



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Andreia Medeiros de Lima

**RELAÇÃO CLIMA E VEGETAÇÃO NA ÁREA DAS BACIAS DAS USINAS
HIDRELÉTRICAS DE BARRA DOS COQUEIROS E CAÇU-GO**

Jataí-GO
2013

Andreia Medeiros de Lima

**RELAÇÃO CLIMA E VEGETAÇÃO NA ÁREA DAS BACIAS DAS USINAS
HIDRELÉTRICAS DE BARRA DOS COQUEIROS E CAÇU-GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPG-GEO- Stricto Sensu- da Universidade Federal de Goiás- Câmpus Jataí- UFG;CAJ, para obtenção do título de Mestre em Geografia, na área de concentração Organização do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro, na Linha de Pesquisa em Análise Ambiental, sob a orientação da Profa. Dra. Zilda de Fátima Mariano.

Jataí-GO

2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
BSCAJ/UFG**

L732r Lima, Andreia Medeiros de.
Relação clima e vegetação na área das bacias das usinas
hidrelétricas de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO
[manuscrito] / Andreia Medeiros de Lima. - 2013.
89 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Zilda de Fátima Mariano
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Campus Jataí, 2013.

Bibliografia.

Inclui lista de ilustração, abreviaturas e siglas.

1. Climatologia. 2. Chuva. 3. Umidade relativa do ar. 4.
Temperatura. 5. Usinas hidrelétricas - (GO). I. Título.

CDU: 551:621.311.21

Andreia Medeiros de Lima

TÍTULO: "Relação Clima e Vegetação na Área das Bacias das Usinas Hidrelétricas de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO".

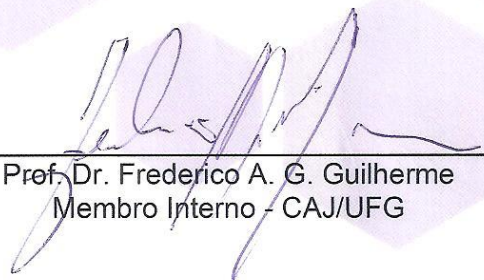
Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 14 de março de 2013, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Profª. Drª. Zilda de Fátima Mariano
Presidente – CAJ/UFG



Prof. Dr. Marcos Barros de Souza
Membro Externo – UNESP



Prof. Dr. Frederico A. G. Guilherme
Membro Interno – CAJ/UFG

UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Andreia Medeiros de Lima		
E-mail:	medeiroslima.andreia@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	☒ Sim ☐ Não		
Vínculo empregatício do autor	Secretaria da Educação do Estado de Goiás		
Agência de fomento:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Sigla:	CAPES
País:	Brasil	UF:	CNPJ:
Título:	RELAÇÃO CLIMA E VEGETAÇÃO NA ÁREA DAS BACIAS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DE BARRA DOS COQUEIROS E CAÇU-GO		
Palavras-chave:	Chuva. temperatura do ar. umidade relativa do ar. microclima. florestas		
Título em outra língua:	CLIMATE AND VEGETATION IN AREA OF HYDROPOWER PLANTS OF BARRA DOS COQUEIROS AND CAÇU-GO		
Palavras-chave em outra língua:	Rain. air temperature. Relative humidity. microclimate. forest		
Área de concentração:	Organização do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	14/03/2013		
Programa de Pós-Graduação:	Geografia, Câmpus Jataí, da Universidade Federal de Goiás		
Orientador (a):	Zilda de Fátima Mariano		
E-mail:	zildadefatimamariano@gmail.com		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

À Deus

Aos meus pais por todo amor e auxílio incondicional,

**Às minhas filhas Milla e Ianna pela doçura, amor, carinho e
compreensão durante a minha ausência.**

Ao meu esposo Cleuberto pelo amor e companheirismo.....

Dedico!!!!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, saúde e perseverança que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho;

À minha orientadora Prof. Dra. Zilda de Fátima Mariano, pelo profissionalismo, disponibilidade, paciência, dedicação e por todo empenho para realização dos trabalhos de campo;

Ao coordenador do programa prof. Dr. João Batista Pereira Cabral, por toda dedicação ao programa;

À Universidade Federal de Goiás – Câmpus Jataí, pela oportunidade singular de crescimento intelectual e profissional;

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao Projeto Pró-Centro-Oeste;

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a realização desta pesquisa;

À Secretaria de Educação do Governo do Estado de Goiás pela licença concedida que foi de fundamental importância para o êxito desta pesquisa;

À todos os professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia-Câmpus Jataí;

Ao Técnico do Laboratório de geoinformação Alécio Perini Martins, por seu suporte técnico em relação aos mapas;

Aos proprietários e moradores das fazendas, onde foi instalado o experimento pela ajuda, atenção e contribuição com a pesquisa;

Aos meus colegas do laboratório de climatologia: Clarissa, Lázara, Rosilene, Regina, pela ajuda e companheirismo e em especial ao José Ricardo pela ajuda com os mapas, desenhos, e tabelas;

Aos colegas Assunção, Daiele, Celso, Hudson, Makele, Flávio e Susy pela convivência e toda ajuda nos trabalhos de campo;

Ao Flávio Wachholz pelas dicas e ajuda com os mapas;

Aos amigos Willian e Eleida pela contribuição e incentivo para o ingresso no mestrado;

À todos da UFG, auxiliares, técnicos e professores que contribuíram com esta pesquisa.

MUITO OBRIGADA!!!!

[...] a vegetação dos cerrados conseguiu a façanha ecológica de resistir às queimadas, renascendo das próprias cinzas, como uma espécie de fênix dos ecossistemas brasileiros. Não resiste, porém, aos violentos artifícios tecnológicos inventados pelos homens ditos civilizados.

AB' Sáber (2011, p.43)

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi analisar as chuvas em escala regional e comparar a temperatura, a umidade relativa do ar e a chuva em escala local em pontos fora das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) e no interior das FES, na área das bacias das Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Barra dos Coqueiros e Caçu, no baixo curso do rio Claro, nos municípios de Cachoeira Alta e Caçu no Estado de Goiás. Os dados de chuva foram obtidos de quatro estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA), (Cachoeira Alta, Itarumã, Quirinópolis e Pombal) entre 1977 a 2011 e do experimento em pontos fora das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES), com mensuração de temperatura e umidade relativa do ar e chuvas e no interior das FES com temperatura e umidade relativa do ar de setembro de 2011 a setembro de 2012. Os procedimentos metodológicos foram realizados nas escalas regional, local e microclimática, com cálculo dos anos padrão, cálculos estatísticos, análise do uso da terra, exposição das vertentes e comparação dos elementos climáticos entre os pontos fora e interior das FES, partindo de um ponto de referência. Na escala regional, em 35 anos das médias das quatro estações, identificaram-se que 66% foram anos padrão chuvosos, tendentes a chuvosos e habituais; a variabilidade espacial das chuvas apresentou maior concentração a noroeste e sudoeste das bacias e a tendência climática indicou tendência de acréscimo nas estações de Cachoeira Alta e Pombal e decréscimo em Itarumã e Quirinópolis. Na escala local, em relação ao uso do solo, da área total de 965 km² das duas bacias, verificou-se que a maior mudança ocorreu pelo aumento da área ocupada por água, em 2009 era de 0,6% e em 2011 passa a ocupar 7,4%, o que representou um aumento de 1200%, com perda de vegetação nativa e habitat. Em relação a temperatura e umidade relativa do ar, no ponto de referência fora da FES (P1) ocorreram diferenças na temperatura máxima absoluta de 10,6 °C e na mínima absoluta de 7,8 °C; a umidade relativa máxima absoluta teve diferenças menores de 1% e na mínima absoluta diferenças de 8%; em relação às chuvas, a maior diferença foi de 927 mm. No ponto de referência no interior da FES (P15), a maior diferença na temperatura máxima absoluta foi de 10,5 °C e a mínima 2,4 °C; a umidade relativa do ar máxima absoluta foi 3% e a mínima de 8%. Na escala microclimática, os pontos fora das FES, principalmente os voltados para as vertentes: norte, nordeste, oeste, noroeste e sudoeste, as quais recebem maior insolação, apresentaram temperaturas máximas maiores entre 52,7 a 46,9 °C, enquanto os pontos localizados no interior das FES, independente da exposição das vertentes, tiveram a temperatura máxima absoluta entre 36,7 a 47,2 °C e a mínima absoluta entre 3,8 a 6,5 °C. Assim, os pontos no interior das FES apresentaram efeito atenuador no microclima, sendo que as temperaturas máximas absolutas e a amplitude térmica foram menores e as mínimas absolutas e umidade relativa do ar foram elevadas.

Palavras-chave: chuva. temperatura do ar. umidade relativa do ar. microclima. florestas

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze the rainfall on a the regional scale and compare the temperature, air relative humidity and rain at local scale at points outside of semideciduous seasonal forests (FES) and inside the FES, on the area of Barra dos Coqueiros and Caçu hydropower plants (UHEs), in the lower course of the Rio Claro river e, in the cities of Cachoeira Alta and Caçu, in the state of Goiás. The rainfall data were obtained from four rainfall stations of the National Water Agency (ANA), (Cachoeira Alta, Itarumã, Quirinópolis and Pombal) between 1977-2011 and experiment points out of semideciduous seasonal forests (FES), with measurement of temperature and relative humidity and rainfall and inside the FES with temperature and relative humidity of September 2011 to September 2012. The methodological procedures were performed at regional, local and microclimate, with calculation of standard years, statistical calculations, analysis of land use, exposure of the slopes and comparison of climatic elements between points outside and inside the FES, starting from a point reference. On a regional scale, in 35 years of averages of the four seasons, we identified that 66% were standard years rainy, tending to rainy and habitual; the spatial variability of rainfall shows higher concentration northwest and southwest basins and climate trends indicated a trends of increase in stations and Cachoeira Alta Pombal and decrease in Itarumã and Quirinópolis. On a local scale, in relation to land use, the total area of 965 km² of the two basins, it was found that the greatest change occurred by increasing the area occupied by water in 2009 was 0.6% and in 2011 becomes occupy 7.4%, which represented an increase of 1200%, with loss of native vegetation and habitat. Regarding climatic elements, temperature and relative humidity, on the reference point outside the FES (P1) differences occurred in the absolute maximum temperature of 10.6 °C and the absolute minimum of 7.8 °C, relative humidity was maximum absolute differences less than 1% and the minimum absolute difference of 8%, relative to rainfall, the largest difference was 927 mm. At the point of reference within the FES (P15), the largest difference in maximum air temperature was 10.5 °C and minimum 2.4 °C, the relative humidity was 3% absolute maximum and minimum of 8%. In microclimatic scale, points out the FES, mainly focused on the areas: north, east, west, northwest and southwest, which receive greater insolation showed higher maximum temperatures between 52.7 to 46.9 °C, while the points located within the FES, independent of the exposure of the strands had the absolute maximum temperature between 36.7 to 47.2 °C and absolute minimum between 3.8 and 6.5 °C. Therefore, the points inside the FES showed dampening effect on the microclimate, and the absolute maximum temperatures and temperature were lower and the minimum absolute and relative humidity were high.

Keywords: rain. air temperature. relative humidity. microclimate. forests

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Desenhos

Desenho 1 – Principais fitofisionomias do bioma Cerrado.....	30
Desenho 2 – Representação da altura das árvores e presença de bovinos e equinos nos pontos P16, P18 e P19.....	71

Figuras

Figura 1 – Representação da parcela de 400 m ² utilizada para coleta dos dados da estrutura da vegetação.....	49
Figura 2 – Hipsometria em 3D na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	73

Fotografias

Fotografia 1 – Visão parcial da UHE de Barra dos Coqueiros-GO.....	33
Fotografia 2 – Visão parcial da UHE de Caçu-GO.....	33
Fotografia 3A, B, C e D – Fitofisionomias das formações florestais encontradas na área de estudo.....	35
Fotografia 4A, B, C e D – Fitofisionomias das formações savânicas encontradas na área de estudo.....	36
Fotografia 5 – Fitofisionomias das formações campestres encontradas na área de estudo.....	36
Fotografia 6 – Atividades antrópicas desenvolvidas na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros-GO.....	37
Fotografia 7 – Morro Testemunho localizado a oeste na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros-GO.....	38
Fotografia 8A e B – Experimentos instalados fora das FES e no interior das FES.....	45
Fotografia 9A, B e C – Abrigo meteorológico com termohigrômetro, pluviômetro e pluviógrafo.....	46
Fotografia 10 – Área de cultivo de cana-de-açúcar na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros.....	68
Fotografia 11 – Área de silvicultura na bacia da UHE de Caçu.....	68
Fotografia 12 – Visão parcial do reservatório da UHE de Barra dos Coqueiros.....	69
Fotografia 13 – Visão parcial da área urbana do município de Caçu-GO.....	69
Fotografia 14 – Restos de vegetação retirada de dentro do reservatório da UHE de Caçu	70
Fotografia 15 – Usina ETH Bioenergia S.A., Unidade Rio Claro, município de Caçu-GO.....	70
Fotografia 16 – Camada de serrapilheira sobre o solo das FES.....	80

Gráficos

Gráfico 1 – Anos padrão das chuvas nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu.....	53
Gráfico 2 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Cachoeira Alta.....	54
Gráfico 3 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Quirinópolis.....	54
Gráfico 4 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Itarumã.....	54
Gráfico 5 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Pombal.....	55
Gráfico 6A, B, C e D – Evolução interanual dos totais médios anuais das chuvas nas estações de Cachoeira Alta, Itarumã, Quirinópolis e Pombal no período de 1977 a 2011	56

Gráfico 7 – Distribuição dos totais anuais de chuva (mm) das quatro estações de 1977 a 2011.....	58
Gráfico 8 – Média mensal das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011.....	59
Gráfico 9 – Tendência regional das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011.....	63
Gráfico 10A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Cachoeira Alta, Pombal, Itarumã e Quirinópolis no período de 1977 a 2011.....	63
Gráfico 11A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Pombal, Itarumã, Quirinópolis e Cachoeira Alta no período de 1977 a 1987.....	64
Gráfico 12A, B, C e D – Tendência das chuvas nas estações de Pombal, Cachoeira Alta, Itarumã e Quirinópolis no período de 1988 a 1999.....	65
Gráfico 13A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Quirinópolis, Pombal, Itarumã e Cachoeira Alta no período de 2000 a 2011.....	66

Mapas

Mapa 1 – Localização das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	32
Mapa 2 – Mapa de solos das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	39
Mapa 3 – Localização das estações da ANA e das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	41
Mapa 4– Localização dos pontos de instalação dos termohigrômetros, pluviômetros e pluviógrafo.....	47
Mapa 5 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011.....	60
Mapa 6 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 1987.....	60
Mapa 7 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1988 a 1999.....	61
Mapa 8 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 2000 a 2011.....	61
Mapa 9A e B – Uso do terra e cobertura vegetal nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, ano de 2009 e 2011.....	67
Mapa 10 – Exposição das vertentes nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	72

Quadros

Quadro 1 – Dados de localização das estações pluviométricas da ANA.....	42
Quadro 2 – Critérios para caracterização dos anos padrão.....	42
Quadro 3 – Localização dos pontos dos termohigromêtros, pluviômetros e pluviógrafos na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	46

Tabelas

Tabela 1 – Tipologia pluviométrica para as bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu.....	53
Tabela 2 – Cálculos estatísticos das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu no período de 1977 a 2011.....	57
Tabela 3 – Resultados do teste ANOVA – Análise de Variância ao nível de significância $\alpha=0,05$	57

Tabela 4 – Números dos indivíduos, altura média, média do diâmetro à altura do peito (DAP) e densidade absoluta (DA) referente aos indivíduos vivos das FES.....	71
Tabela 5 – Dados da temperatura máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C), temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) e chuva (mm) dos pontos fora da floresta P2, P3, P4 e P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 e diferença em relação ao ponto de referência P1.....	75
Tabela 6 – Comparação da temperatura do ar máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C) e temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) e chuva (mm) dos pontos no interior da floresta P15, P16, P17, P18 e P19 em relação ao ponto de referência P15.....	76
Tabela 7 – Data e horário das maiores temperaturas máximas absolutas e das menores temperaturas mínimas absolutas fora das FES.....	77
Tabela 8 – Total de chuvas mensal no período de setembro de 2011 a setembro de 2012.....	79
Tabela 9 – Data e horário das maiores temperaturas máximas absolutas e das menores temperaturas mínimas absolutas no interior das FES.....	80
Tabela 10 – Comparação da temperatura do ar máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C) e temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) dos pontos fora da FES em relação ao ponto no interior da FES localizado mais próximo.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

ANOVA – Análise de Variância

APP – Área de Preservação Permanente

ArcGIS- Geographic Information System

DA – Densidade Absoluta

DAP – Diâmetro à Altura do Peito

FES – Floresta Estacional Semidecidual

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDW - Inverse Distance Weighting

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

EIBHSG – Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas do Sudoeste Goiano

OMM – Organização Meteorológica Mundial

NASA – National Aeronautics and Space Administration

PAP – Perímetro Altura do Peito

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RL – Reserva Legal

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás

SPRING-Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

UHE- Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO.....	16
2.1	O clima e as escalas climáticas.....	16
2.2	Variabilidade e tendência climática das chuvas.....	20
2.3	Precipitação pluvial.....	21
2.4	Temperatura e umidade relativa do ar.....	22
2.5	A vegetação e o microclima.....	24
2.6	Os lagos artificiais e os elementos climáticos.....	27
2.7	O bioma Cerrado e as florestas estacionais semidecíduais.....	29
3	ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.1	Localização e caracterização geográfica da área de estudo.....	32
3.2	Vegetação e uso da terra.....	34
3.3	Geologia, Relevo e Solos.....	37
3.4	Clima.....	39
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	41
4.1	Procedimento de obtenção dos dados de chuva e análise da variabilidade e tendência climática das chuvas na escala regional.....	41
4.2	Procedimento de instalação, coleta dos dados no experimento fora das Florestas Estacional Semidecidual (FES) e no interior das FES na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO e análise da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar e chuvas, na escala local.....	45
4.3	Procedimento aplicado na análise da escala local da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar e chuvas fora das FES e no interior das FES na área das bacias das UHEs Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	48
4.4	Procedimento aplicado na análise da escala microclimática da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar, fora das FES e no interior das FES na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	49
4.5	Procedimento aplicado na escolha e análise das características da estrutura da vegetação nas FES.....	49
4.6	Procedimento aplicado na análise do uso da terra e cobertura vegetal, na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	50
4.7	Procedimento aplicado na elaboração do mapa de exposição das vertentes, na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO para a escala microclimática.....	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1	Análise na escala regional: variabilidade temporal das chuvas em anos padrão, no período de 1977 a 2011, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	52
5.2	Escala regional: variabilidade temporal e espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011.....	55
5.3	Escala regional: tendência das chuvas no período de 1977 a 2011 na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	62
5.4	Uso da terra e cobertura vegetal, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	67

5.5	Caracterização dos parâmetros fitossociológicos.....	71
5.6	Exposição das vertentes nas áreas fora da FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	72
5.7	Caracterização da temperatura e umidade relativa do ar e chuva na escala local nas áreas fora das FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	73
5.8	Caracterização da temperatura do ar e umidade relativa do ar e chuva na escala microclimática nas áreas fora das FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.....	77
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

O estudo e a compreensão do dinamismo climático são de interesse de várias áreas das ciências; com isso, a necessidade de se medir tais elementos tornou-se fundamental e, devido ao avanço tecnológico, foram melhorados os equipamentos de medição e monitoramento do clima, os quais trouxeram avanços significativos à climatologia, possibilitando a coleta e a criação de bancos de dados, que permitem pesquisas nas várias escalas do clima global, regional, local e microclimática. No entanto, muitas regiões brasileiras ainda carecem desde coletas de informações até estudos mais detalhados sobre o clima, principalmente na escala microclimática.

O desenvolvimento de pesquisas na área da climatologia geográfica nas diferentes escalas do clima e, atualmente, com um maior enfoque para as escalas inferiores do clima, é fundamental para a compreensão da interação entre os elementos climáticos e o meio natural ou antropizado e a formação do clima local e do microclima.

Os seres humanos têm provocado mudanças no meio ambiente sem precedentes. Essas transformações podem acarretar em alterações no clima. Conforme Ayoade (2001, p.300), as atividades humanas podem “influenciar o clima inadvertidamente através de suas várias atividades e ações, tais como a urbanização, industrialização, derrubada de árvores (desmatamento), atividades agrícolas, drenagem e construção de lagos artificiais”.

Devido à necessidade de dados climáticos para atender o projeto Pró-Centro-Oeste, cujo título é “Análise do impacto da ação antrópica nas características hidrossedimentológica/limnológica da bacia do Rio Claro-GO” a presente pesquisa integraliza o mesmo, objetivando a caracterização dos elementos climáticos como a temperatura e a umidade do ar e chuva das bacias das Usinas hidrelétricas (UHEs) de Barra dos Coqueiros e Caçu, contemplando as escalas climáticas regional, local e microclimática, em que serão analisadas, também, a variabilidade microclimática da temperatura e umidade relativa do ar existentes, no interior das florestas e fora delas, visto que, em 2009, a área das bacias ocupadas por florestas era de 19,7% e, em 2011, reduziu para 19%.

A região da bacia hidrográfica do Rio Claro possui uma grande exploração dos recursos naturais, principalmente em relação ao uso da terra pelas atividades agropecuárias e recursos hídricos para geração de energia hidrelétrica (MORAGAS, 2005).

De acordo com o Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas do Sudoeste Goiano (EIBHSG, 2005), entre os principais problemas encontrados nas bacias hidrográficas analisadas, incluindo a bacia do Rio Claro, há um avanço dos desmatamentos, em razão da

expansão de monoculturas e pecuária, ameaçando ecossistemas e fragmentos de vegetação remanescentes.

As Usinas Hidrelétricas de Barra dos Coqueiros e Caçu entraram em funcionamento em janeiro de 2010 e março de 2010, respectivamente. Com o represamento das águas do Rio Claro, a área ocupada por água aumentou mais de 1200%, assim ocorreu uma série de alterações no meio físico, quais sejam: a perda de solos férteis e a retirada da mata ciliar.

O conhecimento dos elementos do clima - temperatura do ar, umidade relativa do ar e chuva - na região do Cerrado é um importante meio para se entender a dinâmica do clima em escalas regional, local e microclimática como subsídios para o planejamento das atividades econômicas e, ainda, subsidiar decisões que possam ser adotadas pelos órgãos gestores da região.

O objetivo da pesquisa foi analisar as chuvas em escala regional e comparar a temperatura, a umidade relativa do ar e a chuva em escala local, em pontos fora e no interior das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES), na área das bacias hidrográficas das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, em Goiás. Especificamente objetivou-se: a) analisar a variabilidade climática das chuvas em escala regional; b) averiguar a tendência climática das chuvas em escala regional; c) identificar o quantitativo de vegetação na área de estudo; d) comparar os elementos climáticos obtidos nos pontos fora e no interior da floresta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1 O clima e as escalas climáticas

A Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1989) estabelece que a normal climatológica - período de estudo do clima de uma determinada região ou local – é de no mínimo 30 anos. Durante este período as variações dos elementos climáticos como temperatura, umidade relativa do ar e chuva caracterizam o clima de uma região.

Conti (2006, p.90, traduzindo Sorre, 1934) denomina clima como “[...] a série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual [...]”.

Ayoade (2001) e Mendonça e Danni-Oliveira (2007) consideram o clima como um sistema dinâmico e complexo, referente as características da atmosfera, que está sob a influência da ação dos oceanos, superfícies vegetadas ou não, neve, gelo, relevo e outros. Essas características da atmosfera que definem o clima devem ser observadas durante um longo período - cerca de 30 a 35 anos.

Mariano (2005, p.26) considera o clima como um dos fatores essenciais na organização do espaço, pois a organização espacial da sociedade “é determinada pelo processo histórico da apropriação dos recursos naturais, segundo o processo produtivo de cada sociedade”.

Silva et al (2008) fazem referência a influência que o clima tem na composição dos mosaicos paisagísticos do Cerrado, bem como na organização e produção do espaço geográfico.

Falcão et al (2010) descrevem que as características climáticas de uma determinada região está relacionada com a cobertura do solo. Exemplificam que ambientes com cobertura vegetal mais preservada tendem a ter temperaturas mais amenas, ao contrário de ambientes com solo exposto e seco, que apresentam tendência a temperaturas mais elevadas e umidade relativa reduzida.

Ribeiro (1993, p.288) aponta que “ o clima é regido por um conjunto de fenômenos que se fundem no tempo e no espaço, revelando uma unidade ou tipo passíveis de serem medidos em seu tamanho (extensão) e em seu ritmo (duração),[...]”.

Para realização do estudo em questão foi fundamental determinar a escala climática abordada, pois a escala determina a dimensão espacial e temporal; assim, este estudo enfatizou as escalas regional, local e microclimática. Segundo Nunes (1998), a escala não

determina apenas a área (espaço) e período (tempo), mas também as técnicas e os métodos a serem utilizados a fim de se alcançar os objetivos da pesquisa.

As escalas climáticas abordadas por Ribeiro (1993, p.289, grifo nosso) são: clima zonal, clima regional, mesoclima ou clima local, topoclima e microclima, sendo definidas e caracterizadas como:

Os fenômenos do clima na **escala zonal** apresentam extensão horizontal entre 1000 e 5000 quilômetros, e na vertical abarcam toda atmosfera[...]

A definição do **clima regional** no interior de um clima zonal deve-se a ação modificadora da circulação geral da atmosfera provocada por um conjunto de fatores de superfície, como a distribuição entre áreas continentais e oceânicas, forma dos continentes, correntes marítimas, rugosidade dos continentes (incluindo as altitudes relativas) e continentalidade/maritimidade.

Os climas regionais apresentam extensão entre 150 e 2500 quilômetros e verticalmente estão limitados pelos fenômenos que ocorrem abaixo da Tropopausa.[...].

O clima regional pode apresentar significativas variações em seu interior devido à ação de determinadas feições fisiográficas ou antrópicas que interferem no fluxo energético ou no transporte de massa das circulação regional, diferenciando subsistemas de circulação secundária.[...].

[...] A atuação conjunta desses parâmetros é suficiente para provocar variações no clima regional, gerando as feições dos **clima locais**.

É muito variável a extensão horizontal do fenômeno **mesoclimático**, uma vez que a inserção individualizada ou combinada de fatores fisiográficos e antrópicos no clima regional também não possui um tamanho padrão ou pré-determinado.

O **topoclima** corresponde a uma derivação do clima local devido à rugosidade do terreno, que tem como consequência a energização diferenciada do terreno durante o período diurno para as diversas faces de exposição à radiação solar.[...].

O **microclima** defini-se através da magnitude das trocas energéticas entre as feições ou estruturas particularizadas (inclusive objetos, plantas e animais) dispostas na superfície da Terra e o ar que as envolve.[...].

O estabelecimento de limites rígidos para o microclima parece não trazer resultados palpáveis, uma vez que seu tamanho vai mesmo depender da natureza da superfície que lhe dá origem.[...].

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) organizam as escalas espaciais do clima nas seguintes ordens de grandeza: macroclima, mesoclima e microclima. Cada escala apresenta subdivisões que estão incluídas nas escalas superiores. O macroclima refere-se a extensas regiões da Terra, incluindo desde o clima global, zonal, até extensas regiões como oceanos e continentes; o mesoclima apresenta como subunidades o clima regional, exemplificado por floresta e campos; o clima local, determinado por um local específico, como uma cidade ou o litoral; o topoclima é definido pelo relevo e o microclima é determinado pelo uso do terreno, geralmente são áreas com extensão pequena, como por exemplo, o clima de uma sala de aula, de uma rua ou um bosque.

Segundo Conti (2006, p.90) baseado em Sorre¹ (1934) buscando uma definição satisfatória de clima, traz uma reflexão importante para análise do clima local. Segundo o autor, “em cada instante dado e em cada ponto do globo, a atmosfera é uma combinação singular que tem muito pouca chance de se reproduzir de uma maneira perfeitamente idêntica”. Assim, o clima nunca vai se repetir de maneira idêntica, nem mesmo em áreas próximas, isto porque cada área possui características próprias como: ser vegetada ou não, área construída, densidade demográfica, índice de urbanização, circulação de veículos, se sofre ou não influência do oceano, de lagos, de rios, o relevo, as atividades humanas desenvolvidas, dentre vários outros fatores físicos. Todas essas características em um determinado local, formam o microclima, que “[...] define as condições de vida particulares ao interior de uma estação [...]”.

Geiger (1961, grifo do autor) considera que as estações climáticas que estão distantes entre si 20, 50 ou mais quilômetros umas das outras marcam o clima da região, também denominado macroclima, enquanto que estações climáticas instaladas a uma altura inferior a 2 m de altura representam o microclima «camada de ar junto ao solo».

Assim Geiger (1961, p.5) caracteriza o microclima,

Se desta forma nos aparecem, na proximidade do solo, diferenças entre todos os elementos meteorológicos, também de modo semelhante surgem diferenças horizontais em pequenas áreas, causadas pelas diversas características do solo e sua humidade, por diferenças mínimas de declive do solo e pelo tipo de altura da vegetação que o cobre. Resumindo, chama-se a todos estes climas de áreas muito reduzidas, microclima, por contraposição ao macroclima das redes nacionais.

Pereira et al (2002) consideram que o fator principal condicionante do microclima é a cobertura do terreno, o que quer dizer que cada tipo de terreno, por possuir uma variedade de cobertura, influenciará o microclima.

Sobre os estudos na escala microclimática, considerando áreas de floresta, destacamos as pesquisas de Hernandez (2001), Pezzopane (2001), Monteiro e Azevedo (2005), Armani (2009), Lima (2009), Galvani e Lima (2010) e Lopes (2011).

Hernandes (2001, p.55) verificou que a mata semidecídua influencia o microclima em seu interior, ocorrendo diminuição da temperatura; velocidade dos ventos e elevação da umidade relativa do ar. A variação de temperatura no interior da floresta não se limita apenas

¹ Este texto corresponde ao capítulo introdutório da obra “*Traité de climatologie biologique et medicale*” publicado em 1934 em Paris sob a direção de M. Piery Masson et Cie Éditeurs. v. I, p. 1 a 9.

“[...] à interferência de fenômenos físicos, mas sofre importantes interferências dos fenômenos biofísicos característicos de cada tipo de vegetação”.

Pezzopane (2001) constatou que, em área aberta, as condições microclimáticas são contrastantes em relação a floresta e determinadas características, como a abertura do dossel, exposição da encosta e umidade do solo provocam significativa variabilidade espacial e o entendimento das variáveis microclimáticas no interior das florestas é muito importante, pois estas estão relacionadas com o sucesso de estabelecimento e com os estágios de desenvolvimento das espécies no interior da mesma.

Monteiro e Azevedo (2005) constataram que o ambiente urbano influencia nos processos microclimáticos, como evapotranspiração, transferência de calor e umidade ocorridos no interior dos fragmentos de áreas de mata urbanas.

Armani (2009, p.98) aponta que os microclimas no interior da Mata Atlântica combinados à “[...] situação topográfica, umidade do solo, porte e estrutura da vegetação[...]” regulam a temperatura e umidade do ar no interior da floresta.

Em estudo sobre o microclima do mangue, Lima (2009) verificou que, nessa escala a cobertura do dossel influencia na variação da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global, vento e na precipitação, tendo influência direta na distribuição espacial da espécies vegetais do mangue.

Galvani e Lima (2010) ressaltam que a vegetação é um dos principais agentes controladores do microclima, já que está ligada ao uso e/ou cobertura do solo, verificando que a estrutura fisionômica do mangue mostrou influência direta na variação da precipitação, radiação solar e velocidade do vento abaixo do dossel, formando um microclima distinto daquele sem vegetação.

Para Lopes (2011) a quantidade de energia no microclima deve-se à fisionomia da vegetação, que possui um efeito atenuador sobre a temperatura e contribui para o controle térmico.

A presente pesquisa abordou as escalas regional e local, segundo a definição espacial de Ribeiro (1993) e a escala microclimática segundo definição Geiger (1961), considerando áreas reduzidas aquelas localizadas abaixo do dossel da vegetação das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES).

2.2 Variabilidade e tendência climática das chuvas

Christofoletti, (1992, p.18, grifo do autor), baseado em Mitchell (1971) propõe as seguintes definições para tendência e variabilidade climática:

- **tendência climática:** é uma inconstância caracterizada por aumento ou uma diminuição monotônico dos valores médios de forma suave, no período do registro de dados. Essa tendência não é restrita a uma mudança linear ao longo do tempo, mas caracteriza-se apenas por um mínimo e um máximo (ou um máximo e um mínimo) nos pontos terminais do registro;
- **variabilidade climática:** é a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período registrado. As medidas adequadas para expressar a variabilidade são geralmente consideradas como sendo o desvio padrão e o coeficiente de variação de séries temporais contínuas.

Nunes e Lombardo (1995, p. 21) analisam que, embora a variabilidade climática seja conhecida nos processos da dinâmica atmosférica, “seu impacto, mesmo dentro de limites esperados pode ter reflexos significativos nas mais diversas atividades humanas, como agropecuária, indústria e produção de energia”.

Conti (2000, p.20, grifo do autor), baseado em orientações da Organização Meteorológica Mundial (OMM), propôs a seguinte definição para tendência e variabilidade climática:

- **Tendência climática:** aumento ou diminuição lenta dos valores médios ao longo de série de dados de, no mínimo, três décadas, podendo ou não ocorrer de forma linear;
- **Variabilidade climática:** maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro, expressos através de desvio-padrão ou coeficiente de variação.

A crescente alteração da superfície da Terra, resultante das atividades agrícolas e da urbanização, ocasiona efeitos sobre o clima regional e local, podendo causar modificações na superfície da atmosfera, tais como secas e inundações ou concentrações de chuvas em determinadas regiões (AYOADE, 2001).

Mariano (2005) estudou a variabilidade climática das chuvas e a tendência pluviométrica, analisando 32 localidades no sudoeste de Goiás e constatou que, em relação à variabilidade pluviométrica, ocorreu uma concentração das chuvas no Sul e Norte e diminuição no sentido Nordeste para Leste nesta microrregião. Já no que se refere a tendência das chuvas, verificou que a maioria dos municípios analisados houve uma pequena tendência de decréscimo nas precipitações pluviais.

Em estudo sobre tendência das séries de temperatura do ar no município de Barreiras no estado da Bahia, Soares Neto et al (2011) ressaltam a importância de identificar as tendências climáticas para entender as variações do clima.

Lopes (2011) analisando a variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Pousada das Araras, no município de Serranópolis-GO, constatou que a vegetação - ou a ausência desta - gera efeitos microclimáticos que condicionam a variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar.

2.3 Precipitação pluvial

As atividades socioeconômicas desenvolvidas numa determinada região dependem dos elementos climáticos; a chuva é um dos elementos climáticos determinante para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas, como agricultura, pecuária, turismo e geração de energia. O conhecimento da variabilidade espaço-temporal das chuvas numa região servirá de subsídio para o planejamento dessas atividades.

Sant'Anna Neto (2000, p.96) assinala que, para compreensão do clima, as chuvas em áreas tropicais “podem ser consideradas como o principal elemento de análise na organização e no planejamento territorial e ambiental, em função do elevado grau de interferência, impacto e repercussão no tempo e no espaço”.

Sobre a precipitação pluviométrica na região Centro-Oeste, Nimer (1989) constatou que 70% do total das chuvas acumuladas durante o ano ocorrem de novembro a março, que o inverno é excessivamente seco e que os meses que o antecede (maio) e o que sucede (setembro) são pouco chuvosos na região.

Campos et al (2002) verificaram que os valores das pluviosidades médias mensais, em Goiás, são típicos de clima tropical subúmido, pois mostram uma concentração das chuvas durante um período de seis meses - de novembro a abril - e um período de estiagem no restante no ano. A sazonalidade pluviométrica deve-se a atuação da dinâmica das massas de ar equatorial continental, polar atlântica, tropical atlântica e a tropical continental.

Morais et al (2006) realizaram estudo sobre a precipitação no município de Caçu-GO e concluíram que o município é marcado por uma estação seca que vai de maio a setembro, e uma estação chuvosa, de novembro à março; os meses de abril a outubro caracterizam os período de transição entre os períodos secos e chuvosos.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 147) devido a posição geográfica do território brasileiro na faixa tropical-equatorial, a distribuição temporal das chuvas está

marcada pela sazonalidade e níveis pluviométricos diversificados. No verão, chove na maior parte do território, enquanto que no inverno as chuvas são reduzidas.

Alves (2009) caracteriza a variabilidade pluviométrica na região Centro-Oeste devido a fatores atmosféricos e fenômenos de várias escalas. O regime da precipitação possui uma variação sazonal, que define dois regimes de precipitação: uma estação seca no inverno e outra estação chuvosa no verão.

Mariano (2010) analisou a variabilidade das chuvas no sudoeste de Goiás no período de 1978 a 2003, constatando que o município de Jataí apresentou uma média pluviométrica de 1651 mm, sendo 1361 mm na estação chuvosa e 290 mm na estação seca e o município de Rio Verde 1593 mm, sendo 1337 mm na estação chuvosa e 255 mm na estação seca.

Conforme Ayoade (2001, p.174) “a precipitação não somente varia quanto à quantidade de um ano, estação ou mês para outro, como pode também mostrar uma tendência de declínio ou de ascensão durante determinado período”.

2.4 Temperatura e umidade relativa do ar

O monitoramento da temperatura e umidade do ar é fundamental para conhecimento climático nas suas várias escalas, desde a zonal até a micro, e uma importante fonte de dados para as mais diversas ciências, como forma de entender mecanismos ecológicos, geológicos, biológicos, dentre outros.

Silva et al (2008, p.71) apontam que “o clima influencia não só a composição dos mosaicos paisagísticos que determinam as tipologias das unidades ambientais do Cerrado, como também a organização e a produção do espaço geográfico”. A temperatura do ar é de fundamental importância no desenvolvimento das espécies animais e vegetais e que o conhecimento desse elemento climático é um dos principais fatores “[...] para se entender as relações dos seres vivos com a oferta ambiental do Cerrado”.

Nimer (1989) verificou que a região Centro-Oeste apresenta temperaturas médias elevadas na primavera verão, sendo que nos meses mais quentes (setembro ou outubro) varia de 28 a 26 °C no norte, 26 a 24 °C no centro e sul e que no inverno a temperatura média fica em torno de 20 °C e chega a 18 °C em algumas áreas do Mato Grosso e Goiás, sendo que no norte de Goiás pode chegar a 24 °C.

Campos et al (2002) analisaram a média das temperaturas do ar em Goiás nos meses de abril, junho, setembro e dezembro e verificaram uma certa regularidade espacial e temporal da temperatura. Em geral, a média mensal das temperaturas no estado varia de 20 °C a 26 °C.

Observaram ainda, que as temperaturas apresentam tendências de variação no sentido leste-oeste (região onde se localizam as bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu) e norte-sul no estado.

Lobato (2002) verificou que as temperaturas no estado de Goiás são menores em Brasília e na região Sudoeste entre 20 e 21 °C e as maiores temperaturas foram de 24 a 25 °C a noroeste e oeste e as chuvas na maior parte da região variam entre 1400 e 1600 mm, decrescendo de norte para sul e de oeste para leste.

A região Centro-Oeste recebe influência dos centros de ação positivos e negativos. Os positivos “[...] sob forma de massas de ar de origem marítima [...]”, “[...] através dos anticiclones do Atlântico Sul e migratório polar [...]”, classificadas como massa tropical atlântica e polar atlântica, atuando com maior frequência durante o inverno, provocando o período de estiagem. Os “[...] negativos de origem continental [...]”, através de massas de ar ciclônicas, classificadas como “[...]massas de ar equatorial e a tropical continental[...]” que atuam no verão (CAMPOS et al, 2002, p.94).

Campos et al (2002) consideram que as médias da pluviosidade mensal mostram concentração das chuvas num período de novembro a abril e um período de estiagem no restante do ano. Esse período de estiagem caracteriza o período seco, ou seja, com baixa pluviosidade e, conseqüentemente baixa umidade relativa do ar.

Segundo Novelis (2005) a bacia do Rio Claro possui, nos meses chuvosos, umidade relativa do ar média entre 68% e 85%, sendo dezembro e janeiro os meses com os maiores valores médios, em torno de 80%; nos meses secos, os valores são os mais baixos entre 46,9% a 69%, sendo que o mês de agosto possui os menores valores, em torno de 49%. As temperaturas médias anuais estão entre 22 °C a 22,5 °C.

Silva et al (2008) constataram que as temperaturas médias anuais do bioma Cerrado no estado de Goiás variam entre 18 a 22 °C, a média das máximas varia entre 24 a 28 °C, nas estações primavera e verão a média das temperaturas máximas variam de 24 a 31 °C, no inverno, as médias das máximas oscilam entre 20 a 21 °C. A média das mínimas estão entre 14 e 18 °C; no verão a média das mínimas estão entre 16 a 20 °C e no inverno a média das mínimas variam entre 8 a 15 °C. A umidade relativa do ar média nos meses secos varia entre 60 a 70%; nos meses mais chuvosos varia entre 70% a 90%; nas estações outono e inverno ocorre uma variação de 40% a 60%. Na época seca ocorre um decréscimo significativo da umidade e os meses de agosto e setembro apresentam os menores índices de umidade, chegando a ser registrados índices de 9% a 11% de umidade relativa do ar.

Alves (2009) analisou o clima da região Centro-Oeste do Brasil e verificou que o comportamento das temperaturas dá-se em razão da posição geográfica e relevo. A primavera e verão apresentam temperaturas mais elevadas, com médias de temperatura máxima de 33,0°C no norte e 26,0°C no sul. No inverno com a entrada de massas de ar frio, as temperaturas são amenas, com temperaturas médias entre 20,0°C e 25,0°C e a umidade relativa do ar é extremamente baixa durante o inverno nessa região.

Ab'Sáber (2011) descreve para a região dos Cerrados níveis de umidade relativa do ar entre 38 a 40% durante o inverno seco e, no verão chuvoso, entre 95 a 97%.

2.5 A vegetação e o microclima

Geiger (1961, p.267) trouxe um extenso trabalho em relação aos vários tipos de cobertura do terreno e a formação do microclima, apontando que a cobertura vegetal “constitui uma parte especial da camada de ar junto ao solo”, pois, através da cobertura vegetal, o ar consegue passar com mais ou menos dificuldade.

Seitz (1976) averiguou que no interior da mata de *Pinus* as temperaturas máximas e mínimas são mais baixas em relação ao campo aberto da estação meteorológica; já as temperaturas mínimas mostraram-se mais elevadas no interior da mata, em decorrência de que as copas das árvores diminuem as perdas de calor para atmosfera.

Pardé (1978) observou que dentro da floresta ocorre um microclima distinto daquele de um terreno descoberto, o qual, por sua vez, condiciona os processos de desenvolvimento das plantas, florescimento, frutificação, germinação, crescimento e produção e esse papel modificador exercido pela floresta varia de acordo com as espécies, com as características da população, como altura e densidade, com a estação do ano e com a região em que se encontram.

Cestaro (1988) comparou as condições microclimáticas no interior de uma mata de araucária e em um terreno gramado, verificou que no interior da mata, as amplitudes térmicas foram menores e a umidade relativa do ar maior, evidenciando a influência da cobertura vegetal para manutenção de um ambiente mais estável diferente do ambiente externo.

Morecroft et al (1992) verificaram, no interior de uma floresta em Oxford (EUA) temperaturas máxima do ar de 2 a 3 °C inferiores aos ambientes de pastagem e sub-bosque.

Pezzopane (2001) ao comparar o microclima de uma FES em Viçosa, com uma área aberta, constatou que, em relação aos elementos temperatura do ar e umidade relativa do ar, na área aberta, a temperatura média do ar foi 20,1 °C e no interior da floresta 20,0 °C, não

demonstrando diferença significativa. Porém, a amplitude térmica, isto é, a diferença entre a temperatura máxima e mínima foi de 15,1 °C na área aberta e de 8,3 °C no interior da floresta. A umidade relativa do ar média foi de 81% na área aberta e de 83% no interior da floresta. Já a amplitude, foi 17,4% maior na área aberta em comparação com o interior da floresta; esta amplitude menor no interior da floresta, do ponto de vista fisiológico, é importante para as plantas.

Hernandes et al (2002) realizaram um estudo comparando a variação estacional da temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento entre o interior de uma floresta estacional semidecidual, um vinhedo e um posto meteorológico, em Jundiaí-SP e verificaram que, em relação ao ambiente padrão (posto meteorológico), a mata alterou significativamente o microclima em seu interior, diminuindo a temperatura em 1,0°C no inverno, 1,9°C na primavera e 3,4°C no verão, a umidade relativa aumentou de 4% a 7% e reduziu a velocidade do vento. O vinhedo elevou a temperatura máxima de 0,5°C a 1,0°C, reduziu a umidade relativa do ar em 2% e diminui a velocidade do vento.

Monteiro e Azevedo (2005) desempenharam um estudo em que fizeram uma comparação entre a variação microclimática de um fragmento florestal urbano e um rural e constataram que, sob as mesmas condições atmosféricas, o fragmento florestal urbano apresentou-se mais quente e menos úmido em relação ao fragmento rural, o que, segundo os autores, pode ser explicado pelas atividades antrópicas, que resultam em alterações nos processos de evapotranspiração e transferência de calor e umidade no fragmento de mata urbano.

Em um estudo realizado por Shinzato (2009, p.30, grifo do autor) sobre o impacto da vegetação no microclima urbano, a autora assinala quatro aspectos importantes da vegetação:

- 1.**Influência sobre os aspectos climáticos:** melhoria do microclima entre os edifícios, em relação à qualidade do ar, sombreamento nos climas quentes, proteção aos ventos no inverno e contribuição para orientar a ventilação natural.
- 2.**Influência sobre os aspectos ecológicos relacionados à água:** contribuição no controle de enchentes, proteção contra a erosão do solo, ajuda na retenção e absorção das águas da chuva. Serve também como base para implantar a infraestrutura dos sistemas públicos de água.
3. **Influência sobre os aspectos da vida humana:** utilização em lugares como playground, áreas de esporte e recreação para criar um ambiente agradável, facilitando o encontro das pessoas. Cria caminhos de passagem para pedestres e determina a divisão de áreas com usos diferenciados. Ajuda na recuperação de pacientes em hospitais e na diminuição dos índices de violência. Além de valorizar imóveis próximos às áreas verdes.
4. **Influência sobre os aspectos relacionados à fauna:** habitat, diversidade e proteção natural da fauna.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.48) citam o papel da vegetação na variação dos elementos climáticos:

A vegetação desempenha um papel regulador de umidade e de temperatura extremamente importante. Tomando-se as áreas florestadas como exemplo, observa-se que suas temperaturas serão inferiores às áreas circunvizinhas com outro tipo de cobertura – como campo, por exemplo, uma vez que as copas, os troncos e os galhos das árvores atuam como barreira à radiação solar direta, diminuindo a disponibilidade de energia para aquecer o ar.

O manto de matéria orgânica formado pelas folhas, frutos e galhos mortos sob as árvores (denominado de serrapilheira), aliado à ação das raízes do solo, bem como a diminuição do impacto das gotas de chuva sobre o mesmo devido à ação das árvores, permitem que os processos de infiltração no solo sejam mais eficientes. Com isso, há o aumento da capacidade do solo transmitir o calor absorvido, retardando o tempo de aquecimento do ar.

Com o aumento da infiltração d'água e conseqüente diminuição do escoamento superficial, o ar das superfícies florestadas tem à sua disposição mais água para ser usada nos processos de evaporação e evapotranspiração, o que torna mais úmido e mais frio.

Armani (2009, p.97), em um estudo que versa sobre os efeitos da vegetação no microclima, constatou que:

Uma clareira rodeada por floresta tropical pluvial, nas margens de um rio está sujeita a valores extremos, indicando que a proximidade de vegetação densa e dos rios não são suficientemente “fortes” para suavizar valores extremos. Isso demonstra que as áreas sem matas, mesmo que cercada dela, estão expostas a valores extremos importantes de serem considerados. Não é a simples existência da vegetação nas proximidades de um lugar que o protege de baixos valores de umidade relativa, nem mesmo do dossel florestal. É a existência de um conjunto de controles climáticos que condicionam e criam ambientes mais estáveis e harmônicos [...].

Lima (2009, p.119) analisou o microclima do mangue em Barra do Ribeira-Iguape-SP, em relação às temperaturas máximas e mínimas mensais absolutas entre um ponto instalado abaixo do dossel do mangue e uma estação meteorológica, constatou que a temperatura máxima do ar foi maior na estação meteorológica e a mínima menor, pois o dossel do mangue “[...] exerce um efeito sobre a temperatura do ar, principalmente no período diurno, quando comparada com a do ambiente aberto [...]”. A amplitude térmica se mostrou menor no interior do mangue em relação à estação meteorológica.

Serafini Júnior et al (2010) procederam a um estudo comparativo das características térmicas entre um ambiente com vegetação florestal preservada e outros ambientes sujeitos a ação antrópica e constataram que o ambiente florestal apresentou temperatura média abaixo dos demais ambientes, o que manifesta a formação de ambientes com temperaturas mais

amenas - decorrentes da cobertura do dossel - que impedem a incidência direta da radiação solar e maior umidade do solo, favorecida pela serrapilheira.

Jardim (2010, p.12) ressalta a relevância da vegetação no ambiente urbano, pois aumenta a infiltração da água no solo e manutenção dos níveis do lençol freático, contenção de encostas e formação do solo.

Rocha (2010), em estudo sobre os impactos do desmatamento no microclima em Rondônia (RO), verificou que a temperatura média registrada em área de floresta foi igual a 23,7 °C e nas áreas de pastagem de 24,6 °C, resultando em uma diferença de 0,88 °C. A umidade relativa do ar mostrou 11% mais seca na área de pastagem, com média de 84,1% , enquanto que na floresta apresentou média de 95,9%.

Dacanal et al (2010) monitoraram as variações microclimáticas em cinco bosques na área urbana de Campinas-SP, buscando entender o papel que esses bosques desempenham no conforto térmico. Ao comparar os dados da estação meteorológica com os dados medidos, constataram que a temperatura média do ar é mais baixa no interior dos bosques, 1,7 °C no verão, 2,7 °C no outono e 2 °C no inverno; que a umidade relativa é mais elevada, chegando a 11,5% no inverno; e a radiação solar é mais atenuada, em até 95%. Todas essas características microclimáticas contribuem para o conforto térmico.

Lóis et al (2011, p.127) estudaram os efeitos das diferentes estruturas de vegetação arbórea densa, arbórea rarefeita e campo, nas proximidade do Ribeirão Cachoeira em Campinas-SP, e sua influência sobre o microclima e a sensação de conforto térmico, no verão e no inverno, verificando que a média da temperatura ambiente da estrutura arbórea densa foi menor 12,2 °C no inverno e 11,3 °C no verão em relação ao campo “[...] a cobertura arbórea ameniza eficientemente a temperatura ambiente, com influência direta no conforto térmico”. Em relação a umidade relativa do ar na vegetação arbórea densa foi mais alta, enquanto no arbóreo rarefeito e campo os índices foram menores, e em relação ao conforto térmico, constatando que a alta umidade no verão pode causar desconforto térmico, e no inverno seco a vegetação melhorar o ambiente térmico.

2.6 Os lagos artificiais e os elementos climáticos

Barreto e Correa (1983) apontam a influência que os grandes reservatórios exercem no clima local devido ao maior contato água-ar e água-solo, levando a maior taxa de evaporação e evapotranspiração e, conseqüentemente, ao aumento da umidade relativa do ar.

Grimm (1988) analisou uma série de dados de elementos climáticos pré e pós-enchimento do lago artificial de Itaipu, utilizando dados das estações climáticas de Itaipu, Guaíra e Cascavel. Para isso aplicou um série de testes estatísticos, buscando verificar a existência de variações climáticas na área do lago e constatou que a temperatura mínima aumentou e que ocorreu aumento da evaporação e intensidade dos ventos, além do que, mesmo com o aumento da evaporação, a precipitação total mensal e máxima mensal não sofreram nenhuma alteração.

Travassos (2001) estudou os impactos sobre o meio físico e biótico gerados pela UHE de Porto Primavera, na localidade de Campinal no município de Presidente Epitácio, SP, constatando que o alagamento interferiu na dinâmica fluvial com efeitos no meio biótico - alterando o hábitat de inúmeras espécies da fauna, diminuindo mais seus ambientes. No meio físico - a construção desse ecossistema artificial provocou mudanças no regime de evaporação e precipitação.

Sanches e Fisch (2005) estudaram a distribuição das chuvas pré e pós-enchimento do lago artificial da UHE de Tucuruí-PA e constataram que não houve diferenças significativas dos dias com chuva, mas tão somente um leve aumento do número de dias com chuvas leves no final do período seco após a formação do lago.

Limberger e Pitton (2008) realizaram um estudo sobre a presença do lago de Itaipu e sua relação com o clima da região oeste do Paraná e averiguaram que o lago não influencia diretamente nos parâmetros climáticos de temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitação e umidade relativa do ar. Contudo ressalta a importância das pesquisas em microescala para compreensão da influência climática dos reservatórios no microclima.

Souza (2010) em sua pesquisa sobre a influência de lagos artificiais no clima local e no urbano no município de Presidente Epitácio-SP, observou que não foram registrados valores significativos de temperatura do ar e umidade do ar entre os postos observados, concluindo que a presença do lago não contribui para o aumento desses elementos climáticos, porém funciona para um maior equilíbrio térmico e higrométrico.

Os estudos climáticos comparando os elementos climáticos antes e pós-enchimento dos reservatórios de hidrelétricas são importantes para compreensão das possíveis alterações climáticas e ecológicas ocorridas.

2.7 O bioma Cerrado e as florestas estacionais semidecíduais

Segundo Coutinho (2000), o cerrado "sensu lato", não possui uma fisionomia única em toda a sua extensão; ela é bastante diversificada, apresentando desde formas campestres bem abertas, como os campos limpos de cerrado, até formas relativamente densas, florestais, como os cerradões.

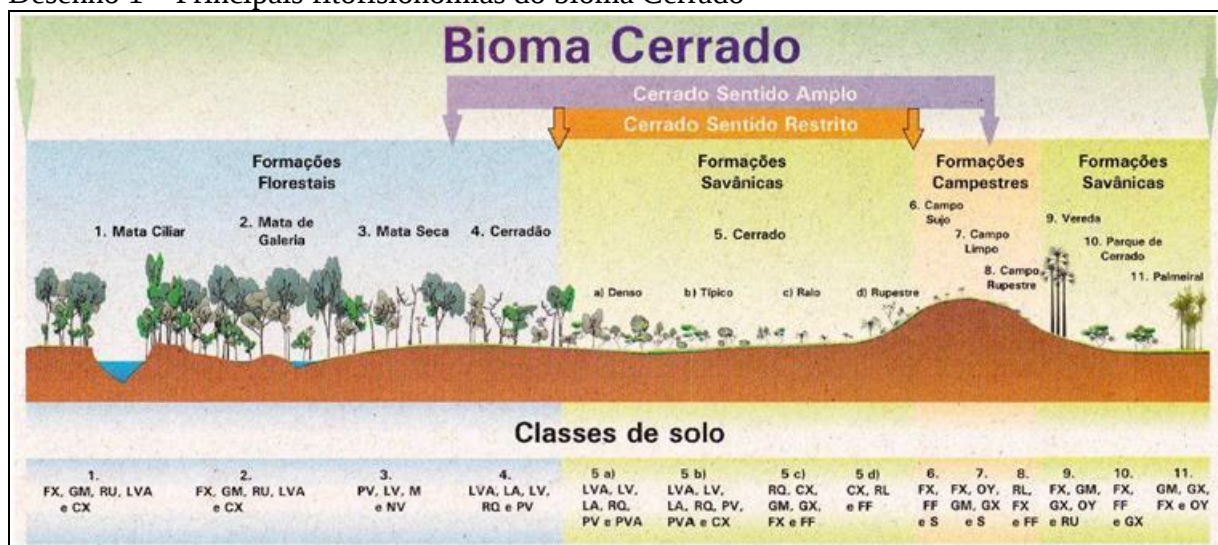
Ferreira (2003) considerando as características fisionômicas, composição vegetal e animal, subdividiu o Cerrado em subsistemas organizados: subsistemas dos Campos, dos Cerrados, das Matas, das Matas Ciliares, Veredas e ambientes alagadiços. Aponta, ainda, que toda essa diversidade de ambientes é importante para a biodiversidade, o que permite a ocorrência de seres adaptados a ambientes secos, úmidos, ensolarados e sombreados.

Ribeiro e Walter (2008, p.103) estabelecem como critério para diferenciar os tipos fitofisionômicos do Cerrado a “fisionomia (forma), definida pela estrutura, pelas formas de crescimento dominantes e por possíveis mudanças estacionais”; em caso de os tipos fitofisionômicos possuírem subtipo, são usados como critérios de separação o ambiente e a composição florística.

Ribeiro e Walter (2008) identificam no bioma Cerrado onze tipos principais de fitofisionomias, a saber: as formações florestais com predominância de espécies arbóreas e formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), as formações savânicas, que abrangem quatro tipos fisionômicos (Cerrado sentido restrito, o Parque Cerrado, o Palmeiral e a Vereda) e as formações campestres (que englobam o Campo Sujo, o Campo Rupestre, e o Campo Limpo). Cada fitofisionomia está associada a uma classe de solos, de acordo com a Classificação Brasileira de Solos² (Desenho 1).

² A classificação de solos é de acordo com Embrapa (1999 apud RIBEIRO E WALTER, 2008, p.165) Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Latossolo Amarelo (LA), Neossolo Quartzarênico (RQ), Argissolo Vermelho (PV), Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), Nitossolo Vermelho (NV), Cambissolo Háplico (CX), Chernossolo (M), Gleissolo Háplico (GX), Gleissolo Melânico (GM), Plintossolo Háplico (FX), Plintossolo Pétrico (PF), Neossolo Flúvico (RU), Neossolo Lítico (RL) e Organossolo Mésico ou Háplico (OY) e Planossolo (S) (Esquema 1).

Desenho 1 – Principais fitofisionomias do bioma Cerrado



Fonte: RIBEIRO; WALTER, (2008, p. 165)

De acordo com a Embrapa (2009, p.74 a 88), os conceitos das classes de solos encontradas na área de estudo são:

Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico: solos distróficos (saturação por bases < 50%) na maior parte dos 100 cm do horizonte B.

Cambissolos Háplicos Tb Distróficos: solos com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Distrófico: solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico: solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Perférico: solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (PELO H_2SO_4) $\geq 36\%$ na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Neossolo Quartzarênico Órtico: solos cuja morfologia é semelhante à de Latossolos com textura média; apresentam dentro de 150 cm de profundidade, textura areia franca no limite para areia franco arenosa, cores vermelhas, vermelho-amareladas e amarelas e fraco desenvolvimento de estrutura muito pequena granular.

Nitossolo Vermelho Eutrófico: outros solos com saturação por bases alta ($V \geq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Segundo Felfili et al (2005), a estacionalidade do clima dos Cerrados é considerada determinante para as fisionomias do Cerrado, da mesma forma que influencia as florestas estacionais decíduas e semidecíduas.

Incluída dentro das formações florestais do Cerrado, Ribeiro e Walter (2008) denominam de mata seca semidecídua. Ocorrem em terrenos bem drenados e solos de alta fertilidade; na época chuvosa, o dossel chega a formar uma cobertura de 70 a 95%, sendo

possível visibilizar a presença equilibrada de espécies sempre verdes e caducifólias, ou seja, alguns indivíduos perdem suas folhas no período seco, característica semidecídua.

Segundo IBGE (2012, p.93) “o conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semidecuidade da folhagem da cobertura vegetal”. Do total dos indivíduos da floresta estacional semidecidual, entre 20% e 50% apresentam caducifólia, ou seja, perdem suas folhas na estação seca; esse tipo de formação florestal pode ocorrer de maneira disjunta, entremeada a formações savânicas.

As florestas estacionais semidecíduais são identificadas de acordo com a altitude. No Brasil foram delimitadas quatro formações: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana (IBGE, 2012).

Machado et al (2004) divulgaram, no relatório de estimativas de perda de área do cerrado brasileiro, que, em 2002, da área original do Cerrado, 54,9% já estavam desmatadas e as áreas de maior desmatamento estão situadas no estado de Goiás, leste do Mato Grosso do Sul, Centro do Tocantins, extremo oeste da Bahia e Triângulo Mineiro.

Nascimento et al (2004) apontam que as florestas estacionais do Brasil Central estão sendo convertidas rapidamente em áreas de agrícolas e de pastagens. Pivello (2005, grifo do autor) associa o alto grau de fragmentação da vegetação do Cerrado “a ilhas”, cercada por pastos e monoculturas, tais como a soja, a cana-de-açúcar e outras espécies fornecedoras de madeira e celulose, fato esse considerado pelo autor como um agravante à perda de biodiversidade.

Imaña-Encinas et al (2008) ressaltam que os levantamentos florísticos das FES são fundamentais para o fornecimento de dados, cujo objetivo é contribuir para o manejo e recuperação das mesmas, visto que é dos ecossistemas brasileiros que se encontram em constante ameaça.

3 ÁREA DE ESTUDO

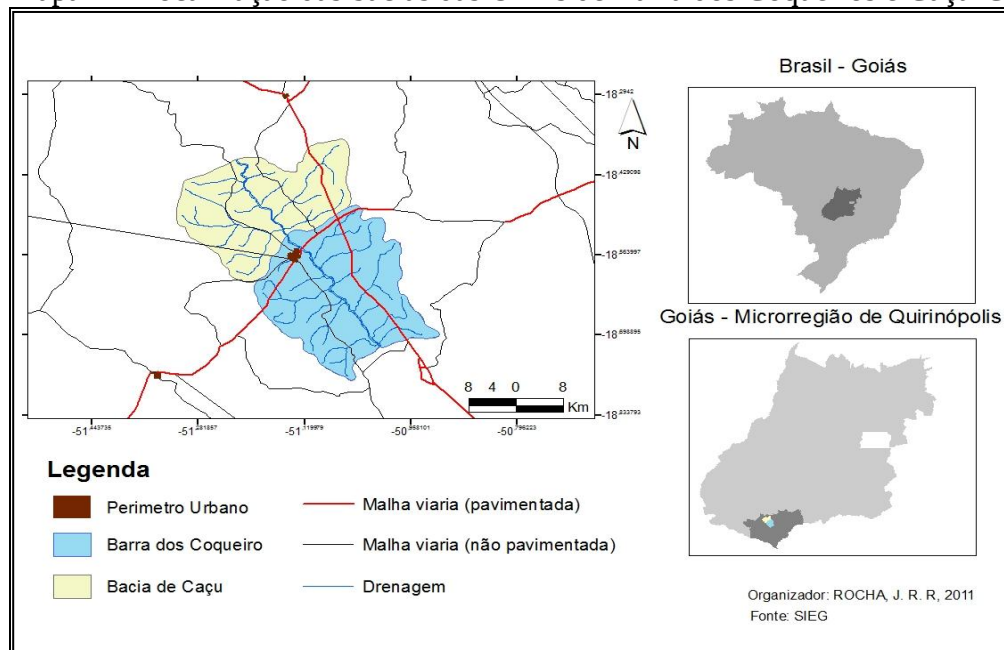
3.1 Localização e caracterização geográfica da área de estudo

Segundo Moragas (2005), a bacia do Rio Claro, com área de 13.500 km², está localizada no Estado de Goiás, na sua porção sudoeste, abrangendo dez municípios: Jataí, Rio Verde, Mineiros, Caiapônia, Perolândia, Aparecida do Rio Doce, Cachoeira Alta, Caçu, São Simão e Paranaiguara, pertencentes as microrregiões do Sudoeste de Goiás e Quirinópolis, localizado na mesorregião do Sul Goiano.

O Rio Claro é um dos principais tributários do rio Paranaíba, divisor dos Estados de Goiás e Minas Gerais e possui grande potencial hidrelétrico, com instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas PCH's e Usinas Hidrelétricas UHE's. Conforme o EIBHSG (2005), foram instaladas, na porção média do Rio Claro, as (PCH's) Jataí e Sertãozinho e, no terço inferior, as (UHE's) de Ari Franco, Pontal, Caçu, Barra dos Coqueiros, Itaguaçu e Foz do Rio Claro.

A localização geográfica das UHEs de Barra dos Coqueiros (Mapa 1 e Fotografia 1) e de Caçu (Mapa 1 e Fotografia 2) está situada entre as coordenadas geográficas 18° 30' S a 18° 45' S e 50° 55' W a 51° 10' W, no baixo curso do Rio Claro, pertencente a mesorregião do Sul Goiano e a microrregião de Quirinópolis.

Mapa 1 – Localização das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Fotografia 1 – Visão parcial da UHE de Barra dos Coqueiros-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Fotografia 2 – Visão parcial da UHE de Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

De acordo com EIBHSG (2005), no baixo curso do Rio Claro, o canal encontra segmentos alternados, protegidos por mata ciliar e, às vezes fragmentados pela ampliação de

pastagens ou lavouras, bem como manchas de formações naturais em porte de cerrado. O autor destaca que os principais impactos ambientais encontrados resultam da prática da pecuária, sendo que, nos locais de dessedentação animal, há contaminação da água, locais de solo frágeis, erosões e voçorocas; e o avanço dos desmatamentos, visando ao aumento de áreas de monocultura e pecuária, sendo este a maior ameaça aos ecossistemas e fragmentos de vegetação remanescentes.

Segundo o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) realizado pela Novelis (2005), os principais afluentes do reservatório da UHE de Barra dos Coqueiros são: Córrego Pedra Branca, Córrego Pirapitinga, Córrego Pontezinha, Córrego Matriz e Córrego dos Coqueiros, na margem esquerda e Córrego Guariroba, Córrego dos Coqueiros, Córrego Sucuri e Córrego do Vaú na margem direita, ocupando uma área de 55 mil hectares, sendo 25,48 km² de área inundada pelo reservatório da UHE de Barra dos Coqueiros.

O reservatório da UHE de Caçu possui como principais afluentes o Córrego Caçu, o Córrego João Maria e o Córrego Caçada, à margem direita e Ribeirão dos Paula, Córrego do Caju e Córrego Fundo à margem esquerda, com área de 43 mil hectares. A área inundada pelo reservatório da UHE de Caçu é de 16,93 km², com 30 km de distância entre elas (NOVELIS, 2005).

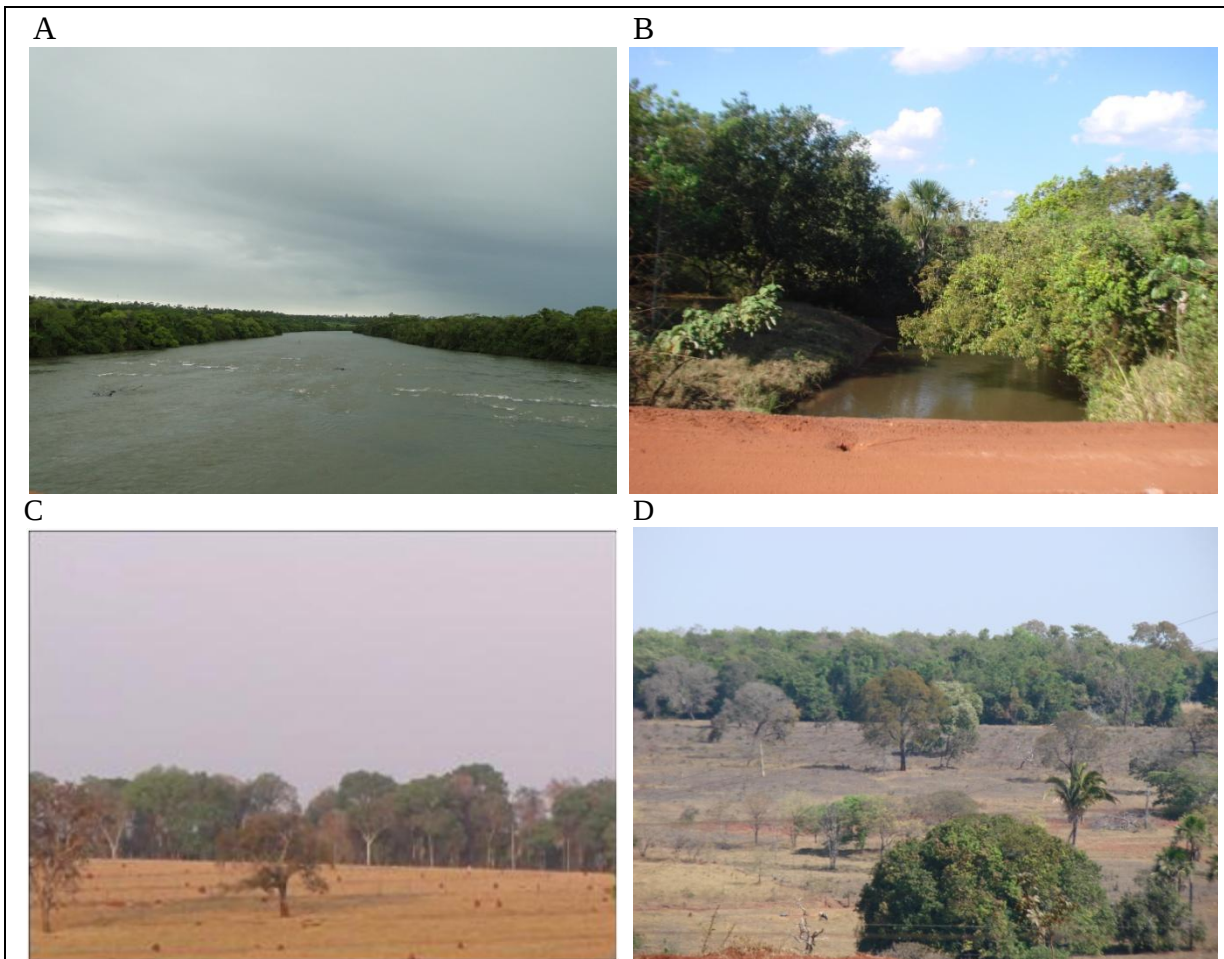
A UHE de Caçu possui um potencial instado de 65 MW e 48% do reservatório situa-se no município de Caçu e 52% no município de Cachoeira Alta. Por sua vez a UHE Barra dos Coqueiros possui um potencial de 90 MW, sendo que 54% do reservatório estão localizados no município de Cachoeira Alta e 46% em Caçu.

3.2 Vegetação e uso da terra

A vegetação predominante na área de estudo faz parte do bioma Cerrado, utilizando os critérios de Ribeiro e Walter (2008), as formações florestais encontradas na área de estudo foram: a) Mata ciliar (Fotografia 3A), que é caracterizada por vegetação arbórea, com aspecto semidecíduo, não forma galerias, cujas espécies variam de 20 m a 25 m de altura, encontrada acompanhando cursos de rios de médio e grande porte, como a vegetação encontrada nas margens do Rio Claro; b) Mata de galeria (Fotografia 3B), vegetação florestal que varia entre 20 m e 30m de altura, formando verdadeiros corredores fechados sobre os cursos de água de córrego e rios de pequeno porte, sendo encontrada nos afluentes que abastecem o Rio Claro; c) Mata seca (Fotografia 3C), não se encontra associadas a cursos d'água, apresentam diversos tipos de caducifólia na estação seca, a altura arbórea variam entre 15 m e 25 m; d)

Cerradão (Fotografia 3D), que apresenta dossel contínuo e cuja cobertura arbórea varia entre 8 m a 15 m.

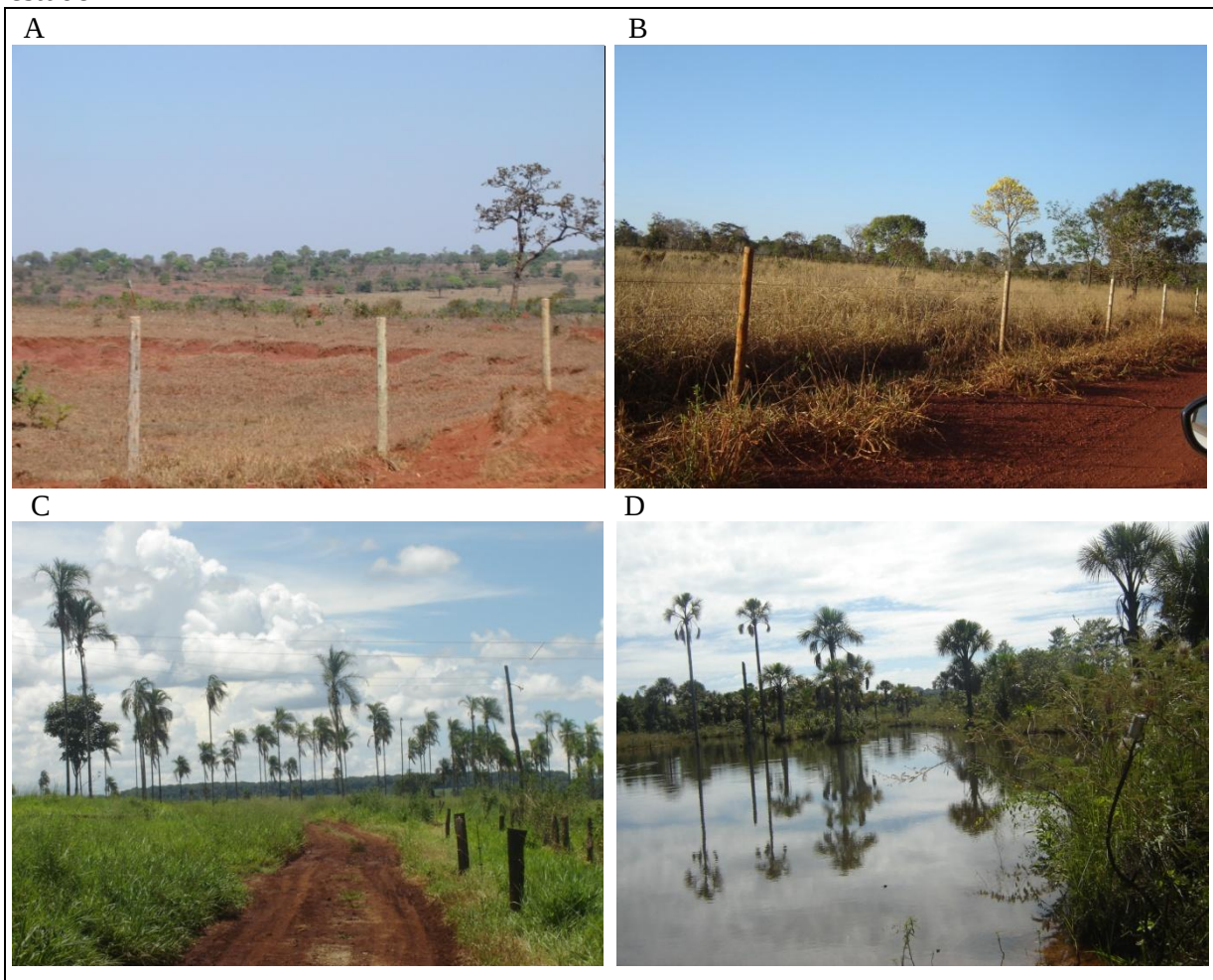
Fotografia 3A, B, C e D – Fitofisionomias das formações florestais encontradas na área de estudo



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

As formações savânicas na área de estudo são: a) Cerrado sentido restrito, fotografias 4A e 4B, caracterizado por árvores baixas, de caules tortuosos e ramificações retorcidas; geralmente, apresentam uma espessa cortiça e suas folhas são coriáceas; b) Palmeiral, fotografia 4C, caracterizada pela presença de uma única espécie de Palmeira, como o gueroabal; c) Veredas, fotografia 4D, tipo fitofisionômico encontrado em solos mal drenados (brejosos), circundadas por campos úmidos, com a espécie de palmeira *Mauritia flexuosa* - o Buriti - em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas, Ribeiro e Walter (2008).

Fotografia 4A, B, C e D – Fitofisionomias das formações savânicas encontradas na área de estudo



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Já as formações campestres encontradas são: Campo Sujo (Fotografia 5), caracterizado exclusivamente por arbustos e subarbustos; Campo Limpo, cujas características desta fitofisionômia são a ausência de árvores e ser predominantemente herbácea (RIBEIRO E WALTER, 2008).

Fotografia 5 – Fitofisionomias das formações campestres encontradas na área de estudo



Fonte: LIMA, A. M. de (2013).

De acordo com Novelis (2005), na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, pela boa aptidão para agricultura e pecuária, sua vegetação acabou se tornando bastante reduzida; na data do estudo, o remanescente da vegetação são compostas por matas ciliares, esparsas constituindo os pastos ou nos topos de morros ou fragmentos de cerradão, matas de galeira e matas ciliares, fazendo parte de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) das propriedades. Assim, observamos diferentes atividades antrópicas na área de estudo, como pastagens, cultivo de eucalipto, o cultivo de cana-de-açúcar, o lago da UHE de Barra dos Coqueiros e o fragmento de Cerrado (Fotografia 6).

Fotografia 6 –Atividades antrópicas desenvolvidas na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Em estudo realizado por Paula e Cabral (2011) na área da bacia da UHE de Barra dos Coqueiros referente ao uso da terra no período de 1990 a 2010, num intervalo de 30 anos, os autores constataram que a área ocupada por mata/cerradão teve uma perda de 7,27% no período analisado, em 1990 ocupava 29,16%, já em 2010 a área foi de 21,89%.

3.3 Geologia, Relevo e Solos

Novelis (2005) expõe que as principais rochas encontradas na área estudada são os basaltos, normalmente cobertas por camadas de solos, mas que também podem ser encontradas expostas.

Latrubesse (2005, p.28) identificou que a área é constituída principalmente sobre basaltos da Formação Serra Geral, de “relevos tabuliformes, associados a derrames basálticos e rochas sedimentares”.

Novelis (2005) constatou quatro segmentos distintos: a) Compartimento de Morros Testemunhos; b) Compartimento de Chapada; c) Compartimento de Rebordo e d) Vale do Rio Claro, onde o morro testemunho (na área Sudoeste) marca o divisor das bacias hidrográficas da UHE de Barra dos Coqueiros-GO com o rio Verde-GO (Fotografia 7).

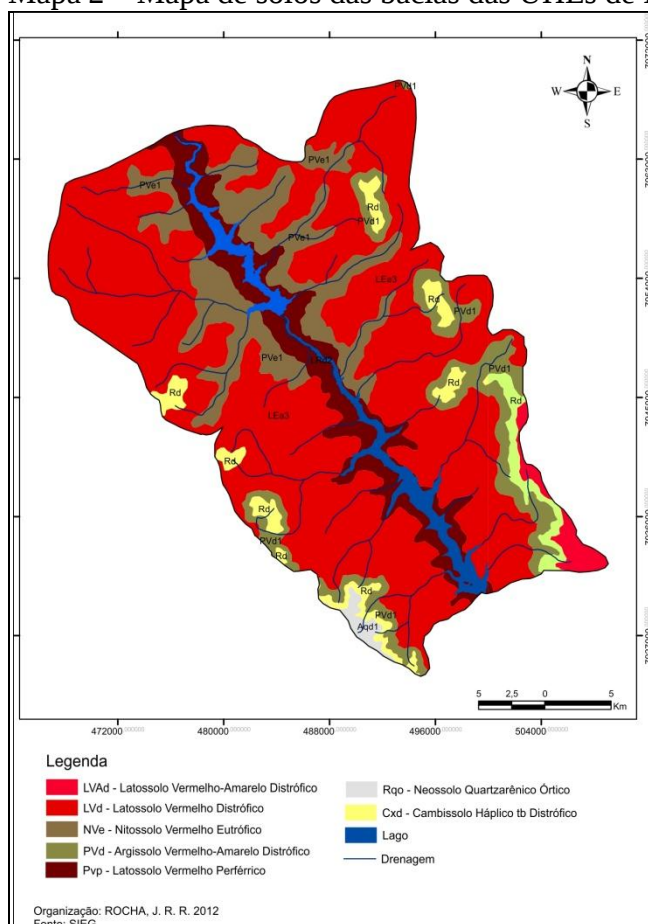
Fotografia 7 – Morro Testemunho localizado a oeste na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Utilizando a base de dados do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (SIEG, 2011) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009), mapeou-se para as bacias da UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu sete tipos de solo: Latossolo Vermelho Distrófico (61%); Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (1,3%); Latossolo Vermelho Perférico (12,3%); Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (7,1%); Neossolo Quartzarênico Órtico (0,7%); Nitossolo Vermelho Eutrófico (13%) e Cambissolo Háplico Tb Distrófico (4,6%) (Mapa 2).

Mapa 2 – Mapa de solos das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

3.4 Clima

Nimer (1989) estudou as condições climáticas da região Centro-Oeste e constatou, para área de estudo, uma temperatura média do mês mais quente de 24 °C; a média das máximas no mês de setembro de 30 °C; a máxima absoluta de 38 °C; a temperatura média do mês mais frio 18 °C e média anual da precipitação de 1750 mm.

Guerra et al (1989) estudaram a temperatura do ar e a distribuição anual das chuvas no sudoeste goiano e verificaram que existe uma tendência de valores anuais de precipitação mais elevados a oeste até o centro do sudoeste goiano, e registros de valores menores de precipitação no quadrante norte e leste; as temperaturas médias anuais variam entre 18 °C para o mês mais frio (julho) e 24 °C para o mês mais quente (outubro); esta variação está condicionada ao relevo da região.

Coutinho (2000) caracteriza o clima do cerrado por uma estação seca no inverno e a estação chuvosa no verão, segundo a classificação de Köpen o clima é tropical chuvoso Aw, clima de savana.

Em estudo realizado por Mariano (2005) na microrregião sudoeste de GO, em relação a variabilidade das chuvas, identificou-se uma concentração das chuvas no sul e norte e diminuição nordeste para leste na microrregião, no período de 1978/2003.

O clima da área de estudo caracteriza-se por duas estações bem definidas, sendo uma estação chuvosa e uma estação seca, com precipitação pluvial anual entre 1400 e 1500 mm, o que acaba tendo influência direta na vegetação através do solo, segundo Novelis (2005).

Nos meses chuvosos, em que as massas de ar provenientes da Amazônia e do Chaco atuam no sudoeste goiano, são registrados os valores mais altos de umidade relativa do ar na área de estudo - de 68 a 85% em média. Nos meses mais secos são registrados os valores mais baixos de umidade relativa do ar entre 46 a 69% e as temperaturas médias do ar variam pouco entre as estações do ano. A região das UHEs de Caçu e Barra dos Coqueiros apresenta temperaturas médias do ar entre 22 a 22,5 °C, conforme Novelis (2005).

Segundo Silva et al (2008), a precipitação média anual nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu foi entre 1400 a 1600 mm; a estação seca inicia entre abril e maio e perdura até os meses de setembro a outubro, sendo cerca de 5 a 6 meses secos; a temperatura média anual varia entre 22 e 23 °C.

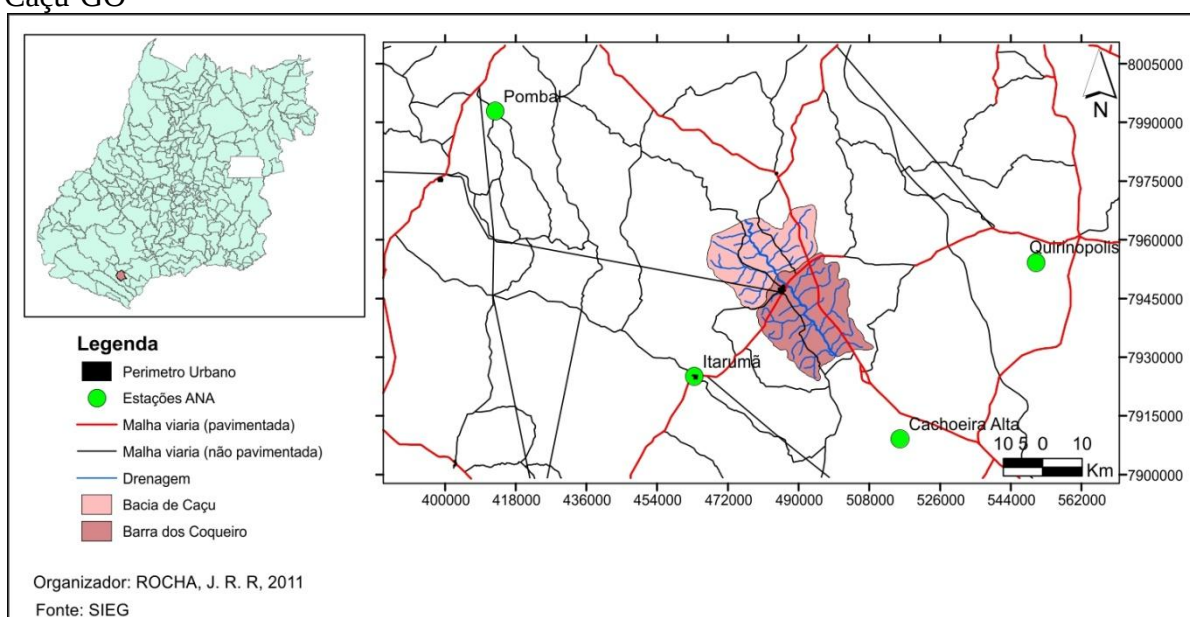
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos para análise dos dados foram realizados nas escalas regional, local e microclimática. Na escala regional, trabalhou-se com dados de chuvas no período de 1977 a 2011, pois faltam dados de outros elementos climáticos; na escala local e microclimática, os elementos de temperatura, umidade relativa do ar e chuva são os relativos ao período de setembro de 2011 a setembro de 2012.

4.1 Procedimento de obtenção dos dados de chuva e análise da variabilidade e tendência climática das chuvas na escala regional

Os dados de chuva para análise regional foram obtidos de quatro estações pluviométricas - através do sistema hidroweb (2012) - da Agência Nacional da Água (ANA) -, localizadas nos municípios de Quirinópolis, Itarumã, Pombal e Cachoeira Alta, em Goiás (Mapa 3 e Quadro 1), na área das bacias que abastecem o lago das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu. Essa escolha buscou atender aos seguintes critérios: 1) a escala regional e 2) estações próximas das bacias das UHEs com a mesma série de dados. Posteriormente, foi elaborado um banco de dados de chuva em planilha eletrônica para os cálculos estatísticos em relação à variabilidade e à tendência climática.

Mapa 3 - Localização das estações da ANA e das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013).

Quadro 1 – Dados de localização das estações pluviométricas da ANA

ID	Código da ANA	Estação pluviométrica	Coordenada m E *	Coordenada m N *	Altitude (m)	Início da série	Fim da série	Total de anos
01	1851000	Cachoeira Alta	515764	7909157	500	1977	2011	35
02	1850002	Quirinópolis	550468	7954306	520	1977	2011	35
03	1851002	Itarumã	463405	7925164	480	1977	2011	35
04	1851004	Pombal	412705	7993016	650	1977	2011	35

* Fuso 22, Meridiano 51° W, Datum WGS 84

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Os anos padrão foram definidos utilizando a metodologia do cálculo do desvio padrão, utilizado por Sant'Anna Neto (1995) no território paulista, adaptados para a área de estudo do Estado de Goiás, para identificar a variabilidade temporal e espacial das chuvas, o qual utiliza a média e o desvio padrão como critério de classificação de anos extremos (Ano chuvoso e ano seco) e as classificações intermediárias (ano habitual, ano tendente a chuvoso e ano tendente a seco) (Quadro 2).

Quadro 2 – Critérios para caracterização dos anos padrão

Média do período	($\bar{x}$)	1503 mm
Desvio padrão	(dp)	176 mm
a)Ano Chuvoso	($\bar{x} + dp$)	Precipitação anual acima de 1679 mm
b)Ano Tendente a Chuvoso	($\bar{x} \pm dp$)	Precipitação anual entre 1591 a 1679 mm
c)Ano Habitual	($\bar{x} \pm dp$)	Precipitação anual entre 1415 a 1591 mm
d)Ano Tendente a Seco	($\bar{x} - \frac{1}{2} dp$)	Precipitação anual entre 1327 a 1415 mm
e)Ano Seco	($\bar{x} - dp$)	Precipitação anual inferior a 1327 mm

Fonte: LIMA, A. M. de (2013), adaptado de Sant'Anna Neto (1995, p. 103)

Visando identificar a variabilidade da chuva, utilizou-se a estatística descritiva com cálculos da média, variância, desvio padrão e o coeficiente de variação, citados por Christofoletti (1992) como parâmetros que permitem determinar a variabilidade dos dados. a-Média: obtida pela soma de todos os valores de precipitação, dividida pelo número total de ocorrências, conforme equação 1.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad i=1,2,3,\dots,N(1) \text{ onde,} \quad (1)$$

$\bar{X}$ = Média da chuvas (mm) do período analisado;

i- N= Observações consideradas de i=1 até N= última observação

N= Número de dados da amostra (número de observações)

X_i = Valor individual da observação (ano da amostra).

b-Variância (S^2): obtida pela média aritmética dos quadrados das diferenças entre cada observação e a média ($\bar{X}$), equação 2.

$$S_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N} \quad (2)$$

S_2 =Variância;

X_i =Valor individual da observação;

$\bar{X}$ = Média das chuvas (mm) do período analisado;

N = Número de observações.

c-Cálculo do Desvio Padrão (S): obtido pela raiz quadrada da média, menos o número de observações, dividida pelo número de observações que define a variabilidade dos dados em torno do valor central, a média, equação 3.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (3)$$

σ = Desvio Padrão (mm);

= Valor individual da observação;

$\bar{X}$ = Média das chuvas (mm) do período analisado

N = Número de observações

$N-1$ = Graus de liberdade

d-Cálculo do coeficiente de variação (CV): obtido pela divisão do desvio padrão pela média, o resultado é multiplicado por 100, para obter o valor em percentual. Define a dispersão em torno da média e assinala a relação entre o desvio padrão e a média, equação 4.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 \quad (4)$$

CV = Coeficiente de variação (%);

S = Desvio padrão (mm);

$\bar{X}$ = Média (mm) do período.

Para definir a tendência das chuvas utilizou-se o método dos mínimos quadrados, citado por Christofolletti (1992), e utilizado por Mariano (2005).

a-O cálculo dos mínimos quadrados: procura minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados e valores correspondentes na linha de tendência, através da equação 5.

$y = mx + c$ (5) onde,

$$m = \frac{\sum(xy)}{\sum(x)^2} \quad c = \frac{\sum(y)}{n} = \bar{y} \quad (5)$$

m= Ponto que determina a inclinação da reta, calculado pela equação;

xy=Variáveis independente (postos pluviométricos) e dependente (chuvas, mm) respectivamente e

c= Ponto que determina a intersecção da ordenada.

Também foi utilizado o teste de Análise Variância, tipo fator único (ANOVA), que analisa se o total de chuva anual entre as quatro estações pluviométricas são estatisticamente iguais, considerando as hipóteses ao nível de significância $\alpha=0,05$. Na hipótese nula (H_0) os totais das quatro estações são semelhantes e na hipótese alternativa (H_1) existe pelo menos um dos totais de chuva diferente, ou seja, $H_0 = \bar{X}$ Cachoeira Alta = $\bar{X}$ Itarumã = $\bar{X}$ Quirinópolis = $\bar{X}$ Pombal ou $H_1 =$ Existe pelo menos um dos totais diferentes.

Se p-valor for maior que o nível de significância 0,05 (p-valor > 0,05), aceita-se a hipótese nula de que as médias são iguais ou, através do teste F fornecido pela ANOVA, se o valor de F-calculado for menor que o valor de F crítico-tabelado ($F < F$ crítico) também se considera a hipótese de nulidade que as médias são iguais, ao contrário rejeita-se as hipóteses, ou seja, existem evidências de que pelo menos uma das médias dos totais de chuva sejam diferentes.

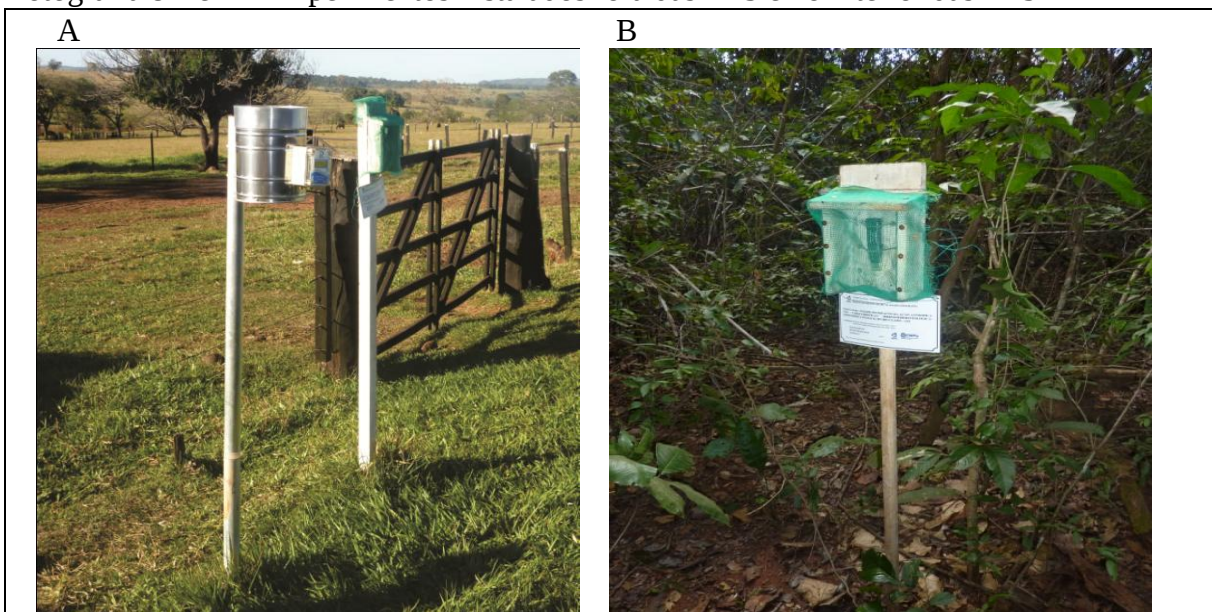
Para representar os dados dos totais de chuva do período utilizou-se a mediana que a medida central dos dados ordenados em ordem crescente, o primeiro quartil que representa o valor de 25% da amostra ordenada e o terceiro quartil é o valor de 25% dos valores mais elevados.

Para espacialização dos dados utilizou-se o software ArcGIS® 10 e a ferramenta de análise e interpolação de dados Inverse Distance Weighting (IDW), sobre a qual Jakob e Young (2006, p.8) afirmam que “a Ponderação do Inverso das Distâncias (Inverse Distance Weighting-IDW) implementa explicitamente o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas que as mais distantes”, buscando prever que, em um local não medido, o IDW usa os valores amostrados a sua volta, os valores mais próximos terão mais peso do que os mais distantes. Assim, cada ponto tem influência no novo ponto, a medida que a distância aumenta, diminui a influência. Realizado para o período de 1977 a 2011 (35 anos), esse espaço temporal foi dividido em três séries; uma de 11 anos - de 1977 a 1987 - e as demais de 12 anos - de 1988 a 1999 - e de 2000 a 2011.

4.2 Procedimento de instalação, coleta dos dados no experimento fora das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) e no interior das FES na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO e análise da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar e chuvas, na escala local

A escolha dos pontos para a instalação do experimento ocorreu a partir da análise da área através das cartas topográficas, imagens de satélite e trabalho de campo, observando-se os critérios de acessibilidade às vias rodoviárias principais e secundárias, em conjunto com outras pesquisas do Projeto “Análise do impacto da ação antrópica nas características hidrossedimentológica/limnológica da bacia do Rio Claro – GO”. Assim o experimento foi instalado no interior das FES e fora das FES, próximas a afluentes que abastecem o reservatório das UHEs Barra dos Coqueiros e Caçu (Fotografia 8A e 8B).

Fotografia 8A e B – Experimentos instalados fora das FES e no interior das FES



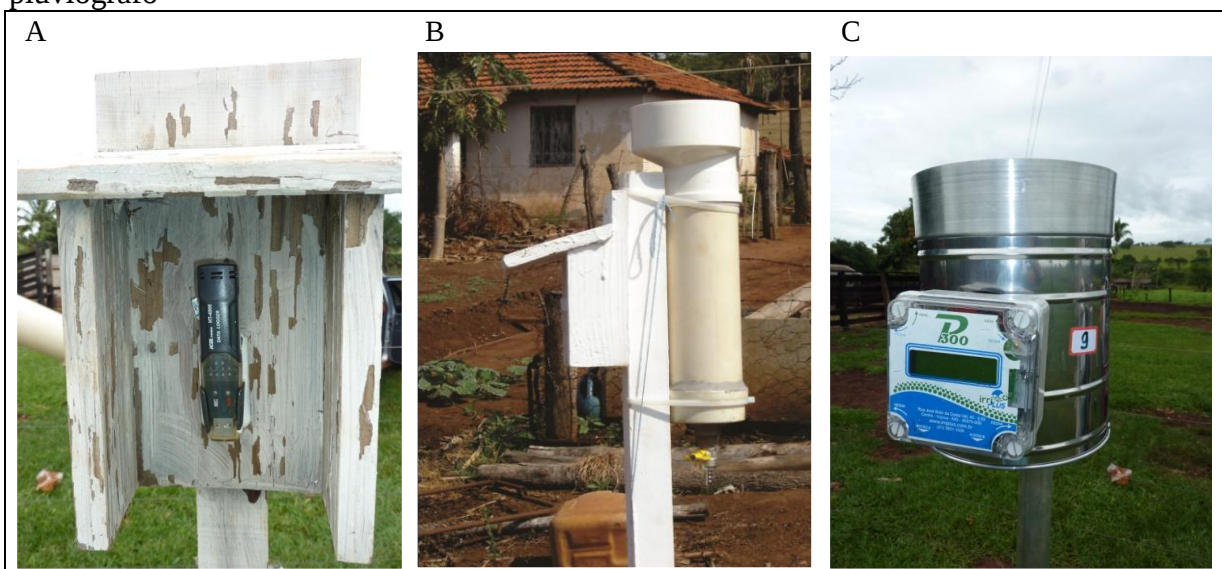
Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Os sete pontos do experimento foram instalados fora das FES (Fazendas), sendo quatro na margem esquerda e três na margem direita da bacia da UHE Barra dos Coqueiros, em agosto de 2010 e seis na bacia da UHE de Caçu, sendo três na margem direita e três na margem esquerda, em agosto de 2011. Os pontos situados no interior da FES foram dois na bacia da UHE Barra dos Coqueiros, em agosto de 2011, porém um foi furtado, e quatro na bacia da UHE de Caçu (Quadro 3 e Mapa 4).

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados com os termohigrômetros (Data Logger modelos HT 4000 e HT 500) (Fotografia 9A), os quais foram

calibrados para identificar a precisão de registro e configurados para registrar os dados a cada trinta minutos; para coleta dos dados de chuva, utilizou-se pluviômetros caseiros (Fotografia 9B), sendo a coleta a cada 24 h e pluviógrafos (Modelo P300) (fotografia 9C), com coleta a cada uma hora.

Fotografia 9A, B e C – Abrigo meteorológico com termohigrômetro, pluviômetro e pluviógrafo



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Quadro 3 – Localização dos pontos dos termohigromêtros, pluviômetros e pluviógrafos na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

Ponto	Bacia da UHE	Nome da Fazenda	Coordenada m E	Coordenada m N	Altitude
P1	Barra dos Coqueiros	Fazenda Rio Claro	493788	7950897	464 m
P2	Barra dos Coqueiros	Fazenda Matriz	497884	7939917	497 m
P3	Barra dos Coqueiros	Fazenda Cervo da Guariroba	493967	7930330	495 m
P4	Barra dos Coqueiros	Fazenda Santa Maria	490896	7933799	461 m
P5	Barra dos Coqueiros	Fazenda Sucuri	489548	7940406	452 m
P6	Barra dos Coqueiros	Faz. São Judas do Sucuri	488307	7942289	491 m
P7	Caçu	Fazenda Gabriela	490898	7933798	452 m
P8	Caçu	Faz.Cinco Estrelas-Princesa	475716	7958477	495 m
P9	Caçu	Fazenda Caçada	476386	7961745	497 m
P10	Caçu	Faz. Ribeirão dos Paula I	481584	7958469	489 m
P11	Caçu	Faz. Ribeirão dos Paula II	483306	7954767	464 m
P12	Caçu	Faz. Ribeirão dos Paula III	485416	7952669	476 m
P13	Barra dos Coqueiros	Fazenda Pedra Branca	493248	7950919	530 m
P14	Barra dos Coqueiros	Fazenda Pingo de Ouro	493683	7946659	535 m
P15	Caçu	Floresta Rib.dos Paula I*	482541	7957237	498 m
P16	Caçu	Floresta Caçada*	476836	7961745	528 m
P17	Caçu	Floresta Caçu*	482798	7952037	436 m
P18	Caçu	Floresta Rib. dos Paula III*	485291	7952939	483 m
P19	Barra dos Coqueiros	Floresta Sucuri*	489694	7935513	498 m

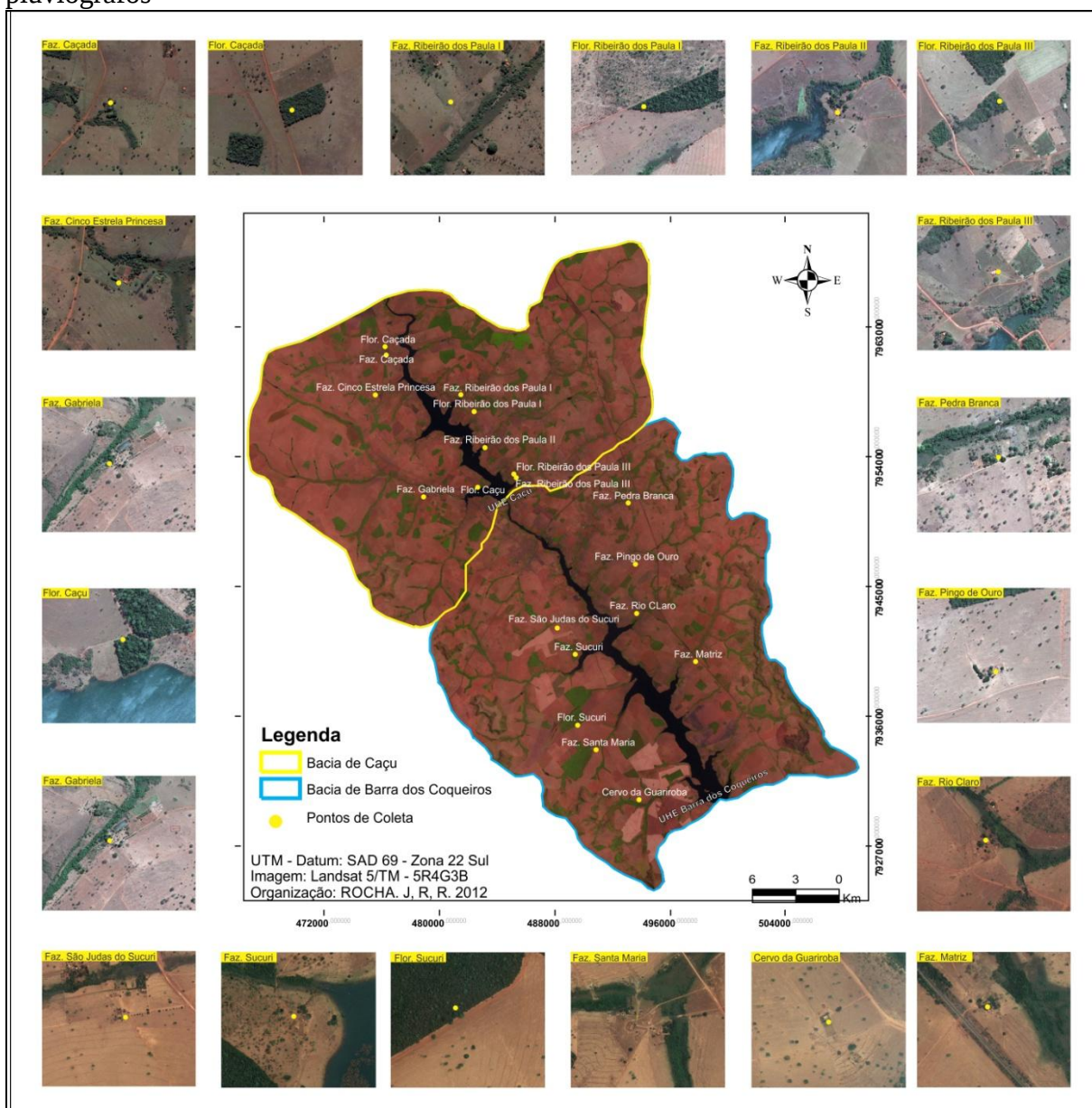
Fuso 22, Meridiano 51° W, Datum WGS 84 setembro/2011

Legenda: * Ponto instalado no interior das FES

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Seguiu-se o critério de classificação das FES de Ribeiro e Walter (2008) que a denominam de mata seca semidecídua. Considerando o tamanho dos fragmentos das FES a floresta Sucuri é a maior com 164 ha; seguida da floresta Caçu com 14,4 ha, a floresta Ribeirão dos Paula I com 10,3 ha; a floresta Caçada com 3,3 ha e a floresta Ribeirão dos Paula III com 2,4 ha.

Mapa 4 – Localização dos pontos de instalação dos termohigrômetros, pluviômetros e pluviógrafos



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Para análise da variabilidade temporal e espacial, em escala local da temperatura, umidade relativa do ar e chuva, foi criado um banco de dados em planilha eletrônica e, a partir das técnicas estatísticas descritas anteriormente (subtítulo 4.1, p.37), foi realizada a análise da variabilidade climática da temperatura, umidade relativa do ar e chuva.

4.3 Procedimento aplicado na análise da escala local da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar e chuvas fora das FES e no interior das FES na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

Para a análise e comparação do clima local, fora das FES, considerado como aquele “[...] determinado por aspectos específicos de determinados locais [...]”, como uma cidade ou o litoral (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.23), seguiu-se a metodologia utilizada por Serafini Júnior et al (2010, p.5), os quais utilizaram um cenário de referência (o qual considerou-se ponto de referência) em relação aos demais e definiram que quanto maior a diferença de temperatura e umidade do ar entre o ponto de referência e os demais pontos, “[...] maior é a modificação das características desses pontos em relação ao primeiro”. O ponto de referência fora das FES foi a fazenda Rio Claro (P1), pois este ponto não teve falhas. Desta forma, realizou-se o cálculo da temperatura e umidade do ar e chuvas como as médias mensais, máximas absolutas (representam o maior valor da série), mínimas absolutas (representam o menor valor da série) e amplitude térmica (diferença entre a máxima e a mínima), em relação aos demais pontos (P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 e P14) fora das FES, considerando os valores do ponto de referência com temperatura média de 25,7 °C, máxima de 52,7 °C, mínima de 3,2 °C, umidade relativa do ar média de 68%, umidade máxima absoluta de 97% e a mínima absoluta de 13%.

No interior das FES, utilizou-se o ponto FES (P15) - Floresta Ribeirão dos Paula I - como referência, baseado em dois critérios: a) variabilidade estrutural, ou seja, o tamanho das espécies e os estágios de idade (mudas até os senescentes) e b) conservação por não apresentar infestação por lianas, sinais de cortes de espécies e pisoteio do gado e dados de temperatura e umidade do ar em relação aos pontos P16, P17, P18 e P19 (Mapa 3).

Os valores registrados no ponto de referência foram: temperatura média de 22,3 °C; a temperatura máxima absoluta 36,7 °C, a temperatura mínima absoluta de 4,1 °C, umidade relativa do ar média de 61%, a umidade relativa do ar máxima absoluta 100% e a mínima de 13% .

4.4 Procedimento aplicado na análise da escala microclimática da variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar, fora das FES e no interior das FES na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

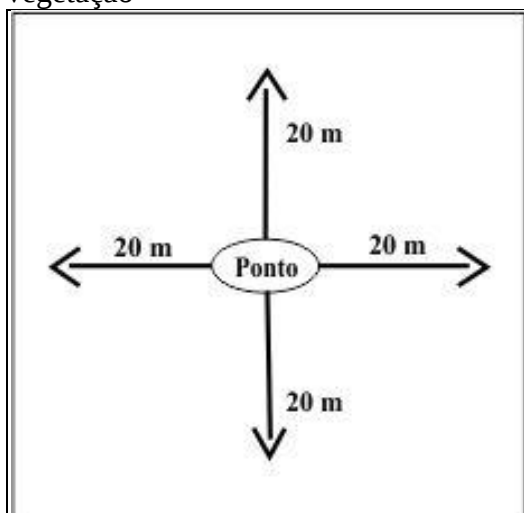
Para análise na escala microclimática, considerada como “[...] clima de áreas muito reduzidas [...]” “[...] a camada de ar inferior à altura convencional de cerca de 2m [...]” (GEIGER, 1961, p.5), utilizou-se a FES (P15) - Floresta Ribeirão dos Paula I - como referência, por apresentar dois critérios: a) vegetação com maior variabilidade estrutural, ou seja, o tamanho dos indivíduos e os estágios de idade (mudas até os senescentes) e b) conservação por não apresentar infestação por lianas, sinais de cortes de espécies e pisoteio do gado.

Também comparou-se o ponto no interior da FES com o ponto mais próximo fora das FES (fazenda), oportunidade em que foram comparados os seguintes pontos: Fazenda Sucuri (P5) em relação à Floresta Sucuri (P19); Fazenda Gabriela (P7) em relação à Floresta Caçu (P17); Fazenda Caçada (P9) em relação à Floresta Caçada (P16); Fazenda Ribeirão dos Paula I (P10) em relação à Floresta Ribeirão dos Paula I (P15) e a Fazenda Ribeirão dos Paula III (P12) em relação à Floresta Ribeirão dos Paula III (P18) (Mapa 3, p.41).

4.5 Procedimento aplicado na escolha e análise das características da estrutura da vegetação nas FES

A escolha da parcela obedeceu como critério a localização do ponto de coleta dos dados de temperatura e umidade do ar; assim, estabelecemos então única parcela em torno do ponto de 20 m x 20 m (400m^2 ou 0,04 ha) para análise da avaliação da estrutura da vegetação nas FES (Figura 1), onde foram coletados: perímetro altura do peito (PAP), convencionalizado à altura de 1,3 m do solo e altura dos indivíduos vivos com PAP igual ou superior a 30 cm. Através da divisão do PAP pelo valor de π (3,1416), obtém-se o diâmetro altura do peito (DAP) em cm.

Figura 1 – Representação da parcela de 400 m² utilizada para coleta dos dados da estrutura da vegetação



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Utilizamos o método fitossociológico de Felfili e Rezende (2003, p.7), considerando apenas o parâmetro densidade absoluta (DA), que defini “o número de indivíduos (n) de uma determinada espécie na área”. Como as espécies não foram identificadas, consideramos o número total de indivíduos, calculado pela equação 6:

$$(DA) = \frac{n}{\text{área}}, \quad \text{onde :} \quad (6)$$

DA= densidade absoluta;
n= número de indivíduos;
área= hectares (ha)

4.6 Procedimento aplicado na análise do uso da terra e cobertura vegetal na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

Para composição dos mapas do uso da terra e cobertura vegetal nas áreas das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, utilizamos técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, buscando o tratamento das imagens de satélite Landsat-5TM, disponíveis no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INPE); das cartas topográficas folhas SE.22-Y-B e SE.22-Z-A e do Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geográficas de Goiás (SIEG).

A metodologia de interpretação visual de dados foi de Rosa (2009, p.168), que analisa na imagem as características como: “tonalidade/cor; textura; forma; tamanho; sombra e padrão”, consideradas como as mais importantes na interpretação das imagens para criação de uma chave de fotointerpretação. Assim, realizamos a interpretação de uso da terra e cobertura vegetal. Com o intuito de atingir a máxima confiabilidade dos dados, realizamos trabalho de

campo para comprovação do tipo de uso da terra em determinados pontos que, através da imagem de satélite, não conseguimos identificar, como as áreas de pastagens que se confundiam com áreas de formações campestres, como o Cerrado Campo sujo.

Assim, geramos cinco classes de uso da terra identificada por cores, área urbana - cidade de Caçu - (cor rosa); cultura - plantações de cana-de-açúcar e silvicultura - (cor verde oliva); vegetação nativa - formações florestais, savânicas e campestres - mesmo apresentando algum tipo de interferência antrópica, (cor verde); água - os reservatórios, o rio Claro e os afluentes - (cor azul) e pastagens (cor amarelo). Devido ao nível de detalhamento da imagem do Landsat - 5TM não foi possível fazer a separação das fisionomias do bioma Cerrado.

4.7 Procedimento aplicado na elaboração do mapa de exposição das vertentes, na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO para a escala microclimática

A orientação das vertentes exerce influência no microclima, ocorrendo diferenciação microclimática das áreas mais sombreadas (vertente sul) para as mais ensolaradas (vertente norte), segundo Armani (2009).

O mapa de exposição das vertentes foi elaborado a partir da importação dos dados vetoriais da área (rede de drenagem e limites) disponíveis no SIEG e imagem do SRTM-NASA, resolução 90 m para o software SPRING 5.2.2. Na ferramenta MNT foram geradas as classes de exposição de 0 a 360°, num total de oito classes, considerando os pontos cardeais (norte, sul, leste, oeste) e os colaterais (nordeste, noroeste, sudeste, sudoeste), distribuídos de: 0-45° (norte-nordeste, cor vermelha), 45-90° (nordeste – leste, cor laranja), 90-135° (leste-sudeste, cor amarela), 135-180°(sudeste-sul, cor verde), 180-225° (sul- sudoeste, cor azul claro), 225-270° (sudoeste-oeste, cor azul escuro), 270-315° (oeste – noroeste, cor lilás), 315-360° (noroeste – norte, cor roxa).

Exportamos a imagem para o ArcGIS® 10 e seguimos a metodologia de Armani (2009) para as cores das classes, considerando as cores quentes (inicia no vermelho) para as vertentes mais ensolaradas e as cores frias (inicia no verde) para as vertentes menos ensolaradas. Assim, analisamos a temperatura e umidade relativa do ar de acordo com a exposição em que o ponto está localizado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões foram divididos em duas partes: primeiro discutiu-se a escala regional das chuvas em relação à variabilidade temporal e espacial, por meio dos anos padrão, médias, coeficiente de variação, desvio padrão e teste ANOVA e a tendência climática com a correlação e método dos mínimos quadrados. A segunda parte foi sobre a escala local e microclimática, enfatizando o uso da terra, a fitossociologia das Florestas Estacionais Semidecíduais (FES), a temperatura e umidade relativa do ar e chuva fora das FES e a temperatura e umidade do ar no interior das FES para, posteriormente, proceder à comparação entre os pontos no interior das FES e fora FES localizados mais próximos, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.

5.1 Análise na escala regional: variabilidade temporal das chuvas em anos padrão, no período de 1977 a 2011, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

Verificou-se que a média dos totais anuais de chuva das quatro estações foi de 1503 mm e o desvio padrão de 176 mm, sendo que, nesse período de 35 anos, 6 anos (1982, 1983, 1989, 2005, 2008 e 2009) foram considerados chuvosos com valores acima de 1679 mm, correspondendo a 17% e 4 anos (1979, 1992, 1996 e 2006) foram tendentes a chuvosos, com valores entre a 1591 e 1679 mm, representando 12% do total do período (Tabela 1 e Gráfico 1).

Os anos classificados como habitual foram 1978, 1986, 1988, 1991, 1993, 1995, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2011, num total de 13 anos, dos quais a média dos totais anuais de chuva oscilou entre 1415 e 1591 mm, correspondendo a 37% (Tabela 1 e Gráfico 1).

Os períodos tendentes a secos foram 1977, 1980, 1981, 1984, 1987, 1990 e 1997 somando sete anos, cuja média dos totais de chuva variaram entre 1327 e 1415 mm, representando 20% e cinco anos considerados secos (1985, 1994, 1999, 2007 e 2010), que tiveram as médias de 1327 mm, correspondendo a 14% (Tabela 1 e Gráfico 1).

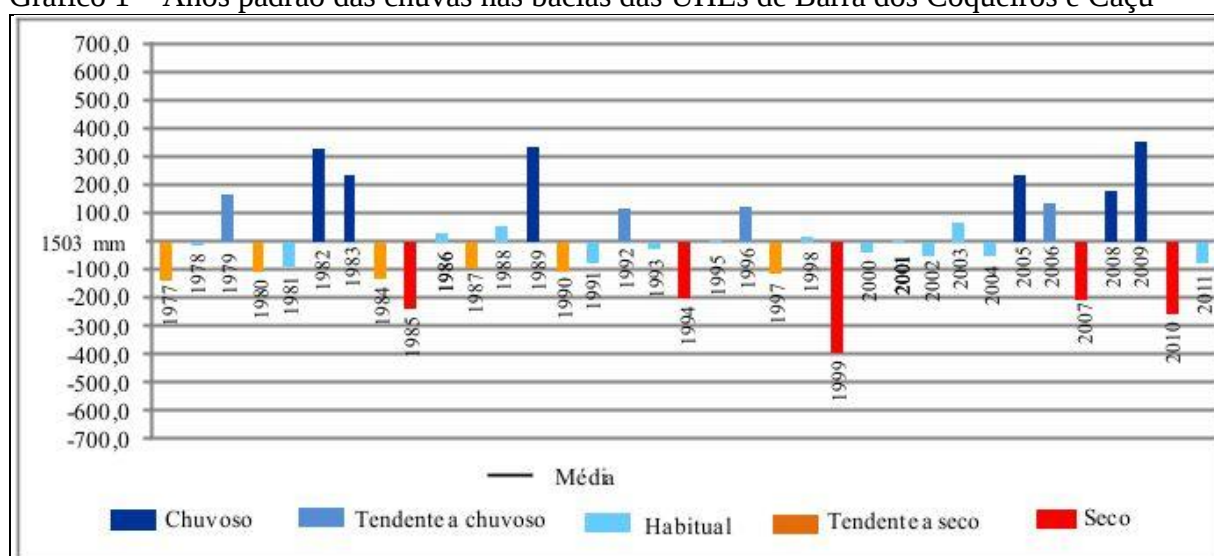
Dos 35 anos analisados, 11 anos apresentaram volumes de chuva excepcionais, ocorrendo cinco anos secos e seis anos chuvosos, (Tabela 1 e Gráfico 1). No período de 1990 a 2005 (15 anos), ocorreram dois anos secos e, neste mesmo período, não teve a ocorrência de anos chuvosos, conforme foi constatado por Mariano (2005), verificou-se que 45% do total dos anos excepcionais ocorreram no período de sete anos de 2005 a 2011.

Tabela 1 – Tipologia pluviométrica para as bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu

Média do período	1503 mm
Desvio padrão	176 mm
Ano Chuvoso	$1503 + 176 = 1679$ mm
Ano Tendente a Chuvoso	$1503 + 88 = 1591/1679$ mm
Ano Habitual	$1503 \pm 88 = 1415/1591$ mm
Ano Tendente a Seco	$1503 - 88 = 1327/1415$ mm
Ano Seco	$1503 - 176 = 1327$ mm

Fonte: LIMA, A. M. de, adaptado de Sant'Anna Neto (1995)

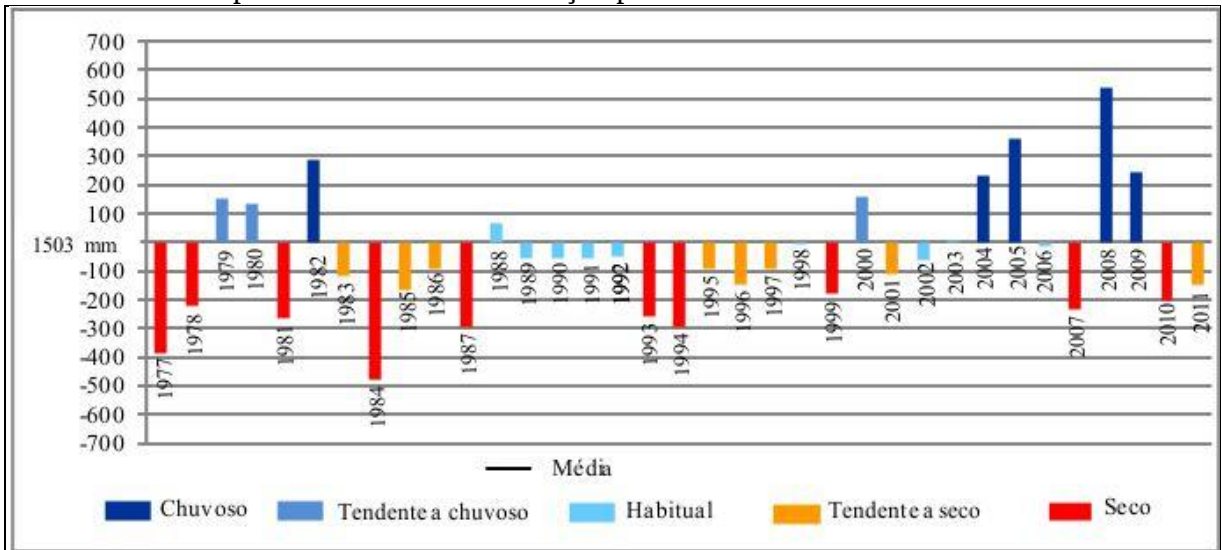
Gráfico 1 – Anos padrão das chuvas nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

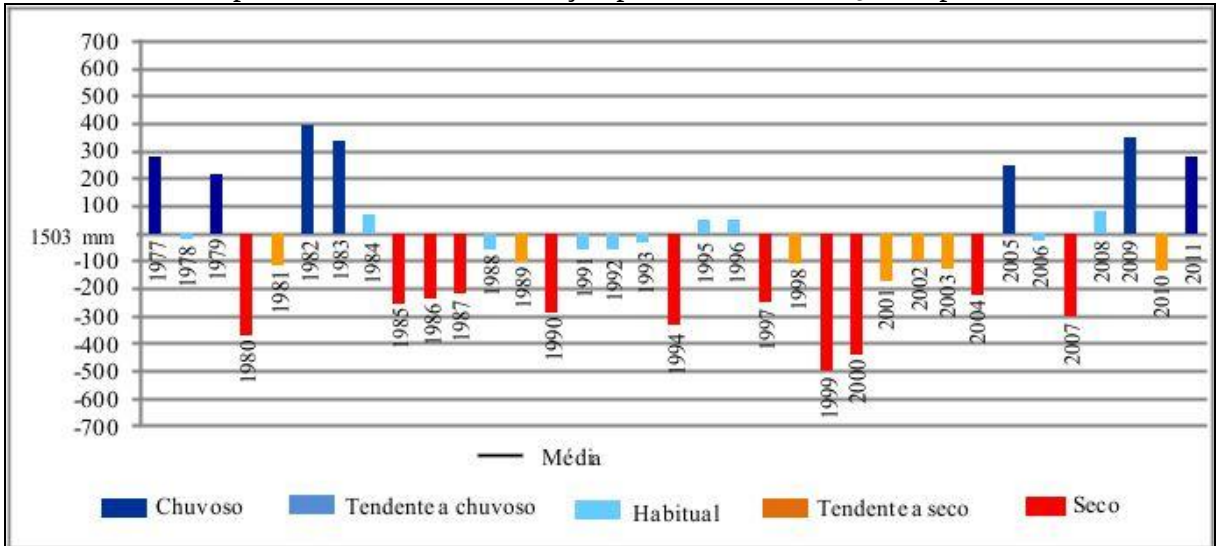
Analisando os anos padrão a partir do total anual das chuvas de cada estação, constatou-se que as estações que tiveram o maior número de anos secos foram Cachoeira Alta com 10 anos, e Quirinópolis, com 11 anos; e anos tendentes a secos Cachoeira Alta com oito anos e Quirinópolis com sete anos (Gráficos 2 e 3). As estações que tiveram maior número de anos chuvosos foram Itarumã com onze anos e Pombal, com dez anos (Gráficos 4 e 5), devido às suas localizações a noroeste e sudoeste na bacia do Rio Claro, sudoeste de Goiás, pois recebem a ação das massas de ar equatorial continental e polar atlântica com maior intensidade (CAMPOS et al, 2002).

Gráfico 2 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Cachoeira de Alta



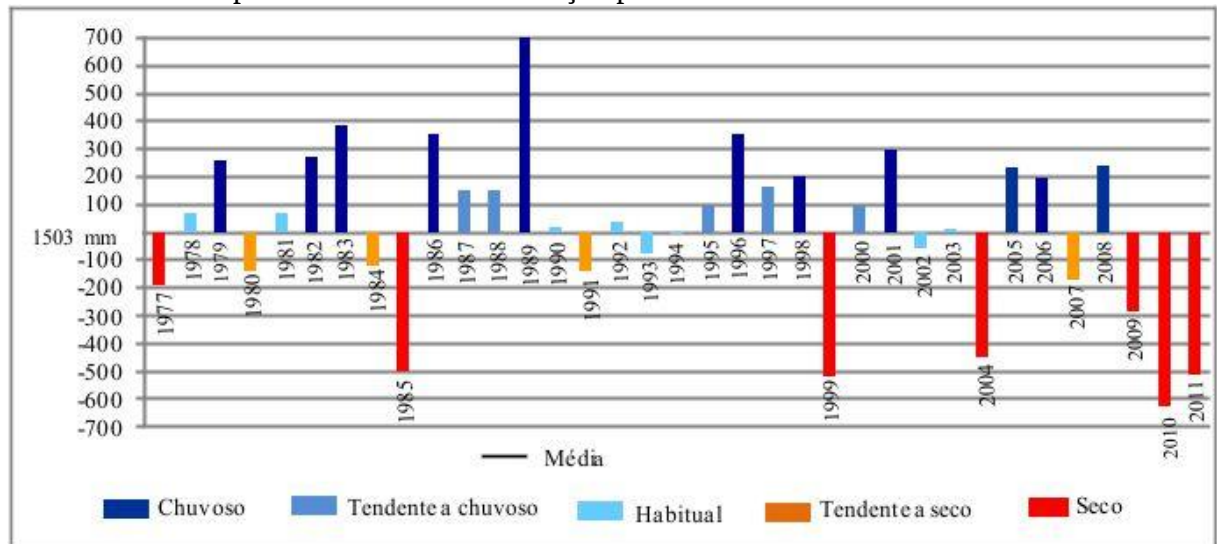
Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Gráfico 3 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Quirinópolis



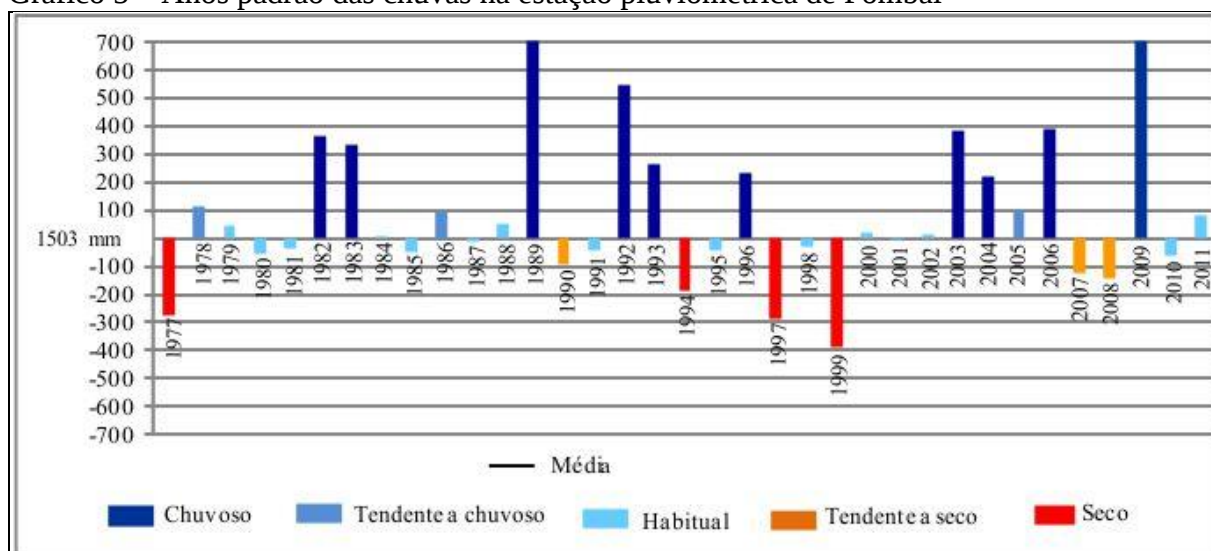
Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Gráfico 4 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Itarumã



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Gráfico 5 – Anos padrão das chuvas na estação pluviométrica de Pombal

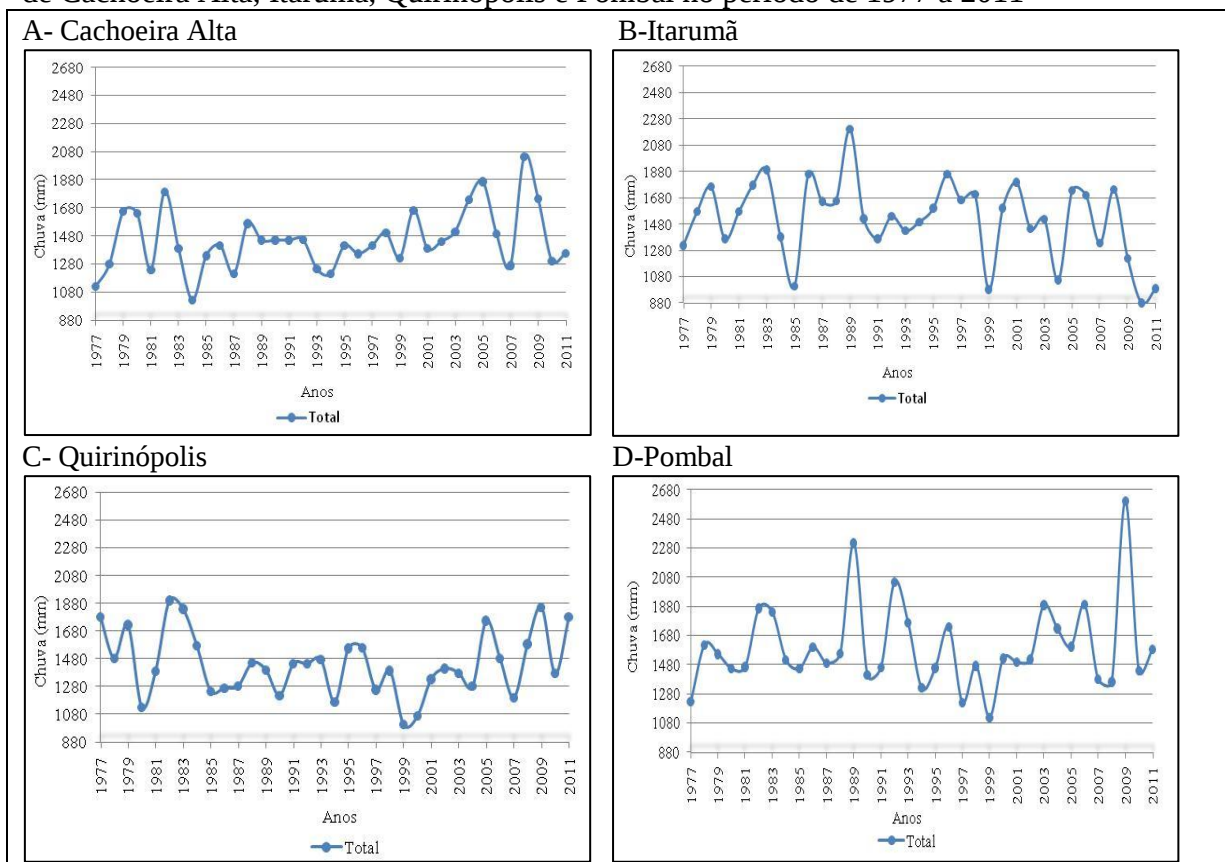


Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.2 Escala regional: variabilidade temporal e espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011

Verificou-se que a estação de Cachoeira Alta, durante os 35 anos, registrou o volume máximo de chuva no ano de 2008, com 2043 mm e o mínimo no ano de 1984, com 1025 mm, com amplitude de 1018 mm, (Gráfico 6A). A estação de Itarumã registrou o volume máximo de chuva de 2203 mm, em 1989, e o menor volume de chuvas em 1985, com 880 mm, apresentando uma amplitude de 1323 mm, (Gráfico 6B). Já a estação de Quirinópolis registrou o total máximo de chuva no ano de 1982, com 1900 mm, e o menor no ano de 1999, com 1006 mm, com uma amplitude de 894 mm, (Gráfico 6C). Para a estação de Pombal, o volume máximo de chuvas foi de 2630 mm, em 2009 e o mínimo de 1116 mm, em 1999, sendo a amplitude de 1487 mm, (gráfico 6D).

Gráfico 6A, B, C e D – Evolução interanual dos totais médios anuais das chuvas nas estações de Cachoeira Alta, Itarumã, Quirinópolis e Pombal no período de 1977 a 2011



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

As menores médias de chuva para o período foram observadas nas estações de Quirinópolis, com 1443 mm e Cachoeira Alta com, 1450 mm e as maiores médias em Itarumã, com 1521 mm e Pombal, com 1599 mm; as estações de Cachoeira Alta e Quirinópolis estão localizadas mais próximas às bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, reafirmando estudo realizado por Novelis (2005), o qual apontou chuva média anual entre 1400 a 1500 mm (Tabela 2).

As estações de Itarumã e Pombal apresentaram os maiores coeficientes de variação - de 19,4% e 18,6% - e os maiores valores de desvio padrão - de 296 e 297 mm, respectivamente. Já as estações de Cachoeira Alta e Quirinópolis tiveram os menores coeficientes de variação - de 14,91% e 15,98% - e de desvio padrão - de 216 mm e 231 mm, respectivamente. Para as quatro estações, foi elevada a variabilidade das chuvas no período, mas, como as estações de Itarumã e Pombal tiveram os coeficientes de variação e amplitude maiores, demonstrou uma distribuição irregular dos valores, isto é, maior variabilidade em relação a Cachoeira Alta e Quirinópolis (Tabela 2).

Tabela 2 – Cálculos estatísticos das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu no período de 1977 a 2011

Estação	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coefficiente de variação (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Amplitude (mm)
Cachoeira Alta	1450	216	14,91	2043	1025	1018
Itarumã	1521	296	19,49	2203	880	1323
Quirinópolis	1443	231	15,98	1900	1006	894
Pombal	1599	297	18,60	2630	1116	1487

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

O teste de análise de variância (ANOVA) (descrito no item 4.1) com valor-P de 0,06, o valor de F calculado de 2,69 e do F crítico 2,84, evidenciou que os totais de chuvas das quatro estações são estatisticamente semelhantes (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados do teste ANOVA - Análise de Variância ao nível de significância $\alpha=0,05$

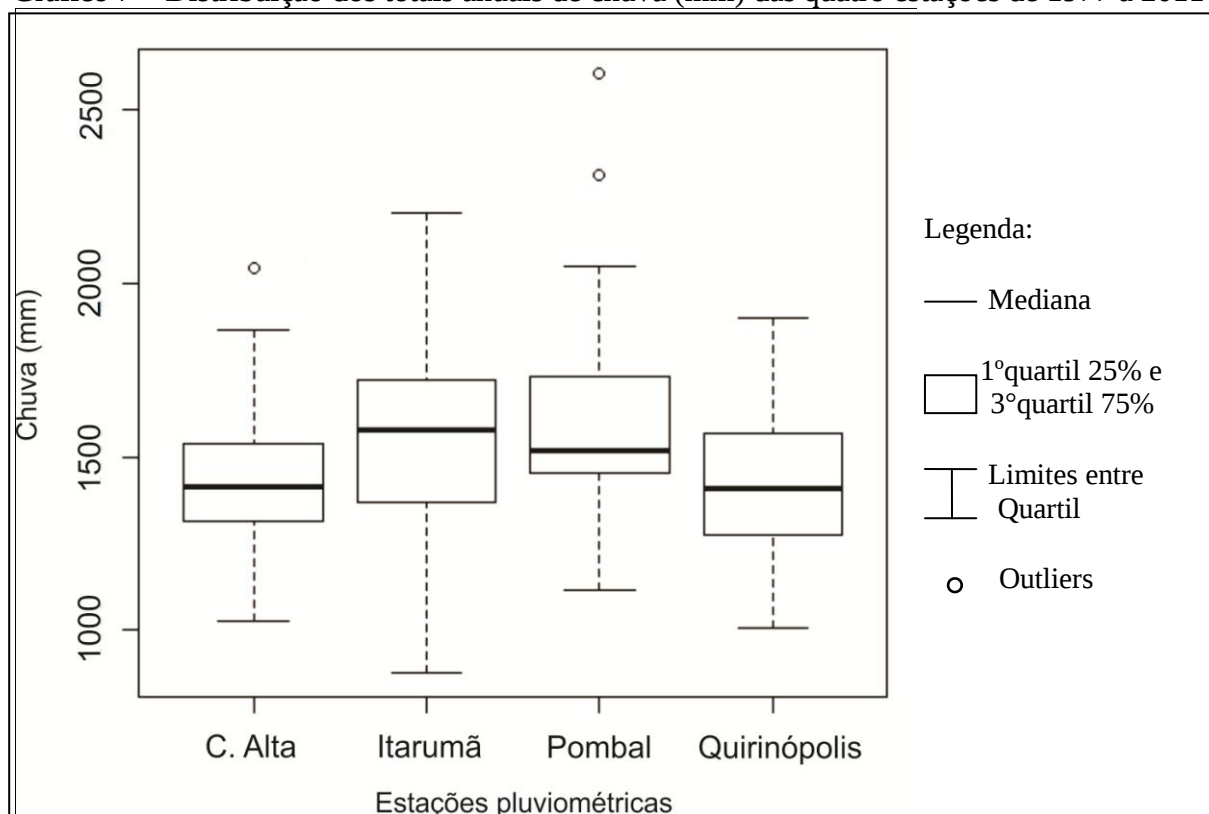
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	557533,3	3	185844,4	2,691581	0,061717	2,846094
Dentro dos grupos	9390332	136	69046,56			

Legenda: SQ- Soma dos quadrados; gl- graus de liberdade; MQ- média dos quadrados; F- calculado; valor-P-probabilidade; F crítico- tabelado

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

No gráfico 7, observou-se que a estação de Cachoeira Alta apresentou o valor da mediana de 1413 mm, Itarumã 1575 mm, Pombal 1516 mm e Quirinópolis de 1410 mm. As estações de Itarumã e Pombal, embora não tiveram diferenças significativas para o total médio das chuvas, evidenciaram valores de chuva superiores às demais. Na estação de Itarumã e Pombal, a posição da mediana confirma a dispersão dos dados e, consequentemente, maior variabilidade das chuvas nestas estações, como verificado pelo coeficiente de variação, evidenciado pelos maiores limites interquartis. A estação de Itarumã apresentou maior amplitude de 1323 mm dos dados. Há ocorrência de outliers, valores de chuvas elevados, ou seja, atípicos, na estação de Cachoeira Alta, um total de chuva de 2043 mm no ano de 2008 e, na estação de Pombal, são dois valores, sendo um total de chuva de 2313 mm no ano de 1989 e outro de 2603 mm em 2009.

Gráfico 7 – Distribuição dos totais anuais de chuva (mm) das quatro estações de 1977 a 2011

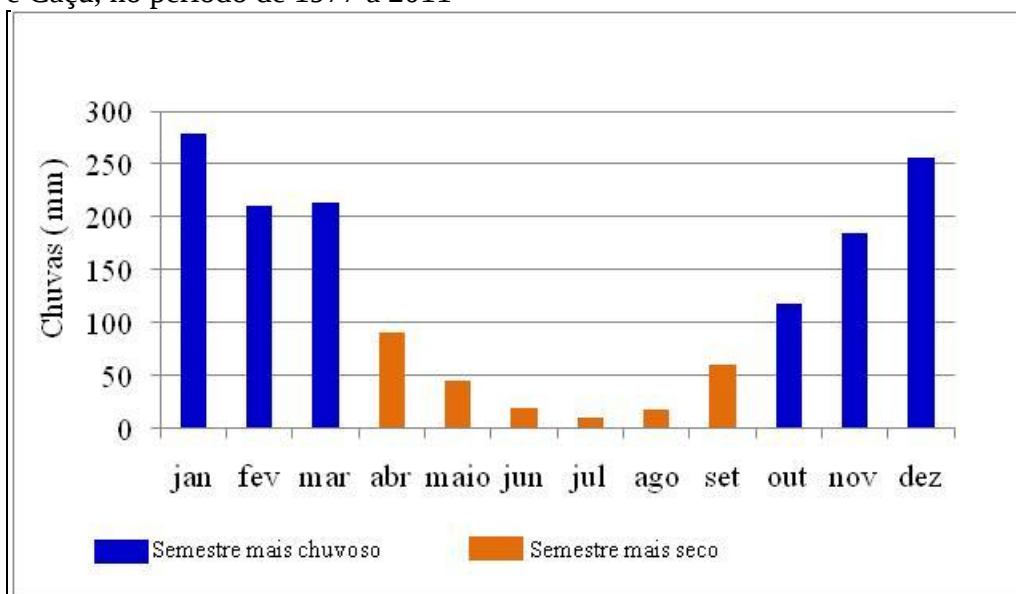


Fonte: LIMA, M. A. de (2013)

A distribuição temporal das médias mensais das chuvas das quatro estações indica a ocorrência de um período que se estende de outubro a março com maior concentração de chuvas e um período reduzido, de abril a setembro. A concentração de chuvas no período chuvoso foi de 84%; o mês de dezembro registrou um total de 256 mm, janeiro 278 mm, fevereiro 211 mm e março 213 mm, (Gráfico 8), confirmados por Campos et al (2002), que consideram o período de estiagem no estado de Goiás de junho a setembro e por Silva et al (2008), que verificaram para a região dos Cerrados uma estação chuvosa, iniciando entre os meses de setembro e outubro até os meses de março a abril e a estação seca, entre os meses de abril a maio até os meses de setembro a outubro, diferenciando de Nimer (1989), que verificou que, do total anual de chuvas, 70% ocorreram entre novembro a março.

Essas diferenças entre os totais de chuvas mensais no decorrer do ano deve-se à ação das massas de ar equatorial continental, tropical continental, polar atlântica e tropical atlântica. A massa equatorial continental atua com mais frequência entre os meses de setembro a março, sendo responsável pelas chuvas; em abril começa a perder força, quando começa a atuar com maior intensidade a massa polar atlântica, responsável pelas baixas temperaturas e que, acaso venha a se encontrar com a tropical atlântica causará as poucas chuvas nos meses de inverno (CAMPOS et al, 2002).

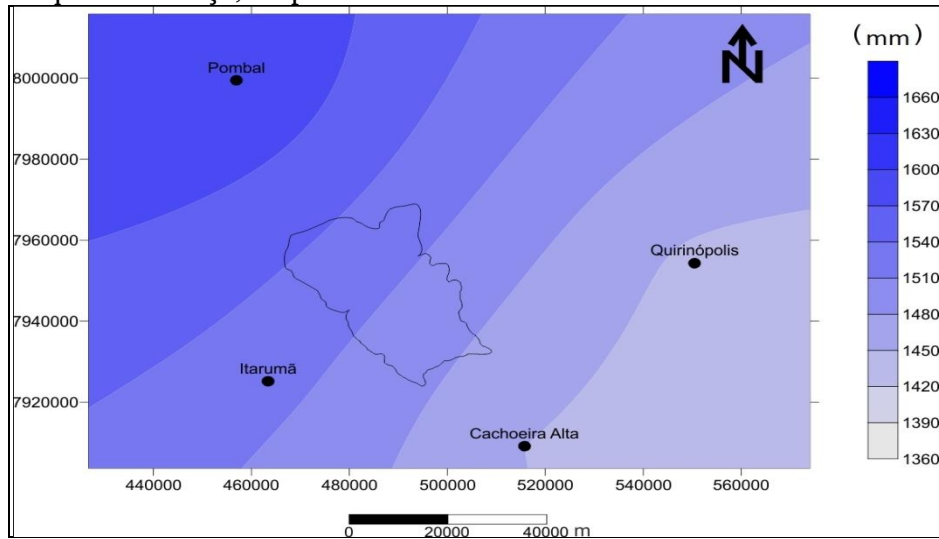
Gráfico 8 – Média mensal das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

A variabilidade espacial das chuvas no período de 1977 a 2011, na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, mostrou a maior média das chuvas de 1599 mm na estação de Pombal e o menor valor de 1443 mm nas estações de Cachoeira Alta e Quirinópolis, mostrando que as chuvas tendem a diminuir no sentido noroeste para sudeste (Mapa 5). Guerra (1989) aponta que no sudoeste de Goiás as diferenças espaciais das chuvas são decorrentes da forma do relevo e altimetria que atuam como barreiras às massa de ar úmidas e de pequena espessura. Na porção noroeste a sudoeste das bacias, encontrou-se as maiores médias de chuva, evidenciando a atuação, com maior intensidade das massas de ar equatorial continental, responsáveis pelo regime das chuvas, Campos et al (2002).

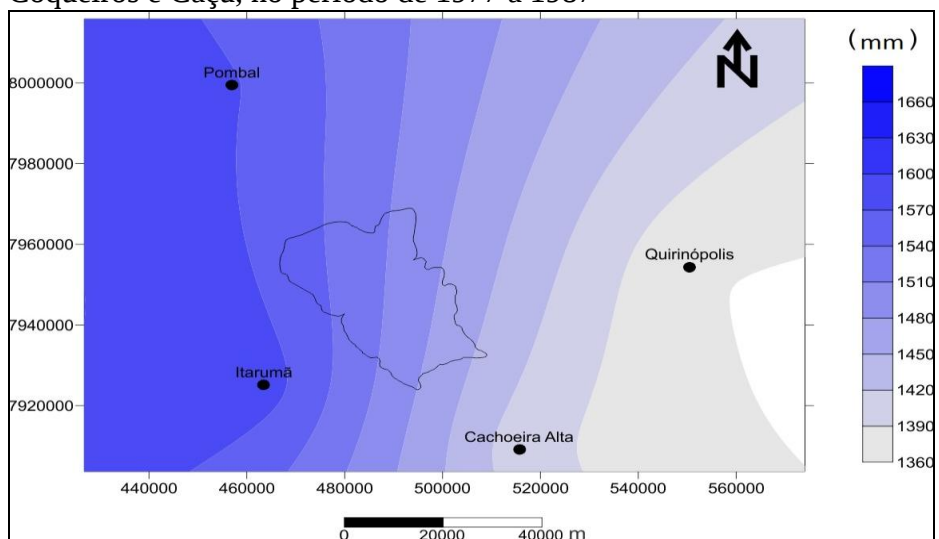
Mapa 5 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

O período de 35 anos foi dividido em três séries: de 1977 a 1987 (11 anos), de 1988 a 2000 (12 anos) e de 2001 a 2011 (12 anos). A variabilidade na série de 1977 a 1987 (11 anos) demonstrou uma concentração das chuvas de noroeste a sudoeste, sendo os maiores totais de chuva registrados na estação de Pombal, a noroeste, e em Itarumã, a sudoeste, com 1570 mm e os menores totais em Quirinópolis, a leste, com 1420 mm e Cachoeira Alta, ao sul, com 1390 mm, (Mapa 6).

Mapa 6 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 1987

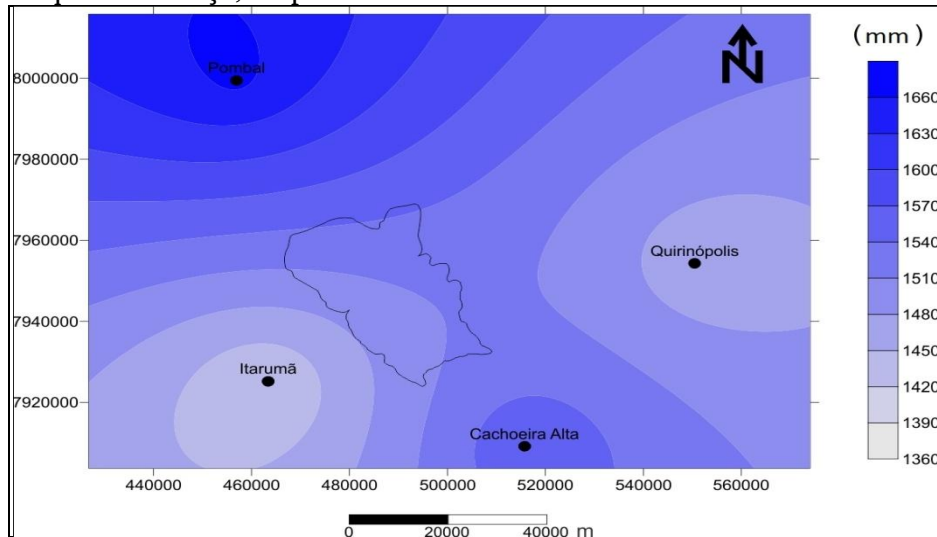


Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Na série de 1988 a 1999 (12 anos), a variabilidade espacial das chuvas indica que o maior total das chuvas, com 1660 mm, foi no posto pluviométrico localizados a noroeste, na

estação de Pombal. Os menores totais - de 1512 mm a 1360 mm - foram observados na porção sul, na estação de Cachoeira Alta, e na porção leste, na estação de Quirinópolis e na estação de Itarumã, a sudoeste (Mapa 7).

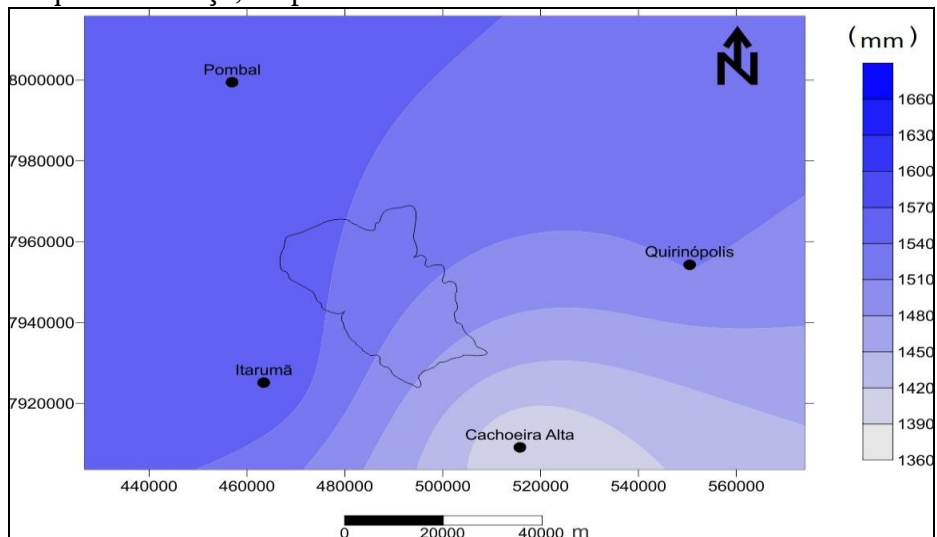
Mapa 7 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1988 a 1999



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

A série temporal de 2000 a 2011 apresentou maior concentração do volume das chuvas, a noroeste, na estação de Pombal, com 1560 mm e Itarumã, a sudoeste; os menores valores foram encontrados a leste, na estação de Quirinópolis, com 1480 mm e ao sul, na estação de Cachoeira Alta, com 1390 mm (Mapa 8), confirmado em Lobato (2002), que verificou que as chuvas no estado de Goiás apresentam gradiente decrescente de norte para sul e de oeste para leste.

Mapa 8 – Variabilidade espacial das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 2000 a 2011



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.3 Escala regional: tendência das chuvas no período de 1977 a 2011 na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

A região da bacia das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu apresentou uma média dos totais de chuva, para o período, de 1503 mm; a maior média foi registrada no ano de 2009, com 1856 mm, e a menor média em 1999, com 1107 mm, indicando uma tendência de manutenção, sem indicar correlação (Gráfico 9).

A localidade de Cachoeira Alta apresentou o coeficiente de determinação $R^2 = 0,09$; o ano de 2008 apresentou o maior volume de chuvas - 2043 mm - e o ano de 1984 o menor volume de chuvas - 1025 mm (Gráfico 10 A).

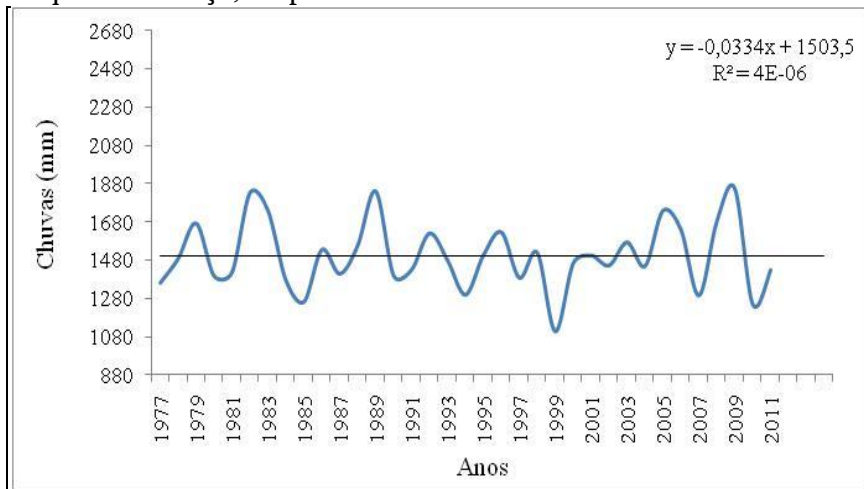
Em Pombal, o coeficiente de determinação foi de $R^2 = 0,013$; a média para o período foi de 1599 mm; o ano de 2009 apresentou o maior volume de chuvas - 2603 mm - e o ano de 1999 o menor volume - 1116 mm (Gráfico 10 B). Mariano (2005) constatou para o período de 1978/1979 a 2002/2003 uma média das chuvas de 1584 mm, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,07$, apresentando decréscimo para o período.

Para Itarumã, o coeficiente de determinação foi de $R^2 = 0,08$; a média do total de chuvas para o período foi de 1521 mm; o ano de 1989 registrou o maior volume de chuvas - 2203 mm - e o ano de 2010 o menor volume - 880 mm (Gráfico 10 C).

A estação de Quirinópolis teve um coeficiente de determinação $R^2 = 0,005$, indicando uma leve tendência de decréscimo; a média das chuvas foi de 1443 mm; o ano de 1982 foi o que registrou maior volume de chuvas - 1900 mm - e o ano de 2000 o de menor volume - 1006 mm (Gráfico 10 D).

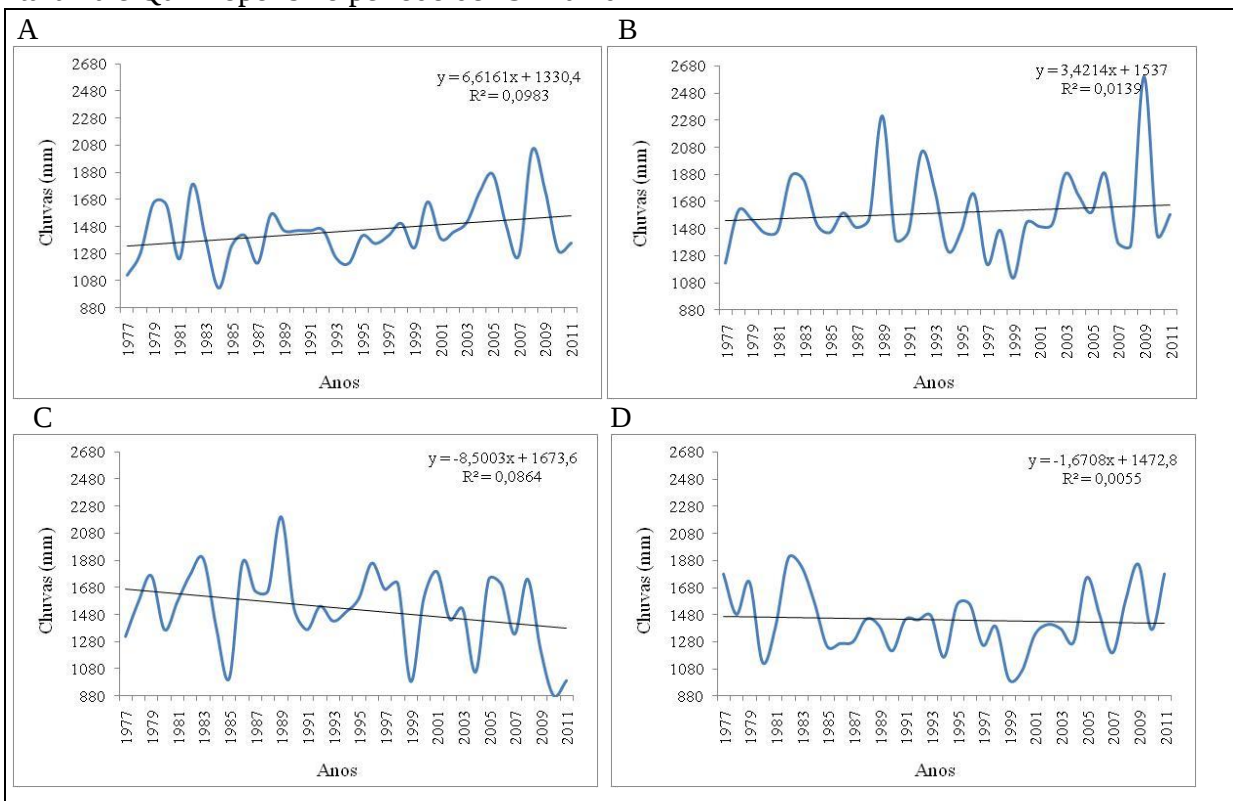
Os gráficos 10 A, B, C e D mostram que ocorreu um acréscimo no volume de chuvas nas localidades de Cachoeira Alta e Pombal, de 130 mm e 21 mm nos totais das chuvas e decréscimo das chuvas nas estações de Itarumã e Quirinópolis, de 121 mm e 7,2 mm no período.

Gráfico 9 – Tendência regional das chuvas na região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, no período de 1977 a 2011



Fonte: LIMA. A. M. de (2013)

Gráfico 10A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Cachoeira Alta, Pombal, Itarumã e Quirinópolis no período de 1977 a 2011



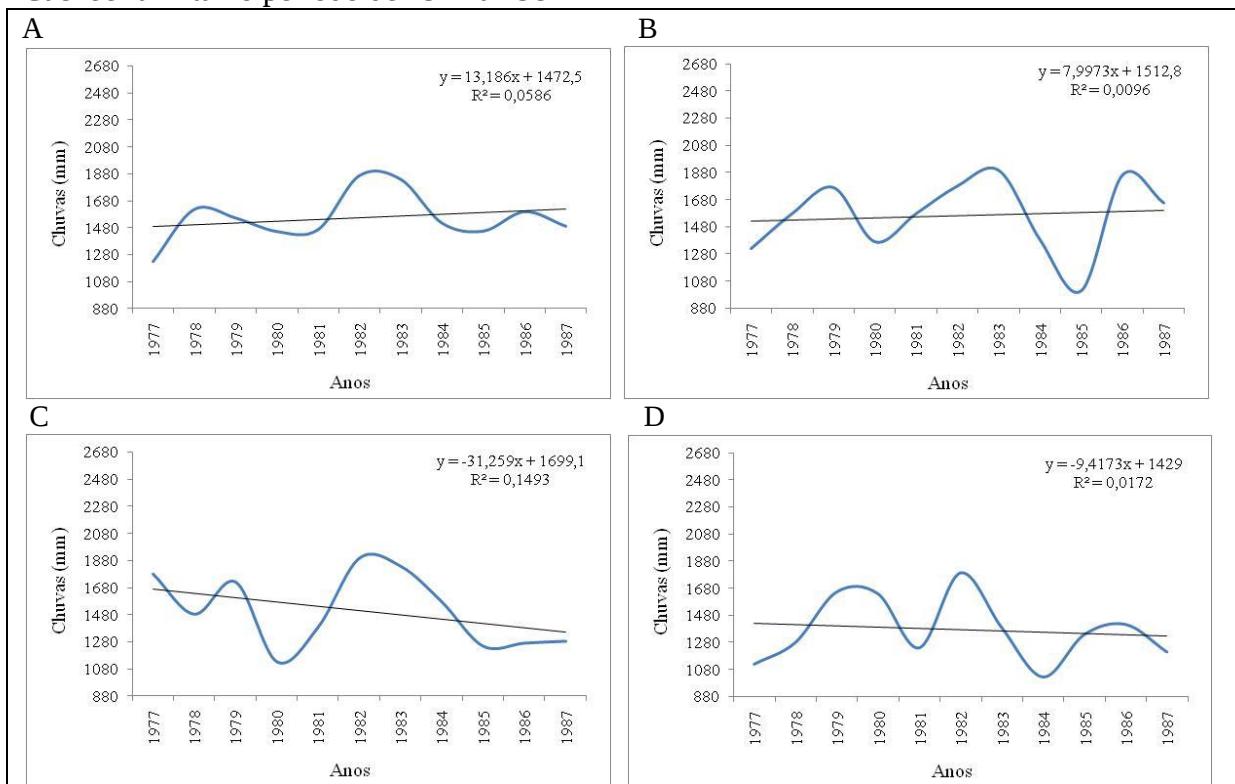
Fonte: LIMA, M. A. de (2013)

Visando verificar a tendência das chuvas em intervalos de tempo menores, dividiu-se a série histórica de 1977 a 2011 dos dados em três séries: de 1977 a 1987 (11 anos); de 1988 a 1999 (12 anos) e de 2000 a 2011 (12 anos).

Nos gráfico 11 A, B, C e D para a série de 1977 a 1987 (11 anos), observou-se que apresentaram acréscimo no total das chuvas as estações de Pombal, com 150 mm e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,05$ e Itarumã, com 50 mm e $R^2 = 0,009$; tiveram decréscimo no

total das chuvas as estações de Quirinópolis, com 270 mm e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,014$ e Cachoeira Alta, com 70 mm e $R^2 = 0,01$.

Gráfico 11A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Pombal, Itarumã, Quirinópolis e Cachoeira Alta no período de 1977 a 1987

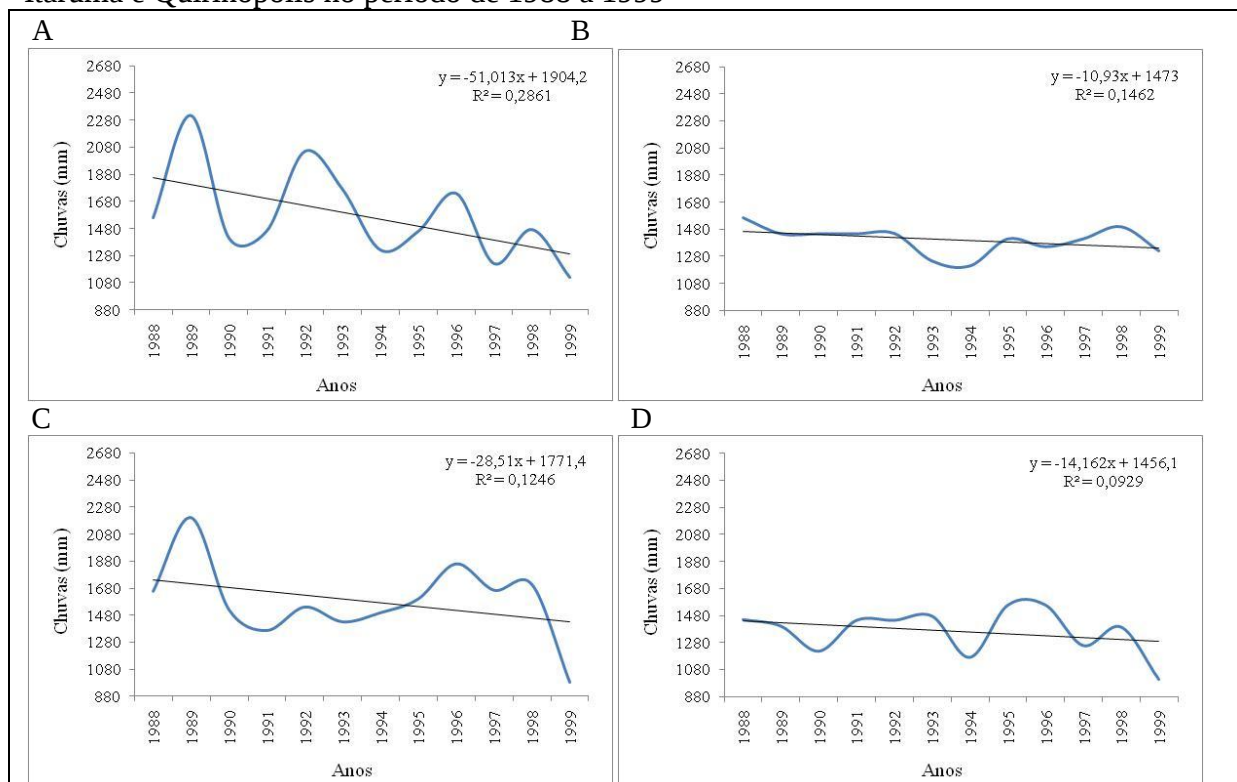


Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Nos gráficos 12 A, B, C e D para a série de 1988 a 1999 (12 anos), verificou-se que as quatro estações pluviométricas mostraram tendência de decréscimo das chuvas no período de 1988 a 1999, os decréscimos são: 520 mm na estação de Pombal, 143 mm em Cachoeira Alta, 341 mm na estação de Itarumã e de 176 mm na estação de Quirinópolis. O coeficiente de determinação indicou uma correlação entre os anos e o total de chuva de 28% na estação de Pombal ($R^2 = 0,28$), na estação de Cachoeira Alta de 14% ($R^2 = 0,14$), na de Itarumã de 12% ($R^2 = 0,12$) e na de Quirinópolis de 9% ($R^2 = 0,09$).

Na classificação dos anos padrão, as estações de Cachoeira Alta e Quirinópolis não apresentaram nenhum ano chuvoso ou tendente a chuvoso, neste mesmo período, já Pombal e Itarumã apresentaram anos chuvosos e tendentes a chuvosos, mas intercalado com anos habitual, mas abaixo da média, o que levou a decréscimos das chuvas maiores nestas estações.

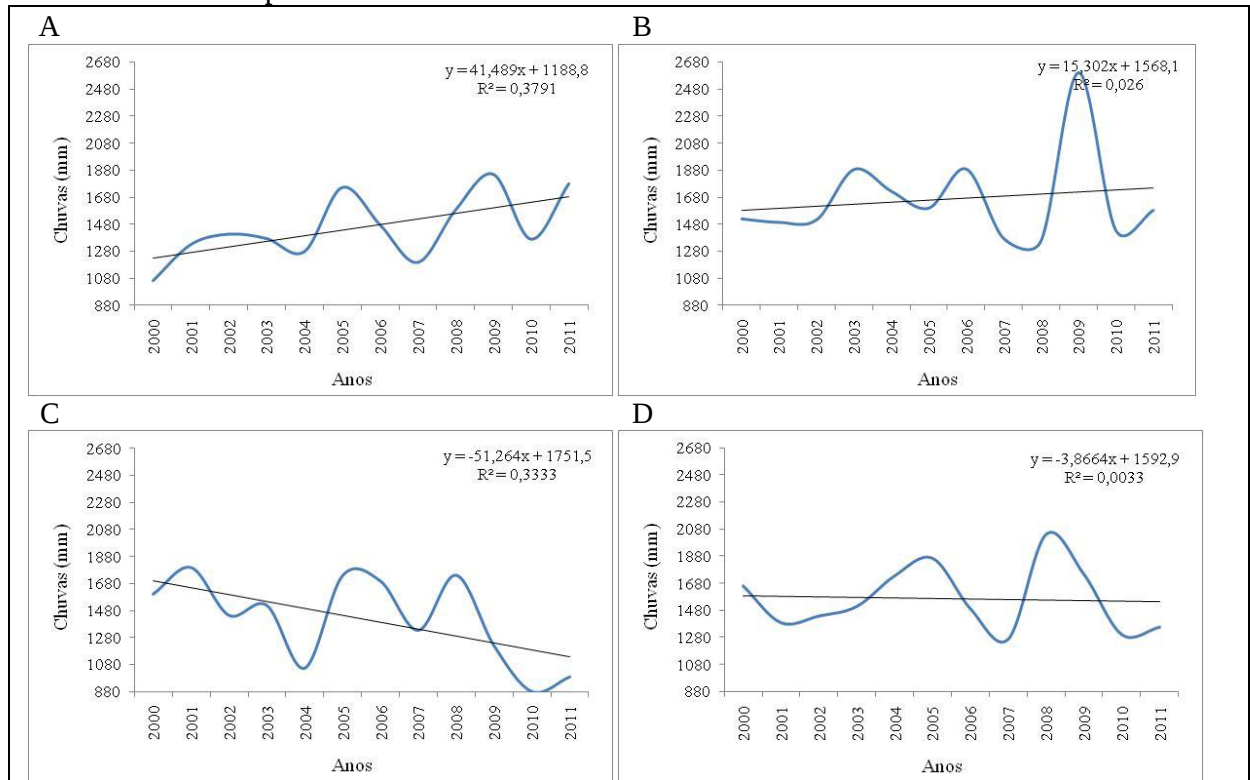
Gráfico 12A, B, C e D – Tendência das chuvas nas estações de Pombal, Cachoeira Alta, Itarumã e Quirinópolis no período de 1988 a 1999



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Analizando o gráfico 13 A, B, C e D, durante o período de 2000 a 2011, a estação pluviométrica de Quirinópolis mostrou um acentuado acréscimo no volume anual das chuvas, com a linha de tendência indicando acréscimo de 460 mm, com coeficiente de determinação $R^2 = 0,37$, correspondendo a 37%. Já a estação de Pombal apresentou um acréscimo de 120 mm, com determinação de $R^2 = 0,02$. A estação de Itarumã mostrou tendência de decréscimo no volume médio das chuvas de 630 mm, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,33$, ou seja, 33%. Para o mesmo período a estação de Cachoeira teve uma tendência de decréscimo de 90 mm, com determinação de $R^2 = 0,003$.

Gráfico 13A, B, C e D – Tendência das chuvas na estação de Quirinópolis, Pombal, Itarumã e Cachoeira Alta no período de 2000 a 2011

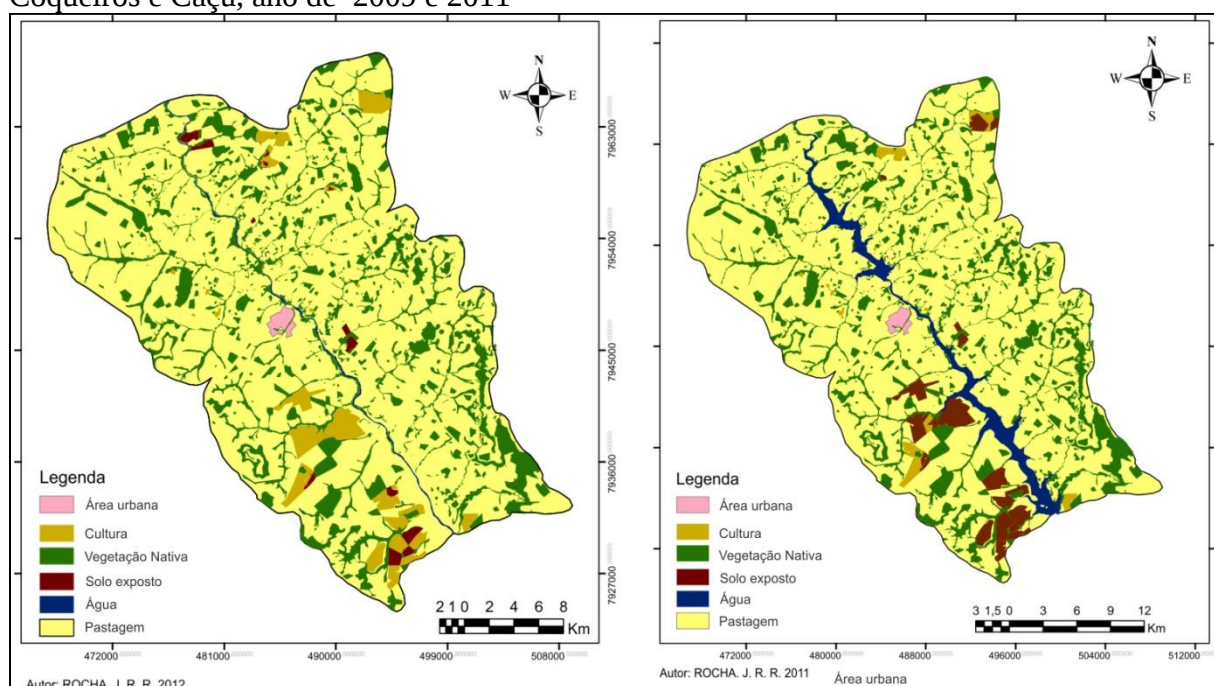


Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.4 Uso da terra e cobertura vegetal, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

A área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu possui 965 Km²; em 2009, a área total apresentava 74,6% de pastagens, 19,7% de vegetação nativa, 4,0% de cultura, 0,6% de água, 0,8% de solo exposto e 0,3% de área urbana (Mapa 9A). Já em 2011, a área total da bacia modificou-se, sendo que 68% são pastagens, 19% de vegetação nativa, 8% água, 3,4% solo exposto, 1,3% cultura e 0,3% urbano (Mapa 9B).

Mapa 9A e B – Uso da terra e cobertura vegetal na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, ano de 2009 e 2011



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Comparando o uso da terra no ano de 2009 com 2011, a área de pastagem predominante nas bacias teve uma diminuição de 6,6%, devido à inserção da cana-de-açúcar na região (fotografia 10), e também pela silvicultura (fotografia 11). A redução na área de culturas e o aumento de solo exposto de 2,6%, no ano de 2011, deve-se ao preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar.

De acordo com dados do IBGE (2010), a área plantada, em hectares, de cana-de-açúcar nos municípios de Caçu e Cachoeira Alta, onde está inserida as bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu em 2009 era de 8200 ha e em 2010 de 9931 ha, representando um aumento de 1731 ha, ou seja, 33% de aumento na área plantada de cana-de-açúcar.

Fotografia 10 – Área de cultivo de cana-de-açúcar na bacia da UHE de Barra dos Coqueiros



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Fotografia 11 – Área de silvicultura na bacia da UHE de Caçu



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Em janeiro de 2010 ocorreu o represamento da UHE de Barra dos Coqueiros e, em março de 2010, da UHE de Caçu, o que justifica o aumento de 7,4% da área ocupada por água, a área ocupada por água aumentou mais de 1200%, sendo a maior modificação ocorrida nas bacias o que ratifica Fernandes (2010) em estudo realizado para as grandes hidrelétricas do Brasil que tiveram interferências no microclima regional e nos sistemas aquáticos, como também na fragmentação vegetal, perda de biodiversidade, impactos na fauna terrestre e alterações no regime hidrológico e vazões (Fotografia 12).

Fotografia 12 – Visão parcial do reservatório da UHE de Barra dos Coqueiros



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

A área urbana não teve crescimento significativo, embora a população do município de Caçu, que era de 11.434 habitantes, em 2009, tenha aumentado para 13.491, em 2011, em decorrência da inserção da cana-de-açúcar e dos empreendimentos energéticos (Fotografia 13).

Fotografia 13 – Visão parcial da área urbana do município de Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

As áreas de vegetação nativa tiveram uma perda de 0,7% nesse período, cerca de 7 Km², justificada, em parte pelo represamento das águas das UHEs de Barra dos Coqueiros e

Caçu (Fotografia 14), perdendo parte da mata ciliar do Rio Claro e também pelo cultivo da cana-de-açúcar, afirmado por Paula e Cabral (2011) e Braga (2012), que apontaram que as mudanças ocorridas, em 2010, no uso da terra na bacia de Barra dos Coqueiros ocorreram, devido à implantação de indústrias sucroalcooleiras na região (Fotografia 15) e aumento da cobertura de água, em consequência do represamento da UHE de Barra dos Coqueiros.

Fotografia 14 – Restos de vegetação retirada de dentro do reservatório da UHE de Caçu



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Fotografia 15 – Usina ETH Bioenergia S.A., Unidade Rio Claro, município de Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.5 Caracterização dos parâmetros fitossociológicos

É evidente o fato de que os cinco fragmentos de FES analisados sofreram algum tipo de pressão antrópica em parte pela matriz em que estão inseridas que é de pastagens, plantações de cana-de-açúcar e também pela entrada do gado, trilhas, cortes e queimadas.

A maior altura média e maior diâmetro à altura do peito (DAP) dos indivíduos amostrados ocorreu na FES P15 com 9,5 m e DAP de 19,6 cm e na P17 com 10,1 m e o DAP de 22,2 cm. Ambas apresentam sinais de conservação sem infestação de lianas e sem sinais evidentes de corte, queimadas ou pisoteio de gado (Tabela 4 e Desenho 2).

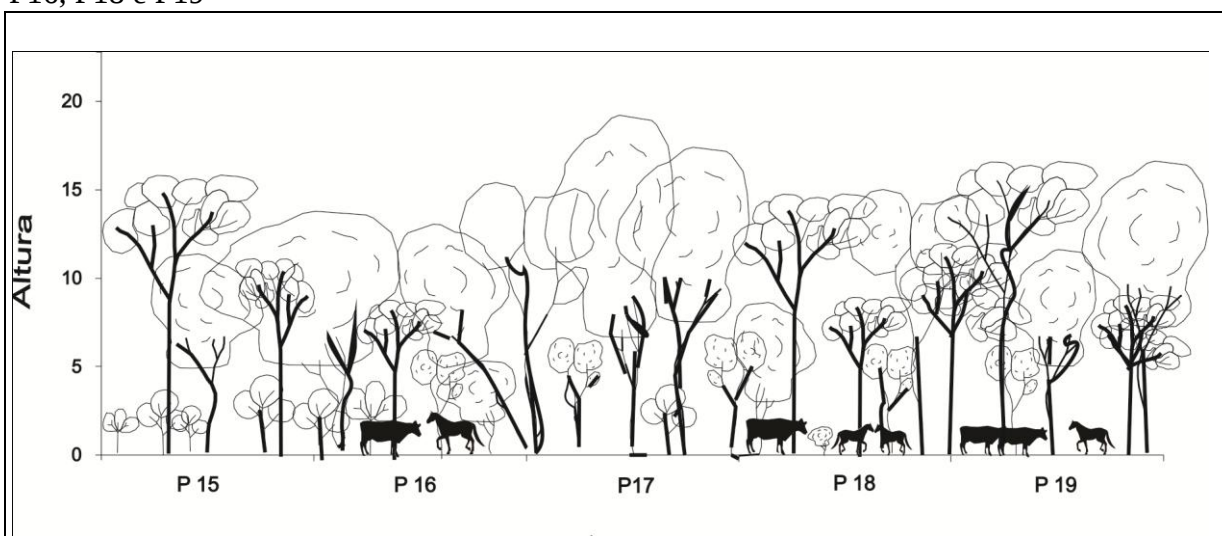
A FES P16, P18 e P19 com altura média entre 8,3 a 8,8 m e o DAP entre 19,6 a 17,5 cm, apresentam infestação por lianas, sinais de pisoteio de gado, corte de árvores, resquícios de queimadas e trilhas (Tabela 4 e Desenho 2).

Tabela 4 – Números dos indivíduos, altura média, média do diâmetro à altura do peito (DAP) e densidade absoluta (DA) referente aos indivíduos vivos das FES

Ponto	Área (ha)	Número de indivíduos	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Densidade Absoluta (DA)
Flor. Rib.dos Paula I (P15)	10,3	20	19,6	9,5 m	500 indivíduos/ha
Flor. Caçada (P16)	3,3	23	17,5	8,8 m	575 indivíduos/ha
Flor. Caçu (P17)	14,4	23	22,2	10,1 m	575 indivíduos/ha
Flor. Rib.dos Paula III (P18)	2,4	16	17	8,3 m	375 indivíduos/ha
Flor. Sucuri (P19)	164	15	19,6	8,7 m	375 indivíduos/ha

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Desenho 2 – Representação da altura das árvores e presença de bovinos e equinos nos pontos P16, P18 e P19



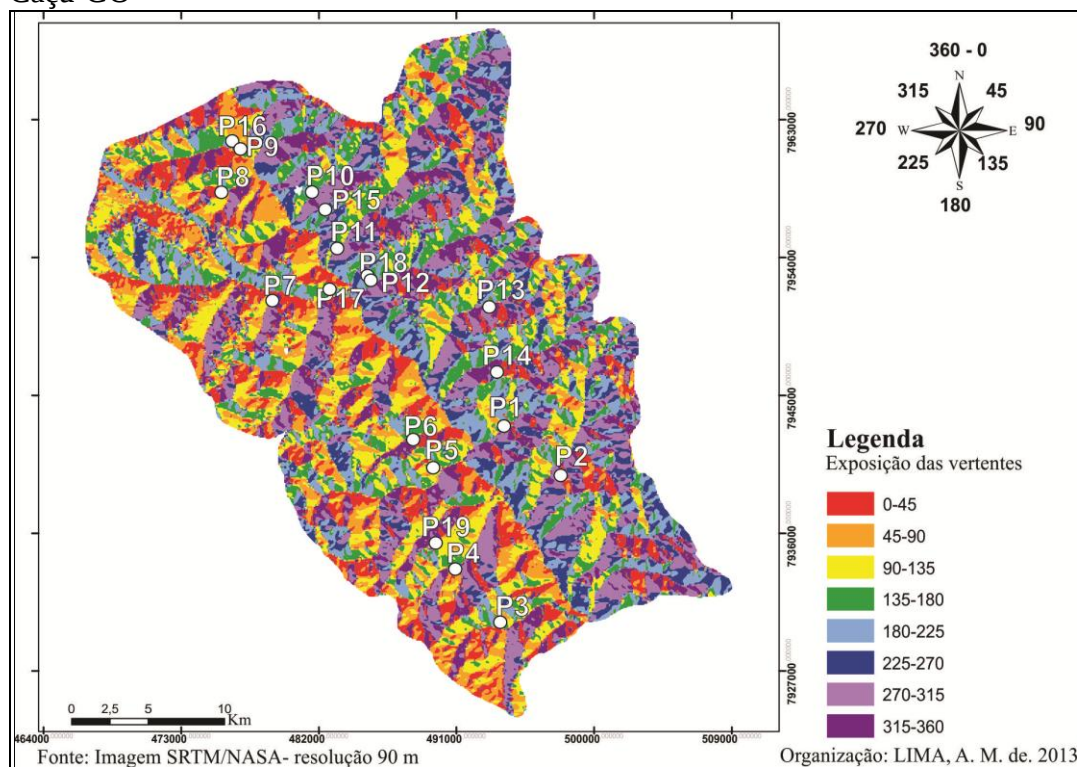
Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.6 Exposição das vertentes nas áreas fora da FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

A variação dos elementos climáticos, temperatura e umidade relativa do ar tem uma relação com a exposição das vertentes. Nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu, os pontos localizados fora das florestas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P13 e P14 estão voltados para as vertentes norte, nordeste e noroeste, recebendo maior insolação e, conseqüentemente, com maior temperatura do ar; já os pontos P7, P8, P9, P10, P11 e P12 estão voltados para as vertentes sul e sudeste, portanto, recebem menor insolação, com temperaturas menores (Mapa 10).

Os pontos localizados no interior das FES que recebem menor insolação são o P15 e P16, com exposição a sudeste, o P17, com exposição a sul e o P18, a leste; o ponto P19, com exposição a noroeste, recebe maior insolação, apresentando maiores temperatura. Armani (2009) realizou um estudo no Parque Estadual da Serra do Mar, em Cunha-SP e verificou que as vertentes voltadas para sudoeste são, geralmente, mais frias que as voltadas para noroeste; Macedo (2012), em estudo na área urbana e rural do município de Jataí, constatou que as vertentes a oeste são mais aquecidas (Mapa 10).

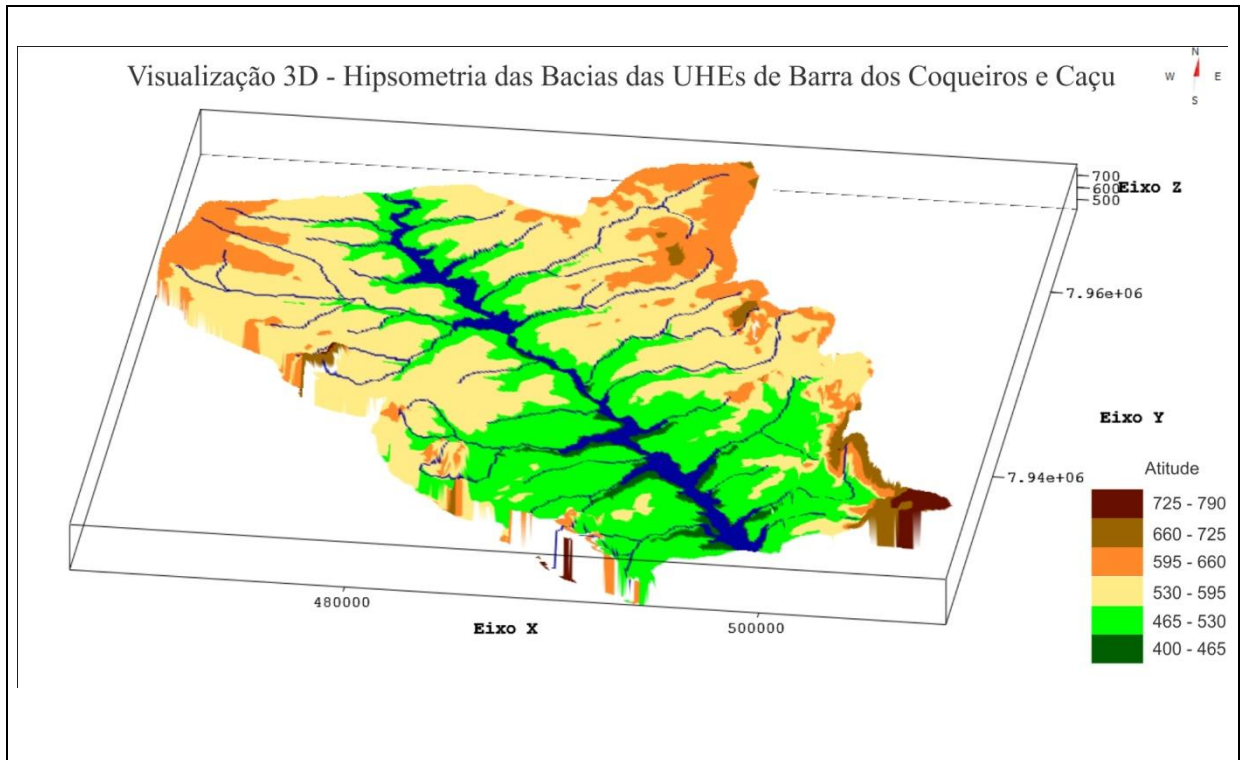
Mapa 10 – Exposição das vertentes na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

A área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu não possui grandes diferenças altimétricas, sendo que a diferença entre a localização do ponto com experimento mais elevado (P14) e o ponto mais baixo (P17) é de 99 m (Figura 2).

Figura 2 – Hipsometria em 3D na área das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.7 Caracterização da temperatura e umidade relativa do ar e chuva na escala local nas áreas fora das FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

O ponto P1 (fazenda Rio Claro – ponto de referência fora da floresta), registrou a temperatura máxima absoluta no mês de dezembro com 52,7 °C, essa temperatura elevada ocorreu devido queimadas na região, a temperatura mínima absoluta no mês de julho foi de 3,2 °C, sendo que a amplitude térmica do período foi de 49,5 °C e a média das temperaturas foi de 25,7 °C. A umidade máxima absoluta foi de 97%, nos meses de dezembro, fevereiro e março, a umidade mínima absoluta de 13%, registrada no mês de setembro de 2012 e a média foi de 68%. O total de chuvas para o período foi de 1461 mm, sendo que o meses de julho, agosto e setembro de 2012 registraram um total de 3 mm de chuva (Tabela 5).

As maiores temperaturas máximas absolutas em relação ao ponto de referência (P1) foram registradas no P13 e P14, com 52,7 °C, com o uso da terra predominante de pastagens, próximo a BR 364 e exposição das vertentes a nordeste e noroeste, ambas recebem maior insolação. Já as temperaturas máximas menores ocorreram no P12 com 42,1 °C e no P8 com 42,2 °C, ambos expostos para vertentes que recebem menor insolação (sul e sudeste), com o uso da terra predominante de pastagens. As maiores diferenças da temperatura máxima ocorreram nos pontos P8 e P12 de 10,5 °C e 10,6 °C, respectivamente (Tabela 5).

As menores temperaturas mínimas absolutas foram registradas no P7 (1,0 °C), no P9 (1,4 °C) e no P10 (1,5 °C), sendo que a exposição da vertente dos pontos estão voltados à sudeste e sul, tendo o uso do solo predominantemente de pastagens e próximos do reservatório, esses fatores associados ao vento, umidade e atuação da massa Polar Atlântica levou a baixas temperaturas. As maiores temperaturas mínimas ocorreram no P2, com 7,8 °C, no P3, P4 e P6 com 7,4 °C, sendo que a exposição das vertentes está voltada a norte, noroeste e nordeste, onde recebem maior insolação, quanto ao uso do solo no P2, P3 e P4 é de pastagens e no P6 pastagens, cana-de-açúcar e silvicultura, os pontos se encontram mais distantes do reservatório (Tabela 5).

Os maiores valores de umidade relativa do ar máximas absolutas foram de 98%, registradas nos pontos P2, P3, P6, P13 e P14, expostos às vertentes norte, nordeste e noroeste e o P11 teve maior umidade, de 98%, devido a proximidade do reservatório (50 m) e as mínimas no P8 e no P11, ambos com 7%, com o uso de pastagens (Tabela 5).

Os totais de chuva no período mostram a variabilidade temporal, com valores que variaram entre 1640 mm (P13), a 534 mm (P10) (Tabela 5), a média das chuvas dos 14 pontos foi de 1237 mm, abaixo da média encontrada para região das bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu das quatro estações pluviométricas da ANA (1503 mm) no período de 1977 a 2011. Os pontos P1, P2, P13 e P14 que se localizam a leste da bacia de Barra dos Coqueiros, registraram os maiores valores de chuvas, pois estão recebendo com maior intensidade a ação da massa equatorial continental.

Tabela 5 – Dados da temperatura máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C), temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) e chuva (mm) dos pontos fora da floresta P2, P3, P4 e P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 e diferença em relação ao ponto de referência P1

	P1	P2	Dif*	P3	Dif*	P4	Dif*	P5	Dif*	P6	Dif*	P7	Dif*	P8	Dif*	P9	Dif*	P10	Dif*	P11	Dif*	P12	Dif*	P13	Dif*	P14	Dif*
Temp. máx	52,7	47,6	5,1	43,3	9,4	44,0	8,7	46,9	5,8	43,2	9,5	44,2	8,5	42,2	10,5	42,8	9,9	50,8	1,9	43,7	9,0	42,1	10,6	52,7	0,0	52,7	0,0
Temp. mín	3,2	7,8	-4,6	7,4	-4,2	7,4	-4,2	2,4	0,8	7,4	-4,2	1,0	2,2	1,7	1,5	1,4	1,8	1,5	1,7	2,2	1,0	2,1	1,1	2,9	0,3	4,1	-0,9
Temp. méd.	25,7	25,2	0,5	24,9	0,8	24,9	0,8	23,2	2,5	24,5	1,2	23,8	1,9	24,2	1,5	23,6	2,1	22,3	3,4	24,3	1,4	23,7	2,0	25,0	0,7	26,1	-0,4
Amplitude t.	49,5	39,8	9,7	35,9	13,6	36,6	12,9	44,5	5,0	35,8	13,7	43,2	6,3	40,5	9,0	41,4	8,1	46,7	2,8	41,5	8,0	40,0	9,5	49,8	-0,3	48,6	0,9
Umid. máx.	97	98	-1	98	-1	97	0	97	0	98	-1	97	0	97	0	96	1	96	1	98	-1	97	0	98	-1	98	-1
Umid. mín.	13	12	1	14	-1	14	-1	13	0	12	1	15	-2	7	6	13	0	12	1	7	6	15	-2	13	0	11	2
Umid. méd.	68	59	9	68	0	69	-1	69	1	67	1	73	-5	70	-2	72	-4	71	-3	72	-4	72	-4	70	-2	66	2
Chuva	1461	1516	-55	1118	343	957	504	1472	11	1247	214	1164	297	1126	335	1216	245	534	927	1102	359	1267	194	1640	-179	1503	-42

* Dif. (Diferença) entre o ponto de referência P1 e os demais pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 e P14.

Fonte: LIMA, A. M. de (2013).

O ponto de referência no interior da floresta (P15) apresentou a temperatura máxima de 36,7 °C, a mínima foi de 4,1 °C, com amplitude de 32,6 °C. A umidade relativa do ar máxima foi de 100% e a mínima foi de 13% (Tabela 6).

Nos pontos no interior das FES, em relação ao ponto de referência no interior da FES (P15), as maiores temperaturas máxima foram registradas no P19, com 47,2 °C, a floresta apresenta sinais de pisoteio do gado, muitas lianas, seu entorno é cercado por plantações de cana-de-açúcar e a exposição das vertentes é a noroeste, ocorrendo maior insolação, o que ocasionou maiores temperaturas. Já o ponto P17 registrou 37,6 °C, apresentou as menores temperaturas máximas, com exposição a sudeste, recebendo menor insolação e devido a sua próxima proximidade do reservatório (2 m) registrou as menores temperaturas máximas que pode ser devido ao vento e a umidade trazidas do reservatório. A maior diferença da temperatura máxima ocorreu no ponto P19, maior 10,5 °C (Tabela 6).

As áreas de floresta que apresentavam melhor estado de conservação, ver item 5.5, registraram temperaturas máximas menores e amplitudes térmicas menores (P15 e P17); os ambientes que apresentavam maior perturbação antrópica registraram maiores temperaturas máximas e maiores amplitudes, confirmado em Serafini Júnior et al (2010).

Os maiores valores de umidade relativa do ar máxima deram-se no período das chuvas, de 100%, nos pontos P16, P17 e P19 e o menor valor das máximas foi 97%, no P18. Os menores valores de umidade relativa ocorreram no mês de setembro, por ser o período mais seco do ano, com umidade mínima de 5%, no P16 e de 6%, no P19 (Tabela 6).

Tabela 6 – Comparação da temperatura do ar máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C) e temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) e chuva (mm) dos pontos no interior da floresta P15, P16, P17, P18 e P19 em relação ao ponto de referência P15

	P15	P16	Dif*	P17	Dif*	P18	Dif*	P19	Dif*
Temp. máx. absoluta	36,7	38,7	-2,0	37,6	-0,9	42,1	-5,4	47,2	-10,5
Temp. mín. absoluta	4,1	3,8	0,3	6,5	-2,4	5,1	-1,0	4,6	-0,5
Temperatura média	22,3	22,4	-0,1	22,2	0,1	23,4	-1,1	23,1	-0,8
Amplitude térmica	32,6	34,9	-2,3	31,1	1,5	37,0	-4,4	42,6	-10,0
Umid. máx. absoluta	100	100	0	100	0	97	3	100	0
Umid. mín. absoluta	13	5	8	18	-5	15	-2	6	7
Umid. Média	79	63	16	84	-5	75	4	75	4

*Dif (diferença) entre o ponto de referência P15 e os demais pontos P16, P17, P18 e P19

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

5.8 Caracterização da temperatura do ar, umidade relativa do ar e chuva na escala microclimática nas áreas fora das FES e no interior das FES, nas bacias das UHEs de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO

Os pontos fora das florestas, as temperaturas máximas ocorreram entre às 13 e 15h, período de maior insolação, o mês de setembro apresentou os maiores registros de temperaturas máximas, confirmados em Pezzopane (2001) e Serafini Júnior et al (2010), que constatarem temperaturas mais elevadas para o mês de setembro, devido à sazonalidade e localização geográfica da região das bacias (Tabela 7).

As menores temperaturas mínimas ocorreram ao amanhecer entre 6 e 7h30min no mês de julho, período de atuação da massa polar atlântica, as menores temperaturas mínimas ao amanhecer ocorrem devido ao acúmulo da radiação durante o dia e que se dissipa durante a noite, levando ao resfriamento do ar (Tabela 7).

Os maiores valores de umidade relativa do ar máxima absoluta ocorreram no período de maior ocorrência das chuvas, entre outubro a maio, das 6 às 8 h com 96 a 98%, e os menores valores da mínima absoluta no período de escassez das chuvas, com 5 a 15%, entre 13 às 15 h, no mês de setembro, sendo que, nesse período, ao anoitecer, a umidade relativa do ar começa a aumentar.

Tabela 7 – Data e horário das maiores temperaturas máximas absolutas e das menores temperaturas mínimas absolutas fora das FES

PONTO	DATA	HORA	T.Máx	Data	HORA	T.mín
P1	20/12/2011	08:51:07	50,4	18/07/2012	23:59:23	6,5
P1	21/12/2011	08:51:07	52,7	19/07/2012	06:59:23	3,2
P1	22/12/2011	14:51:07	37,9	20/07/2012	06:59:23	3,9
P2	20/09/2011	15:07:39	44,2	01/05/2012	06:41:36	8,9
P2	21/09/2011	14:07:39	47,6	02/05/2012	06:41:36	7,8
P2	22/09/2011	15:07:39	46,7	03/05/2012	06:41:36	7,9
P3	29/09/2011	12:05:22	42,4	02/05/2012	06:40:07	7,6
P3	30/09/2011	14:35:22	43,3	03/05/2012	06:40:07	7,4
P3	01/10/2011	11:05:22	43,1	04/05/2012	06:40:07	15,9
P4	27/09/2011	14:51:37	41,8	18/07/2012	23:51:18	5,7
P4	28/09/2011	15:21:37	44	19/07/2012	07:21:18	2,4
P4	29/09/2011	14:51:37	42	20/07/2012	06:21:18	3,2
P5	03/03/2012	09:39:57	46,0	18/07/2012	23:51:18	5,7
P5	04/03/2012	10:09:57	46,9	19/07/2012	07:21:18	2,4
P5	05/03/2012	14:39:57	39,0	20/07/2012	06:21:18	3,2
P6	20/09/2011	14:18:49	40,1	18/07/2012	03:49:10	5,7
P6	21/09/2011	14:48:49	43,2	19/07/2012	20:49:10	3,1
P6	22/09/2011	13:48:49	41,6	20/07/2012	23:49:10	4

Continuação.....

P7	12/09/2012	14:02:05	43,3	18/07/2012	23:32:05	5,1
P7	13/09/2012	13:32:05	44,2	19/07/2012	07:02:05	1
P7	14/09/2012	13:32:05	42,7	20/07/2012	07:02:05	1,7
P8	29/09/2011	14:01:53	41	18/07/2012	23:35:46	5,9
P8	30/09/2011	14:31:53	42,2	19/07/2012	07:05:46	1,7
P8	01/10/2011	13:01:53	38	20/07/2012	06:35:46	2,5
P9	29/09/2011	13:50:01	40,9	18/07/2012	23:39:32	10
P9	30/09/2011	13:50:01	42,8	19/07/2012	06:09:32	1,4
P9	01/10/2011	14:50:01	37,8	20/07/2012	07:09:32	1,7
P10	05/02/2012	16:50:29	38,7	18/07/2012	02:24:40	5,2
P10	06/02/2012	18:20:29	50,8	19/07/2012	06:54:40	1,5
P10	07/02/2012	18:20:29	45,2	20/07/2012	06:54:40	1,9
P11	12/09/2012	14:37:32	43,2	18/07/2012	23:37:32	5,7
P11	13/09/2012	14:07:32	43,7	19/07/2012	07:07:32	2,2
P11	14/09/2012	09:37:32	30,4	20/07/2012	06:07:32	3
P12	29/09/2011	14:12:00	40,1	18/07/2012	23:30:54	5,9
P12	30/09/2011	13:42:00	42,1	19/07/2012	06:30:54	2,1
P12	01/10/2011	13:12:00	41,2	20/07/2012	07:00:54	2,7
P13	20/12/2011	08:51:07	50,4	18/07/2012	23:32:19	6,3
P13	21/12/2011	08:51:07	52,7	19/07/2012	07:02:19	2,9
P13	22/12/2011	14:51:07	37,9	20/07/2012	07:02:19	3,9
P14	20/12/2011	08:51:07	50,4	18/07/2012	23:59:37	8,3
P14	21/12/2011	08:51:07	52,7	19/07/2012	06:59:37	4,1
P14	22/12/2011	14:51:07	37,9	20/07/2012	06:59:37	4,9

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Os maiores valores de chuvas ocorreram nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, período em que a massa Equatorial Continental entra em ação na região (CAMPOS, et al, 2002). No mês de agosto, dos 14 pontos instalados, apenas quatro registraram chuvas de 1 mm; não houve registros de chuvas em setembro. O ponto P10 foi o que mais chamou atenção, devido o baixo volume de chuvas - 534 mm - (Tabela 8), que pode ser justificado por ser ponto localizado próximo de um local de altitude mais elevada (620 m), ocorrendo uma sombra de chuva, definido por Pereira et al (2002, p.291) como “ aumento da precipitação no lado a barlavento e diminuição no lado a sotavento, com formação de correntes descendentes secas e diminuição da altura pluviométrica anual no segundo lado”.

Tabela 8 – Total de chuvas mensal no período de setembro de 2011 a setembro de 2012

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Set	48	38	17	18	44	61	5	4	11	20	12	11	46	34
Out	95	154	72	93	132	195	87	76	99	108	127	134	115	150
Nov	177	168	190	148	258	110	98	68	105	73	74	38	160	285
Dez	247	177	192	109	258	124	81	107	179	130	240	144	296	226
Jan	309	368	181	236	240	298	216	290	325	98	268	292	389	264
Fev	223	249	176	122	159	24	278	243	295	55	171	324	340	220
Mar	168	172	109	91	205	180	135	147	151	18	80	148	162	172
Abr	85	81	49	64	65	94	140	92	64	5	23	72	40	64
Mai	33	64	33	25	42	51	40	39	22	2	23	26	30	25
Jun	75	78	88	38	66	94	76	61	69	15	75	71	52	59
Jul	2	13	10	12	3	17	8	0	0	10	10	8	11	4
Ago	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1463	1562	1118	957	1472	1248	1164	1127	1320	534	1103	1269	1641	1503

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

As temperaturas máximas no interior das FES aconteceram entre 13 e final das 15h; no mês de setembro evidenciando o efeito da sazonalidade nas FES que provoca a caducifolia, perda das folhas, levando a diminuição do dossel vegetal causando alteração no microclima pela maior entrada de radiação solar confirmado em Pezzopane (2001), que constatou diferenças microclimáticas expressivas no mês de setembro em relação aos outros meses e Lopes (2011) que verificou em estudo na RPPN Pousada das Araras que a vegetação é o principal controlador do balanço de energia, com alterações microclimáticas no período de estiagem devido a maior abertura do dossel .

Os ambientes mais preservados P15 e P17 registraram menores temperaturas máximas absolutas (36,5 °C e 37,6 °C respectivamente), por terem o dossel mais fechado.

A atuação da massa de ar Polar Atlântica ocasionou as menores temperaturas mínimas absolutas nos pontos no interior das FES em julho de 2012, as menores ocorreram no P15 (4,1 °C) e P16 (3,8 °C), no início da manhã entre 7 às 7h40m (Tabela 9).

Os maiores valores de umidade relativa do ar, com 100%, ocorreram nos pontos P15, P16, P17 e P19, durante o início da manhã, entre 6 às 7h30m, no período de maior ocorrência de chuvas, entre outubro a maio, que, junto com a serrapilheira depositada no solo e evapotranspiração, ajudam a manter a umidade abaixo do dossel. As mínimas absolutas ocorreram no mês de setembro, no P15, com 13%, no P16, com 17%, no P17, com 18%, no P18, com 15% e no P19, com 6%, período das secas que associados às modificações na

estrutura do dossel influenciam na baixa umidade relativa do ar, que ocorrem entre 14 às 16h, período em que há maior incidência de insolação (Fotografia 16).

Tabela 9 – Data e horário das maiores temperaturas máximas absolutas e das menores temperaturas mínimas absolutas no interior das FES

PONTO	DATA	HORA	T.Máx	DATA	HORA	T.mín
P15	11/09/2012	15:29:20	35,3	18/07/2012	23:59:20	8,5
P15	12/09/2012	15:29:20	36,5	19/07/2012	07:29:20	4,1
P15	13/09/2012	15:29:20	36,7	20/07/2012	07:29:20	5
P16	09/09/2012	13:17:27	38,2	18/07/2012	23:47:27	8,7
P16	10/09/2012	13:17:27	38,7	19/07/2012	07:17:27	3,8
P16	11/09/2012	13:17:27	36,7	20/07/2012	07:17:27	4,4
P17	22/09/2011	15:42:55	35,4	19/07/2012	07:57:17	7,2
P17	23/09/2011	15:12:55	37,6	20/07/2012	06:57:17	6,5
P17	24/09/2011	15:12:55	27,3	21/07/2012	07:27:17	9,6
P18	09/09/2012	13:40:33	40,2	19/07/2012	07:10:33	5,1
P18	10/09/2012	13:10:33	42,1	20/07/2012	07:10:33	6
P18	11/09/2012	14:10:33	40,3	21/07/2012	07:10:33	9,9
P19	09/09/2012	14:39:10	45,6	18/07/2012	07:39:10	8,8
P19	10/09/2012	14:39:10	47,2	19/07/2012	07:39:10	4,6
P19	11/09/2012	14:39:10	45,3	20/07/2012	07:39:10	5,9

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Fotografia 16 – Camada de serrapilheira sobre o solo das FES



Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

Comparando os pontos no interior das FES com pontos próximos localizados fora das FES, em que o uso é de pastagens, verificou-se que a maior diferença entre as temperaturas

máximas absolutas ocorreram entre o P10 e P15, com 14,1 °C, o P10 fica localizado em solo exposto e seu entorno é de pastagens o que pode contribuir para o aumento expressivo da temperatura, enquanto o P15 é uma FES em bom estado de conservação, o dossel da vegetação e a camada de serrapilheira no solo ajudaram a controlar a temperatura.

Para as mínimas, a diferença ocorreu entre o P7 e P17, com diferença de 5,5 °C, como o P7 esta num ambiente aberto o calor se dissipa mais rapidamente causando temperaturas menores em relação ao ponto P17 em que o dossel vegetal ajuda a manter o calor por tempo demorando a ocorrer resfriamento, confirmado em Lopes (2011) que constatou a influência da cobertura vegetal na manutenção de valores elevados da temperatura mínima.

A maior diferença entre a umidade máxima absoluta ocorreu entre o P9 e o P16, 4% maior no P16, e entre P10 e o P15, 4% maior no P15. As mínimas absolutas ocorreram entre o P15 e o P19, 7% menor no P19, e entre o P9 e o P16, 8% menor no P16 (Tabela 10).

Em todos os pontos no interior das FES, as temperaturas máximas absolutas e as amplitudes térmicas foram menores, enquanto que as temperaturas mínimas absolutas e a umidade máxima absoluta maiores em 80% dos pontos no interior das FES, confirmado por Seitz (1976), que verificou essas mesmas características numa mata de *Pinus*, situada no setor de Ciências Agrárias da UFP, por Cestaro (1988), ao comparar uma mata de araucária e um terreno gramado em Esmeralda-RS, por Hernandez (2001), ao comparar ambiente de mata semidecídua, vinhedo e estação meteorológica, em Jundiaí-SP, por Pezzopane (2001), que comparou uma área aberta e três pontos no interior da floresta, em Viçosa-MG e por Lima (2010), que verificou que o dossel do mangue influencia diretamente na temperatura ar, na umidade do ar e outros elementos do clima, em Iguape-SP.

Tabela 10 – Comparação da temperatura do ar máxima absoluta (°C), mínima absoluta (°C) e temperatura média (°C), umidade relativa do ar máxima absoluta (%), mínima absoluta (%), média da umidade (%) do ponto fora da FES em relação ao ponto no interior da FES localizado mais próximo

	P5	P19	Dif	P7	P17	Dif	P9	P16	Dif	P10	P15	Dif	P12	P18	Dif
T. máx. abs.	46,9	47,2	-0,3	44,2	37,6	6,6	42,8	38,7	4,1	50,8	36,7	14,1	42,1	41,4	0,7
T. mín. abs.	2,4	4,6	-2,2	1,0	6,5	-5,5	1,4	3,8	-2,4	1,5	4,1	-2,6	2,1	5,1	-3,0
Amplitude	44,5	42,6	1,9	43,2	31,1	12,1	41,4	34,9	6,5	49,3	32,6	16,7	40,0	36,3	3,7
T. média	23,2	23,1	0,1	23,8	22,2	1,6	23,6	22,4	1,2	24,4	22,3	-2,1	23,7	23,4	0,3
U. máx. abs.	97	100	-3	97	100	-3	96	100	-4	96	100	-4	97	97	0
U. mín.abs.	13	6	7	15	18	-3	13	5	8	12	13	-1	15	15	0
Amplitude	84	94	-10	82	82	0	83	95	-12	84	97	-13	82	82	0
U. Média	39	75	-36	45	84	-39	43	63	-20	41	79	-38	46	75	-29

Fonte: LIMA, A. M. de (2013)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises e discussões sobre os objetivos que nortearam esse trabalho, os resultados demonstraram que:

- a) Essas informações levantadas na pesquisa servirão às demais pesquisas do projeto Pró-Centro-Oeste, intitulado: “ Análise do impacto da ação antrópica nas características hidrossedimentológica/limnológica da bacia do rio Claro – GO”.
- b) A classificação dos anos padrão das chuvas, a partir da média dos totais anuais de chuva das quatro estações - Cachoeira Alta, Itarumã, Pombal e Quirinópolis, do período analisado, 66% foram classificados como anos habituais, chuvosos e tendentes a chuvosos, demonstrando que a região tem disponibilidade de chuvas.
- c) A região apresenta grande variabilidade temporal das chuvas, Já a variabilidade espacial das chuvas mostrou maior concentração das chuvas a noroeste, estação de Pombal e a sudoeste, estação de Itarumã, mostrando maior atuação da massa equatorial continental.
- d) A tendência média das chuvas regional das quatro estações, mostrou uma tendência de manutenção das chuvas, no entanto a estação de Cachoeira Alta e Pombal teve tendência de acréscimo; e as estações de Itarumã e Quirinópolis tendência de decréscimo das chuvas no período.
- e) Constatou-se que, dos 965 km² da área ocupada pelas bacias 66% é de uso para pastagens, 19% de vegetação nativa, fragmentada, imersas as pastagens, culturas de cana-de-açúcar e silvicultura. Os fragmentos de vegetação nativa estão em constante ameaça e pressão devido às atividades antrópicas desenvolvidas como a agropecuária e geração de energia.
- f) Com o aumento na área ocupada por água de 0,6 % (2009) para 7,4 % (2011), trouxe mudanças no microclima das Bacias, como constatado em pontos próximos ao reservatório e pontos mais distantes.
- g) Embora a área de estudo não tenha grandes diferenças altimétricas, as chuvas na Fazenda Ribeirão dos Paula I, ponto P10, teve 535 mm, sofreu nesse período o efeito de uma sombra de chuva, devido a localização próxima do ponto de 620 m.
- h) As Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) mostraram um efeito atenuador sobre a temperatura máxima, nas temperaturas mínimas, nas amplitudes térmicas e na umidade relativa do ar máxima, gerando um microclima mais ameno, com temperatura máxima menores, mínimas maiores e umidade relativa do ar mais elevada, distinto do verificado fora das FES;

- i) As Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) com melhor estado de conservação mostraram maior influência na temperatura e umidade relativa do ar, com influência direta no desenvolvimento das espécies vegetais no interior da floresta e da fauna que necessitam dela como refúgio.
- j) As Florestas estacionais Semidecíduais (FES) são importantes controladores microclimáticos, assim a sua preservação se torna indiscutível não só para manutenção do clima na escala microclimática mas também na escala regional e local.

REFERÊNCIAS ²

- AB’SÁBER, A. Nos Vastos Espaços dos Cerrados. In: _____. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2011. p. 35-43.
- ALVES, L. M. Clima da região Centro-Oeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al.(Org). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 235-241.
- ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. 2009. v.1. 123f. Tese (Doutorado em geografia)-Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332p.
- BARRETO, M. J. R.; CORREA, E. M. S. e. As barragens e os problemas decorrentes de sua construção (notas preliminares). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.3, n.1-2, jan/dez. 1983. Disponível em:<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/4280/3759>. Acesso em: 09 de jul de 2012.
- BRAGA, C. de C. **Distribuição espacial e temporal de sólidos em suspensão nos afluentes e reservatório da usina hidrelétrica Barra dos Coqueiros-GO**. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Goiás- Câmpus Jataí. Jataí-GO, 2012.
- CAMPOS, A. B. de et al. Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidade no estado de Goiás. In: ALMEIDA, M. G. DE. (Org). **Abordagens geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia. 2002. p.91-118.
- CESTARO, L. A. Estudo microclimático do interior de uma mata de araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 12, n.1. 1988. p. 41-57
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. (1991) **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba-SP**. 1991. 112f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Faculdade de Ciências Humanas, Universidade de São Paulo- USP, 1991.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Procedimentos de análise utilizados no estudo da precipitação. **Geociências**, São Paulo, v.11, n.1, p. 75-98, 1992.
- CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT’ANNA NETO, J. A.; ZAVATINI, J. A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. 21. ed. Maringá: Eduem, 2000. p. 17-27.
- COUTINHO, L. M. Aspectos do cerrado. **Cerrado**, São Paulo, 2000. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/cerrado/ aspectos_clima.htm](http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_clima.htm)>. Acesso em: 21 jun 2011.

² ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR: informação e documentação, referências, elaboração, Rio de Janeiro, NBR 6023 (2002); 6027 (2003); 1474 (2011); 10520 (2002); 12225 (2004).

DACANAL, L. C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr/jun 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/12130/8461>>. Acesso: 14 ago. 2012.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. Disponível em: <http://www.solos.ufmt.br/docs/esp/SIBCs_2009.pdf >. Acesso em: 05 maio 2012.

EIBH- **Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas do Sudoeste Goiano**, Goiânia, 2005. CD-ROM.

FALCÃO, M. R.; et al. Análise da variação da umidade relativa do ar do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil. In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, II, 2010. **Anais...** Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações técnicas florestais**, v. 5, n.1. Brasília. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68p.

FELFILI, J. M.; SOUSA-SILVA, J. C.; SCARIOT, A. Biodiversidade, ecologia e conservação do Cerrado: avanços no conhecimento. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, S. M. **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília-DF: Ministério do meio ambiente. 2005, p. 24-44.

FERREIRA, I. M. **O afogar das veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003. 243f. Tese (Doutorado em Geografia)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/F/HUYV9YUQE8PRRL99DPC8U34FUVKJ4G%20XIDHVG%20A5JYT9X2V2PVHL-07578?func=short-filter-r&field_code=100&text_from=Ferreira%20C&text_to=Ferreira&x=30&y=8>. Acesso em: 12 out. 2012.

FERNANDES, C. T. C. **Impactos socioambientais de grandes barragens e desenvolvimento: a percepção dos atores sociais sobre a usina hidrelétrica de Serra da Mesa**. 2010. 412f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)- Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília-DF. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/7175/1/2010_ClaudioTadeuCardosoFernandes.pdf >. Acesso em: 05 nov. 2012.

GALVANI, E. ; LIMA, Nádia Gilma Beserra de . Estudos climáticos nas escalas inferiores do clima: manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP. **Revista Mercator**, Fortaleza, CE, v.9, n. especial 1. 2010. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/531/296>>. Acesso em: 02 maio 2012.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: O clima da camada de ar junto ao solo**. 4 ed. Lisboa Fundação: Calouste Gulbenkian, 1961, 555p.

GRIM, A. M. Verificação de variações climáticas na área do lago de Itaipu. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 5, 1988, **Anais...** Rio de Janeiro, 1988.

GUERRA, A. J. T. **Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no Sudoeste de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 212 p.

HERNANDES, J. L. **Diferenças microclimáticas entre ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiá, SP**. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical)–Instituto Agonômico de Campinas, Campinas-SP, 2001.

HERNANDES, J. L.; PEDRO-JÚNIOR, M. J.; BARDIN, L. Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiá (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, ago. p. 169-180, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052002000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 05 maio 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto Radambrasil**. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Levantamento de Recursos Hídricos. Folha SE 22 – Goiânia. V31. Geologia, geomorfologia, pedologia. Rio de Janeiro. 1983.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficas de escala 1: 250.000** (folhas SE-22-YB e SE-22-ZA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01 dez. 2011.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2013.

IMAÑA-ENCINAS, J.; et al. Composição arbórea de um trecho da floresta estacional semidecidual em Pirenópolis, Goiás. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v.3, n.3, p.283-288, jun-set, 2008. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php/journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=362&path%5B%5D=188>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – **Divisão de Processamento de Imagens – DPI**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

JAKOB, A. A. E; YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, 10, 2006, Caxambu-MG. **Anais eletrônicos...** Caxambu-MG: ABEP, 2006. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_388.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2012.

JARDIM, C. H. Variações da temperatura do ar e o papel das áreas verdes nas pesquisas de climatologia urbana. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v.10, n.1, p.09-25, jan/jun. 2010.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia, GO: Secretaria de Indústria e Comércio e Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2005.

LIMA, N. G. B. **Análise microclimática dos manguezais da Barra do Ribeira-Iguape/SP**. 2009. 185f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física)–Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2009.

LIMBERGER, L.; PITTON, S. E. C. Mudanças climáticas globais e alterações alimáticas a participação dos grandes reservatórios de usinas hidrelétricas. **Pleiade**, Foz do Iguaçu, v.2, p.123-133, jul/dez. 2008. Disponível em: <<http://www.uniamerica.br/site/revista/index.php/pleiade/article/view/33/27>>. Acesso em: 08 jun. 2012.

LOBATO, E. J. V.; et al. A. **Atlas climatológico do Estado de Goiás**. Goiânia: Editora da UFG, 2002. 99p.

LÓIS, E.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. Efeitos de diferentes estruturas de vegetação ciliar sobre as variáveis de microclima e a sensação de conforto térmico. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 117-136, jun. 2011. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/RIF23-1PDF/index.asp>. Acesso em: 06 ago. 2012.

LOPES, R. M. **Análise topo e microclimática da RPPN- Pousada das Araras Serranópolis-GO**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade Federal de Goiás- Câmpus Jataí. Jataí-GO. 2011.

MACEDO, E. A. G. **Variações higrométricas: o caso das bacias do Açude (Sapo) e Capoeira em Jataí-GO**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade Federal de Goiás- Câmpus de Jataí, 2012.

MACHADO, R. B.; et al. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. **Conservação Internacional**, Brasília, DF. Julho, 2004. Disponível em: <www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>. Acesso em: 06 maio 2012.

MARIANO, Z. de F. **A importância da variável climática na produtividade de soja no sudoeste de Goiás**. 2005. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia)–Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro-SP, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2005.

MARIANO, Z. de F. Precipitações pluviais e a cultura da soja em Goiás. **Revista Mercator**, Fortaleza, CE, v.9, n. especial 1. 2010. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/455/295>>. Acesso em 02 de maio 2012.

MENDONÇA, F. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: concepções científicas e escalas de abordagem. In ____ **Climatologia: noções básicas e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MONTEIRO, M. B. C. A.; AZEVEDO, T. R. DE. Comparação do perfil vertical da temperatura e da umidade relativa do ar em fragmentos de mata Atlântica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, SP. v.3. n.2, Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/241/197>>. Acesso em: 12 maio de 2012.

MORAGAS, W. M. **Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro - Sudoeste de Goiás**: contribuição ao planejamento e gestão. 2005. 226f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro-SP, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2005.

MORAIS, V.; CABRAL, J. B. P.; MARIANO, Z. de F. Dinâmica das chuvas no município de Caçu (GO). In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 7., 2006, Rondonópolis-MT. **Anais...** Rondonópolis, 2006, p. 1-7.

MORECROFT, M. D.; TAYLOR, M. E.; OLIVER, H. R. Air and soil microclimates of deciduous woodland compared to an open site. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.90 n.1-2, p.141-156, 1998.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E.M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v.18, n. 3, set. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062004000300023&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 18 out. 2012.

NIMER, E. Climatologia da Região Centro-Oeste. In: _____ **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 391-419.

NOVELIS. **RIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros**. 2005. 230p.

NUNES, L. H.; LOMBARDO, M. A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista IG**, São Paulo. v.16 (1/2), 1995, p. 21-31. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/dc_revista_indice.asp>. Acesso em: 04 maio 2012.

NUNES, L. H. As escalas nas ciências atmosféricas. **Revista IG**, São Paulo. v.19 (1/2), 1998, p.71-73. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/19_1-2_6.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2012.

OMM. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals**. Geneva, 1989. Technical document, n. 341; WCDP, n.10. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/html/clima/OMM_WCDP_N10.pdf. Acesso em: 06 dez. 2012.

PARDÉ, J. El microclima Del bosque. In: PESSON, P. **Ecologia forestal**: El bosque: clima, suelo, árboles, fauna. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1978. p. 29-46.

PAULA, M. R.; CABRAL, J. B. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica da UHE de Barra dos Coqueiros – GO. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19, CONPEEX, 8, 2011, Goiânia. **Anais...** Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, 2011.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTEHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba-SP: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG**. 2001. 240f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, S. M. **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília-DF, 2005, Ministério do meio ambiente. Cap.24, p. 401-413.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro-SP, v.23, n.45-46, p.288-294, 1993.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S. M.; et al. **Cerrado: Ecologia e flora**, v I. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológicas. Cap.6.

ROCHA, C. R da. **Caracterização dos impactos do desmatamento no microclima em Rondônia (RO)-LBA 2002**. 122f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, 2010.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7º ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA. **Acta Amazonica**, v. 35 n.1, p. 41 – 50, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 25 abr. 2012.

SANT'ANNA NETO, J. A. **As chuvas no estado de São Paulo: Contribuição ao Estudo da Variabilidade e Tendência da Pluviosidade na Perspectiva da Análise Geográfica**. 1995. 253f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SANT'ANNA NETO, J. A. As chuvas nos estado de São de Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, J. A. ; ZAVATINI, J.A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. 21. ed. Maringá: Eduem, 2000. p. 95-120.

SEITZ, R. U. Estudo da variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar no interior de uma mata de *Araucaria angustifolia* em relação ao terreno livre. **Revista Floresta**, n.7, p.36-45, 1976.

SERAFINI JÚNIOR, S.; GALVANI, E.; ALVES, R. R. A escolha de um cenário de referência para a identificação de impacto climático em planos de manejo. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 14, 2011, Dourados. **Anais...** 2011. CD-ROM.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. 173f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SIEG. **Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

SILVA, F. A. M. da; et al. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M., et al (Org). **Cerrado: ecologia e flora**. Vol. 1. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, cap. 3.

SOARES NETO, J. P.; et al. Tendências das séries de temperaturas, máxima, média e mínima do município de Barreiras no Oeste da Bahia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V.11, N. 2. Ed.da Universidade Estadual da Paraíba. ISSN 1519-5228. Disponível em: <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/ArtigoV11-n2/Artigo_BioTerra_v11_n2_2011_06.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2012.

SORRE, M. Objeto e método da geografia. Tradução de José Bueno Conti . **Revista do Departamento de Geografia**, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, n.18, p.89-94, 2006.

SOUZA, M. B. de. **Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano:** estudo de caso em Presidente Epitácio (SP). 2010. 203f. Tese (Doutorado em Geografia)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TRAVASSOS, L. E. P. Impactos gerados pela UHE Porto Primavera sobre o meio físico e biótico de Campinal, Presidente Epitácio, SP. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.1, n.1, 2001. Disponível em:<http://edep.uepb.edu.br/rbct/sumários/sumario_v1_n1.htm> Acesso em: 20 mar. 2012.