordeste  
NNW - Norte do Noroeste  
NW - Noroeste  
W - Oeste  
WNW - Oeste do Noroeste  
WSW - Oeste do Sudoeste  
P – Fósforo  
PH – Potencial de Hidrogênio  
RADAMBRASIL – Projeto dedicado a aquisição de imagens de radar de diversas regiões do território brasileiro nas décadas de 70 e 80  
S – Sul  
SE – Sudeste  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SW – Sudoeste  
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission  
SSE – Sul do Sudeste  
SSW – Sul do Sudoeste  
SVS – Sequência Vulcano-Sedimentar

## RESUMO

Uma caracterização ambiental através de pesquisas multidisciplinares tem papel determinante no sentido de fornecer informações sobre os processos e inter-relações que constituem um ecossistema. Esses estudos visam classificar estes ambientes, tendo a finalidade de orientar e fornecer subsídios quanto a sua preservação, conservação e/ou recuperação.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização regional e local dos ecossistemas lacustres secos sob substrato laterítico encontrados na região de Palmeirópolis – TO. Foram utilizados os seguintes procedimentos: (i) em um contexto regional, verificou-se a geomorfologia e a geologia em que a área de estudo estava inserida e averiguou-se a formação litoestratigráfica em que os ecossistemas lacustres sob laterita se encontravam; (ii) em um contexto local, por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, verificou-se os parâmetros morfométricos como base para identificação dos processos de formação dos ambientes lacustres em relação à geomorfologia local e a identificação das unidades geomorfológicas em que essas lagoas ocorrem. Utilizando-se daquelas técnicas foram ainda analisadas as formas e a orientação de todas as lagoas encontradas dentro de área de estudo. Em campo, foram conduzidas a caracterização pedológica desses ecossistemas lacustres e o levantamento da vegetação existente dentro da área seca de influência das lagoas. Os resultados demonstraram características específicas destes ecossistemas em relação a sua geologia e geomorfologia local e regional. A análise pedológica identificou as principais classes de solos encontradas nesses ambientes e suas respectivas profundidades tendo como limite uma couraça laterítica. A vegetação das áreas secas das lagoas apresentou composição florística características das fitofisionomias Campo Sujo e Campo Limpo. As relações entre distância e os grupos botânicos observados não apresentaram valores de  $R^2$  muito elevados, dificultando as análises sobre possíveis gradientes na vegetação das lagoas amostradas. As lagoas tiveram como padrão espacial, formas circulares a elípticas e orientação linear predominante W/WSW-E/ENE. Os resultados permitiram uma melhor compreensão das características que envolvem estes ecossistemas lacustres sob laterita na região de Palmeirópolis - TO, identificando suas especificidades.

Palavras chave: Caracterização, ecossistema lacustre, lagoas lateríticas, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

Environmental characterization using multidisciplinary approaches plays an important role in furnishing information on the processes and inter-relationships that constitute an ecosystem. This type of research strives to classify these environments and to furnish parameters for their preservation, conservation and or recuperation. In this context, the purpose of this research was to carry out a regional and local characterization of the lake ecosystems on lateritic soils found in the region of Palmeirópolis, State of Tocantins, Brazil.

The following steps were carried out: (i) in a regional context, the geomorphology and geology of the study area were assessed, and the lithostratigraphic formation of the lateritic lake ecosystems was determined; (ii) in a local context, through geoprocessing and remote sensing, the morphometric parameters were determined as a basis for the identification of the processes involved in the formation of the lake environments with relation to local geomorphology and the identification of the geomorphologic units where these lakes occur. Using the same tools, the shape and orientation of all the lakes found in the study area were analyzed. Field work was carried out to characterize the soils and to survey the vegetation of the lake formations. Results show specific characteristics of these ecosystems in relation to local and regional geology and geomorphology. Soil analyses identified the main types of soils found in these environments and their respective depths with the lateritic crust serving as a barrier. The vegetation of the lake environment show a floristic composition typical of “Campo Sujo” and “Campo Limpo”. The relationships between distance and botanical groups did not have high  $R^2$  values, limiting the analyses of possible vegetation gradients in the lakes that were sampled. The lakes were round or elliptic in shape, linearly oriented in predominantly W/WSW-E/ENE axes. The results permitted a better understanding of the characteristics of these lake ecosystems on lateritic soils in the Palmeirópolis – Tocantins region, identifying their specificities.

Key words: characterization, lake ecosystems, lateritic lakes, geoprocessing, remote sensing.

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação

Entende-se por “ecossistema” os sistemas, naturais ou artificiais, limitados fisicamente, onde ocorrem a interação de fatores bióticos e abióticos que caracterizam determinadas estruturas e funções (Ab'Saber *et al.* 1997). Em ecologia, chamam-se de fatores abióticos todas as influências recebidas pelos seres vivos em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do ambiente, tais como luz, temperatura, umidade, salinidade, rocha, solo, água e outros. Já os fatores bióticos são aqueles produzidos direta ou indiretamente por um ser vivo (Ab'Saber *et al.* 1997, Odum 1988).

Pode-se adotar ainda, uma separação entre os meios aquáticos e terrestres, resultando em uma primeira distinção entre ecossistemas. Desta forma, por ecossistema aquático, entende-se todos os lagos e lagoas naturais ou artificiais (represas), rios, mares e oceanos (Tundisi 1980). As lagoas, por sua vez, segundo Guerra (2003), são definidas como depressões de formas variadas, tendendo a formas circulares, de pouca profundidade e cheia de água doce ou salgada, ou ainda, lagos de pequena extensão e profundidade. No entanto, esses sistemas aquáticos naturais são pouco conhecidos e correm o risco de ter seu funcionamento natural alterado mesmo antes de terem sido convenientemente estudados (Tundisi 1980).

Segundo Esteves (1998) os ambientes lacustres (lagoas) são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, que surgem e desaparecem no decorrer do tempo. As lagoas sob crostas ferruginosas encontradas na região de Palmeirópolis – TO são bacias coletoras de materiais detríticos e orgânicos restritos ao seu entorno, com um processo de sedimentação bastante avançado caracterizando, de modo geral, uma gradual transformação dos ambientes aquáticos para ambientes terrestres.

O manejo eficiente destes ecossistemas lacustres, associados aos ambientes terrestres adjacentes, depende do conhecimento das inter-relações dos organismos com os vários níveis de atividade. Sendo assim, estudos ambientais por meio de pesquisas multidisciplinares têm um papel determinante no sentido de fornecer subsídios aos entendimentos desses ecossistemas. Tais estudos visam identificar, caracterizar e classificar estes ambientes tendo como finalidade a orientação acerca dos processos de recuperação e conservação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma caracterização geral dos parâmetros físicos e químicos e biológicos (vegetação) dos ecossistemas lacustres (lagoas secas) sob substrato laterítico, no município de Palmeirópolis – TO.

## **1.2. Lagoas sob Substrato Laterítico**

Segundo Larizzatti & Oliveira (2005), os processos de laterização nos antigos escudos da África e do Brasil levaram ao desenvolvimento de espessos mantos de intemperismo que podem ser capeados por couraças ferruginosas. Os mesmos autores ressaltam que após inúmeros estudos de casos detalhados, foi possível estabelecer que a formação das couraças ferruginosas é um fenômeno típico de regiões submetidas a clima tropical com longa estação seca e precipitação anual entre 1 200 a 1 800 mm.

No Brasil, as formações lateríticas são mais desenvolvidas nas regiões Centro-Oeste e Norte do país (Costa 1991, Horbe & Costa 2005, Larizzatti & Oliveira 2005, Melfi *et al.* 1979, Tardy *et al.* 1988).

Na região Amazônica, algumas áreas com formação laterítica foram identificadas, sendo as principais: a região de Gurupi (Pará-Maranhão); Paragominas-Capim (Pará); Carajás (Pará) e; Baixo Amazônia (Pará) (Costa, 1991). Na Serra de Carajás, terrenos cobertos com crostas lateríticas ferruginosas sustentam expressões serranas que formam inúmeras bacias lacustres ou lagos (Costa *et al.*, 2005). Na FLONA de Carajás foi feito um mapeamento de lagoas lateríticas utilizando imagens de radar (Vieira *et al.* 2007) também nesta região foram desenvolvidos estudos sobre a geoquímica de seis lagos em zona laterítica (Corrêa *et al.*, 1988).

Os estudos sobre formações lateríticas do Centro-Oeste estão focalizados na gênese de depósitos minerais (Oliveira & Trescases 1980) e não apresentam nenhuma referência à caracterização ambiental de ecossistemas lacustres com essas formações.

O Município de Palmeirópolis-TO apresenta um conjunto de lagoas sob laterita ferruginosa que do ponto de vista ambiental carece de estudos científicos. Sendo assim, uma caracterização geoambiental regional e local desse ecossistema lacustre subsidiará futuros estudos científicos, acadêmicos e/ou ações governamentais que visem a preservação, conservação e/ou recuperação desses ambientes, hoje à margem do conhecimento.

## CAPÍTULO II

### ÁREA DE ESTUDO

#### 2.1. Localização da Área de Estudo

A área de estudo escolhida para a realização deste trabalho localiza-se entre as coordenadas geográficas  $12^{\circ}48'30''$  –  $13^{\circ}16'29''$  de latitude sul e  $48^{\circ}10'34''$  –  $48^{\circ}25'43''$  de longitude oeste, sendo esta, parte do município de Palmeirópolis no sul do estado do Tocantins, abrangendo uma área de aproximadamente 862 km<sup>2</sup> (Figura 1).

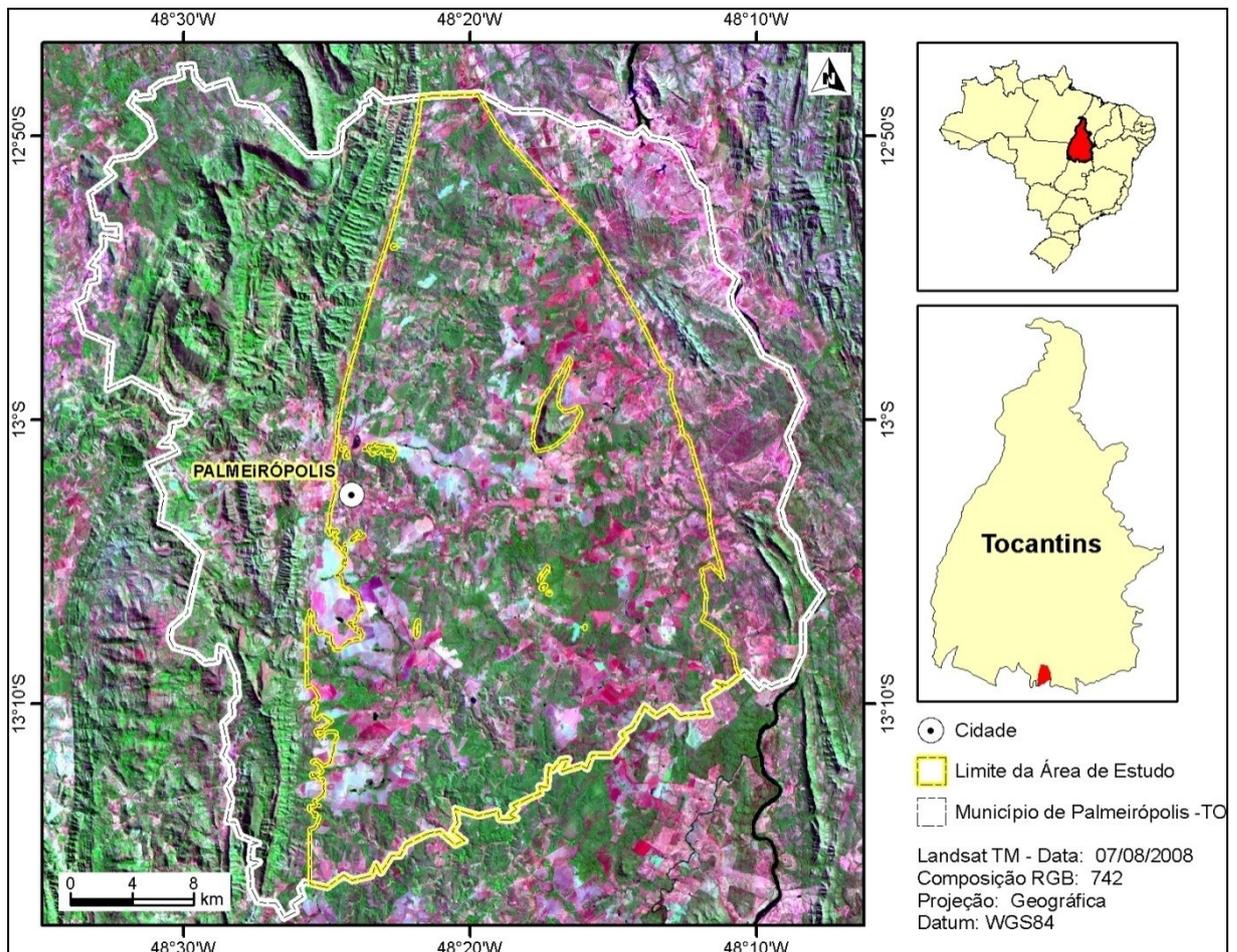


Figura 1 – Mapa imagem da localização da área de estudo.

## 2.2. Contexto Regional

Uma visão holística na geografia sempre existiu e deverá sempre ser incrementada através de uma análise interdisciplinar (Kohler 2001). Sendo assim, uma análise geomorfológica regional procura identificar as principais formas de relevo da região, associadas com as principais unidades litoestratigráficas, a fim de se compreender os eventos e fases de alternância de processos erosivos e de intemperismo químico que envolve a região de estudo (Novaes Pinto 1988, Vitte 2005).

### 2.2.1. Geomorfologia Regional

A região de estudo abrange uma variedade muito grande de aspectos morfológicos. Essa variedade decorre de fatores que contribuíram, direta ou indiretamente, na elaboração do relevo, refletindo grande interação dos processos endogenéticos e exogenéticos (Brasil 1981). As unidades existentes na região se caracterizam por seu aspecto conservado, outras por seu aspecto dissecado e outras por constituírem extensos depósitos acumulativos. Nesta região, segundo classificação RADAMBASIL, duas unidades geomorfológicas se fazem presente: O “Planalto do Alto Tocantins” e a “Depressão do Tocantins” (Figura 2).

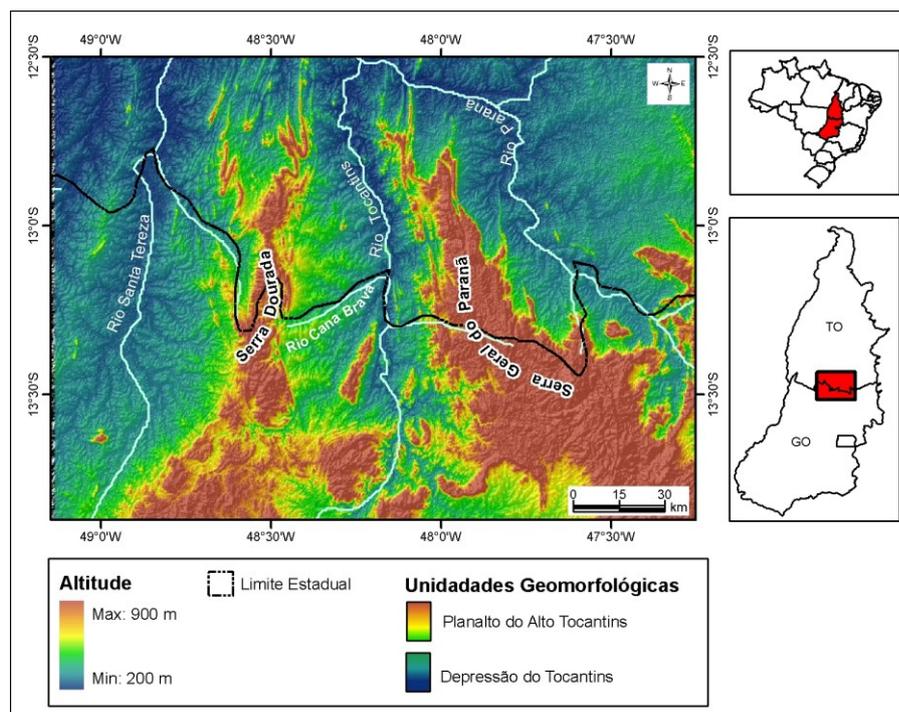


Figura 2 - Mapa de altitude e principais unidades geomorfológicas da região.

O Planalto do Alto Tocantins deve sua denominação ao fato de ser um relevo muito fragmentado, entremeado constantemente por depressões intermontanas, esculpidas por importantes tributários do rio Tocantins. Uma das principais estruturas representativas dessa unidade na região é a Serra Dourada. Esta dispõe de uma grande estrutura braquianticlinal orientada N-S, de aproximadamente 60 km de comprimento por 10 km de largura. Caracterizada por um núcleo granítico rebaixado, com cotas altimétricas em torno de 800m, é contornada quase que inteiramente por cristas quartzíticas mais elevadas, que chegam a atingir 900 m (Figura 3). Do núcleo dessa grande estrutura, parte cursos de água que constituem a rede de afluentes do rio Santa Teresa, a oeste, e o rio Cana Brava a leste, este já em plena bacia do alto rio Tocantins.

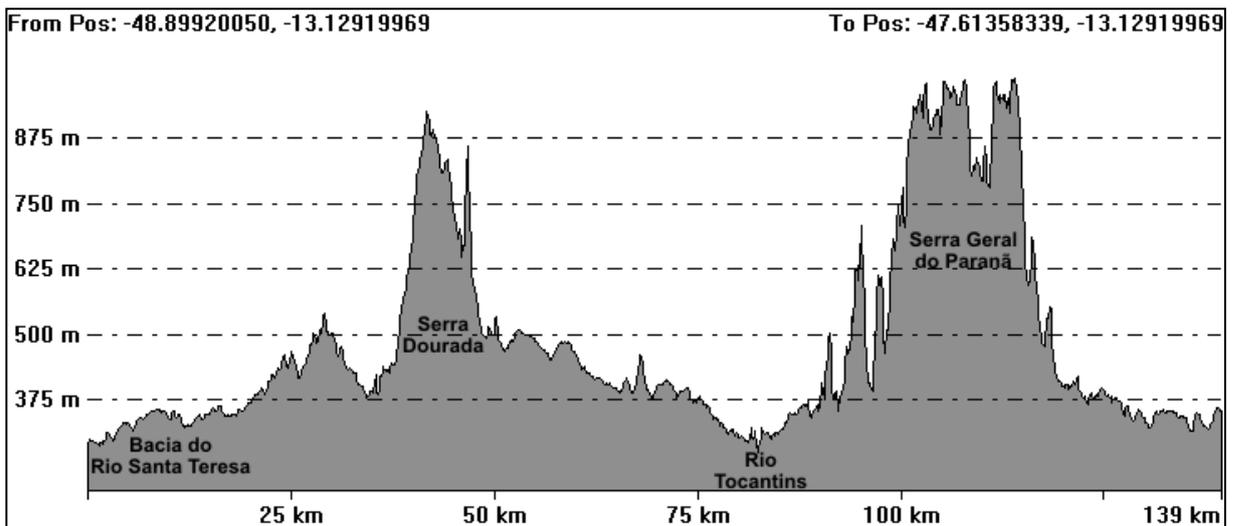


Figura 3 - Perfil Longitudinal (oeste-leste) da região de estudo.

A Depressão do Tocantins encontra-se levemente dissecada em formas tabulares, o que lhe confere um aspecto plano e homogêneo. Secundariamente ocorrem formas convexas com dissecção incipiente. E alguns locais as formas convexas são menos caracterizadas devido à presença de uma superfície horizontal que a secciona. Nessas áreas, elas são mais bem evidenciadas através de suas vertentes abauladas. Há uma grande discontinuidade das formas de relevo, representadas por constantes mudanças nos índices de dissecção. Grandes quantidades de relevos residuais se sobressaem nessa parte da depressão, sendo estes remanescentes do Planalto do Alto Tocantins. Esses residuais assumem a

forma de pontões ou cristas isoladas, com direções predominantemente NE-SW (Brasil 1981)

A rede de drenagem é um aspecto importante da unidade. Isso porque, ao longo de todos os rios principais, verifica-se a presença de deposições fluviais expressivas, originando planícies e planícies associadas a terraços fluviais. O rio Tocantins, principal rio da unidade, apresenta uma quebra brusca no seu curso, evidenciando um forte controle estrutural.

Analisando a Depressão do Tocantins desde sua parte meridional até o seu limite norte, constata-se um plano inclinado com altitudes de sul para o norte, variando entre 500 a 200 m respectivamente.

Nas áreas interfluviais ocorrem lagoas intermitentes e lagoas perenes. Sob solos hidromórficos, estas lagoas são circundadas por gramíneas geralmente pontilhadas por buritis. Entre os rios Tocantins e Santa Teresa, uma sequência de lagoas paralelas e próximas a este último marca um aspecto importante que provavelmente indica um forte controle estrutural na área (Brasil 1981).

### **2.2.2. Geologia Regional**

A região encontra-se inserida em uma das áreas geologicamente mais interessantes e complexas da Plataforma Sul-Americana (Almeida 1976). Em seus domínios têm-se registros de todos os eventos geotectônicos conhecidos no Brasil, fazendo com que se posicionem unidades estratigráficas cujos dados radiométricos apresentam idades extremamente variáveis (Brasil 1981).

A unidade estratigráfica denominada sequência vulcano-sedimentar de Palmeirópolis esta geotectonicamente situada na Província de Tocantins (Almeida *et al.* 1977), e faz parte do Maciço Mediano de Goiás, ou, conforme interpretação mais recente, do Arco Magmático de Goiás (Pimentel *et al.* 1997) (Figura 4). Esta unidade é composta por rochas do Paleoproterozóico afetadas pelo ciclo Uruaçuano (Marini *et al.* 1984) formando, com a sequência de Indainópolis e Juscelândia, um lineamento praticamente norte/sul.

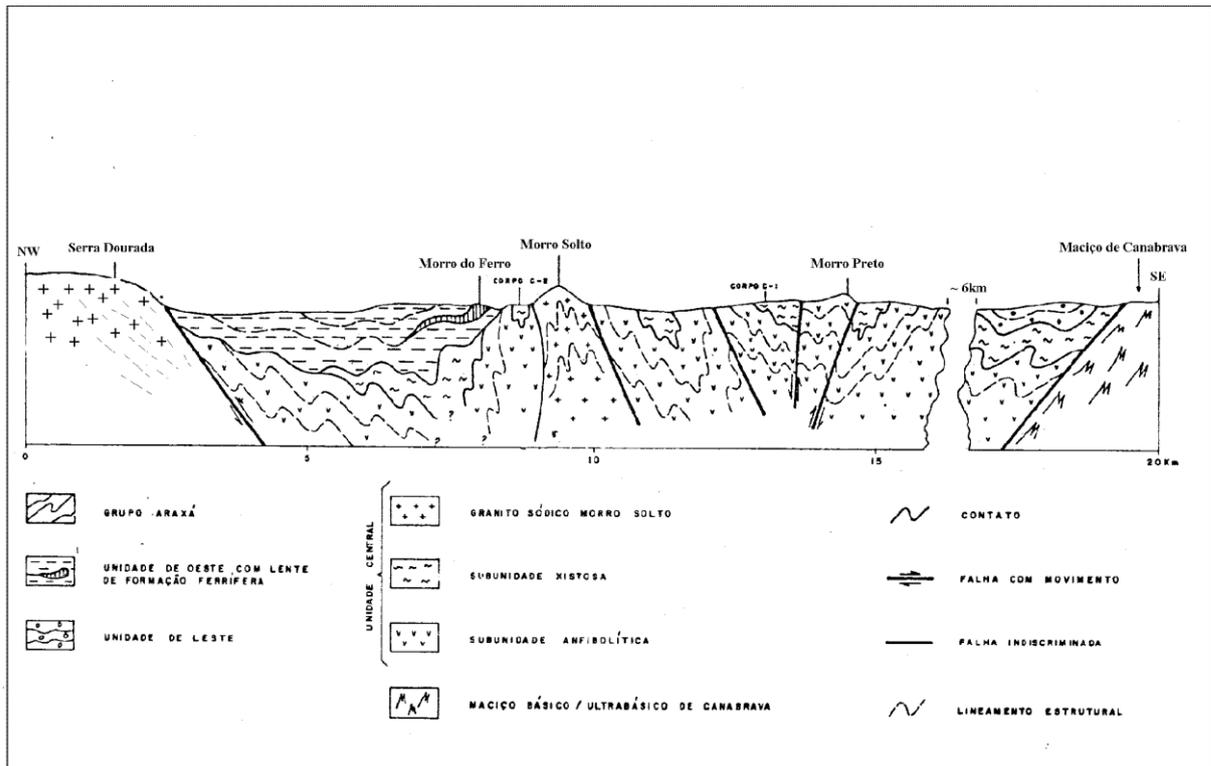


Figura 4 - Perfil regional esquemático da região de Palmeirópolis – TO (Winge 1995).

Esta unidade estratigráfica está ainda balizada a leste pelo Máscio Básico – Ultrabásico de Canabrava e por metassedimentos do Grupo Paranoá, a oeste por metassedimentos do Grupo Serra da Mesa e pelo Granito Serra Dourada, a norte também por litotipos correlacionados ao Grupo Serra da Mesa e ao sul por rochas tidas como pertencentes ao Grupo Paranoá (Schobbenhaus *et al.* 1984), (Figura 5).

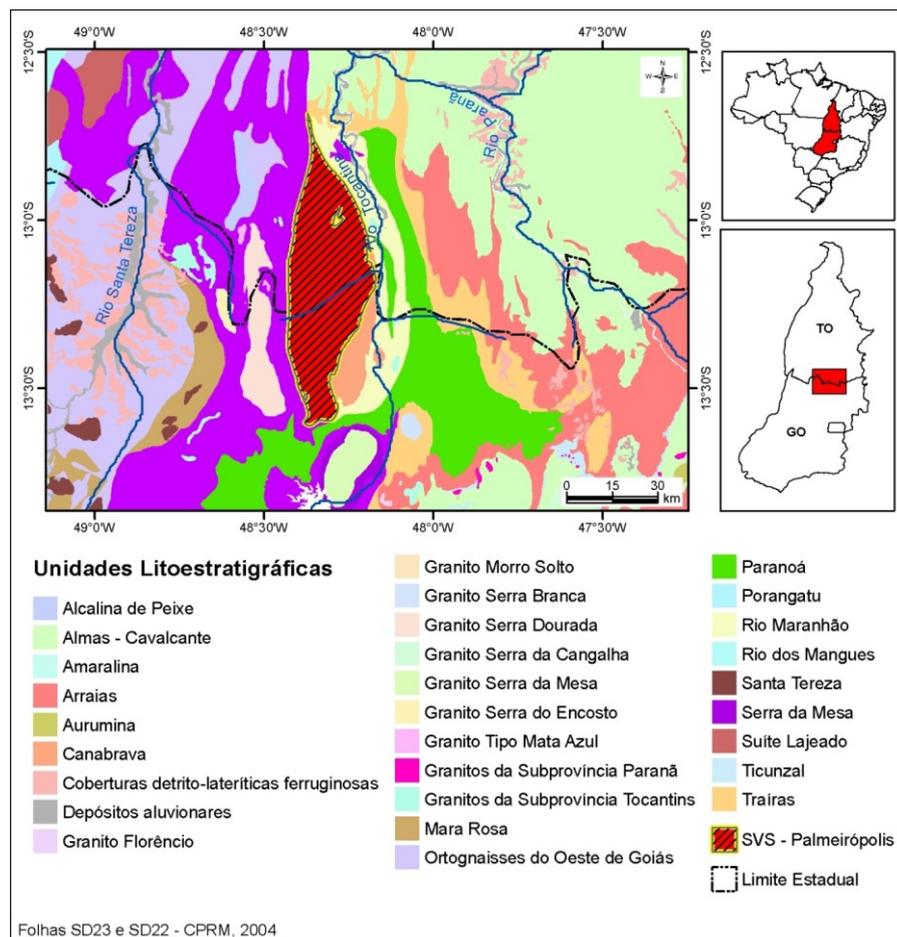
O substrato geológico mais antigo é representado por terrenos granito-gnáissicos, associados a unidades constituídas pelos complexos Diorito-Granodiorítico Rio Maranhão e Granulítico-Charnoquítico de Porangatu, além do Complexo Metamórfico Aruanã-Pindorama, possivelmente Paleoproterozóicas.

Ainda no Paleoproterozóico destacam-se: a sedimentação de rochas do Grupo Araí caracterizando bacia do tipo continental, as intrusivas graníticas anorogênicas (Serra da Mesa e Serra Dourada), o Complexo de Canabrava, este constituído por uma suite máfico-ultramáfica acamadada e granulitizada, que apresenta íntima relação de contato com a Seqüência Vulcano-Sedimentar (SVS) de Palmeirópolis (Figura 4), do Mesoproterozóico.

Esta seqüência, metamorfizada ao fácies anfíbolito, bordejada aquele máscio ultramáfico e é caracterizada na base, por um vulcanismo fissural diferenciado

(basaltoriolito), sendo que a unidade anfibolitizada (basaltos) está cortada por intrusões graníticas, cuja maior expressão é o Granito do Morro Solto. A este conjunto, predominantemente vulcânico, associam-se, além de vulcanoclásticas finas xistificadas, sedimentos químicossilicosos e sílico-ferríferos (Chert E BIF, respectivamente). Metassedimentos de natureza pelítico-aluminosa a oeste e um pacote heterogêneo vulcanoclástico terrígeno, a leste, estão sobrepostos às metavulcânicas basais.

O Neoproterozoico é representado por terrenos que exibem certa analogia aos terrenos granito-greenstones. São constituídos por granitos sintectônicos gnaissificados da unidade Ortognaisses do Oeste de Goiás, pela Seqüência Metavulcano-sedimentar de Mara Rosa, rochas ultramáficas da Suíte Gabro-diorítica de Amaralina e granitos a tarditectônicos pertencentes às suítes graníticas Santa Tereza e Chapada (Oliveira 2000).



**Figura 5 - Localização das unidades litoestratigráficas da região de estudo, em especial a “Seqüência Vulcano Sedimentar de Palmeirópolis.**

### 2.3. Aspectos Fisiográficos Local

O clima local é tropical semi-úmido com temperatura média anual variando entre 24 a 26°C, umidade relativa do ar de 70 a 75% e índice pluviométrico médio de 1.700 mm (INMET 2009). Possui duas estações bem definidas, uma seca (maio-setembro) e outra chuvosa (outubro-abril).

Formada por unidades supracrustais que correspondem às sequências metavulcano-sedimentares de Palmeirópolis e aos metassedimentos das faixas de dobramentos Uruaçu (Grupo Serra da Mesa), a geologia da área de estudo associa-se ao um intenso plutonismo ácido e básico, apresentando também extrema complexidade litoestrutural-metamórfica (Valente & Veneziani 1993).

Contida na unidade geomorfológica “Depressão do Tocantins” a geomorfologia da área de estudo é constituída por rochas do Pré-Cambriano Indiferenciado (granitos e gnaisses), rochas pré-cambrianas do Grupo Araxá e extensa cobertura detrítico-laterítica do Terciário-Quaternário. Nesta área são encontradas três formas de dissecação do relevo: Aguçadas, Convexas e Tabulares. Esta última é a mais predominante, sendo formada por relevo de topo aplanado, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, e eventualmente separados por vales de fundo plano (Brasil 1981).

Apresentando escalas reduzidas, os levantamentos pedológicos para a área estudada são aplicáveis apenas para estudos regionais. Nos estudos existentes são identificadas as seguintes classes de solos: Argissolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-amarelo (IBGE, 2001).

Os Argissolos são constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença do horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Encontra-se o horizonte B textural (Bt) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. São de profundidade variável, que podem desde fortemente a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte B (Embrapa 2006).

Constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizontes diagnóstico superficial, os Latossolos são solos de avançado estágio de intemperização, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São normalmente muito profundos, sendo a espessura raramente inferior a um metro (Embrapa 2006).

Remanescentes da vegetação pristina de cerrado , embora raros, ainda são presentes. De modo geral, estes foram substituídos por culturas agrícolas ou pastagens. Nas áreas de maior umidade, ou em locais de solos mais ricos provenientes da alteração de rochas anfíbolíticas, desenvolvem-se matas de grande porte (Oliveira 2000).

## CAPÍTULO III

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Recorte da Área de Estudo

A Depressão do Tocantins apresenta altitudes que variam de 200m ao norte e 500m ao sul (Ross 1996). Esta informação serviu como um dos critérios para o recorte da área de estudo. O outro foi baseado na geologia, em especial na unidade litoestratigráfica denominada “sequência vulcano-sedimentar de Palmeirópolis”, por ser esta composta de rochas anfíbolíticas derivadas de basaltos toleíticos de piso oceânico (Oliveira 2000), sendo este tipo rocha, um dos fatores que contribuem para formação de ambientes lacustres (lagoas).

Para identificação e limitação de áreas iguais ou abaixo de 500m foi utilizado o mapa de altitude da região, extraído do Modelo de Elevação SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Já o mapa das unidades litoestratigráficas do – Serviço Geológico do Brasil - Folha SD23 e SD24 (Souza *et al.* 2004), também foi utilizado como fonte de dados espaciais, bem como o mapa da malha municipal do Brasil - IBGE – 2007.

Utilizando o SIG (Sistema de Informação Geográfica) ArcGis 9.3, foi feito um cruzamento (intersecção) das áreas com altitudes menores ou igual a 500m (A), área da sequência vulcano-sedimentar de Palmeirópolis (B) e o limite da malha municipal de Palmeirópolis-TO (C), definindo como unidade de pesquisa a região centro-leste do município (Figura 6).

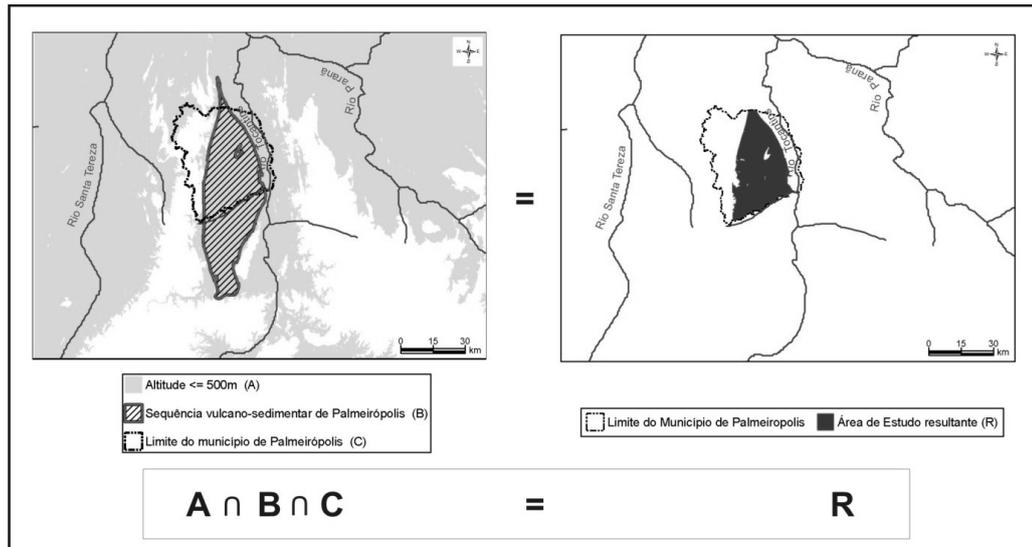


Figura 6 - Recorte da área de estudo, utilizando técnicas de geoprocessamento.

### 3.2. Identificação e Localização dos Ecossistemas Lacustres (lagoas)

Para a identificação e localização desses ambientes utilizou-se imagem orbital do sensor IKONOS que apresenta uma alta resolução espacial. Com isso, foram detectadas e levantadas as coordenadas geográficas de 56 lagoas dentro da área de estudo para posterior trabalho de campo (Figura 7).

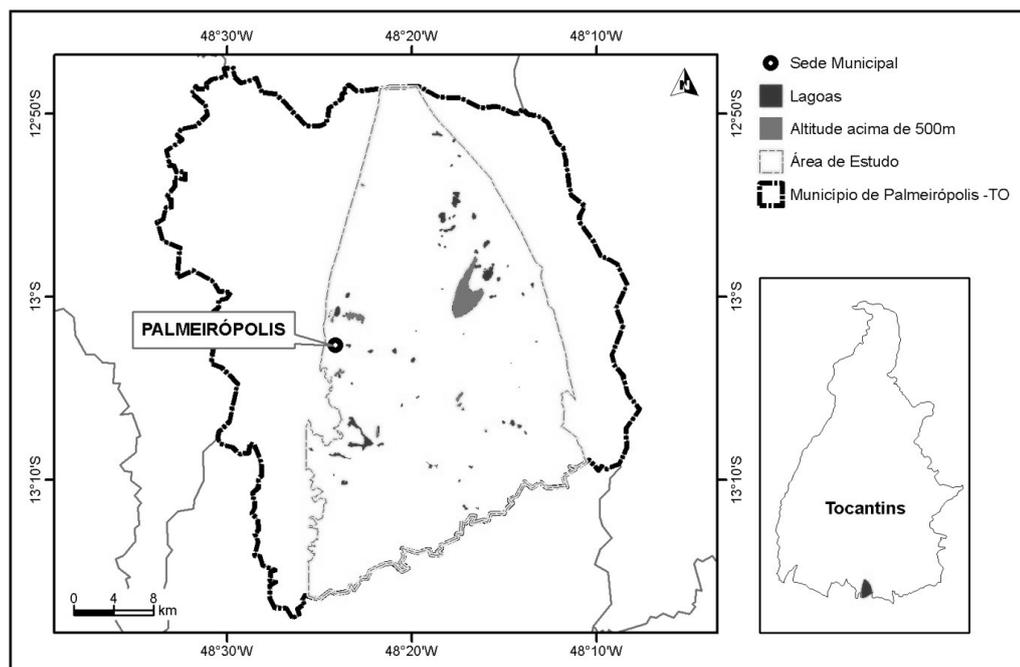


Figura 7 - Localização dos ecossistemas lacustres (lagoas) dentro da área de estudo.

### **3.3. Parâmetros Morfométricos do Relevo Local**

A análise de parâmetros morfométricos constitui um importante papel para compreensão do relevo e dinâmica terrestre (Castro & Carvalho 2009).

O Modelo Digital (MDT) de Terreno configura como uma importante fonte de dados morfométricos, pois consiste em uma representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço (Hermuche *et al.* 2002). A partir do MDT foram confeccionados mapas derivados que serviram de base para análise da formação do relevo e identificação de unidades geomorfológicas. Para realização dessa metodologia foram necessárias duas etapas:

#### **3.3.1. Elaboração do Modelo Digital de Terreno (MDT)**

A confecção do MDT da região de Palmeirópolis foi realizada a partir de 2 (duas) cartas digitais cedidas pela Diretoria de Serviços Geográficos do Exército (DSG) na escala de 1:100.000, contendo curvas de nível eqüidistantes, pontos cotados e hidrografia. Esses dados foram corrigidos e posteriormente interpolados pelo módulo TOPOGRID do programa ArcInfo (ESRI 1990), gerando uma matriz da área de estudo com resolução espacial de 20 m. A partir dessa matriz, contendo dados altimétricos foram gerados mapas derivados de declividade e sombreamento.

#### **3.3.2. Realce digital dos parâmetros morfométricos**

A composição colorida consiste em uma técnica de processamento digital de imagens que permite realçar as feições e os distintos padrões do relevo, favorecendo uma posterior análise visual e uma melhor distinção das unidades geomorfológicas (Borges 2008). Desta forma, de posse dos mapas derivados foi utilizada a técnica de composição colorida com o propósito de realçar os padrões morfométricos. Neste procedimento foi feita a combinação do MDT mais as imagens derivadas (declividade e sombreamento) com a três cores primárias, vermelho (R), verde (G) e azul (B). A combinação que melhor individualizou as unidades geomorfológicas foi a composta pelo MDT (R), declividade (G) e sombreamento (B).

Após análise visual da imagem composta foi utilizado os dados altimétricos do MDT para compartimentação do relevo em 4 unidades distintas: Serras, Patamares de 1 a 4 e Planície Fluvial.

### **3.4. Coleta de Campo**

As coordenadas geográficas das lagoas encontradas foram numeradas aleatoriamente e armazenadas em um receptor de navegação GPS (Sistema de Posicionamento Global), marca/modelo GARMIN GPSMAP 60CSX para localização das mesmas em campo.

Para a amostragem foram consideradas apenas aquelas lagoas que possuíam evidências de afloramentos lateríticos. Uma vez que não foram realizadas sondagens nas outras lagoas, não foi possível confirmar a presença de afloramentos lateríticos nas mesmas.

As lagoas previamente enumeradas durante a etapa de identificação e localização dos ecossistemas lacustres resultaram na amostragem a campo das lagoas de números: 1, 3, 5, 9, 10, 12, 15, 16, 20, 25 e 56. Em cada uma destas foram coletadas amostras de solos, vegetação e fragmentos lateríticos (pedra canga), conforme método descrito abaixo:

#### **3.4.1. Solos**

Para a caracterização dos solos da área seca de influência das lagoas e do seu entorno foi feito um transecto de tamanho variado partindo do topo da vertente superior em direção ao centro de cada lagoa (Figura 8). Neste transecto, os solos foram classificados à campo e, de acordo com as variações observadas em sua coloração, amostras foram coletadas. A profundidade de coleta das amostras variou em relação à presença do substrato laterítico. Assim, quando possível, os solos foram coletados em seis profundidades, que variaram de: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 e 100 - 120 cm. Estas amostras foram pré-identificadas e enviadas para análise físico-química no laboratório de solos na Embrapa Cerrados. Porém, destas

amostras, apenas aquelas correspondentes às áreas de influência das lagoas tiveram a sua análise química concluída.

As amostras de solo foram analisadas em laboratório para atributos químicos segundo a metodologia da Embrapa (EMBRAPA 1997), (Anexo). Para as amostras nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm os resultados foram submetidos à técnica de ordenação Análise de Componentes Principais (ACP), com matriz de correlação, com os dados standardizados. A análise foi feita com o programa PC-ORD versão 3.17 (McCune & Mefford 1997).

A classificação das amostras de solos do entorno das lagoas foram baseadas na tabela de cores segundo Munsell (1975).



Figura 8 - Perfil e vista aérea do transecto para coleta das amostras de solo.

### 3.4.2. Vegetação do ambiente terrestre nas Lagoas

Da mesma forma, a amostragem da vegetação nas áreas secas e/ou úmidas das lagoas foi feita por meio de um transecto alocado a partir do limite mais externo da lagoa, em alguns casos, do limite desta com o Cerrado, para o centro das mesmas (Figura 9a). Esse limite se caracterizava pelo término dos solos profundos (Latosolos), característicos das áreas de Cerrado adjacentes às lagoas. Nesses transectos foram estimadas, em cada lagoa, a porcentagem da ocupação do solo pelas diferentes formas de vida de vegetação rasteira e de algumas arbóreas (< 2 cm diâmetro), pela alocação de 20 parcelas de 1 x 1 m<sup>2</sup> equidistantes entre si.

Desta forma, o comprimento de cada transecto utilizado para a amostragem da vegetação, bem como a distância entre as parcelas alocadas em cada lagoa foram variáveis de acordo com o tamanho das mesmas. Cada parcela foi numerada de 1 a 20 de acordo com a sua posição no transecto, sendo as de número 1 aquelas localizadas no limite da lagoa com o cerrado e as de número 20 aquelas localizadas no centro das lagoas secas/pacialmente alagadas.

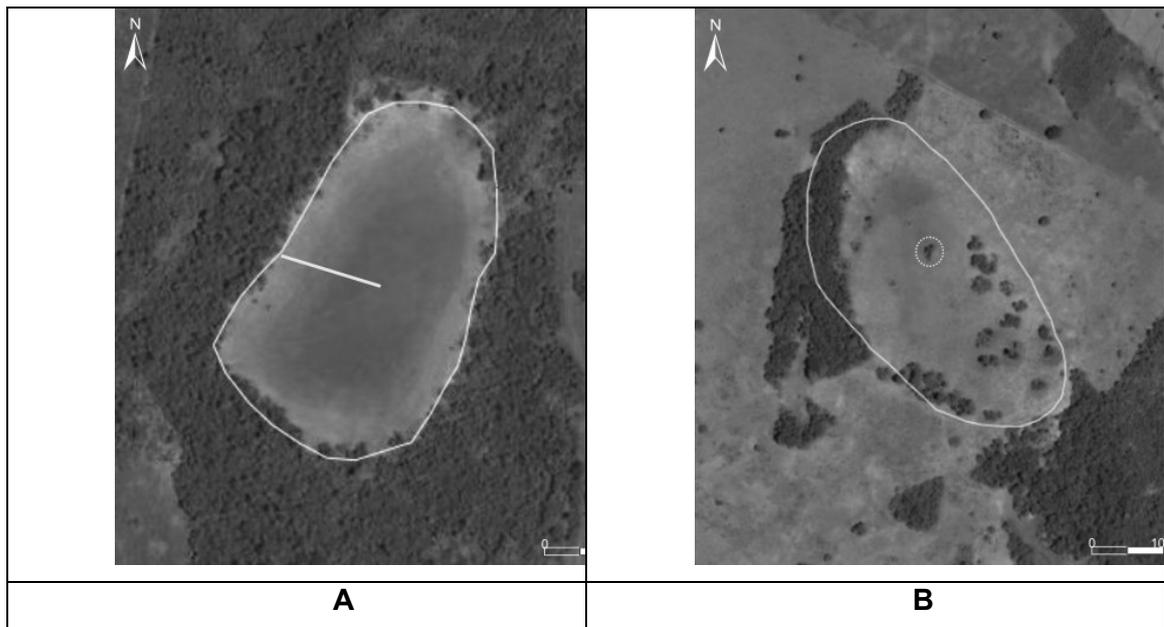


Figura 9 - a) Transecto utilizado para amostragem da vegetação partindo do limite do Cerrado com a lagoa ao seu centro e b) Caracterização dos murundus, ambos em Palmeirópolis (TO).

Estas parcelas foram de fato constituídas por uma grade de  $1 \times 1 \text{ m}^2$ , subdividida em quadrículas de  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  (Figura 10). Cada quadrícula de  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  representou 1% de cobertura de solo por um grupo vegetal estabelecido: gramínea, herbácea, ciperácea ou arbórea (< 2 cm de diâmetro).



Figura 10 - Grade para mensuração da porcentagem de cobertura da vegetação nas parcelas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).

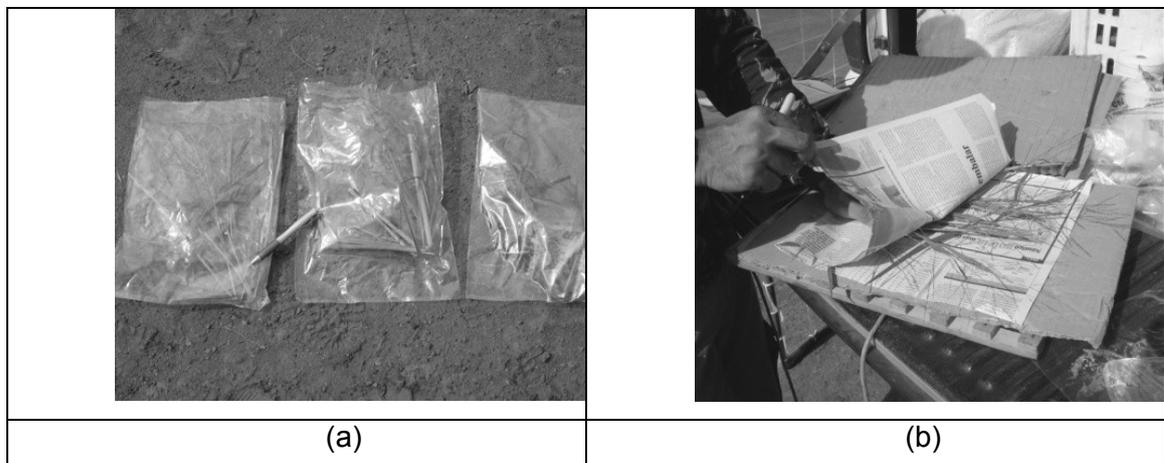
Em algumas lagoas secas, foram ainda encontrados murundus (Figuras 9b e 11), onde foram levantadas, por meio de um parcela de 5 x 5 m, as espécies arbóreas (> 2cm de diâmetro). De cada indivíduo amostrado foram ainda mensurados o seu diâmetro (a 20 cm do solo) e a sua altura.



**Figura 11 - Murundu em uma Lagoa Laterítica amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

As espécies foram identificadas em campo por um especialista botânico.. Alguns exemplares foram ainda coletados para identificação em herbário ou em bancos de dados virtuais (Figura 12).

Os padrões de distribuição ao longo dos transectos (centro para as bordas das lagoas) dos grupos de gramíneas, ciperáceas, herbáceas e arbóreas foram analisados por regressão linear.



**Figura 12 - (a) Exemplos da vegetação coletados para identificação das espécies e (b) Prensagem do material botânico, Palmeirópolis (TO).**

### 3.4.3. Fragmentos Lateríticos

Afloramentos lateríticos (couraças) foram encontrados ao redor de algumas das lagoas amostradas (Figura 13). Nesses afloramentos a vegetação predominante se caracterizava pela formação de cerrado em meio às couraças ferruginosas, denominada localmente como “pedra canga” (Figura 14). Foram coletadas amostras dessas rochas para uma posterior caracterização em laboratório.



Figura 13 - Afloramento laterítico no entorno de uma das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).



Figura 14 – “Pedra canga” encontrada sob o afloramento laterítico em meio à vegetação no entorno das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).

### 3.5. Métricas Espaciais

Para a detecção de possíveis padrões espaciais das 56 lagoas inseridas na área de estudo foram calculadas métricas de cada lagoa, tais como: área, perímetro, índice de circularidade, bem como a orientação espacial. Para essa etapa foi utilizado ferramentas do módulo Arctools no programa Arcgis. 9.3

O índice de circularidade (IC) se baseia na razão entre a área da lagoa (A) e a área de um círculo com o mesmo perímetro da lagoa (P).

$$IC = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Onde “IC” é a circularidade da lagoa, “A” a área da lagoa e “P” o perímetro da lagoa. Nesta formulação o valor máximo é igual a 1 (um), quando corresponde a uma lagoa com forma circular. Desta maneira, quanto mais próximo de 1 (um) for o valor, mais circular será a lagoa.

Para cálculo dos azimutes (orientação) de cada uma das 56 lagoas encontradas dentro da área de estudo, foi utilizado a ferramenta “*Linear Directional Mean (Spatial Statistics)*” do módulo Arctoolbox contido no programa ArcGis 9.3. Para apresentação dos resultados utilizou-se o diagrama de roseta gerado pelo software RockWorks14 (RockWare 2009).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1. Resultados e Análise dos Parâmetros Morfométricos do Relevo Local

A interpolação das curvas de nível, pontos cotados e drenagem permitiu a obtenção do Modelo Digital de Terreno (MDT) da área de estudo, com resolução espacial de 20 m (Figura 15). A partir do MDT foram obtidos os mapas de declividade e sombreamento (Figura 16).

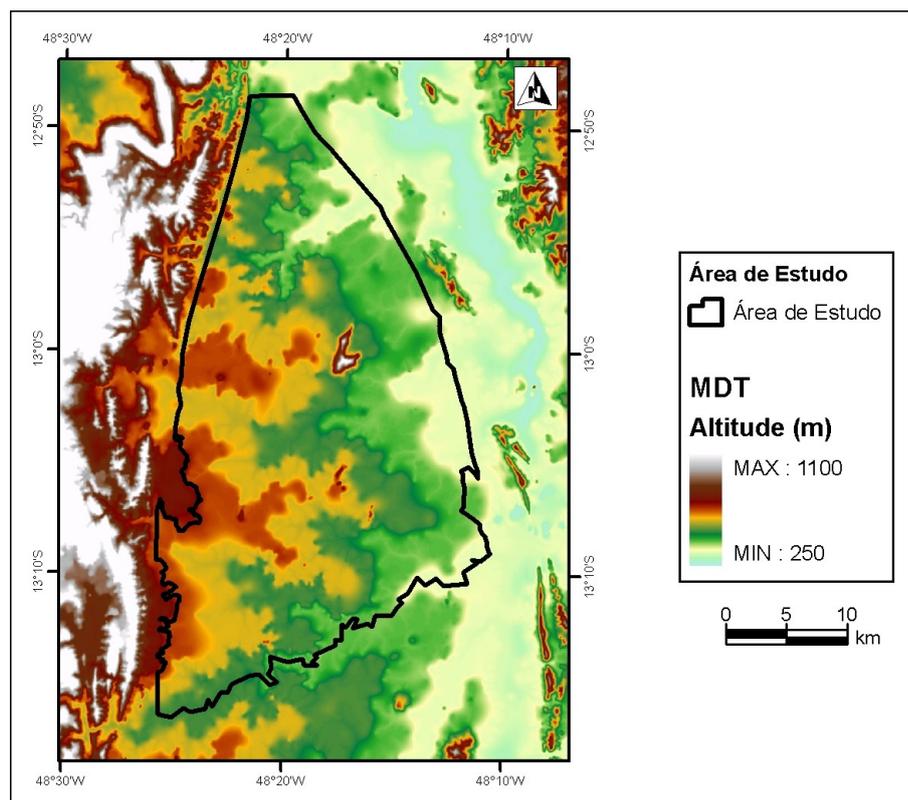


Figura 15 - Modelo Numérico de Terreno (MDT) da área de estudo, na região de Palmeirópolis (TO).

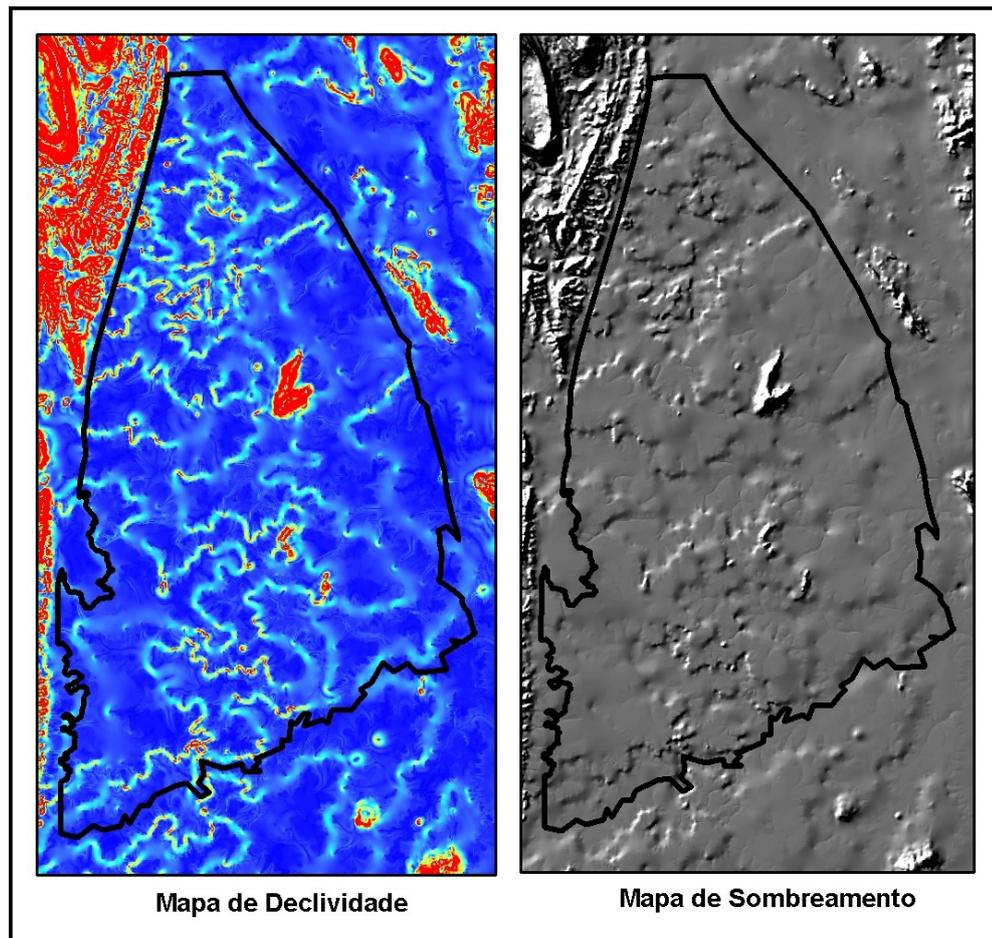


Figura 16 - Mapas de declividade e sombreamento derivados do MDT na região de Palmeirópolis (TO).

Os mapas derivados mais o MDT serviram de base para a composição colorida onde: o MDT compôs a banda do Vermelho (R); a declividade, a banda do Verde (G) e; o sombreamento, a banda do Azul (B). Esta composição foi a que melhor realçou o relevo, mostrando a evidência de seis unidades geomorfológicas: Serras, Patamares 1 a 4, e Planície Fluvial (Figura 17).

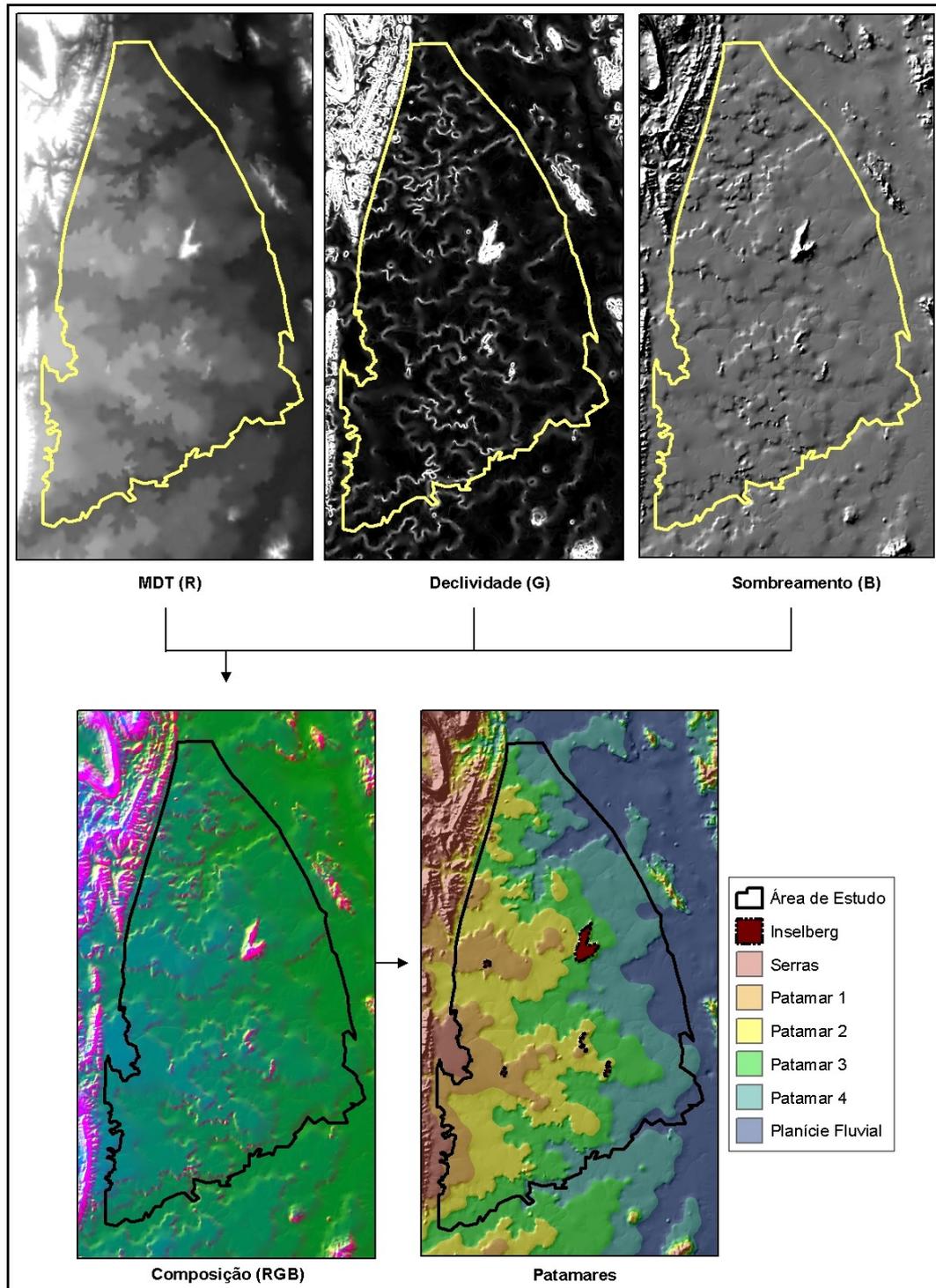


Figura 17 - Composição colorida realçando patamares no relevo na região de Palmeirópolis (TO).

Todas as lagoas amostradas nos Patamares 3 e 4 apresentaram afloramento laterítico em suas bordas. O restante das lagoas que ocorreram nos Patamares 1 e 2 não apresentaram evidência de couraça laterítica em suas bordas (Figura 18).

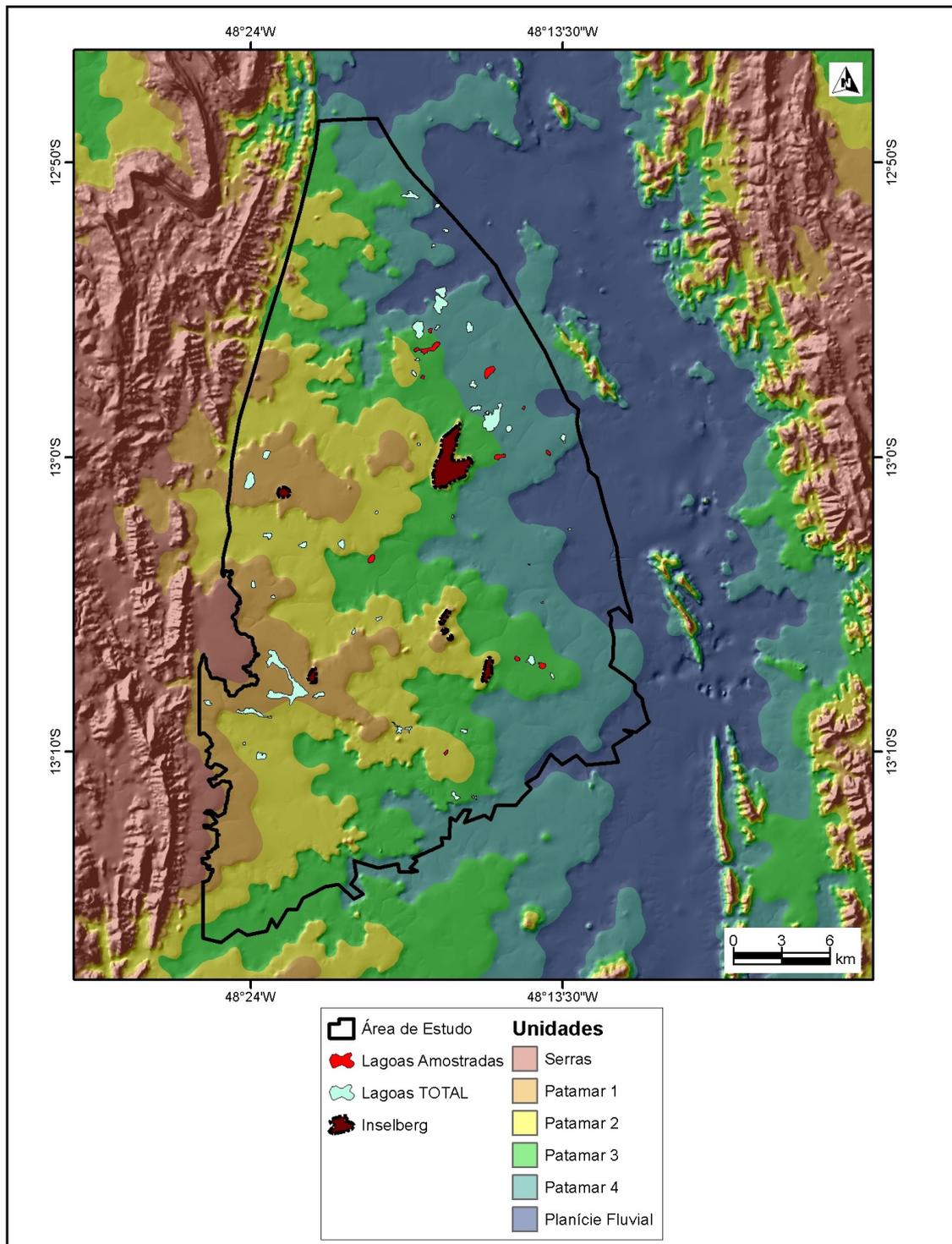


Figura 18 - Localização das Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO) em relação às Unidades Geomorfológicas.

## **4.2. Resultados da Coleta de Campo**

### **4.2.1. Solos**

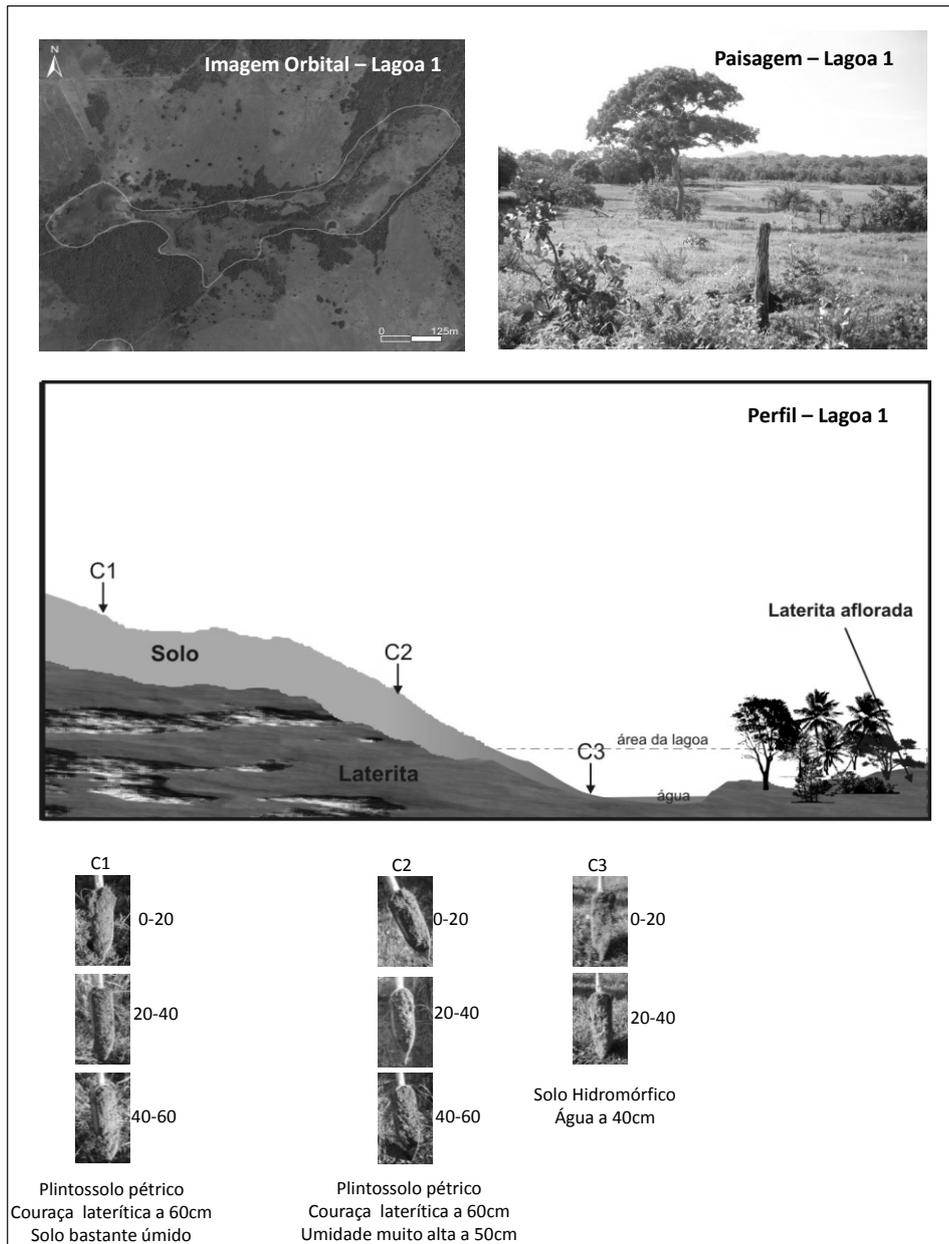
Foram localizados solos profundos nas partes mais altas das vertentes em direção ao centro das lagoas, tendo como fator limitante da profundidade de coleta das amostras a couraça laterítica, essa encontrada em todas as lagoas amostradas.

Em geral, houve um predomínio do Latossolo Vermelho com profundidades variando entre 40 a 140 cm, mas também foram encontrados em algumas lagoas, na parte mais superior do transecto, o Plintossolo Pétrico e o Cambissolo com profundidades variando entre 20 a 60 cm e 20 a 40 cm, respectivamente.

Dentro da área de influência das lagoas foram encontrados, em sua grande maioria, solos Hidromórficos com profundidades variando entre 20 a 60 cm. Também ocorreram Gleissolos com profundidade de 0 a 20 cm tendo, assim como parte mais alta do transecto, a couraça laterítica como limite de coleta.

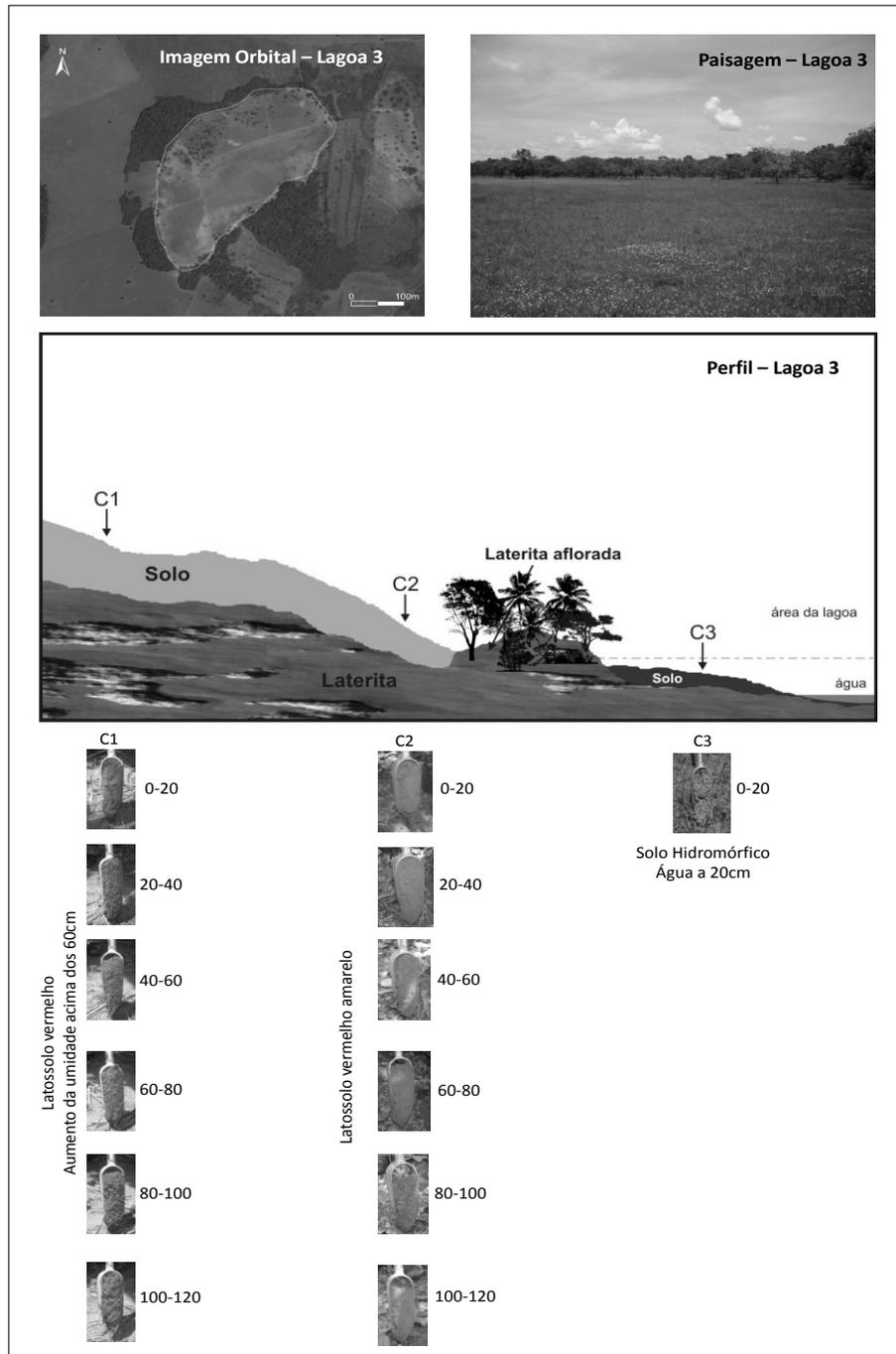
As Figuras de 19 a 29 mostram o perfil pedológico de cada lagoa amostrada com a quantidade de amostra coletada, profundidades e as respectivas classes de solo.

A Figura 19 está representando a sequência de solos da Lagoa 1. No topo apresenta solos pouco profundos com couraça laterítica a 60 cm que se estende até próximo a lagoa, com características de Plintossolo Pétrico. Na porção inferior do transecto, na parte de influência da lagoa, apresenta características de solo sedimentar, classificado como Gleissolo Háplico Distrófico com profundidade de 40 cm.



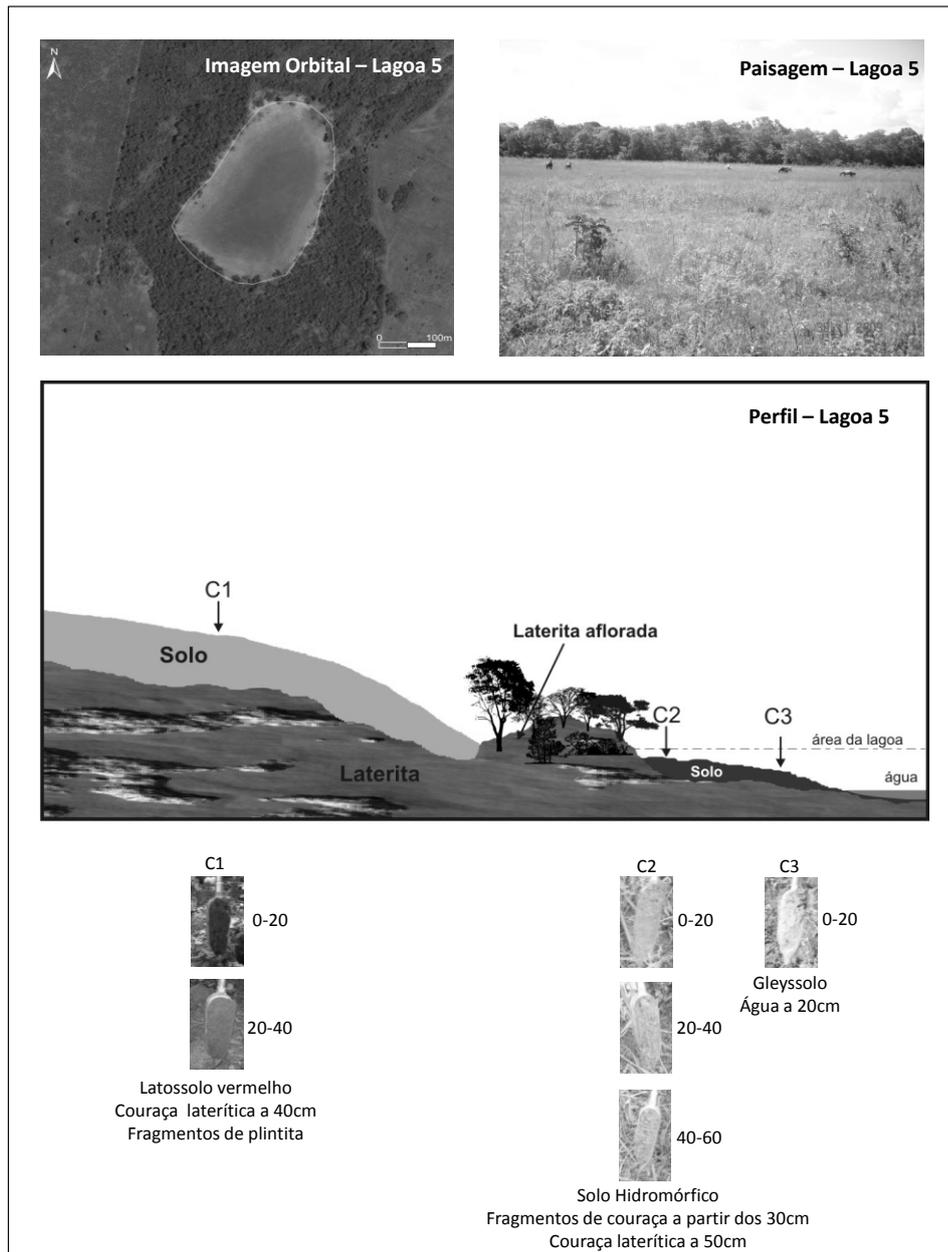
**Figura 19 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 1 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

Na figura 20, o topo da seqüência na Lagoa 3 é representado por solos com profundidades de até 120 cm, classificados visualmente como Latossolos Vermelhos. Entre esses solos profundos e a área de influência da lagoa, existe um afloramento de couraça laterítica. Já na parte inferior, próximo à lagoa, os solos foram classificados como Plintossolo Háplico Distrófico com profundidade de 20 cm.



**Figura 20 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 3 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

Na figura 21, a parte superior do transecto apresenta apenas uma amostra de solo coletada. Sendo este com pouca profundidade, apenas 40 cm, e classificado como Latossolo Vermelho com fragmentos de plintita. No meio, afloramentos lateríticos, e na parte inferior, onde foram coletadas 2 amostras, apresentam solos hidromórficos classificados como Gleissolos Distróficos com pouca profundidade.



**Figura 21 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 5 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

A Figura 22 apresenta uma amostra de solo coletada na parte superior do transecto. Classificados como Latossolo Vermelho com profundidade de 60 cm. A segunda amostra foi coletada próxima ao afloramento laterítico, com apenas 15 cm de profundidade e classificado como Plintossolo Háplico. Na parte inferior, na área de influência da lagoa, foram coletadas 3 amostras sendo estas classificadas como Plintossolo Háplico tornando-se mais profundos a medida que se aproximava ao centro da lagoa.

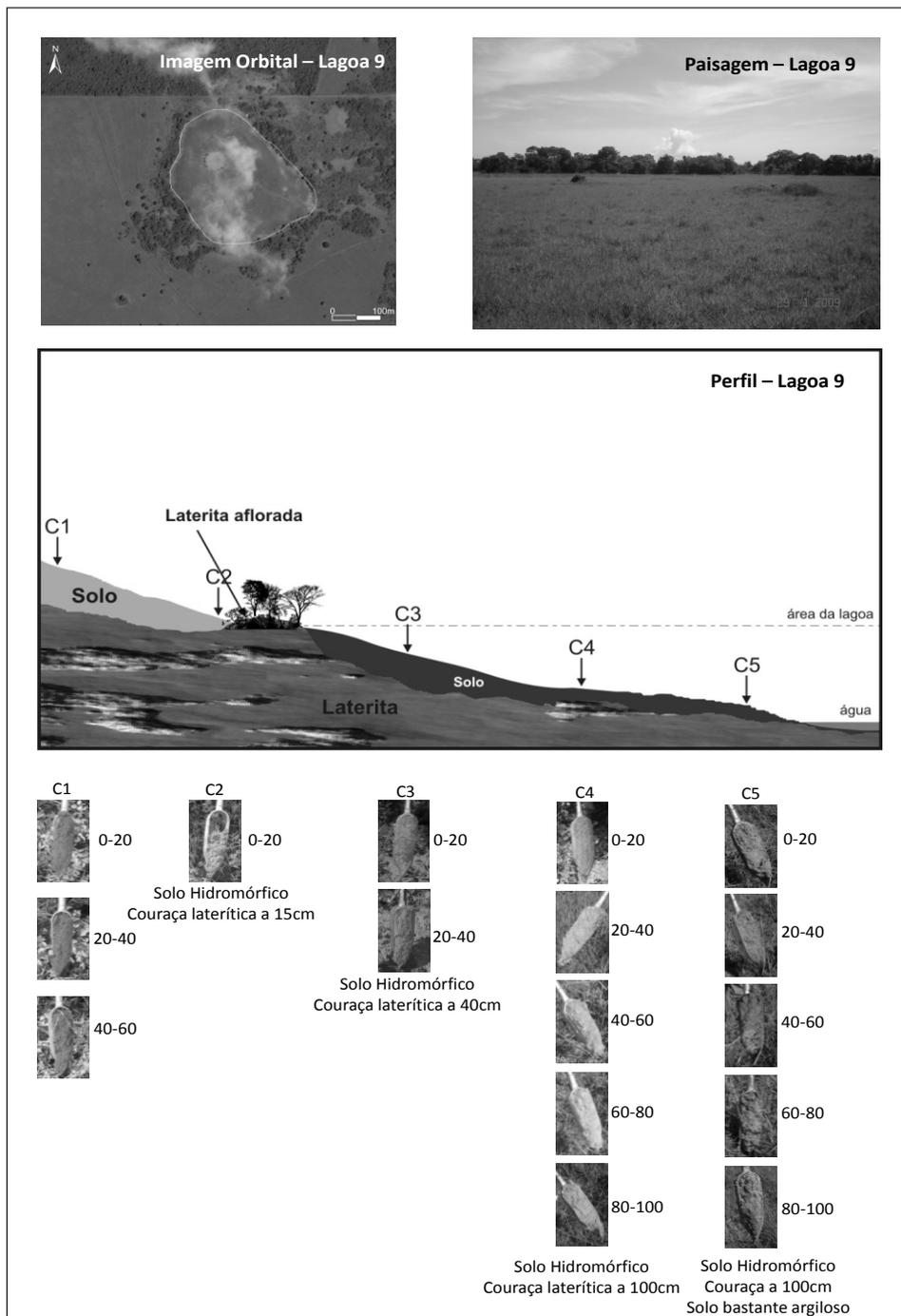
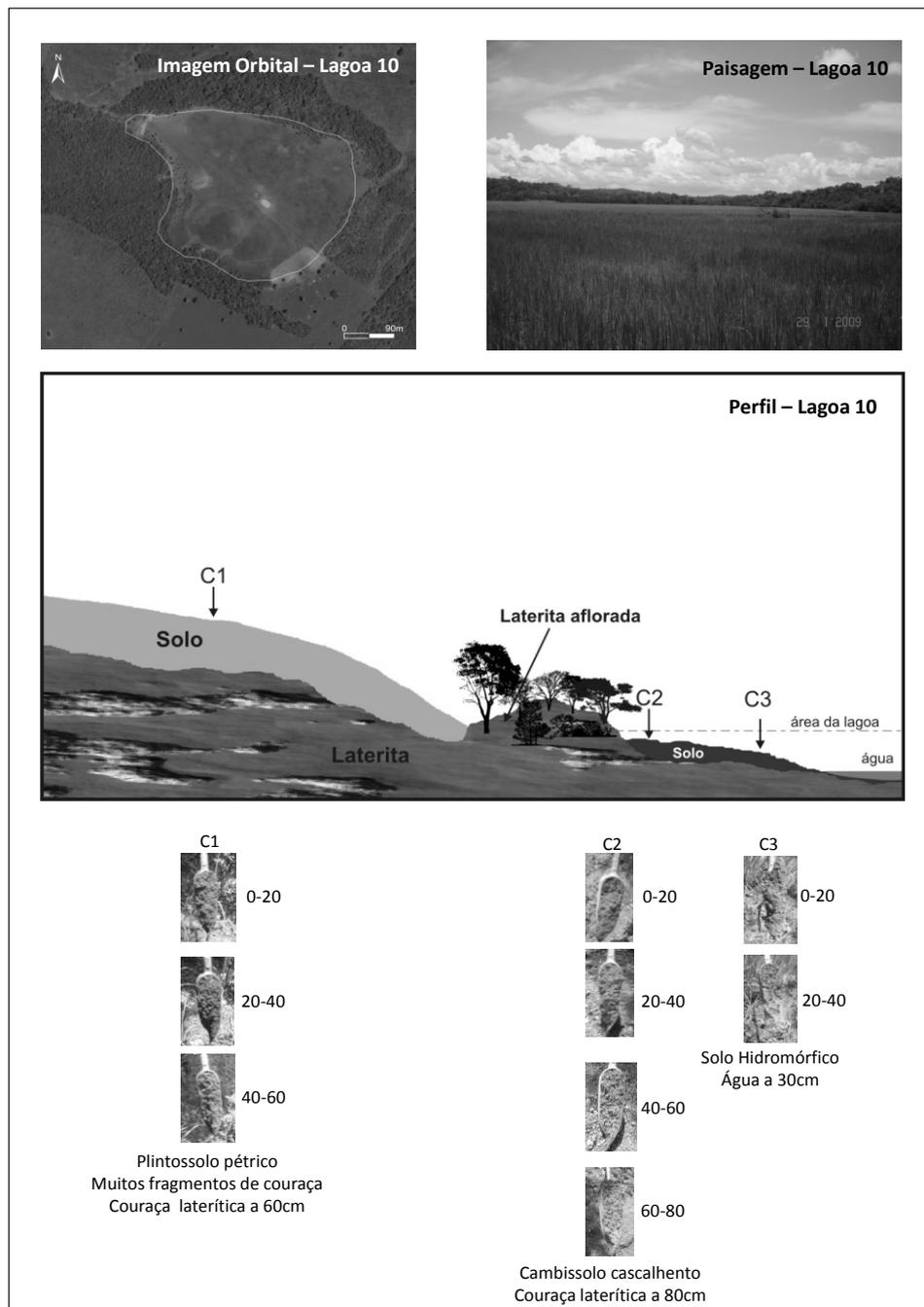


Figura 22 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 9 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).

Na Figura 23, a parte externa da lagoa apresenta solo com pouca profundidade e foi classificado visualmente como Plintossolo Pétrico com ocorrência de fragmentos lateríticos à medida que ia chegando próximo a couraça. Entre a parte superior e a área de influência da lagoa, ocorre afloramento couraça. Na parte inferior do transecto, dentro da área da lagoa, apresenta solo hidromórfico sedimentar classificado como Gleissolo.



**Figura 23 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 10 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

A Figura 24 apresenta na parte superior do transecto, solo classificado visualmente como Latossolo Vermelho, com profundidade de até 80 cm. Uma couraça laterítica separa os dois ambientes sendo que, na parte de influência da lagoa, foram coletadas 4 amostras. Estas classificadas como Plintossolo Háplico Distrófico com profundidade variando de 20 a 40 cm.

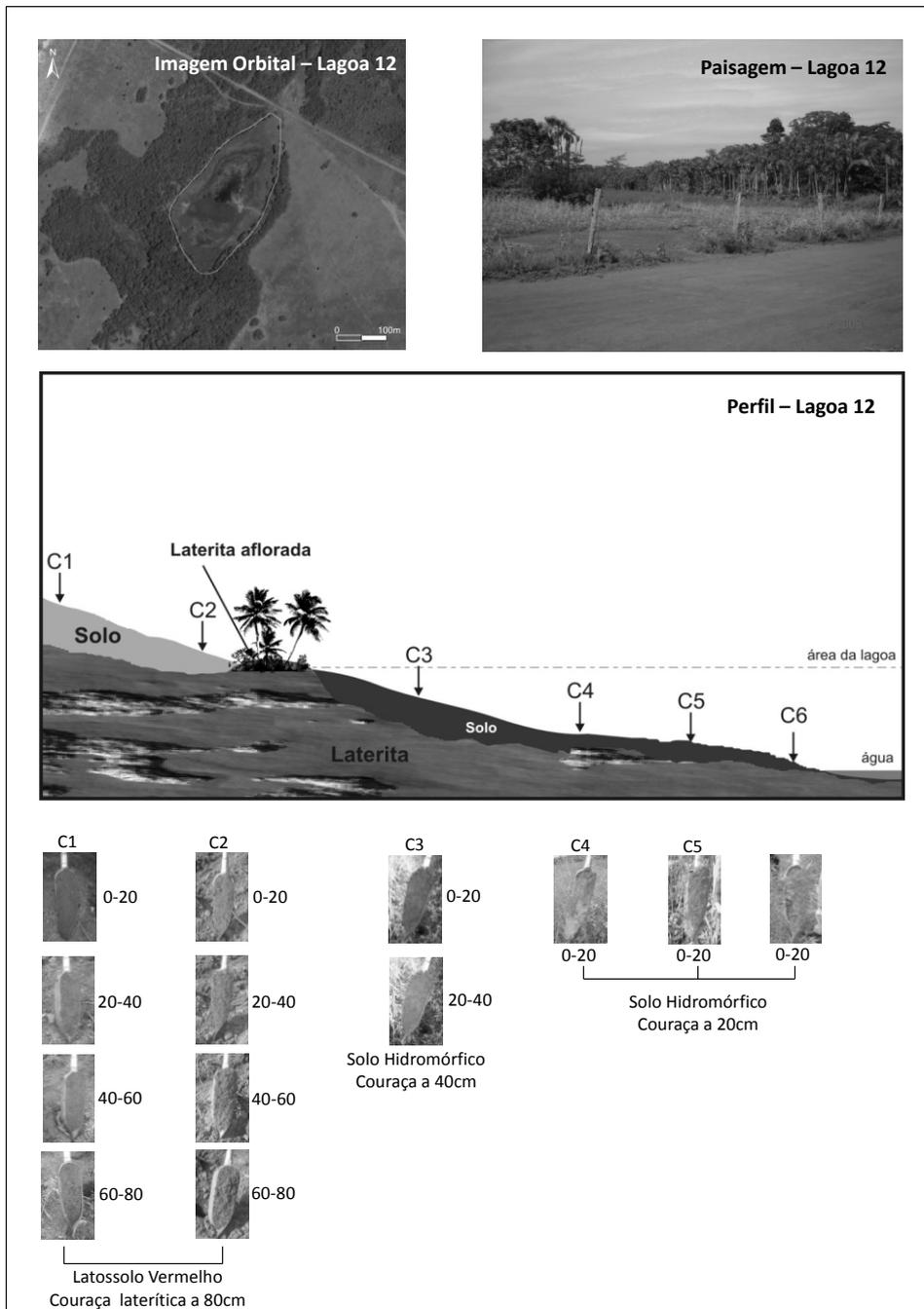
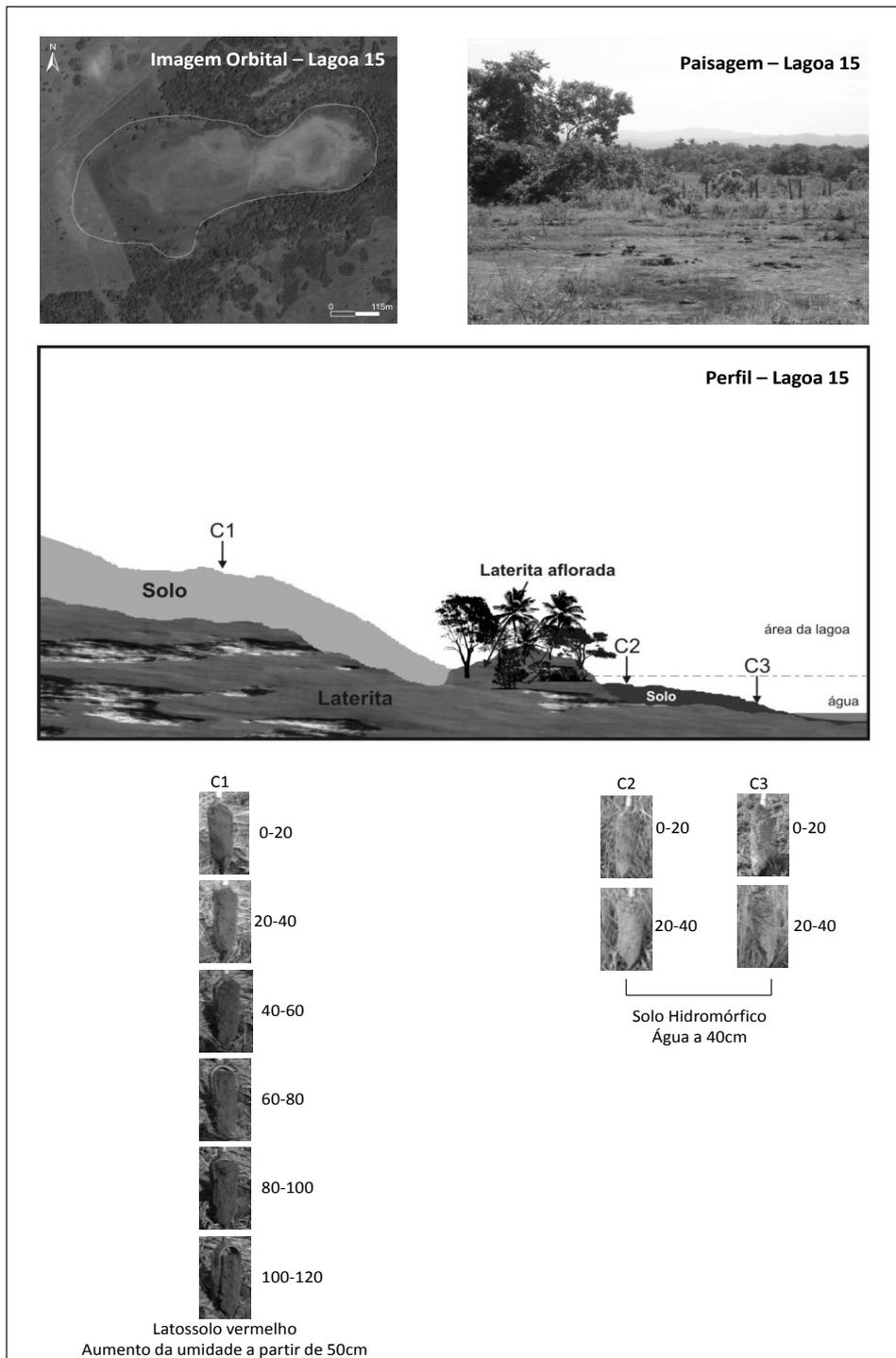


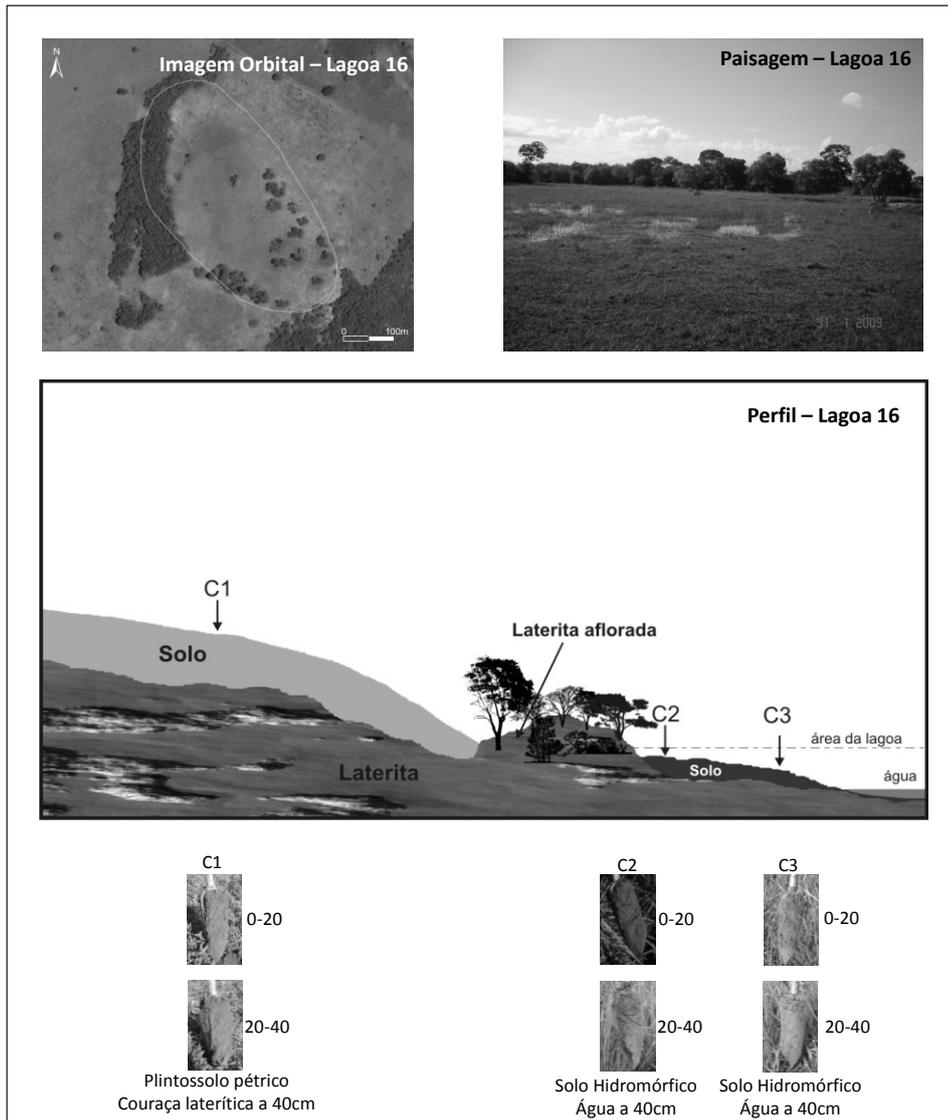
Figura 24 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 12 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).

Na Figura 25, a parte superior do transecto, mostra a ocorrência de solo profundo, ate 120cm, com características de um a Latossolo Vermelho. Assim como na maioria das lagoas possui afloramento laterítico na borda da área de influência. Dentro desta, apresenta solos de pouca profundidade, até 40 cm, classificados como Gleissolo Háplico Distrófico.



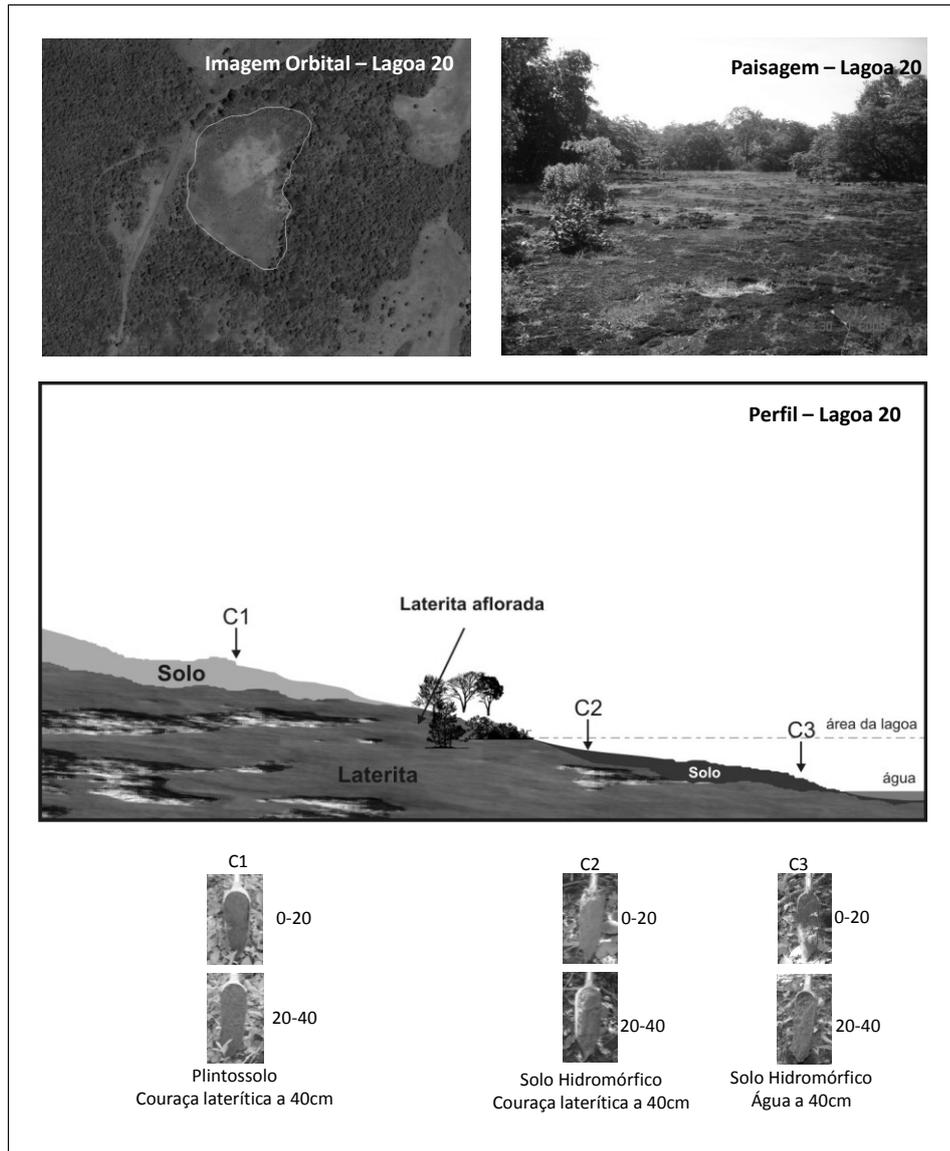
**Figura 25 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 15 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

A Figura 26 apresenta apenas uma coleta de solo na parte superior do transecto com profundidade de 40 cm, classificado como Plintossolo Pétrico. Já na parte do meio, um afloramento laterítico e na área de influência da lagoa duas coletas com solos classificados como Plintossolo Pétrico Concrecionário também com profundidade de até 40 cm.



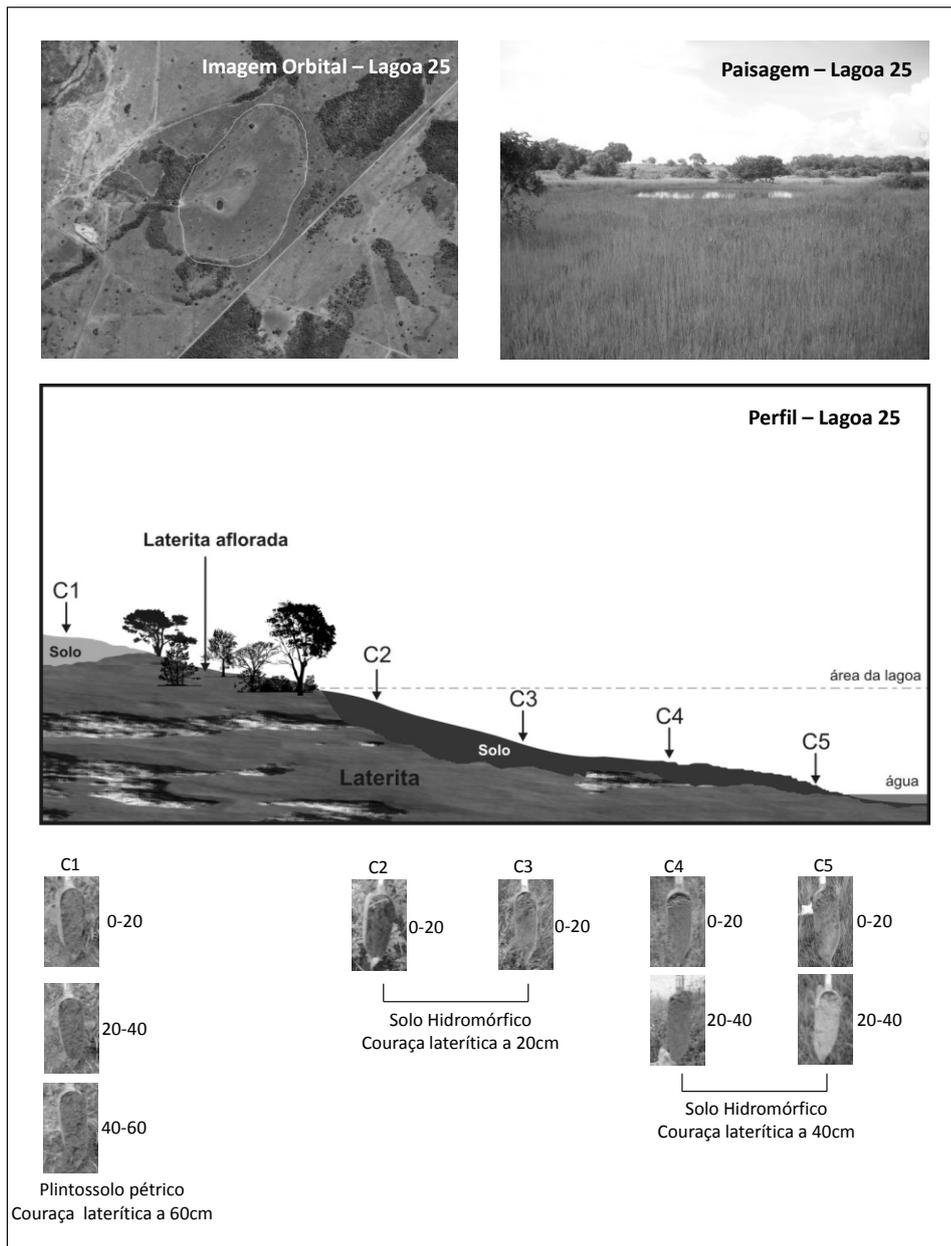
**Figura 26 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 16 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

A Figura 27 representa os solos pouco profundos encontrados na lagoa 20, tanto na parte superior do transecto como na parte inferior, sob influência da lagoa. Na parte externa da lagoa os solos foram classificados como Plintossolo com couraça laterítica a 40 cm. Na parte inferior, ocorre o Plintossolo Pétrico.



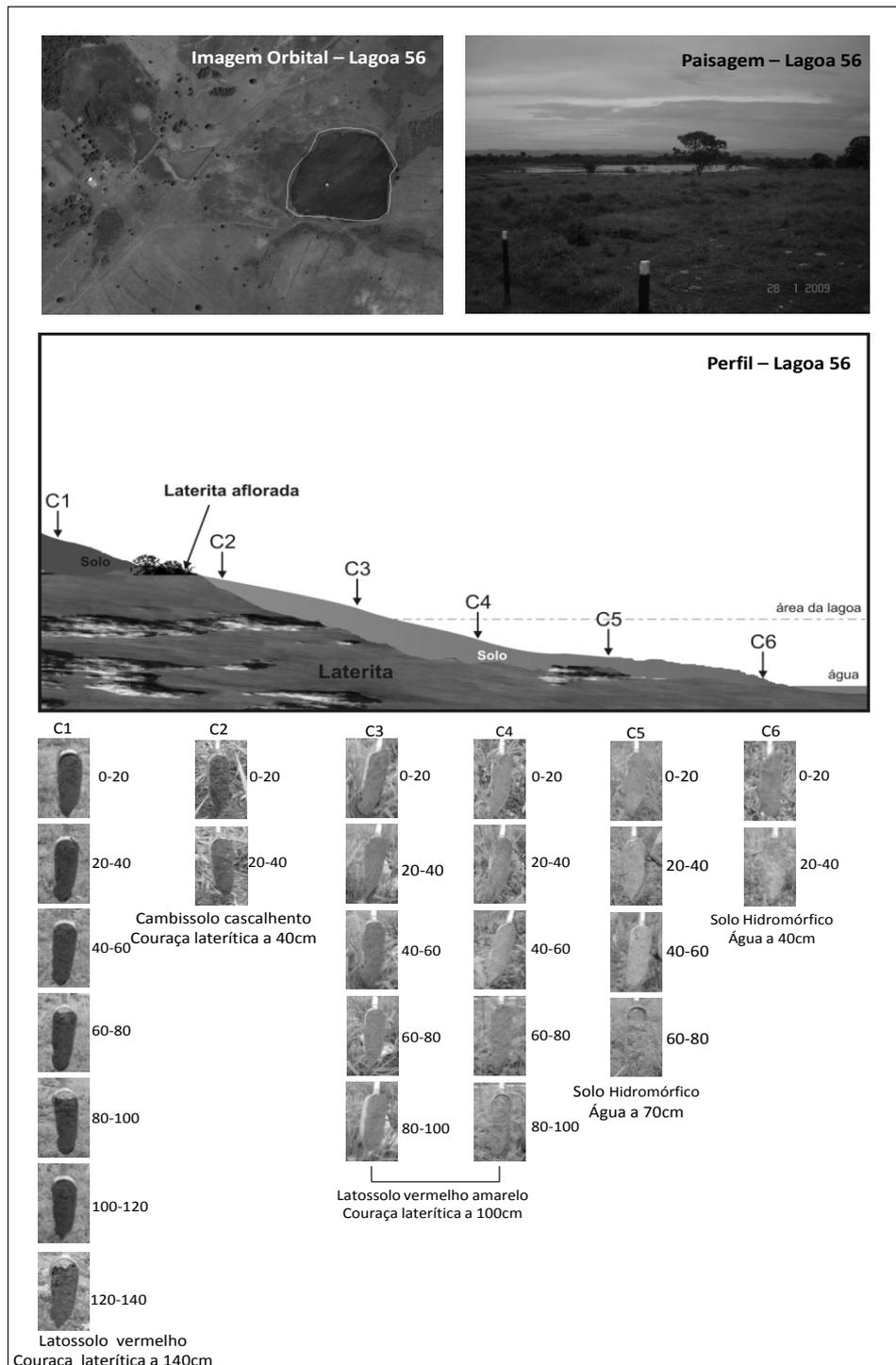
**Figura 27 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 20 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

Na Figura 28, a parte externa da lagoa apresenta solo com profundidade de até 60 cm classificados como Plintossolo Pétrico. Na parte inferior do transecto apresenta solos hidromórficos sedimentares classificados como Plintossolos Háplicos Distróficos e com ocorrência de afloramento laterítico na borda da lagoa.



**Figura 28 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 25 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

A Figura 29 apresenta uma grande variação do solo. Na Parte superior do transecto, solos profundos de até 140 cm, classificados como Latossolo Vermelho. Um afloramento laterítico separa os dois ambientes, sendo que dentro da área da lagoa os solos variavam entre o Cambissolo e o Latossolo Amarelo com profundidades variando entre 40 a 100 cm.



**Figura 29 - Perfil pedológico da Lagoa Laterítica 56 amostrada na região de Palmeirópolis (TO).**

Para os resultados da ACP para a análise físico-química do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, os eixos 1 e 2 explicaram 58,4 % da variância total.

Nesta análise, a lagoa 12 foi a única que se destacou das demais (Figura 30) pela maior correlação com os elementos Mo, Ca e P e pela maior similaridade entre amostras dentro desta lagoa.

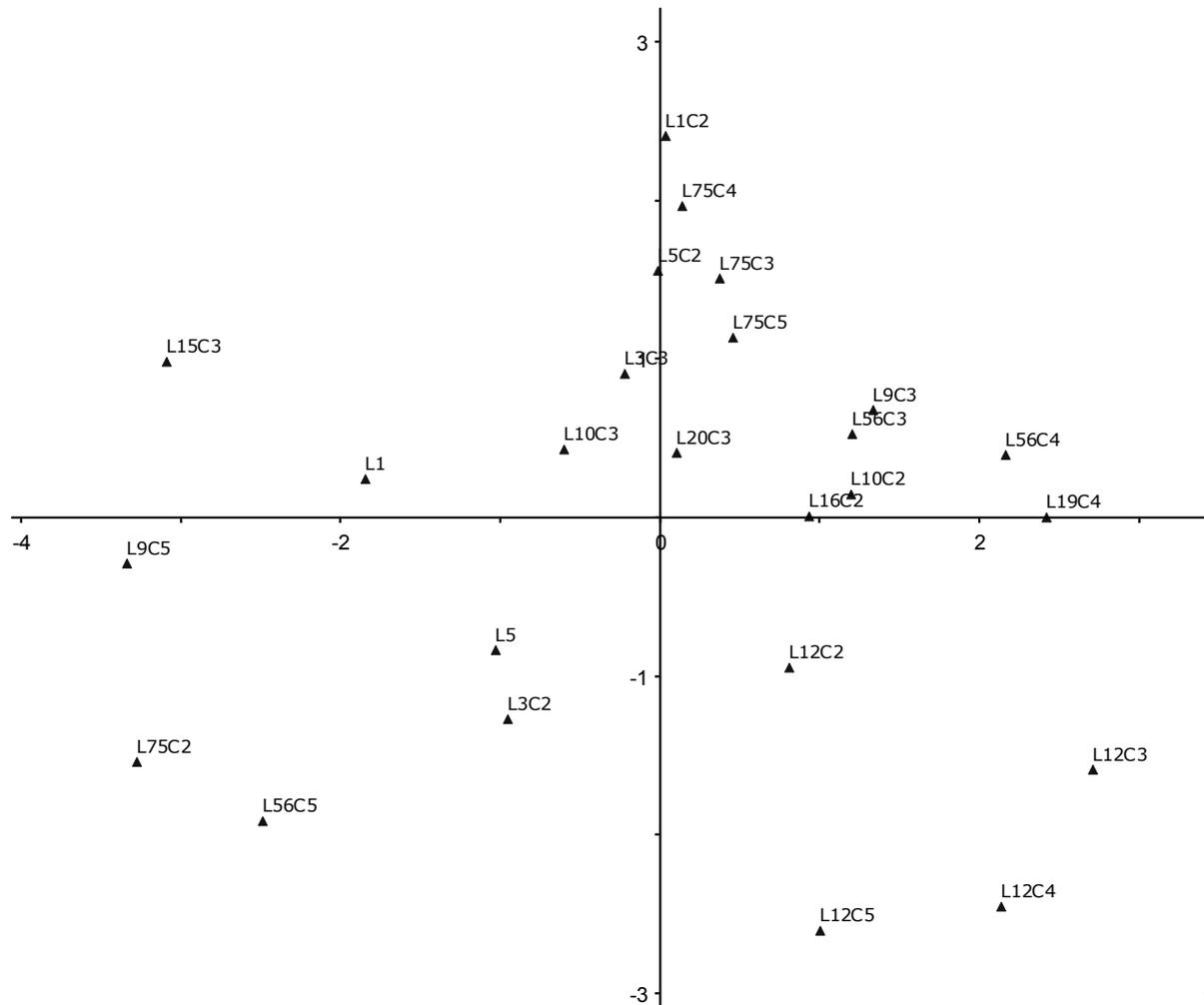


Figura 30 - Ordenação por Análise de Componentes Principais para os parâmetros químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm em lagoas secas no município de Palmeirópolis-TO. (letra I seguida de números é referentes às amostras em cada lagoa).

Na profundidade de 20 a 40 cm, os eixos 1 e 2 explicaram 60,3 % da variância total. Para esta análise, o P se correlacionou mais fortemente com as amostras da lagoa 12, enquanto Ca e Mg se correlacionaram mais fortemente com as amostras das lagoas 5, 10 e 56 (Figura 31).

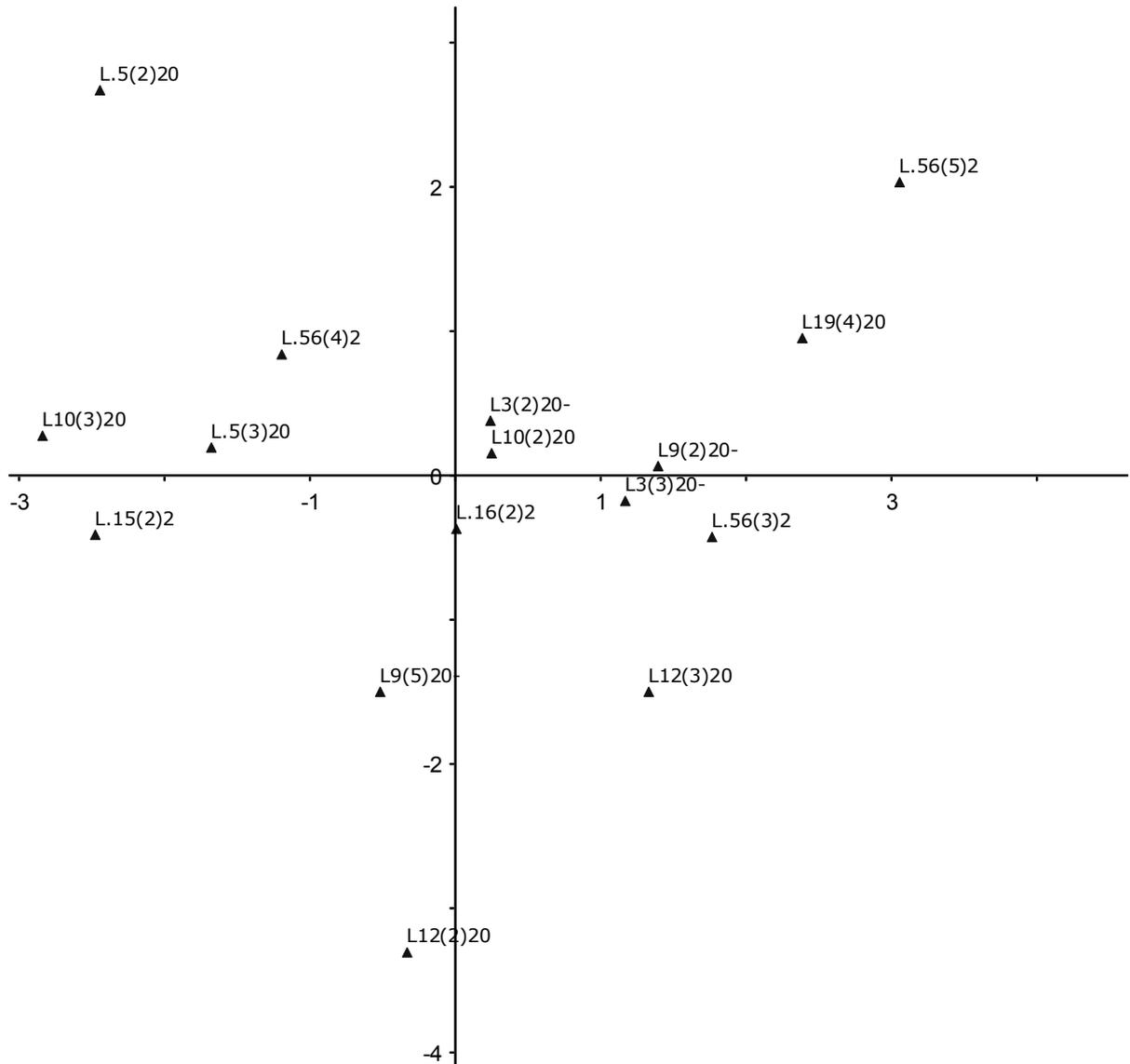


Figura 31 - Ordenação por Análise de Componentes Principais para os parâmetros químicos do solo na profundidade de 20 a 40 cm em lagoas secas no município de Palmeirópolis-TO. (letra I seguida de números é referente às amostras em cada lagoa).

#### 4.2.2. Vegetação do ambiente terrestre (áreas secas e/ou úmidas das lagoas)

Ajustes lineares e não lineares foram feitas para a relação entre a distância das parcelas (Quadrados) localizadas na borda (1) e daqueles localizados mais próximos do centro (20) nas áreas secas e/ou úmidas de todas as Lagoas Lateríticas, pela ocorrência dos grupos vegetais: gramíneas, herbáceas, ciperáceas, árvores com diâmetros menores que 2 cm e dos espaços vazios. Foi utilizado o  $R^2$  (coeficiente de determinação) como parâmetro de significância e calculado pelo programa Microsoft Excel 2007.

As Figuras de 32 a 42 mostram a distribuição do percentual de cobertura dos grupos vegetais considerados da borda (Quadrado 1) para o centro da lagoa (Quadrado 20).

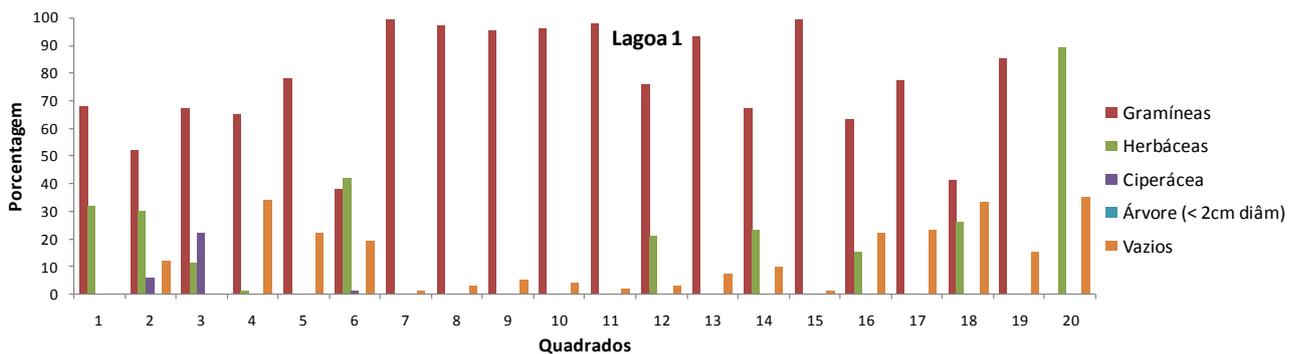


Figura 32 - Porcentagem de cobertura por  $m^2$  dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 1 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).

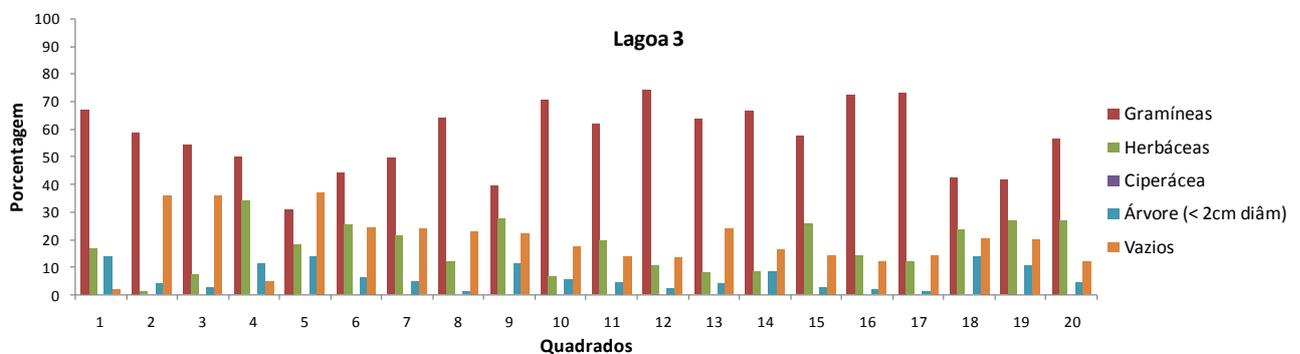


Figura 33 - Porcentagem de cobertura por  $m^2$  dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 3 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).

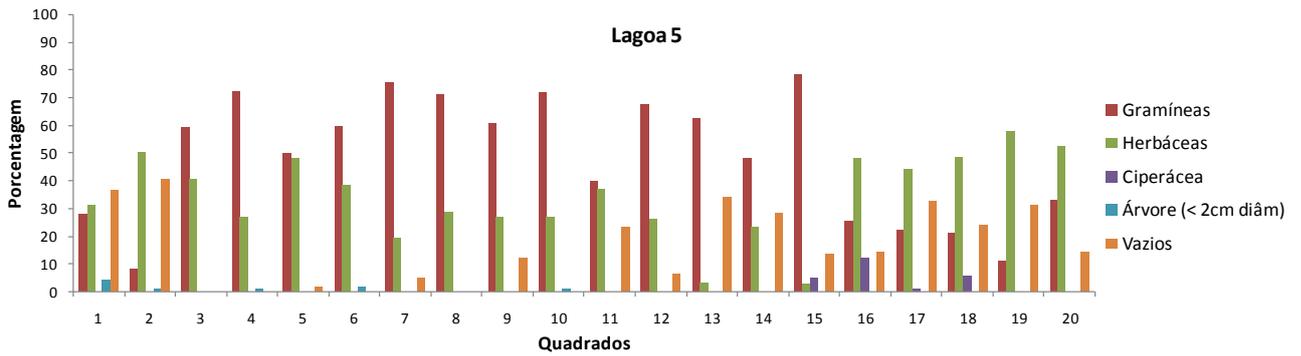


Figura 34 - Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 5 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).

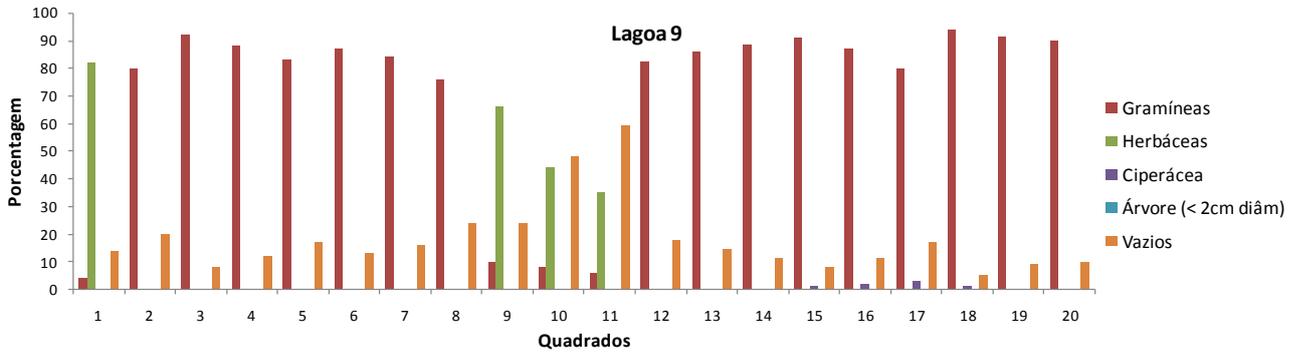


Figura 35 - Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 9 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).

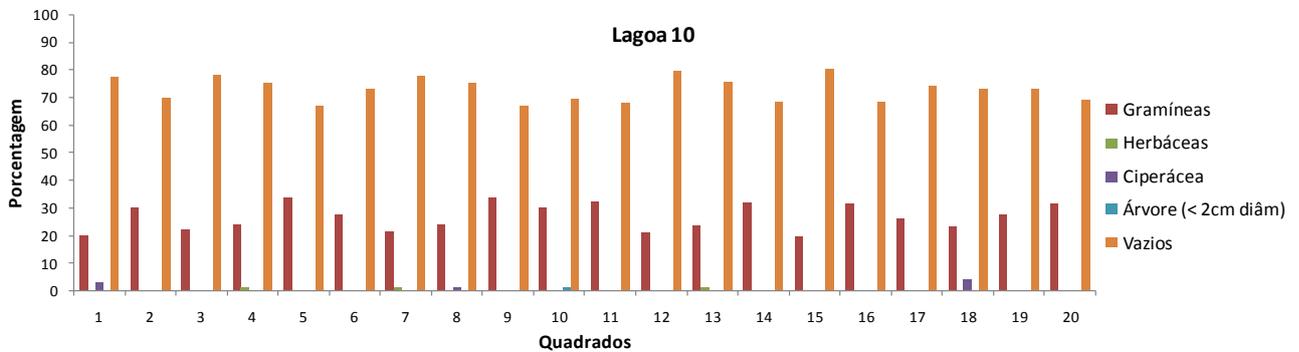
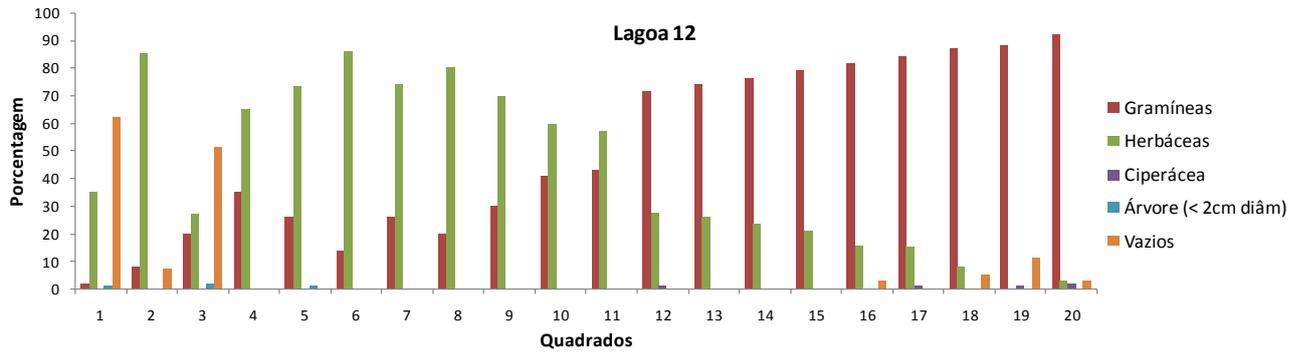
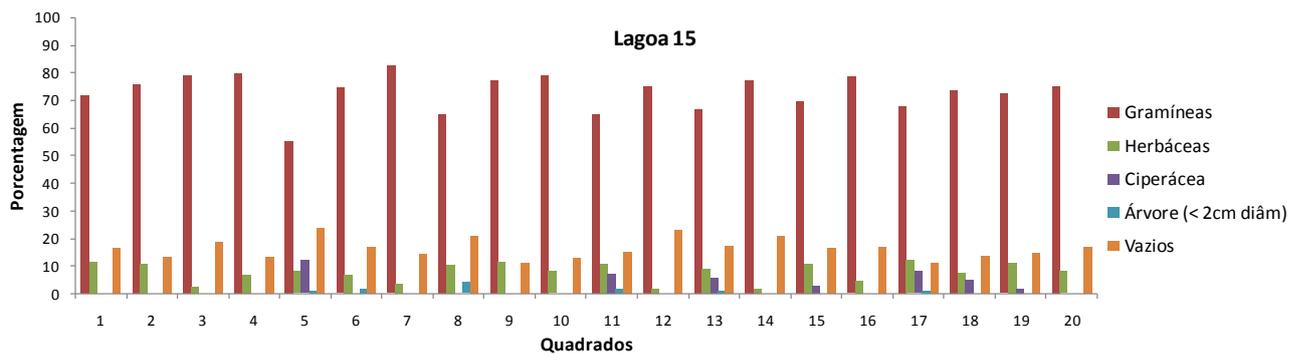


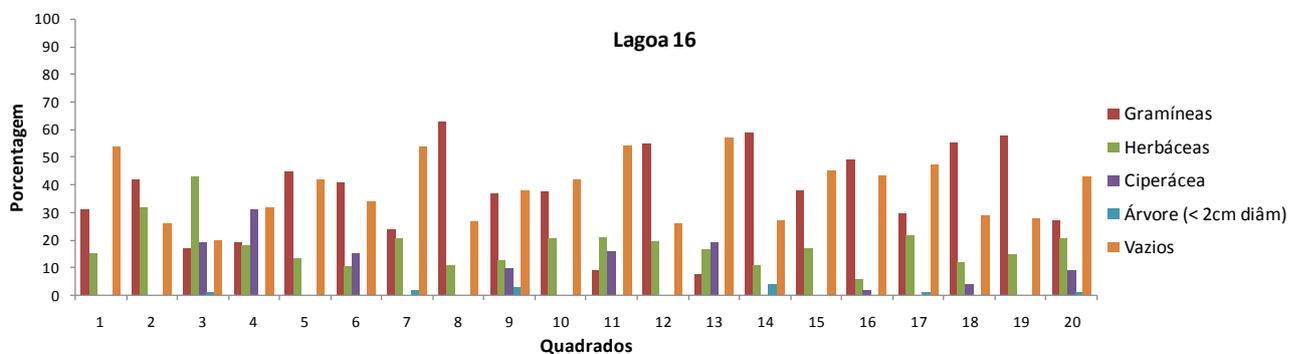
Figura 36 - Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 10 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



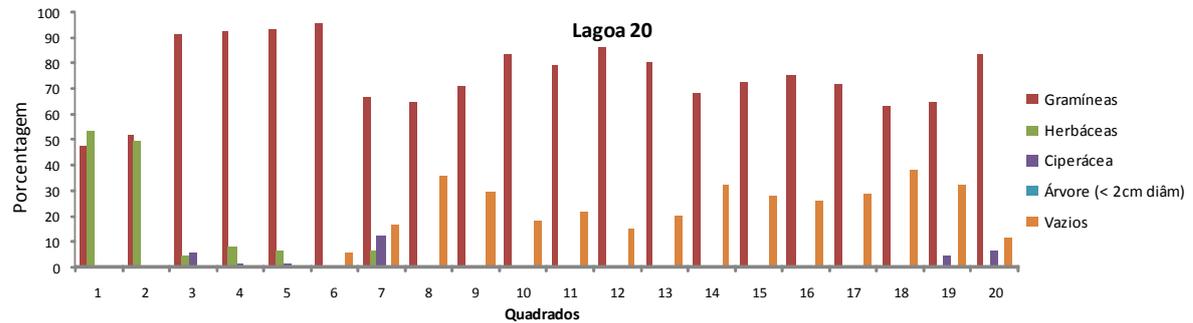
**Figura 37 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 12 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



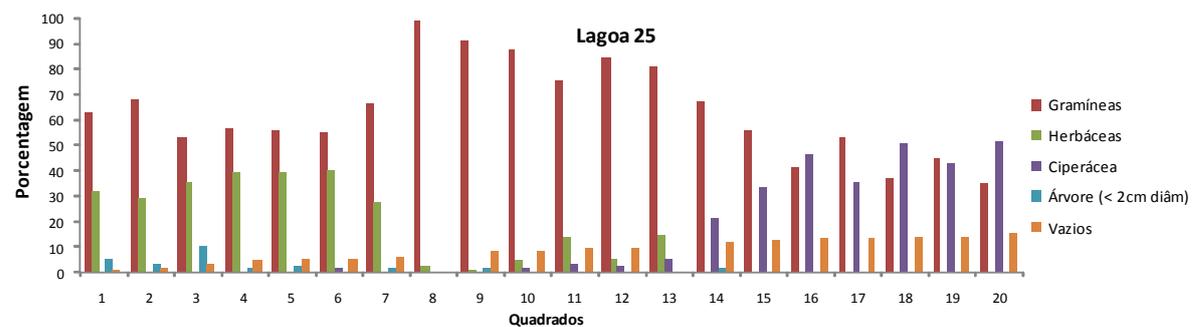
**Figura 38 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 15 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



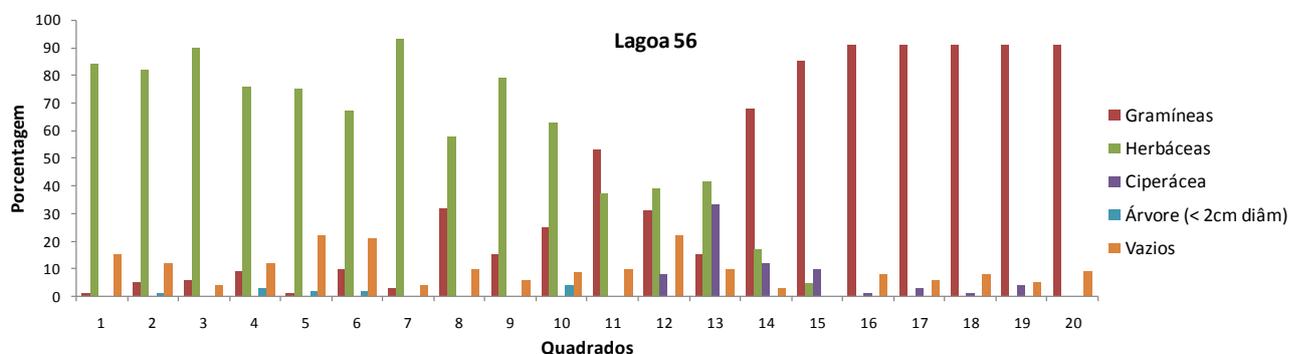
**Figura 39 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 16 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



**Figura 40 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 20 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



**Figura 41 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 25 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).



**Figura 42 -** Porcentagem de cobertura por m<sup>2</sup> dos grupos vegetais amostrados na Lagoa Laterítica 56 na região de Palmeirópolis (TO). No eixo x está representada a distribuição equidistante das parcelas (Quadrados) amostradas ao longo de um transecto alocado entre a borda da lagoa e o cerrado adjacente (1) e o centro da mesma (20).

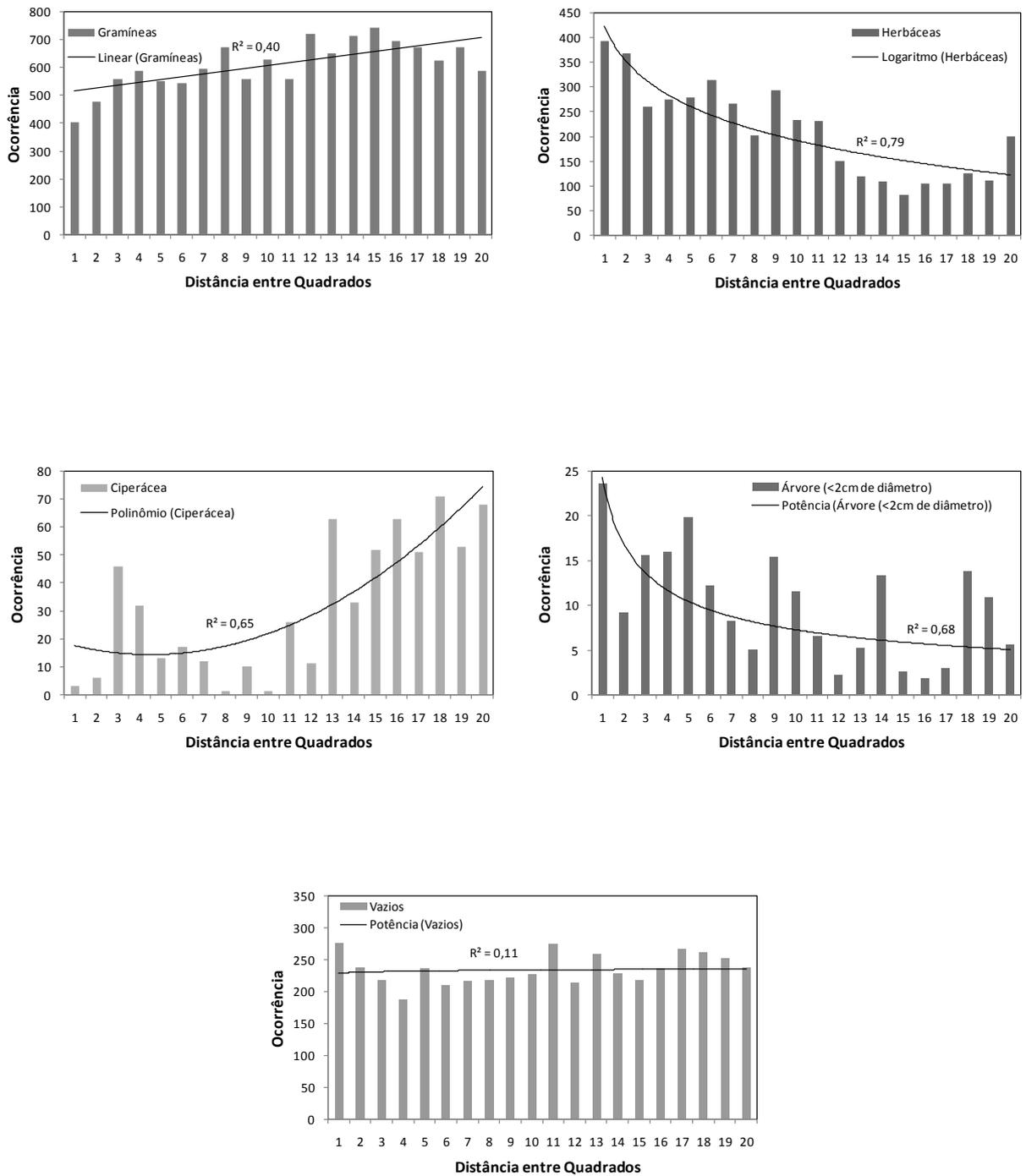
A Figura 43 mostra a co-relação entre a distância mais extrema (Quadrado 1) e mais próxima do centro (Quadrado 20) de todas as Lagoas Lateríticas, pela ocorrência dos grupos vegetais: gramíneas, herbáceas, ciperáceas, árvores com diâmetros menores que 2 cm e dos espaços vazios, ou seja, como os diferentes grupos vegetais considerados e os espaços vazios estão distribuídos da borda para o interior das lagoas.

Desta forma, observou-se que os espaços vazios estão distribuídos aleatoriamente dentro das lagoas.

Já as gramíneas, embora tenham apresentado uma tendência de aumento da frequência de ocorrência à medida que se caminha da borda para o centro das lagoas, essa correlação também não foi significativa. O contrário ( $R^2 > 0,50$ ) ocorreu nas mesmas relações para as distribuições de herbáceas, ciperáceas e árvores (<2cm de diâmetro).

O grupo das herbáceas lenhosas assim como o das árvores, apresentaram um padrão de rarefação bastante similar em suas distribuições na medida em que se afasta da borda em direção ao centro da lagoa. Ou seja, os locais mais úmidos parecem restringir a ocorrência desses grupos.

Já o grupo das ciperáceas apresentou um padrão bastante diferente dos grupos anteriores, com um tipo de ajuste polinomial para a equação de regressão, ou seja, com crescentes de ocorrência tanto na borda das lagoas com o cerrado (áreas mais secas), quanto com crescentes no centro das lagoas (nas áreas mais úmidas). Isto de fato pode indicar a ocorrência de pelo menos duas espécies distintas dentro desse grupo, uma mais adaptada aos locais mais úmidos das porções centrais das lagoas e outra aos locais mais secos de suas bordas.



**Figura 43 -** Relação entre a distância mais extrema (Quadrado 1) e mais próxima do centro (Quadrado 20) de todas as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO), pela ocorrência dos grupos vegetais: gramíneas, herbáceas, ciperáceas, árvores com diâmetros menores que 2 cm e dos espaços vazios.  $R^2$  = coeficiente de determinação de ajustes lineares e não lineares.

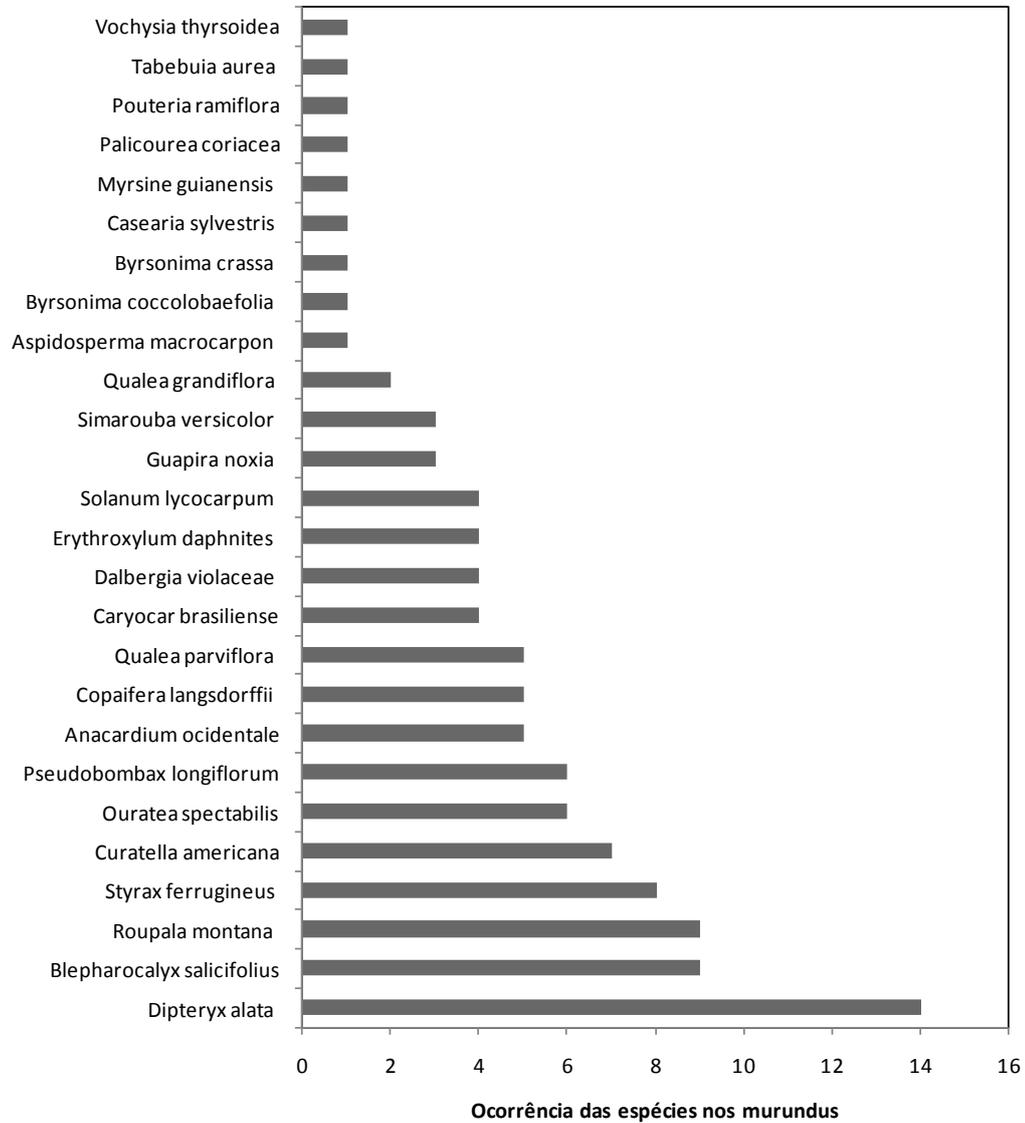
Das lagoas amostradas, cinco tiveram a presença murundus característicos, foram elas: 3, 9, 16, 20 e 25. Na Tabela 1, estão as espécies registradas nas lagoas com murundus.

**Tabela 1 - Espécies vegetais registradas, sua família botânica, diâmetro, altura e identidade de localização dos murundus nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).**

n	nº mur.	localização	Espécie	Família	Diâm (cm)	Alt (m)
1	1	Lagoa 3	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	25	6
2	1	Lagoa 3	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	34	9
3	1	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	27	5
4	2	Lagoa 3	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	14	5
5	2	Lagoa 3	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	28	10
6	3	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	22	4
7	3	Lagoa 3	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	3	6
8	4	Lagoa 3	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Simaroubaceae	18	6
9	5	Lagoa 3	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	18	3
10	6	Lagoa 3	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	17	5
11	7	Lagoa 3	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	8	2
12	8	Lagoa 3	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	17	3
13	8	Lagoa 3	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Caryocaraceae	8	5
14	8	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	7	5
15	9	Lagoa 3	<i>Dalbergia violaceae</i> (Jacq.) Hoffsgg	Leguminosae	40	8
16	10	Lagoa 3	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	6	1
17	11	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	31	6
18	12	Lagoa 3	<i>Byrsonima crassa</i> Kunth	Malpighiaceae	20	5
19	12	Lagoa 3	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Myrsinaceae	35	3
20	12	Lagoa 3	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	13	2
21	12	Lagoa 3	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	30	4
22	13	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	16	6
23	14	Lagoa 3	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. Ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	23	3
24	15	Lagoa 3	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	33	6
25	1	Lagoa 9	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	25	5
26	1	Lagoa 9	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	20	2
27	1	Lagoa 9	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	13	4
28	1	Lagoa 9	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	39	10
29	1	Lagoa 9	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	15	3
30	2	Lagoa 9	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	6	11
31	3	Lagoa 9	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3	4
32	4	Lagoa 9	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	35	8
33	4	Lagoa 9	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	22	2
34	5	Lagoa 9	<i>Palicourea coriacea</i> (Cham.) K. Schum.	Rubiaceae	12	5
35	5	Lagoa 9	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	11	8
36	5	Lagoa 9	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	19	5
37	5	Lagoa 9	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	7	3
38	1	Lagoa 16	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	6	2
39	2	Lagoa 16	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae	5	4
40	2	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	6	6
41	2	Lagoa 16	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	7	3
42	3	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	5	6
43	3	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	7	3
44	4	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	5	9
45	5	Lagoa 16	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	26	12
46	6	Lagoa 16	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	4	2
47	7	Lagoa 16	<i>Dalbergia violaceae</i> (Jacq.) Hoffsgg	Leguminosae	6	3
48	8	Lagoa 16	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	13	2
49	8	Lagoa 16	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	17	4

50	8	Lagoa 16	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	3	2
51	9	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	7	2
52	10	Lagoa 16	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	19	6
53	10	Lagoa 16	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	2	2
54	11	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	4	4
55	11	Lagoa 16	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	37	8
56	11	Lagoa 16	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	13	6
57	11	Lagoa 16	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	13	6
58	12	Lagoa 16	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	3	2
59	1	Lagoa 20	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hooker f. ex S. Moore	Bignoniaceae	14	2
60	1	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	27	3
61	2	Lagoa 20	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Simaroubaceae	26	2
62	3	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	34	7
63	3	Lagoa 20	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	37	6
64	3	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	39	9
65	4	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	15	2
66	5	Lagoa 20	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Caryocaraceae	36	7
67	5	Lagoa 20	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	18	9
68	5	Lagoa 20	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae	39	3
69	5	Lagoa 20	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Caryocaraceae	32	4
70	6	Lagoa 20	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae	16	10
71	7	Lagoa 20	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	12	4
72	8	Lagoa 20	<i>Byrsonima coccolobaefolia</i> Kunth	Malpighiaceae	10	9
73	9	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	4	11
74	10	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	29	5
75	11	Lagoa 20	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	17	6
76	12	Lagoa 20	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	9	2
77	12	Lagoa 20	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	5	1
78	12	Lagoa 20	<i>Dalbergia violaceae</i> (Jacq.) Hoffsgg	Leguminosae	12	9
79	13	Lagoa 20	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	12	2
80	13	Lagoa 20	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	14	2
81	13	Lagoa 20	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Bombacaceae	8	5
82	14	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	41	3
83	15	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	32	6
84	16	Lagoa 20	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae	3	4
85	17	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	6	3
86	17	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	40	6
87	18	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	28	5
88	19	Lagoa 20	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leguminosae	3	6
89	20	Lagoa 20	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Caryocaraceae	19	5
90	20	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	40	7
91	20	Lagoa 20	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	22	2
92	20	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	3	2
93	20	Lagoa 20	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> Kunth O. Berg.	Myrtaceae	8	2
94	21	Lagoa 20	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Simaroubaceae	20	8
95	1	Lagoa 25	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	33	7
96	2	Lagoa 25	<i>Dalbergia violaceae</i> (Jacq.) Hoffsgg	Leguminosae	13	15
97	3	Lagoa 25	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	7	1
98	4	Lagoa 25	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Vochysiaceae	11	12
99	4	Lagoa 25	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	31	5
100	4	Lagoa 25	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	3	6
101	4	Lagoa 25	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	17	4
102	5	Lagoa 25	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	14	8
103	6	Lagoa 25	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	31	2
104	7	Lagoa 25	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Leguminosae	19	1
105	8	Lagoa 25	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	9	7
106	9	Lagoa 25	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	13	4
107	9	Lagoa 25	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	3	9

As Figuras 44 e 45 mostram a distribuição do número de indivíduos pelas espécies e famílias botânicas amostradas nas lagoas lateríticas estudadas, respectivamente.



**Figura 44 - Distribuição do número de indivíduos pelas espécies amostradas nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).**

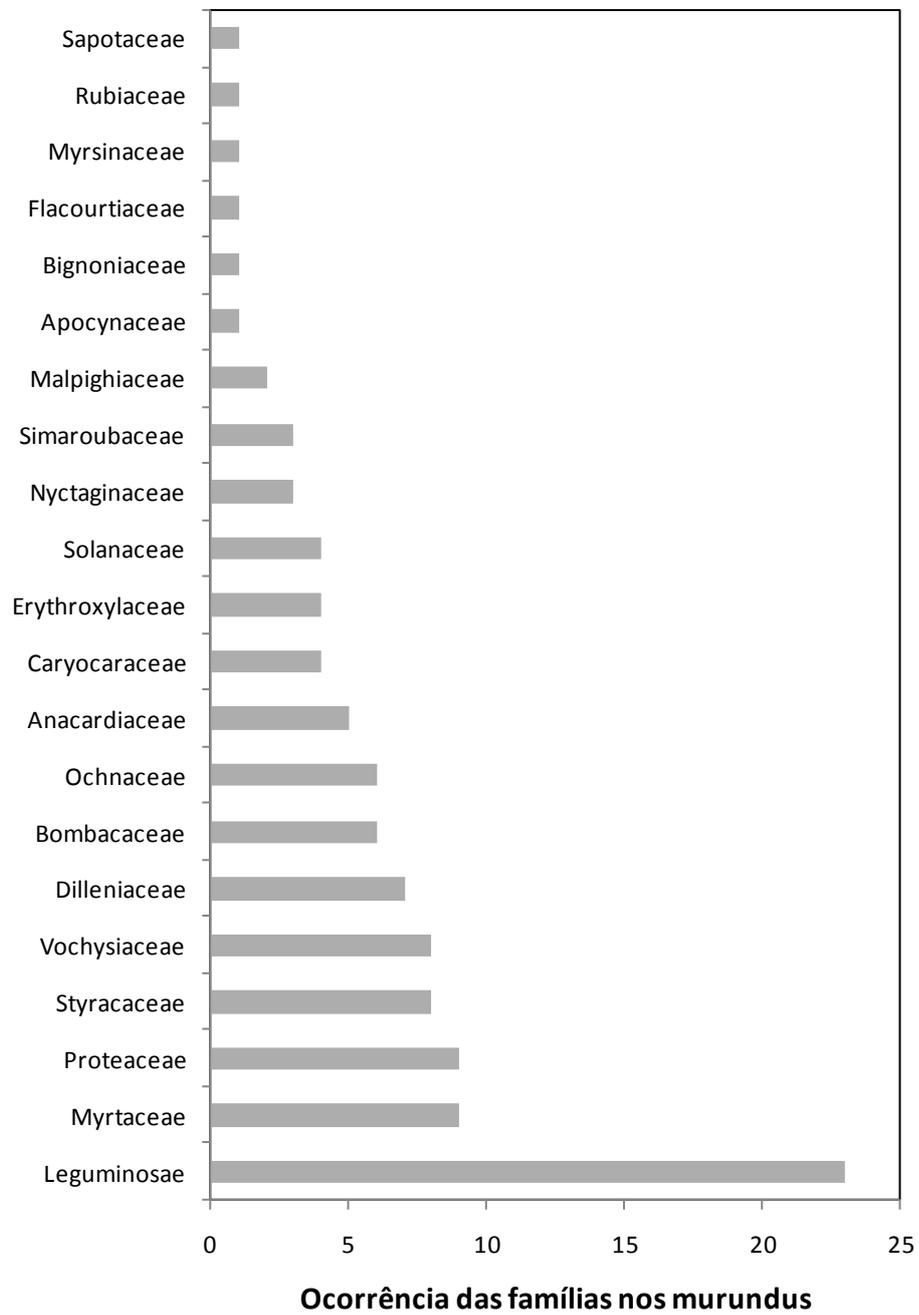
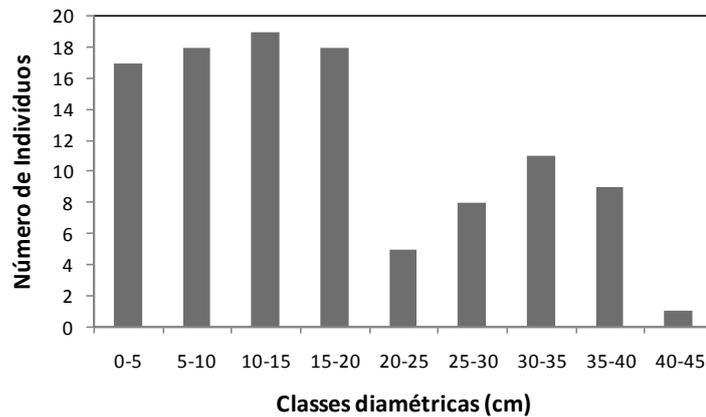
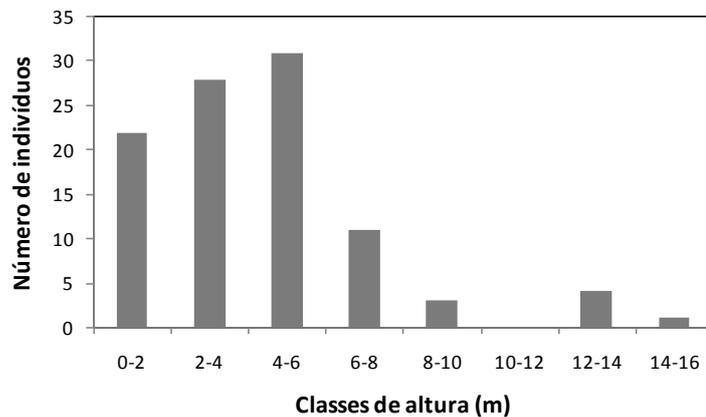


Figura 45 - Distribuição do número de indivíduos pelas famílias botânicas amostradas nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).

As Figuras 46 e 47 apresentam a distribuição em classes diamétricas de cinco cm dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) e a distribuição em classes de altura de 2 m dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) amostrados nas Lagoas Lateríticas estudadas, respectivamente.



**Figura 46 - Distribuição em classes diamétricas dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) amostrados nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).**



**Figura 47 - Distribuição em classes de altura dos indivíduos arbóreos (>2cm de diâmetro) amostrados nas Lagoas Lateríticas estudadas na região de Palmeirópolis (TO).**

### 4.2.3. Análise dos Afloramentos Lateríticos (Pedra Canga)

As couraças lateríticas encontradas nos contextos das lagoas descritas apresentam-se como camadas espessas (métricas) e contínuas lateralmente, com uma característica litoplíntica.

As couraças são predominantemente nodulares. Os nódulos mais abundantes são centimétricos, com diversos graus de arredondamento, e formados por fragmentos ferruginizados com organização preservada da rocha. Outros nódulos importantes são formados por fragmentos de couraças mais antigas. As concreções ferruginosas são raras e formadas por alternância de cutans de goethita e hematita.

Os nódulos são sustentados por outros nódulos e apresentam-se mais abundantes que a matriz internodular. A matriz internodular é formada por materiais pobres em ferro e vazios de dissolução.

### 4.3. Resultado das Métricas Espaciais.

O Índice de Circularidade (IC) apresentou uma distribuição assimétrica, com domínio das classes de maiores valores, 0,6-0,8 e 0,8-1,0 (Figura 48). As formas deparadas nesta análise demonstram assim que as lagoas sob substrato laterítico apresentam, preferencialmente, formas circulares a elípticas.

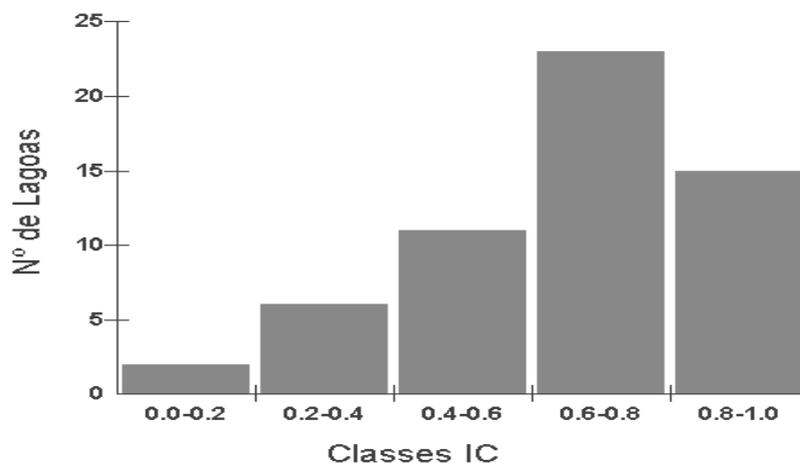


Figura 48 - Distribuição das Classes do Índice de Circularidade (IC) encontradas entre as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis (TO).

As 56 lagoas contidas na área de estudo apresentam uma estrutura linear com direção predominante W/WSW-E/ENE (Figura 49). Tal predominância sugere a existência de um controle estrutural nesta direção.

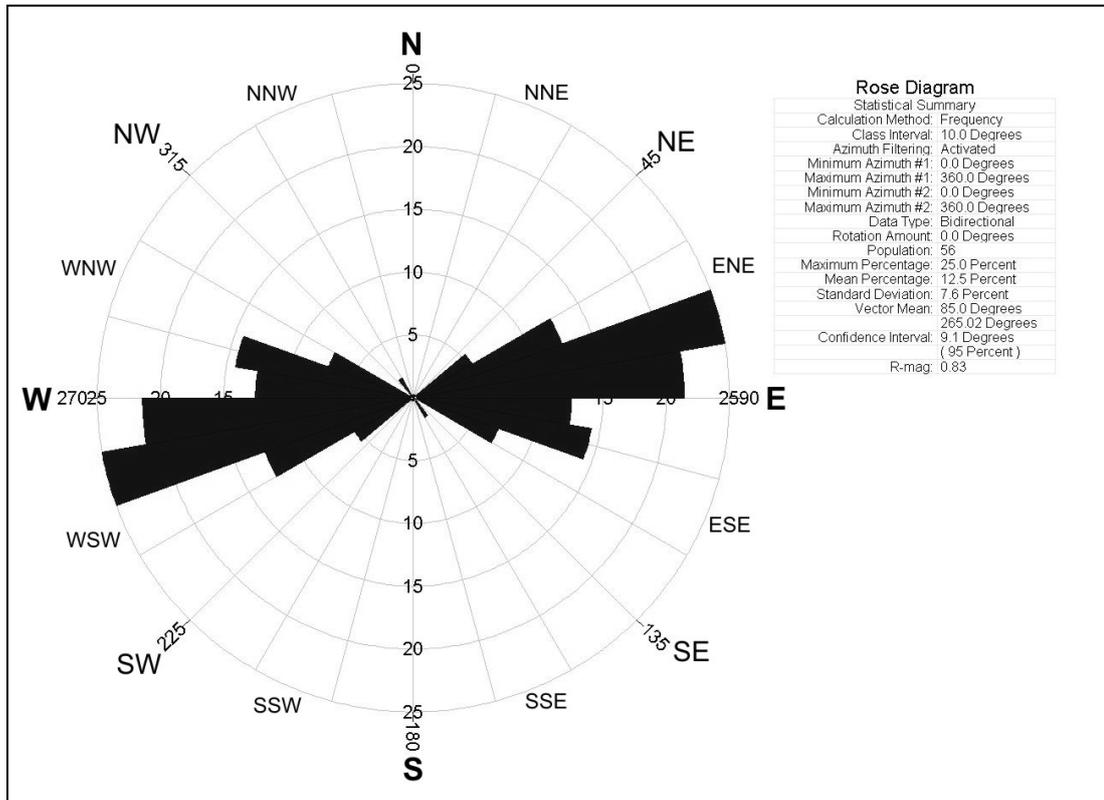


Figura 49 - Diagrama de Roseta com predominância de direção de lineamento entre as Lagoas Lateríticas amostradas na região de Palmeirópolis, TO.

#### 4.4. Discussão

Análise espacial: Técnicas de análise espacial utilizando o MDT possibilitam maior rapidez e eficiência no modelamento das formas de relevo em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (Carvalho Júnior *et al* 2001). Do MDT da área de estudo foram extraídos atributos morfométricos que auxiliaram na definição de unidades geomorfológicas divididas em Serra, Patamares e Planície Fluvial. Sobrepondo os polígonos das lagoas a estas unidades, verificou-se que houve uma fase principal de formação de couraça nos Patamares 1 e 2. Nesta fase foi gerado um nível de couraças que estão sendo retrabalhadas quimicamente para a formação das lagoas. Em outra fase, se encontram as lagoas localizadas nos Patamares 3 e 4 que apresentam em sua borda afloramentos lateríticos juntamente com as pedras

canga, demonstrando um nível de dissecamento da superfície mais agudo, em consequência do rebaixamento da base. Situação semelhante foi encontrada no trabalho de Costa (1991) sobre os aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia.

Solos: Os solos da área do entorno das lagoas se caracterizaram por serem profundos e, em sua grande maioria, pertencem à classe dos Latossolos Vermelhos. Em Ambientes lacustres sob substrato laterítico na região de Carajás – Amazônia - foram encontradas características similares de solos (Costa *et al.* 2005). Já os solos da área seca de influência das lagoas, apresentam características de solos sedimentares, hidromórficos e de pouca profundidade representado pelos Gleysolos.

Vegetação: As áreas secas das lagoas apresentaram composição florística características das fitofisionomias Campo Sujo e Campo Limpo, de acordo com Ribeiro & Walter (2008).

O Campo Sujo é um tipo fisionômico exclusivamente arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos. No caso de áreas secas de cinco lagoas amostradas, foi observado o Campo Sujo com Murundus, onde ocorrem micro-relevos mais elevados. As famílias de maior destaque incluem Poaceae, Cyperaceae, Myrtaceae e Leguminosae (Ribeiro & Walter 2008), como observado nas lagoas amostradas (Figura 45).

Já os Campos de Murundus representam comunidades muito distintas devido às condições ambientais específicas: as pequenas áreas permanentemente livres de inundação que constituem ilhas e as espécies que colonizam os murundus são aquelas que melhor toleram os elevados valores de umidade do solo (Oliveira-Filho & Martins, 1991). Furley *et al.* (1992) observaram uma associação frequente em áreas do Pantanal entre os campos de murundus e cupinzeiros ou ninhos de formigas. Oliveira-Filho & Martins (1991) verificaram que, embora apresentem muitas espécies em comum com outras áreas adjacentes de cerrado, a estrutura das comunidades vegetais de campos de murundus, em Mato Grosso, era bastante diferente, com forte concentração de valores de importância em poucas espécies, como *Curatella americana* e *Dipteryx alata*. Estas espécies foram bastante comuns nos campos de murundus amostrados no presente estudo, juntamente com *Roupala montana*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Styrax ferrugineus* (Figura 44).

O Campo Limpo Úmido, observado principalmente nas porções mais internas das lagoas secas amostradas, é uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência de árvores e encontrado com frequência em chapadas, encostas, áreas planas, contíguas aos rios e/ou inundadas periodicamente. Quando ocorre a relação com o ambiente aquático, como no caso do presente estudo, o Campo Limpo também é denominado “Campo de Várzea” (Strang *et al.* 1971; Ribeiro & Walter 2008). A predominância de Cyperaceae e Poaceae (Figuras 32 a 42) nestes Campos Limpos Úmidos está de acordo com estudos em outras regiões do Cerrado. Rezende (2006) verificou que espécies da família Poaceae contribuíram com 59,7% do IVI total e a família Cyperaceae contribuiu com 19,8% do total em Campos Limpos Úmidos na região do Jalapão-TO. Estas duas famílias são monocotiledôneas, que juntas, corresponderam a praticamente 80% do IVI total.

As relações entre distância e os grupos botânicos observados na Figura 43 não apresentaram valores de  $R^2$  muito elevados, sendo todos abaixo de 0,85, o que dificulta assumir como válidas as tendências observadas nas análises, referente à distribuição da vegetação ao longo das lagoas amostradas, de acordo com um gradiente de umidade. Assim, somente estudos mais detalhados, no nível de espécies, poderiam realmente indicar se a tendência observada para grandes grupos vegetais neste estudo seria corroborada em nível específico, como apontado por Rezende (2006) que em áreas de Campo Limpo úmido encontrou correspondência entre a distribuição de espécies de acordo com o grau de umidade do solo.

Pedra canga: As couraças lateríticas são derivadas de rochas máficas ricas em ferro. As características morfológicas das couraças nodulares encontradas indicam processo de dissolução (desmantelamento) e recimentação (encouraçamento) das couraças de forma poligenética, o que indica o processo de formação das lagoas.

Índice de Circularidade: As lagoas sob substrato laterítico apresentaram assimetria quanto a sua forma, indicando características circulares a elípticas. Essas formas também ocorrem em ambientes cársticos configuradas como depressões em função da dissolução de rochas solúveis (Araujo 2006). Quanto à orientação, essas tiveram uma forma linear predominante W/WSW-E/ENE mostrando um evidente controle estrutural.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

#### **5.1. Conclusões**

Em um contexto regional, a análise das características geológicas e geomorfológicas da área de estudo forneceu informações importantes da gênese dessa região.

Desta forma, foi identificado que essa região está inserida geologicamente em uma das áreas mais complexas da Plataforma Sul-Americana e apresenta todos os eventos geotectônicos com unidades litoestratigráficas de idades extremamente variáveis. Também foi identificado que a área de estudo está embasada na unidade litoestratigráfica denominada Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis.

Duas unidades geomorfológicas se fazem presente na região: O Planalto do Alto Tocantins e a Depressão do Tocantins. Nesta última há identificação da ocorrência de lagoas secas que caracterizaram os ecossistemas lacustres, objeto de estudo do presente trabalho.

Conhecidas as características regionais e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi possível delimitar áreas com padrões predefinidos do fenômeno estudado.

Em um contexto local, foi feita uma análise dos parâmetros morfométricos da área de estudo. Essa análise mostrou-se uma ferramenta eficiente na identificação dos padrões espaciais que se relacionam para a formação da paisagem, sendo o MDT fonte imprescindível para obtenção de dados morfométricos. Com a técnica de composição colorida das imagens derivadas, houve um realce dos padrões morfométricos auxiliando na distinção das unidades geomorfológicas que compunham a área de estudo. Sendo essas unidades denominadas: Serra, Patamares de 1 a 4 e Planície Fluvial.

A metodologia utilizada para a coleta de solo se mostrou eficiente, pois conseguiu caracterizar o perfil pedológico de todas as lagoas secas amostradas, constatando uma correlação entre elas no que se refere às classes de solo encontradas na borda e no interior dessas lagoas.

Para a vegetação, embora tendências gerais tenham sido identificadas, estas carecem ainda de um maior detalhamento para a obtenção de resultados significativos para as variáveis respostas propostas. Mesmo assim, houve um ganho significativo de conhecimento da vegetação existente no interior destas lagoas secas. Essas apresentaram composição florística características das fitofisionomias Campo Sujo e Campo Limpo, com predominância de espécies da família das Poaceae e Cyperaceae.

As amostras dos fragmentos lateríticos (pedra canga) apresentaram nódulos ferruginizados com diversos graus de arredondamento. Esta forma nodular demonstrou o processo de dissolução (demantelamento) e recimentação (encouraçamento) da couraça de forma poligenética, indicando o processo de formação das lagoas.

O índice de forma identificou que as lagoas inseridas na área de estudo apresentam formas circulares a elípticas, apresentando uma assimetria entre as lagoas. Já orientação teve seu predomínio no sentido W/WSW-E/ENE.

A metodologia adotada para a caracterização dos ecossistemas lacustres sob substrato laterítico no município de Palmeirópolis identificou especificidades desses ambientes. Promovendo um melhor conhecimento do ponto de vista local e regional dos fatores bióticos a abióticos e suas inter-relações. Sendo assim, este trabalho poderá subsidiar estudos ambientais ou ações governamentais de preservação, conservação e/ou recuperação desse frágil ecossistema.

## 5.2. Trabalhos Futuros

O conhecimento produzido no presente trabalho representa um ponto de partida para realização de novos estudos nesta região.

Como novas pesquisas pode-se sugerir:

- Um investimento na identificação das espécies presentes no interior de cada lagoa para se determinar variações dentro e entre as lagoas.
- Um levantamento de sondagem litoestratigráfica nas áreas das lagoas que não apresentam afloramento laterítico em suas bordas, a fim de se verificar se essas possuem o mesmo substrato das pesquisadas neste estudo.
- Comparar os resultados obtidos da litoestratigrafia das lagoas e as unidades geomorfológicas obtidas neste trabalho com intuito de melhor explicar o processo de formação e/ou desaparecimento dessas lagoas.
- Analisar o impacto antrópico no processo de aceleração do assoreamento das lagoas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B. & Fuck, R. A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, *Anais...*, Campina Grande, 363-391.
- Almeida, F. F. M.; Hasui, Y. & Neves, B. B. B. 1976. The Upper Precambrian of South American. São Paulo, IG-USP, *Boletim* 7: 45-80.
- Araujo, M. L. M. 2006. A influência do aquífero carste em Almirante Tamandaré. *Revista Geografar*, 1: 20-37.
- Brasil. 1981. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. *Projeto Radambrasil*. Folha SD-22 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. pp.301-376.
- Borges, M. E. S. 2008. Mapeamento geomorfológico da bacia do rio preto e sua relação com o uso agrícola. Dissertação (UnB-IH-GEA-LSIE-Mestrado-Gestão Ambiental e Territorial). Universidade de Brasília. 80p.
- Callisto, M. & Gonçalves Júnior, J.F. 2005. Bioindicadores Bentônicos. In: Fabio Roland, Dionéia Cesar e Marcelo Marinho (Eds). *Lições de Limnologia*, São Carlos, Ed.Rima, pp. 371-379
- Câmara, G. & Medeiros, J. S. de. 1998. Mapas e suas representações computacionais. In: Assad, E. & Sano, E. (ed.). *Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. 2a. ed. Brasília: EMBRAPA, pp.13-30.
- Cardenas, F. P. A. 1999. Zoneamento geoambiental de uma parte da Bacia do Rio Nechí – Colômbia, por meio de técnicas de geoprocessamento. Brasília: Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geologia/Universidade de Brasília. 137p.
- Carvalho Junior, O. A.; Martins, E. S.; Guimarães, R. F. & Carvalho, A. P. F. de. 2001. Compartimentação geomorfológica do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros baseada em técnicas de geoprocessamento.. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, v.34, p. 1-20 (Documentos).

- Castro, S. B. & Carvalho, T. M. 2009. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. *Scientia Plena*. 5: 025401.
- Corrêa, S. L. A.; Costa, M. L. & Oliveira, N. P. 1988. Contribuição geoquímica à zona laterítica do complexo carbonatítico de Seis Lagos (Amazonas). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG. v.4, pp.1959-1968.
- Costa, M. L. 1991. Aspectos geológicos dos Lateritos da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, v.21, n.2, p. 146-160.
- Costa, M. L.; Carmo, M. S. & Behling, H. 2005. Mineralogia e geoquímica de sedimentos lacustres com substrato Laterítico na Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(2): 165-176.
- Embrapa. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa. 212p.
- Embrapa. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. v. 1. 306 p.
- Embrapa-CNPq. 2009. *Projeto "Sistema de Gestão Territorial para a ABAG/RP"*. Disponível em: <[www.cnpq.embrapa.br](http://www.cnpq.embrapa.br)>. Acesso em 30 de março de 2009.
- ESRI. 1990. *Understanding GIS: the ArcInfo method*: Redlands, CA, USA: ESRI Press.
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia - Segunda Edição. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 602 p.
- Furley, P. A.; Proctor, J. & Ratter, J. A. 1992. *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hall.
- Guerra, A. T. 2003. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 373p.
- Hermuche, P. M.; Guimarães, R. F.; Andrade, A. P. F. de; Martins, E. S. ; Fuks, S. D.; Carvalho Júnior, O. A. de; Santos, N. B. F. & Reatto, A. 2002. *Morfometria como suporte para elaboração de mapas pedológicos: I - bacias hidrográficas assimétricas*. Embrapa Cerrados, v. 68, p. 1-25. (Documentos).

- Horbe, A. C. ; Costa, M. L. 2005. Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. *Geoderma* (Amsterdam), v. 126, n. 2005, p. 225-239.
- INMET. 2009. Instituto Nacional de Meteorologia. *Climatologia*. Disponível em: <[www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)>. Acesso em 25 de março de 2009.
- Kohler, H. C. 2001. A escala na análise geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2(1): 21-33.
- IBGE. 2001. Mapa de Solos do Brasil, escala 1:5.000.000.
- Larizzatti, J. H. & Oliveira, S. M. B. 2005. Evolução geoquímica e balanço de massa na formação e degradação de perfis lateríticos encouraçados no vale do rio Tapajós. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(2): 273-284.
- Martins, A. K. E. & Silva, R. C. C. 2005. Uso de geotecnologias para mapear a degradação dos fragmentos florestais naturais de Ipucas, na área do Projeto Rio Formoso -TO. In: Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária, 8, 2005, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro. v.1.
- McCune, B. & Mefford, J. 1997. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 3.17. Oregon, MjM Software.
- Melfi, A. J.; Pedro, G.; Girardi, V. A. V. 1979. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos nos solos do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 3, p. 47-54.
- Munsell Colors Company.1975. Baltimore: Munsell soil colors charts.
- Novaes-Pinto, M. 1988. Aplainamento nos trópicos: uma revisão conceitual. *Geografia*, 13(26): 119-129.
- Novo, E. M. L. M.; Tundisi, J. G. Sensoriamento remoto de águas interiores: perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5. (SBSR), 1988, Natal. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1988. p. 13-21. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00050-8. (INPE-4875-PRE/1486). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/07.22.18.18>>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- Odum, E. P. 1988. *Ecologia*: Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.

- Oliveira, I. W. B. 2000. Zinco, chumbo e cobre de Palmeirópolis - Estado do Tocantins. - Goiânia: CPRM.
- Oliveira, S. M. B. & Trescases J. J. 1980. Geoquímica da alteração supérgena das rochas ultramáficas de Santa Fé (Goiás, Brasil). *Rev. Bras. Geoc.*, 10: 244-257.
- Oliveira-Filho, A. T. & Martins, F. R. 1991. A comparative study of five cerrado areas in southern Mato Grosso, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*. 48(3): 307-332.
- Pimentel, M. M.; Whitehouse, M. J.; Viana, M. G.; Fuck, R. A. & Machado, N. 1997. The Mara Rosa arc in the Tocantins Province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Precambrian Research*, 81: 299-310.
- Rezende, J. M. 2006. Florística e fitossociologia de Campos Limpos Úmidos na região do Jalapão, TO e a influência do gradiente de umidade do solo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade de Brasília. 60p.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (ed.). *Cerrado ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Informação Tecnológica. pp.151-212.
- RockWare Earth Science and GIS Software. 2009 Disponível em: <<http://www.rockware.com/>>. Acesso em: 03/07/2009
- Ross, J. L. S. (Org.) . Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp, 1996. v. 1. 54p
- Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Derze, G. R. & Asmus, H. E. 1984. *Geologia do Brasil* - texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral. 501p.
- Souza, J. D.; Kosin, M. D.; Heineck, C.A.; Lacerda Filho, J. V.; Teixeira, L. R.; Valente, C. R.; Guimarães, J. T.; Bento, R. V.; Borges, V. P.; Santos, R. A.; Leite, C. A.; Neves, J. P.; Oliveira, I. W. B.; Carvalho, L. M.; Paes, V. J. C.; Netto, C. & Pereira, L. H. M. 2004. Folha SD.23-Brasília e SD.24 - Goiás. In: Schobbenhaus, C.; Gonçalves, J. H.; Santos, J. O. S.; Abram, M. B.; Leão Neto, R.; Matos, G. M. M.; Vidotti, R. M.; Ramos, M. A. B. & Jesus, J. D. A. de (ed.). *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*: Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM.

- Valente, C. R. & Veneziani, P. 2009. Integração de dados Landsat, SLAR, geofísicos e geoquímicos para elaboração de modelos de evolução tectônica e prospectivos na região da Minaçu - Palmeirópolis (GO/TO). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7. (SBSR), 1993, Curitiba, BR. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1993. v. 3, p. 358-367. Printed, On-line. (INPE-7903-PRE/3738). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.00.49.30>>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- Vieira, H. M.; Bastos, A. S.; Ledo, F. & Coelho, A. L. 2009. Mapeamento de lagoas naturais em ambiente florestal de platôs lateríticos - um roteiro metodológico aplicado à Flona Carajás - Estado do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2007. p. 7011-7018. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.57>>. Acesso em: 05 de maio de 2009.
- Vitte, A. C. 2005. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, v.16, p.105-118.
- Winge, M. 1995. Evolução dos terrenos granulíticos da Província Estrutural Tocantins, Brasil Central. Universidade de Brasília - Instituto de Geociências. Tese de Doutorado no 5. Publicada na Internet em <http://www.unb.br/ig/posg/dout/tese05/>

## ANEXOS

**Tabela 2 - Resultados da química dos solos das lagoas amostradas.**

Nº Amostra	Ident. Campo	PH H2O	Al	P	K	CaAA	MgAA	H+Al	MO
3.349	L.15(2)0-20	5,78	0,26	1,27	68,00	1,08	0,45	3,86	0,54
3.348	L.15(2)20-40	5,29	0,00	0,75	26,00	1,28	0,29	1,52	0,22
3.347	L.15(3)60-80	5,32	0,00	0,49	12,00	2,00	1,00	2,32	0,36
3.366	L.16(2)20-40	4,78	0,47	0,30	8,00	0,22	0,35	2,04	0,72
3.362	L.5 0-20	4,51	0,16	3,20	38,00	0,81	0,45	2,78	0,59
3.365	L.5(2)0-20	5,04	0,63	1,42	68,00	0,16	0,03	1,74	0,78
3.364	L.5(2)20-40	5,21	0,04	0,91	52,00	3,41	0,83	5,74	0,90
3.363	L.5(3)20-40	5,82	0,33	0,55	30,00	0,99	0,56	2,96	0,74
3.352	L.56(3)0-20	4,85	1,12	0,12	26,00	0,15	0,21	5,38	1,20
3.351	L.56(3)20-40	5,03	1,06	0,59	16,00	0,07	0,07	4,42	1,00
3.35	L.56(3)60-80	5,48	0,00	0,48	24,00	0,84	0,05	2,02	0,41
3.361	L.56(4)0-20	5,18	3,20	1,24	18,00	0,34	0,20	6,36	0,94
3.36	L.56(4)20-40	5,08	0,29	0,67	8,00	1,27	0,68	4,26	0,70
3.359	L.56(5)0-20	4,87	0,07	0,65	64,00	2,78	0,68	3,84	0,71
3.354	L.56(5)100-120	5,11	0,93	0,12	8,00	0,06	0,04	3,50	0,73
3.353	L.56(5)120-140	5,09	0,64	0,32	14,00	0,03	0,03	3,26	0,58
3.358	L.56(5)20-40	4,39	3,38	0,46	34,00	0,29	0,18	9,26	0,73
3.357	L.56(5)40-60	4,16	0,92	0,29	30,00	0,76	0,28	3,26	0,55
3.356	L.56(5)60-80	4,52	0,41	0,29	12,00	0,07	0,03	2,78	0,74
3.355	L.56(5)80-100	4,92	0,26	0,20	8,00	0,04	0,03	2,18	0,42
3.368	L1(2)0-20	5,38	0,68	1,74	24,00	0,14	0,03	1,42	0,08
3.389	L10(2)0-20	4,60	0,78	3,05	52,00	0,17	0,05	3,58	2,19
3.392	L10(2)20-40	5,03	0,83	1,45	20,00	0,79	0,23	3,64	0,84
3.391	L10(3)0-20	5,48	0,70	1,01	62,00	0,74	0,13	2,44	1,56
3.394	L10(3)20-40	5,34	0,00	0,51	24,00	1,45	0,68	1,66	0,56
3.393	L10(3)60-80	5,30	0,39	0,59	16,00	0,39	0,11	2,00	0,64
3.37	L12(2)0-20	5,64	0,83	62,65	36,00	0,49	0,16	3,38	1,62
3.369	L12(2)20-40	5,91	0,42	20,37	18,00	0,36	0,15	1,92	0,83
3.372	L12(3)0-20	4,23	2,12	8,96	14,00	0,81	0,09	5,98	1,95
3.371	L12(3)20-40	4,96	1,24	6,31	6,00	0,37	0,08	3,32	0,79
3.374	L12(4)0-20	3,94	1,70	12,26	38,00	1,09	0,08	4,38	3,25
3.373	L12(5)0-20	4,63	0,99	13,28	46,00	0,73	0,26	3,56	6,32
3.378	L15(3)0-20	6,02	0,00	1,39	118,00	0,37	0,44	1,66	1,27
3.375	L15(3)100-120	5,26	1,14	0,32	10,00	1,11	0,03	3,14	0,30
3.377	L15(3)40-60	6,03	0,17	0,38	18,00	0,97	0,03	2,00	0,54
3.376	L15(3)80-100	5,09	0,73	0,27	8,00	0,94	0,03	5,10	0,43

3.367	L16(2)0-20	4,46	0,71	0,65	14,00	0,35	0,16	3,62	0,94
3.401	L19(2)40-60	4,92	0,00	0,54	12,00	4,23	1,00	2,74	0,02
3.403	L19(4)0-20	4,42	1,57	3,95	48,00	0,21	0,04	6,84	1,48
3.405	L19(4)20-40	4,60	1,69	1,91	24,00	0,38	0,10	7,92	0,90
3.407	L19(4)60-80	4,97	0,17	1,27	8,00	0,29	0,24	2,26	0,33
3.395	L20(3)0-20	5,46	0,87	3,15	106,00	0,24	0,13	3,86	2,79
3.383	L3(2)0-20	4,68	0,38	0,96	40,00	1,07	0,51	3,00	1,48
3.386	L3(2)100-120	5,14	0,05	0,10	6,00	0,21	0,08	2,30	0,48
3.382	L3(2)20-40	4,94	0,61	0,39	18,00	0,59	0,28	3,22	1,11
3.385	L3(2)40-60	4,88	0,05	0,16	10,00	0,16	0,05	1,86	0,74
3.384	L3(2)60-80	4,95	0,03	0,32	6,00	0,18	0,07	2,18	0,70
3.387	L3(2)80-100	5,00	0,23	0,36	8,00	0,30	0,20	2,66	0,67
3.388	L3(3)0-20	5,10	0,64	1,32	102,00	0,22	0,10	2,90	1,42
3.39	L3(3)20-40	5,60	0,84	3,46	72,00	0,21	0,12	4,32	1,86
3.4	L75(2)0-20	5,04	0,00	2,55	48,00	2,40	0,63	1,24	0,71
3.399	L75(2)40-60	5,23	0,87	1,19	18,00	0,26	0,04	4,12	0,17
3.398	L75(3)0-20	5,57	0,68	1,94	58,00	0,18	0,06	4,12	1,00
3.397	L75(4)0-20	5,48	0,31	0,65	26,00	0,17	0,03	2,82	0,56
3.396	L75(5)0-20	5,26	0,92	2,03	24,00	0,24	0,18	3,76	0,35
3.402	L9(2)20-40	4,52	1,14	0,96	22,00	0,50	0,03	3,84	0,42
3.404	L9(3)0-20	5,23	1,22	1,98	94,00	0,30	0,08	8,90	1,26
3.406	L9(4)40-60	4,80	0,09	1,09	8,00	0,29	0,18	1,86	0,42
3.408	L9(4)80-100	5,25	0,00	1,98	6,00	1,05	0,74	1,44	0,19
3.38	L9(5)0-20	5,35	0,00	1,42	142,00	0,77	0,49	1,06	1,96
3.379	L9(5)20-40	5,74	0,63	0,75	24,00	0,25	0,13	1,66	0,41
3.381	L9(5)40-60	5,59	0,15	1,51	10,00	0,60	0,19	2,36	0,18

Unidades de Medida	-----	me/100cc	mg/l	mg/l	me/100cc	me/100cc	me/100cc	%
Análise	PH H2O	Al	P	K	CaAA	MgAA	H+Al	MO

Nº Amostra	Ident. Campo	Ident. Campo	PH KcL
3.368	L1(2)0-20	L1/0-20	4,12
3.389	L10(2)0-20	L10/0-20	3,65
3.391	L10(3)0-20	L10/0-20	4,31
3.392	L10(2)20-40	L10/20-40	3,76
3.394	L10(3)20-40	L10/20-40	4,33
3.393	L10(3)60-80	L10/60-80	4,49
3.37	L12(2)0-20	L12/0-20	5,09
3.372	L12(3)0-20	L12/0-20	3,98
3.373	L12(5)0-20	L12/0-20	4,05
3.374	L12(4)0-20	L12/0-20	3,91
3.369	L12(2)20-40	L12/20-40	5,14
3.371	L12(3)20-40	L12/20-40	4,11
3.349	L.15(2)0-20	L15/0-20	4,79
3.378	L15(3)0-20	L15/0-20	5,16
3.375	L15(3)100-120	L15/100-120	4,76
3.348	L.15(2)20-40	L15/20-40	4,11
3.377	L15(3)40-60	L15/40-60	5,22
3.347	L.15(3)60-80	L15/60-80	4,85
3.376	L15(3)80-100	L15/80-100	4,70
3.367	L16(2)0-20	L16/0-20	4,28
3.366	L.16(2)20-40	L16/20-40	4,44
3.403	L19(4)0-20	L19/0-20	3,82
3.405	L19(4)20-40	L19/20-40	3,90
3.401	L19(2)40-60	L19/40-60	4,19
3.407	L19(4)60-80	L19/60-80	4,21
3.395	L20(3)0-20	L20/0-20	4,64
3.383	L3(2)0-20	L3/0-20	4,05
3.388	L3(3)0-20	L3/0-20	4,07
3.386	L3(2)100-120	L3/100-120	4,46
3.382	L3(2)20-40	L3/20-40	4,13
3.39	L3(3)20-40	L3/20-40	4,72
3.385	L3(2)40-60	L3/40-60	4,18
3.384	L3(2)60-80	L3/60-80	4,27
3.387	L3(2)80-100	L3/80-100	4,39
3.362	L.5 0-20	L5/0-20	4,06
3.365	L.5(2)0-20	L5/0-20	4,04
3.363	L.5(3)20-40	L5/20-40	4,97
3.364	L.5(2)20-40	L5/20-40	4,17
3.352	L.56(3)0-20	L56/0-20	4,21
3.359	L.56(5)0-20	L56/0-20	4,15
3.361	L.56(4)0-20	L56/0-20	4,14
3.354	L.56(5)100-120	L56/100-120	4,77
3.353	L.56(5)120-140	L56/120-140	4,66

3.351	L.56(3)20-40	L56/20-40	4,24
3.358	A.56(5)20-40	L56/20-40	4,18
3.36	L.56(4)20-40	L56/20-40	4,26
3.357	L.56(5)40-60	L56/40-60	4,26
3.35	L.56(3)60-80	L56/60-80	4,52
3.356	L.56(5)60-80	L56/60-80	4,49
3.355	L.56(5)80-100	L56/80-100	4,65
3.396	L75(5)0-20	L75/0-20	4,16
3.397	L75(4)0-20	L75/0-20	4,36
3.398	L75(3)0-20	L75/0-20	4,21
3.4	L75(2)0-20	L75/0-20	4,15
3.399	L75(2)40-60	L75/40-60	4,19
3.38	L9(5)0-20	L9/0-20	4,42
3.404	L9(3)0-20	L9/0-20	4,05
3.379	L9(5)20-40	L9/20-40	4,98
3.402	L9(2)20-40	L9/20-40	3,96
3.381	L9(5)40-60	L9/40-60	4,92
3.406	L9(4)40-60	L9/40-60	4,04
3.408	L9(4)80-100	L9/80-100	4,48

---