UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

MARCOS BARROS DE SOUZA

**Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano:
estudo de caso em Presidente Epitácio (SP)**

São Paulo

2010

MARCOS BARROS DE SOUZA

**Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano:
estudo de caso em Presidente Epitácio (SP)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título do Doutor em Ciências (Geografia Física).

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

S580i Souza, Marcos Barros de.
Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP) / Marcos Barros de Souza. – São Paulo : [s.n.], 2010
xiii, 203 f.

Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Orientador: Emerson Galvani
Inclui bibliografia

1. Lagos artificiais. 2. Clima urbano. 3. Presidente Epitácio. I. Autor. II. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. III. Título.

CDD(18.ed.) 621.71

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Presidente Prudente.
claudia@fct.unesp.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Marcos Barros de Souza

Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título do Doutor em Ciências (Geografia Física).

Submetido a avaliação em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Emerson Galvani

Instituição: USP / FFLCH

Assinatura: _____

Prof. Dr. José Bueno Conti

Instituição: USP / FFLCH

Assinatura: _____

Prof. Dr. Tarik Rezende de Azevedo

Instituição: USP / FFLCH

Assinatura: _____

Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Instituição: UNESP / FCT

Assinatura: _____

Profa. Dra. Zilda da Fátima Mariano

Instituição: UFG / Campus de Jataí

Assinatura: _____

Aos meus pais Nelson Barros Souza (*in
memorian*) e Eunice Maria da Silva Souza
que constantemente me incentivaram
nesta longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter me dar força e coragem para enfrentar as adversidades.

A toda a minha família, que sempre perguntava sobre o desenvolvimento da pesquisa e incentivava com votos de confiança.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Emerson Galvani, pela oportunidade, pela confiança e pelo constante incentivo.

Aos Profs. Drs. Sueli Ângelo Furlan e José Bueno Conti, que me receberam na USP com muito carinho e acreditaram na minha competência.

A Prefeitura Municipal da Estância Turística de Presidente Epitácio que autorizou a instalação dos equipamentos e aparatos em locais vinculados à Prefeitura.

Aos moradores, proprietários e responsáveis pelos imóveis que autorizaram a instalação dos equipamentos e aparatos em locais considerados adequados.

Aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação da FFLCH/USP (Ana Lucia Lima Pereira, José Fermino, Jurema Ricci Navarro, Maria Aparecida Brambila e Rosangela F. Garcez), que sempre me prestaram total apoio na tramitação de documentos e me atenderam com muita dedicação e presteza.

Aos funcionários do Departamento de Geografia da FFLCH/USP (Douglas Rogério Anfra, Luciana Andréa Ramos, Orlando Silva Barbosa e Sebastião Pinheiro dos Santos), que sempre me atenderam com muita dedicação.

Aos colegas e amigos do Departamento de Fisioterapia da FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente, pelo incentivo na caminhada da obtenção do título acadêmico de Doutor.

A Pró-Reitoria da Administração da UNESP, pela concessão de Bolsa Complemento Educacional, que foi de extrema importância para custear as inúmeras viagens à USP (São Paulo – Capital) para frequentar o Programa de Pós-Graduação e à Presidente Epitácio (SP), para a obtenção de dados da pesquisa.

Ao técnico do Laboratório de Climatologia e Biogeografia da FFLCH/USP, Rogério Rozolen Alves, por ter me auxiliado no manuseio dos equipamentos e aparatos necessários para a obtenção de dados da pesquisa.

A amiga Zilda de Fátima Mariano, pela amizade e pelo constante incentivo no prosseguimento da carreira acadêmica.

Ao amigo Wilian André Fonseca, pela amizade e por sempre estar presente nos momentos de angústia e de satisfação.

Ao amigo Ricardo dos Santos, morador da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP), que sempre esteve presente auxiliando nos contatos para instalação dos equipamentos e aparatos para obtenção de dados da pesquisa, além de ser uma pessoa que ofereceu várias sugestões de textos sobre a área de estudo da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Mauro Issamu Ishikawa, docente do Departamento de Cartografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP – Campus de Presidente Prudente, que auxiliou na determinação das coordenadas geográficas e da localização nos postos de obtenção de dados da pesquisa na imagem de satélite do município de Presidente Epitácio (SP).

As desenhistas Flora Hideko Sato e Maria Shigueco Akinaga Botti, da Seção de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP – Campus de Presidente Prudente, que prestaram excelente serviço na digitalização e acabamento de figuras utilizadas na pesquisa.

Ao amigo Sérgio Serafini Junior, que me auxiliou a trabalhar com os dados da pesquisa no programa *Excel*, agradeço pela inestimável ajuda.

A amiga Danielli dos Santos Baeta, que me auxiliou na sistematização dos dados e na elaboração e revisão dos gráficos e tabelas.

Ao amigo Walmir César Lanza Caldeira, sempre prestativo, que auxiliou na tradução de documentos importantes para o desenvolvimento e conclusão da pesquisa.

A Banca Examinadora, pelas correções e sugestões.

Muito obrigado a todos!

"Tudo tem seu tempo e até certas manifestações mais vigorosas e originais entram em voga ou saem de moda. Mas a sabedoria tem uma vantagem: é eterna".

Baltasar Gracián

SOUZA, Marcos Barros 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.

Resumo

Nas últimas décadas tem sido temática de estudos as alterações realizadas no meio ambiente urbano e as variabilidades climáticas que ocorrem a partir das intervenções, principalmente no que se refere à formação de lagos artificiais para construção de usinas hidrelétricas. As transformações antrópicas de um determinado espaço físico podem ocasionar variações nos atributos climáticos, como a umidade relativa do ar e a temperatura do ar, dentre outros. O objetivo geral desta pesquisa foi verificar as possíveis alterações no clima local e do clima urbano da cidade de Presidente Epitácio, localizada no extremo oeste do Estado de São Paulo, devido à formação do lago artificial para a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), utilizando registros da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em um transecto da margem do lago passando pela área urbana até o ambiente rural circunvizinho, analisando as variáveis temporal, espacial e horária em diferentes períodos do ano (primavera, verão, outono e inverno), bem como a análise dos desvios da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, entre os postos localizados próximos ao lago, na área intra-urbana e na área rural. A área de estudo constitui o município de Presidente Epitácio (SP) e o lago artificial foi formado pelo represamento das áreas do rio Paraná, na divisa entre os Estados de São Paulo e de Mato Grosso do Sul. A região possui clima tropical com verão úmido e inverno seco, registrando temperaturas máximas de 40°C e mínimas de 10°C, tendo os meses chuvosos de novembro a março com pluviosidade média anual de 1.200mm a 1.400mm e umidade relativa do ar de cerca de 80%. Para a coleta de dados realizada entre setembro de 2008 e setembro de 2009, sendo trinta dias em cada estação (primavera, verão, outono e inverno), foram utilizados sensores digitais de temperatura do ar e de umidade relativa do ar da marca *StowAway*, instalados em sete postos. Na variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural foi possível verificar que nos horários de maior produção de energia, ou seja, durante o período diurno as diferenças das amplitudes diminuem e no período noturno aumentam, devido ao volume de energia produzida no período diurno e dissipação desta energia no período noturno. Na variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural verificou-se que as amplitudes são maiores durante o período noturno, sendo menores durante o período diurno, ou seja, as amplitudes higrométricas são menores na área de influência do lago e na área rural do que na área intra-urbana. Conclui-se que, apesar de não haver valores significativos entre os postos, a presença do lago não contribui para o aumento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, porém funciona como um maior equilíbrio térmico e higrométrico.

Palavras-chaves: Lagos artificiais, Clima urbano, Clima local, Umidade relativa do ar, Temperatura do ar, Presidente Epitácio.

SOUZA, Marcos Barros de. **Influence of artificial lakes in local climate and urban climate**: a case study in Presidente Epitácio (SP). 2010. 203f. Thesis (Ph.D. in Geography) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Abstract

In the last decades it has been subject of studies the changes urban environment and the climate variability that occur from interventions, especially as regards the formation of artificial lakes for hydroelectric plants. The anthropogenic transformation of a given physical space can cause variations in climatic attributes such as relative humidity and air temperature, among others. The objective of this research was to investigate the possible changes in local weather and climate in the city of Presidente Epitácio, located in the extreme west of São Paulo, due to the formation of an artificial lake to build the hydroelectric plant “Engenheiro Sérgio Motta” (Porto Primavera), using records of air temperature and relative humidity in a transect from the shore through the urban area to the surrounding rural environment, analyzing the temporal, spatial and hourly variables at different times of year (spring, summer, autumn and winter), as well as analysis of the deviations of air temperature and relative humidity between stations located near the lake in the intra-urban and rural areas. The study area is the city of Presidente Epitácio (SP) and the artificial lake was formed by damming the areas of the Paraná river on the border between the states of São Paulo and Mato Grosso do Sul. The region has tropical climate with wet summer and dry winter, recording maximum temperatures of 40°C and minimum 10°C in the rainy months from November to March with average annual rainfall of 1,200mm to 1,400mm and relative humidity of about 80%. For data collection conducted between September 2008 and September 2009, with thirty days in each season (spring, summer, autumn and winter), digital sensors for air temperature and relative humidity of the StowAway brand were used and installed in seven stations. The variation of air temperature between the positions of intra-urban area, of near de lake area and of the rural area it was verified that at times of increased energy production. During daytime differences of amplitudes decrease and increase at night due to the volume of energy produced during the day and dissipation of energy at night. Regarding the variation of relative humidity between the positions of intra-urban area, of near the lake and the rural area it was found that the amplitudes are larger during the night, being low during daytime. The the amplitudes are smaller hygrometric in the influence area of the lake and the rural area than in intra-urban area. We conclude that, although no significant values among the sites, the presence of the lake does not contribute to the increase of air temperature and relative humidity, but contributes to a better thermal and hygrometric balance.

Keywords: Artificial lakes, Urban climate, Local climate, Relative humidity, Air temperature, Presidente Epitácio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Perfil clássico da ilha de calor de grandes centros urbanos	26
Figura 2 -	Representação esquemática de uma secção transversal genérica de uma típica ilha de calor urbano, mostrando os conceitos de “ <i>pick</i> ”, “ <i>cliff</i> ” e “ <i>plateau</i> ”	26
Figura 3 -	Representação esquemática das camadas da atmosfera urbana (<i>urban boundary layer</i> e <i>canopy boundary layer</i>)	29
Figura 4 -	Localização das Usinas Hidrelétricas no Estado de São Paulo ...	81
Figura 5 -	Localização do Município da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP)	83
Figura 6 -	Carta geomorfológica do Estado de São Paulo	87
Figura 7 -	Carta hipsométrica de Presidente Epitácio (SP)	88
Figura 8 -	Carta geológica do Oeste do Estado de São Paulo	91
Figura 9 -	Carta de solos do Oeste do Estado de São Paulo	95
Figura 10 -	Hidrografia do Oeste do Estado de São Paulo	97
Figura 11 -	Pluviograma acumulado médio mensal do período de 1960 a 1969, do município de Presidente Epitácio (SP)	98
Figura 12 -	Pluviograma acumulado médio mensal do período de 1960 a 1969, do município de Presidente Epitácio (SP)	99
Figura 13 -	Esquema representativo das feições individualizadas no território paulista dentro das células climáticas regionais e das articulações destas nas faixas zonais	102
Figura 14 -	Classificação dos climas do Estado de São Paulo pelo Sistema de Thornthwaite (1948)	104
Figura 15 -	Lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) – Cotas 257m e 259m	106
Figura 16 -	Sensor digital para registro da temperatura do ar	111
Figura 17 -	Sensor digital para registro da umidade relativa do ar	113
Figura 18 -	Mini-abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo proposto por Armani e Galvani (2006)	114

Figura 19 - Sensores digitais de umidade relativa do ar e de temperatura do ar após programação	116
Figura 20 - Imagem parcial do município da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP), com os locais onde foram instalados os postos, formando o transecto	123
Figura 21 - Perfil da área de estudo com indicação dos postos de registro de dados	124
Figura 22 - Posto 1 (P1) – Residencial Portal do Lago – Associação Residencial Portal do Lago (Avenida Marginal Juliano Ferraz Lima)	125
Figura 23 - Posto 2 (P2) – Associação Beneficente e Cultural São Jerônimo - Espaço Criança (Avenida Tibiriçá, nº2.100)	125
Figura 24 - Posto 3 (P3) – Residência do Sr. José Valmir Flor (Rua Vitória, nº16-66 – Centro)	126
Figura 25 - Posto 4 (P4) – E.M.E.I. “Doce Saber” / Escola Municipal de Ensino Supletivo (Rua Antônio Venâncio Lopes, nº 2 – 59 – Centro)	127
Figura 26 - Posto 5 (P5) – Secretaria Municipal de Educação e Esportes (Rua São Paulo, nº9 – 43)	127
Figura 27 - Posto 6 (P6) – Propriedade rural do Sr. Antonio Paulino dos Santos (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 70)	128
Figura 28 - Posto 7 (P7) – Propriedade rural do Sr. José Alves Santana (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 68)	129
Figura 29 - Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera)	131
Figura 30 - Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão)	134
Figura 31 - Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono)	137
Figura 32 - Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno)	139

Figura 33 -	Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera)	142
Figura 34 -	Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão)	145
Figura 35 -	Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono)	147
Figura 36 -	Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno)	149
Figura 37 -	Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 1 (Primavera)	153
Figura 38 -	Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 2 (Verão)	154
Figura 39 -	Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 3 (Outono)	155
Figura 40 -	Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 4 (Inverno)	156
Figura 41 -	Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 1 (Primavera)	158
Figura 42 -	Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 2 (Verão)	159
Figura 43 -	Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 3 (Outono) ...	160
Figura 44 -	Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 4 (Inverno) ...	161
Figura 45 -	Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	162
Figura 46 -	Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2 (Verão)	164
Figura 47 -	Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3 (Outono)	165
Figura 48 -	Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4 (Inverno)	166

Figura 49 - Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	168
Figura 50 - Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2 (Verão)	169
Figura 51 - Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3 (Outono)	170
Figura 52 - Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4 (Inverno)	171
Figura 53 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	173
Figura 54 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	174
Figura 55 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 2 (Verão)	175
Figura 56 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 2 (Verão)	176
Figura 57 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 3 (Outono)	177
Figura 58 - Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 3 (Outono)	178
Figura 59 - Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	180
Figura 60 - Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 1 (Primavera)	181
Figura 61 - Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 2 (Verão)	182

Figura 62 -	Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 2 (Verão) ...	183
Figura 63 -	Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 3 (Outono)	184
Figura 64 -	Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 4 (Inverno) .	185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Períodos dos trabalhos de campo, com seus respectivos períodos de calibração e períodos de medidas efetivamente realizadas	116
Tabela 2 -	Correções dos dados dos sensores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, após registro dos dados e identificação dos sensores digitais padrões	119
Tabela 3 -	Distâncias entre os postos de registro de dados (Postos 1 a 7) e distância linear entre os Postos 1 e 7	120
Tabela 4 -	Pontos onde foram instalados os aparelhos, com respectivas altitudes e coordenadas geográficas	122
Tabela 5 -	Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera)	133
Tabela 6 -	Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão) .	135
Tabela 7 -	Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono)	138
Tabela 8 -	Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno)	141
Tabela 9 -	Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera)	143
Tabela 10 -	Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão) .	146
Tabela 11 -	Valores de umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono)	148
Tabela 12 -	Valores de umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno)	151

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1.	Justificativa	20
1.2.	Hipótese	21
1.3.	Objetivos	22
1.3.1.	Objetivo geral	22
1.3.2.	Objetivos específicos	22
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1.	O clima urbano	23
2.1.1.	Aspectos teóricos e metodológicos do clima urbano	23
2.1.2.	O clima urbano em cidades de pequeno e médio porte	38
2.1.3.	O clima urbano em cidades de grande porte	48
2.2.	Formação de lagos artificiais e alterações climáticas	51
2.3.	Formação de lagos artificiais e impactos ambientais	57
2.4.	Formação de lagos artificiais e impactos nos ecossistemas	69
2.5.	Formação de lagos artificiais e impactos sócio-ambientais provocados por grandes empreendimentos hidrelétricos	74
2.6.	O setor energético no Estado de São Paulo e o processo de implantação da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)	77
3.	A ÁREA DE ESTUDO	82
3.1.	O município de Presidente Epitácio (SP)	82
3.2.	Histórico	83
3.3.	Aspectos físicos do Oeste do Estado de São Paulo	84
3.3.1.	Geomorfologia	85
3.3.2.	Geologia	89
3.3.3.	Pedologia	92
3.3.4.	Hidrografia	96
3.3.5.	Clima	100

3.4.	A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)	104
3.5.	Impactos sócio-ambientais provocados pela Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)	107
4.	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	110
4.1.	Equipamentos e aparelhos utilizados	110
4.1.1.	Medição da temperatura do ar	110
4.1.2.	Medição da umidade relativa do ar	112
4.1.3.	Mini-abrigo meteorológico de baixo custo	113
4.2.	Medição das coordenadas geográficas	115
4.3.	Calibração e correção dos aparelhos	115
4.4.	Trabalho de campo	119
4.5.	Instalação dos equipamentos e dos aparelhos	121
4.6.	Organização e análise dos dados	129
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	131
5.1.	Variação temporal da temperatura do ar	131
5.2.	Variação temporal da umidade relativa do ar	142
5.3.	Variação espacial da temperatura do ar	152
5.4.	Variação espacial da umidade relativa do ar	157
5.5.	Variação horária da temperatura do ar	162
5.6.	Variação horária da umidade relativa do ar	167
5.7.	Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana, da área do lago e da área rural	172
5.8.	Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana, da área do lago e da área rural	179
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	186
7.	REFERÊNCIAS	188

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o meio ambiente urbano têm sido debatidos por inúmeros pesquisadores nas últimas décadas. Dentre estes estudos destacam-se aqueles sobre as alterações realizadas no meio ambiente urbano e as variabilidades climáticas que ocorrem a partir das intervenções.

A formação de lagos artificiais para construção de usinas hidrelétricas tem sido tema de estudos de diversas pesquisas científicas no Brasil, principalmente devido às alterações que ocorrem no meio ambiente no entorno desses empreendimentos.

Para se determinar as influências do clima sobre um determinado lago artificial e os efeitos que este provoca sobre os fenômenos meteorológicos em resposta às influências ocorridas é importante conhecer as condições meteorológicas antecedentes à formação do lago e descobrir quais são os fatores que, regionalmente, determinam as características climáticas dessa área. Considerando a formação do lago naquela paisagem, se identificam quais os padrões climáticos que sofrerão alterações pela submersão de vales, criação de espelho líquido, substituição da superfície das florestas e campos agrícolas pela superfície do reservatório, muitas vezes de considerável extensão (MÜLLER, 1995).

Porém, no caso de Presidente Epitácio, não foram obtidos dados referentes ao clima, em escala local, antes da formação do lago artificial, o que torna inviável uma análise científica das alterações dos aspectos climáticos. De acordo com a literatura sobre o assunto, em geral, ocorrem alterações de alguns aspectos climáticos como: temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, dentre outros. Mas, estas alterações estarão intimamente relacionadas com as características da paisagem que predominava na área de influência do lago.

De acordo com Müller (1995) a umidade relativa do ar em regiões onde a taxa de umidade é elevada, como é o caso das regiões de clima tropical, a presença do reservatório em geral não provocará alterações nesse indicador. No entanto, nas regiões de clima seco, o reservatório propiciará a evaporação,

elevando assim, a umidade atmosférica na área deste reservatório. No caso de alterações no número de horas de insolação, no Brasil, ainda não foram constatadas variações significativas. Mesmo assim, é preciso lembrar que a formação de neblinas pode ser intensificada pelos reservatórios, uma vez que estes auxiliam no aumento da umidade atmosférica, o que reduziria a quantidade de horas de incidência solar nas regiões mais próximas a esses reservatórios.

De acordo com pesquisa desenvolvida por Campanharo (2003) foi observada a ocorrência de ventanias nos últimos anos no município de Presidente Epitácio (SP). Porém, as variações efetivas da velocidade dos ventos só poderiam ser detectadas e comprovadas por aparelhos medidores específicos. Esse suposto aumento na velocidade dos ventos pode ser explicado pela eliminação dos obstáculos e/ou rugosidades naturais (cobertura vegetal, ilhas, dentre outros), substituídos por uma lâmina d'água de considerável extensão (cerca de 2.250 km²), onde o atrito do vento com a superfície diminui, fazendo com que os ventos alcancem maiores velocidades sendo perceptíveis à superfície. Os ventos formam ondas e, de acordo com pescadores do município, as ondas no reservatório têm atingido cerca de 2m de altura durante a ocorrência de tempestades, o que prejudica a navegação e, conseqüentemente, as atividades de pesca e de turismo. Outro grande problema originado pelos ventos é o embate constante das ondas nas margens do reservatório, que vem desencadeando processos erosivos e provocando o deslizamento das encostas.

1.1. Justificativa

Considerando a inexistência de registros prévios e posteriores às transformações ocorridas, considerando o exposto e a necessidade de realizar estudos sobre o município de Presidente Epitácio (SP) e possíveis alterações no clima local e no clima urbano devido a formação do lago artificial para a construção

da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porta Primavera) é que se justifica a realização da presente pesquisa.

Ressalta-se, ainda, que a formação de lagos artificiais pôde resultar em alterações nos atributos do clima, como temperatura, umidade relativa do ar, direção do vento, dentre outros.

1.2. Hipótese

As transformações antrópicas de um determinado espaço físico podem ocasionar variações nos atributos climáticos, como aumento/redução da umidade relativa do ar e da temperatura do ar, dentre outros.

Em um lago artificial formado para a construção de uma Usina Hidrelétrica é necessário o represamento de um volume considerável de água. Desta forma a superfície do lago se torna mais extensa do que o leito normal do rio. A radiação solar sobre essa superfície do lago é mais intensa, ocorrendo maior evaporação, bem como aumento de ondas causadas pelos ventos, dentre outros fatores.

Para que se faça um estudo que comprove ou não se há influência direta no clima local e no clima urbano da cidade localizada próxima ao espaço físico transformado antropicamente são necessários registros prévios e posteriores às transformações. Porém não há registros de dados na área de estudo.

A hipótese para essa pesquisa é de que pode haver alguma relação entre a formação do lago artificial para a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), o clima local e o clima urbano da cidade de Presidente Epitácio (SP), situado às suas margens.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa foi:

- verificar as possíveis alterações no clima local e do clima urbano da cidade de Presidente Epitácio, localizada no extremo oeste do Estado de São Paulo, devido à formação do lago artificial para a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), utilizando registros da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em um transecto da margem do lago passando pela área urbana até o ambiente rural circunvizinho.

1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- analisar a variação temporal da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, em diferentes períodos do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno);
- analisar, através de perfil longitudinal, a variação espacial da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, em diferentes períodos do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno);
- analisar a variação horária da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, em diferentes períodos do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno);
- analisar os desvios da temperatura do ar e da umidade relativa do ar entre os postos localizados na área intra-urbana, na área de influência do lago e da área rural.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O clima urbano

Considerando que um dos objetivos da pesquisa é verificar as possíveis alterações no clima local e no clima urbano de Presidente Epitácio (SP) devido à formação do lago artificial para a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), faz-se necessário realizar um levantamento de pesquisas realizadas sobre clima urbano, com ênfase para aquelas que envolvem cidades de pequeno e de médio porte, além de destacar aspectos teóricos e metodológicos do clima urbano.

2.1.1 Aspectos teóricos e metodológicos do clima urbano

Inicialmente é conveniente apresentar a conceituação de alguns termos ligados os estudos climáticos, conforme constam a seguir.

Os termos **mudança do clima**, **alterações climáticas** ou **mudanças climáticas** referem-se à variação do clima em escala global ou dos climas regionais da Terra ao longo do tempo. Estas variações dizem respeito a mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos em relação às médias históricas. Tais variações podem alterar as características climáticas de uma maneira a alterar sua classificação didática.

Yevjevich (1972) define **tendência** em uma série temporal como uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas.

Goossens e Berger (1986) apresentam as definições de alguns termos usados para caracterizar **modificações climáticas**: **mudança climática** é um termo

completamente geral que engloba todas as formas de inconstâncias climáticas de natureza estatística ou de causas físicas; **flutuação climática** é qualquer forma de mudança sistemática regular ou irregular, exceto a tendência e mudança abrupta; **oscilação climática** é a flutuação na qual a variável tende a mover-se gradualmente e de forma suave entre sucessivos máximos e mínimos; **tendência climática** é uma mudança climática caracterizada por um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios no período de registro; **mudança climática** abrupta é uma mudança abrupta e permanente, durante o período de registro, de um valor médio para outro.

A *World Meteorological Organization* – Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2006), no intuito de organizar a terminologia empregada pelas ciências da atmosfera, na qual se inclui um ramo da climatologia, no que se refere às definições empregadas na análise das mudanças climáticas, propôs a seguinte conceituação:

- **descontinuidade climática:** mudança abrupta e permanente de um valor médio durante o período de registro;
- **flutuação climática:** qualquer mudança que se expresse por duas máximas (ou mínimas) e uma mínima (ou máxima) observada no período de registro;
- **mudança climática:** toda e qualquer manifestação de inconsistência climática, independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas:
 - **oscilação climática:** flutuações onde se registram máximas e mínimas sucessivas;
 - **periodicidade climática:** oscilação em que as máximas e as mínimas ocorrem a intervalos de tempos constantes;
 - **tendência climática:** aumento ou diminuição lenta dos valores médios ao longo de uma série de dados de, no mínimo, três décadas, podendo ou não ocorrer de forma linear;

- **vacilação climática:** flutuação na qual a variável tende a permanecer, alternadamente, em torno de dois (ou mais) valores e a movimentação de um valor médio para o outro ocorre a intervalos regulares e irregulares;

- **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;

- **variação climática:** flutuação sem padrão específico, observado em escalas de décadas.

A partir da década de 1970 intensificaram as pesquisas sobre a temática do clima.

Titarelli (1972) demonstrou no que se refere aos aspectos locais do clima e sua repercussão no espaço geográfico, a partir de uma análise rítmica, a onde de frio de abril de 1972 e aponta a importância da circulação atmosférica na produção dos tipos de tempo.

Oke (1974) traçou o perfil das ilhas de calor dos grandes centros urbanos, descrevendo que o local da cidade com maior atividade antrópica, normalmente o centro, se caracteriza por ser mais quente que os bairros residenciais e periféricos. Esse perfil foi chamado de “perfil clássico das ilhas de calor”. Destaca o centro da cidade como o “pico” (*pick*) da ilha de calor. A temperatura vai diminuindo gradativamente conforme aumenta a distância do centro chegando ao que o autor caracteriza por “*plateau*”. O limite entre a área urbana e a área rural é representado pela queda brusca da temperatura, que o autor conceitua como “penhasco” (*cliff*).

A Figura 1 mostra o perfil clássico da ilha de calor de grandes centros urbanos (OKE, 1974) e a Figura 2 mostra a representação esquemática de uma seção transversal genérica de uma típica ilha de calor urbano, mostrando os conceitos de “*pick*”, “*cliff*” e “*plateau*” (OKE, 1978).

Figura 1 – Perfil clássico da ilha de calor de grandes centros urbanos. Fonte: Adaptado de Oke (1974) e EPA (1992).

Figura 2 – Representação esquemática de uma secção transversal genérica de uma típica ilha de calor urbano, mostrando os conceitos de "pick", "cliff" e "plateau". Fonte: Adaptado de Oke (1978).

Monteiro (1976a), analisando o papel do clima na definição que chama de “sistema geográfico ambiente” e a organização econômica do Estado de São Paulo, propõe um roteiro de abordagem através da entrada de fluxos de energia do potencial ecológico determinado pelos atributos atmosféricos e demais elementos do meio e pelo impacto da atividade humana no desgaste funcional e qualidade ambiental.

Monteiro (1976b), ao estudar o clima urbano o tratou como uma das variáveis para se compreender a cidade e assim conhecer os mecanismos fundamentais de geração e as características básicas do clima urbano.

Segundo Monteiro (1976b) o clima urbano é um sistema complexo, dentro da Teoria Geral dos Sistemas, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere, a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente. A opção pela Teoria Geral dos Sistemas se deve à complexidade dos fenômenos urbanos e sua riqueza associativa. Neste sentido, o crescimento urbano pode afetar um ou mais elementos do clima local, sendo necessário compreender as relações dos fatos termodinâmicos do ar dentro da cidade com os fatos específicos da própria condição humana.

De acordo com Monteiro (1976b, p.134)

“A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes”.

Monteiro (1976b), desta maneira desenvolve uma metodologia de análise em que considera o clima urbano como um sistema, denominado Sistema Clima Urbano (SCU), composto de subsistemas, que se articulam segundo canais de percepção climática. A cidade gera um clima próprio, o clima urbano, que é o resultado da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano, agindo no sentido de alterar o clima em escala local. Os efeitos mais

diretos são percebidos pela população através de manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Segundo Oke (1978), o clima urbano pode ser definido como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local.

Segundo Ayoade (1978) as alterações climáticas são percebidas com maior intensidade nos grandes centros urbanos. Um aspecto do clima urbano importante para observação e estudo, devido às suas amplas implicações, é o fenômeno conhecido por “ilha de calor”. Os fatores antropogênicos concorrem para a produção do estresse térmico em determinadas manchas urbanas, aumentando, assim, a temperatura. Desta forma, nos estudos de clima urbano, deve-se considerar o uso e a ocupação do solo, associados à geomorfologia e suas feições resultantes. A cidade deve estar inserida em seu entorno, articulando-se o urbano e o rural ao invés de ser estudada por si só.

Comparações entre o urbano e o rural constituem a melhor via para apreender e avaliar a modificação climática causada pelo processo de urbanização. O ar escoado da zona rural para a cidade encontra um novo e muito diferente grupo de conduções de fronteiras, a fronteira da camada urbana, os *canyons* entre os prédios (OKE, 1978).

Oke (1978) introduziu importantes conceitos para a análise do clima urbano, como o *sky view factor* (relacionado à cobertura da superfície urbana pelas edificações e vegetação urbana), o efeito oásis (frescor derivado de áreas verdes urbanas) e o papel da mistura dos solos na formação da ilha de calor.

Oke (1979) sumarizou os fatores que causam o fenômeno das ilhas de calor urbanas e as subdividiu em mecanismos da camada superior (*boundary layer*) e mecanismos da camada limite do dossel (*canopy boundary layer*). Os principais mecanismos que afetam a camada superior (*boundary layer*) são: calor antropogênico provenientes de telhados, aglomeração de telhas e chaminés; calor percorrido da camada dossel; calor excedente do ar pelo processo de convecção; e fluxo de radiação de onda curta que converge com a poluição do ar. Os mecanismos que mais afetam a camada limite do dossel (*canopy boundary layer*)

incluem: o calor antropogênico das construções; alta absorção de ondas curtas das construções; decréscimo do fluxo de ondas longas perdidas; alto armazenamento do calor pelos materiais de construção civil (armazenam calor durante o dia e liberam calor no período noturno); excesso de calor sensível pela diminuição do fluxo de calor latente; e convergência do calor sensível pela redução da velocidade do vento (Figura 3).

Figura 3 – Representação esquemática das camadas da atmosfera urbana (*urban boundary layer* e *canopy boundary layer*). Fonte: Adaptado de Henderson-Sellers e Robinson (1989).

Lombardo (1984), em trabalho sobre mudanças climáticas traz uma importante análise das alterações ocorridas na atmosfera e distingue as alterações de origem natural e as alterações derivadas da ação antrópica.

Lombardo (1985) relata que é nas áreas urbanas que os sistemas naturais mais sofrem alterações, causadas pela ação antrópica, principalmente por conta dos elementos que constituem a cidade, como: remoção da cobertura vegetal, impermeabilização do solo através de espessas camadas asfálticas e de cimento, que impossibilitam a infiltração da água das chuvas, modificando o regime de

escoamento superficial e de evaporação d'água do solo, o que implica na redução da umidade relativa do ar.

Lombardo (1985) relata que as condições climáticas de uma área urbana extensa e de construção densa são totalmente distintas daquelas dos espaços abertos circundantes, podendo haver diferenças de temperatura do ar, de velocidade do vento, de umidade relativa do ar e de pureza do ar. O desenho físico urbano, desde a escala de edifícios até as áreas metropolitanas pode ter forte repercussão nas condições climáticas locais.

Uma das grandes modificações causadas pelo ambiente urbano é a drástica substituição das áreas verdes que, tanto na área urbana quanto nas áreas circunvizinhas às cidades, exercem enorme influência no clima local, regional e global (LOMBARDO, 1985; MONTEIRO, 2003).

Monteiro (1990b) produziu um esquema para abordagem da análise do campo térmico nas cidades brasileiras, sendo que pressupõe a necessária flexibilidade e ajuste segundo a análise que se fará. Deve ser levado em considerado três fatores decisivos de variáveis condicionantes: a) o tamanho e grau de complexidade da cidade; b) condições técnicas – aparelhagem – de análise; c) tamanho e grau de capacitação da equipe de trabalho de campo ou pesquisador individual.

Mendonça (1994) relata que a cidade é o exemplo mais evidente da modificação do clima local, devido a introdução de formas artificiais, como as edificações, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, dentre outras. Desta forma, o ambiente urbano apresenta anomalias térmicas, higrométricas e pluviométricas, criando um verdadeiro clima urbano, de acordo com Monteiro (1976).

De acordo com Tarifa (1994), dentre as maiores dificuldades da análise geográfica do clima se destacam o curto segmento temporal das séries históricas e as falhas e inconsistências dos dados meteorológicos. Assim, a tarefa de elucidação da gênese das alterações dos elementos do clima fica prejudicada, pois a partir da análise dos dados das séries temporais, que não são suficientemente longas, é difícil separar as oscilações climáticas naturais daquelas decorrentes dos processos antropogênicos.

Sant'Anna Neto (1995), amparado nas concepções de Monteiro (1976b e 1991) presume que a climatologia oferece à pesquisa geográfica um importante instrumento de investigação nas relações entre o ambiente (recurso natural) e a sociedade. No momento em que o homem avança na conquista e na ocupação do território, primordialmente como um substrato para a produção agrícola e a criação de rebanhos e, posteriormente, erguendo cidades, expandindo o comércio, extraindo recursos naturais e instalando indústrias (ou seja, ao transformar a superfície terrestre) este se constitui no principal agente modificador do ambiente, que responde às alterações impostas pelo homem, resultando em níveis variados de derivações dos sistemas, naturais e antrópicos. Relata, ainda, que na porção continental do Estado de São Paulo, estas derivações geraram processos que culminaram com situações de desequilíbrio e instabilidade ambiental que repercute tanto na eficiência quanto na rentabilidade da produção econômica, principalmente no espaço agrário. No espaço urbano, mesmo nas cidades de médio porte, a construção de uma paisagem largamente alterada provou significativas derivações na baixa atmosfera, na camada limite urbana, comprometendo a qualidade ambiental e o conforto térmico.

Amorim (2000) relata que as cidades possuem especificidades climáticas que devem ser consideradas e estas especificidades variam de intensidade de acordo com suas características próprias, podendo destacar a menor quantidade de água disponível para evaporar. A atmosfera da cidade é menos úmida do que a da zona rural, mas ocorrem variações neste quadro geral, pois durante o dia existe maior probabilidade de o ar na zona rural adquirir vapor d'água devido à presença de vegetação e por ser o solo mais permeável. Por outro lado, durante a noite a zona rural tem queda na temperatura de maneira mais rápida, deixando o ar saturado e impedindo a evaporação, até que a água presente no ar próximo à superfície vai diminuindo à medida que atinge o ponto de orvalho. Dessa forma, na cidade, que apresenta temperaturas mais elevadas durante a noite, ocorre a redução do ponto de orvalho, havendo a formação de "ilhas de umidade" (OKE, 1978).

Devido às diferenças de temperatura entre a cidade, a periferia e a zona rural, a circulação do ar ocorre de maneira diversa. No que diz respeito à

velocidade do vento, esta normalmente menor nas áreas construídas, excetuadas as áreas densamente verticalizadas, que podem canalizar o ar, atingindo nestes casos velocidades maiores do que em pontos abertos entre as edificações (OKE, 1978).

Amorim (2000) explicitou como os diferentes condicionantes geoecológicos e urbanos respondem à atuação dos sistemas atmosféricos e os tipos de campo responsáveis pelas maiores ou menores magnitudes dos fenômenos conhecidos como ilhas de calor e ilhas de frescos, assim como as ilhas secas e úmidas.

Amorim (2000) relata que, sob condições atmosféricas estáveis, sem a atuação da circulação regional, devido à diferença de temperatura, formam-se zonas de pressão diferenciadas, permitindo a circulação do ar da periferia (menos quente – alta pressão) em direção ao centro (mais quente – baixa pressão). Com atmosfera instável a cidade tem a velocidade do vento diminuída em relação à zona rural. As áreas da cidade com maior concentração de áreas verdes ou as próximas a reservatórios d'água propiciam o declínio da temperatura. Lombardo (1995, p. 53) relata que "... isso pode ser explicado tendo em vista que a maior quantidade de vegetação implica em mudança do balanço de energia, já que as plantas, através do processo de fotossíntese e transpiração, absorvem a radiação solar. Do mesmo modo, as massas d'água interferem no balanço de energia, em função de sua alta capacidade calorífica, bem como do consumo de calor latente pela evaporação".

Amorim (2000) relata que vários trabalhos apresentaram a influência da vegetação no ambiente da cidade, sendo responsáveis por amenizar as temperaturas mais elevadas que provocam desconforto térmico, além de diminuir a velocidade do vento e os impactos provocados pela precipitação. Podem ser destacados os seguintes: Kopec (1970), que mostrou a influência da vegetação na velocidade do vento; Gomez e Garcia (1984), que encontraram diferenças significativas dentro da ilha de calor devido à presença de um parque; Oke *et al.* (1989), que abordou aspectos micrometeorológicos de uma floresta urbana e seus efeitos na temperatura; Pitton (1997), que enfatizou que as áreas verdes interceptam, absorvem, refletem e transmitem radiação solar, captando e transmitindo água, além de interferirem na direção e velocidade do vento, sendo

responsáveis por registros de temperaturas mais reduzidas mesmo na área central; Danni (1987) e Cruz (1995), que também obtiveram os resultados parecidos.

Amorim (2000, p. 33) destaca que

“Habitualmente o planejamento urbano não considera as condições climáticas locais, cuja tecnologia é importada dos países de altas latitudes. A ocupação colonial deixou como herança, técnicas de construção e desenho urbano adotado dos países europeus, além da estrutura arquitetônica vigente nos Estados Unidos e Europa”.

Desta forma, o estudo de clima urbano, além da quantificação das alterações detectadas, torna fundamental uma análise geográfica do fenômeno, ou seja, estabelece relações entre os dados mensurados e os elementos componentes da cidade. Estes estudos podem contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, pois a formação das ilhas de calor cria uma circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes, podendo provocar distúrbios nas pessoas, tais como: doenças respiratórias, circulatórias, e, nos países tropicais, grande desconforto térmico, provocado pelas elevadas temperaturas comuns nestas latitudes.

Segundo Castro (2000) a rápida expansão das cidades tem modificado o espaço geográfico, sobretudo quando se trata de qualidade ambiental. O aumento demográfico e a concentração das atividades comercial, financeira, institucional e industrial têm gerado uma valorização do espaço urbano, que contribui para o crescimento e o adensamento das áreas edificadas.

O clima é o resultado de complexas interações entre elementos climáticos (temperatura, umidade, precipitação, evaporação, dentre outros) e processos físicos que envolvem a atmosfera, o oceano e as superfícies sólidas (vegetadas ou não) (SANT'ANNA NETO, 2000 e CONTI, 2000).

Sant'Anna Neto (2000) destaca a importância de se distinguir as mudanças climáticas que ocorreram na escala geológica do tempo (em milhares de anos), da variabilidade climática (de curta duração), que ocorre em um período de tempo perceptível na escala humana. As alterações no comportamento atmosférico de um ano para outro não significam, necessariamente, mudanças climáticas (CONTI, 2000).

O processo de urbanização das cidades, com seu acelerado crescimento populacional, causa alterações na sua atmosfera. Essas alterações decorrem, em sua maioria, de atividades antropogênicas, tais como: emissão de poluentes, que afetam a transferência de radiação e acrescentam núcleos de condensação no ar, aumentando a precipitação; atividades industriais intensas; supressão da vegetação nativa; adensamento populacional; densidade e geometria das edificações, que criam uma superfície rugosa determinante na circulação do ar e no transporte de calor e vapor d'água; materiais de construção; asfaltamento das ruas que aumentam o estoque de calor; impermeabilização do solo que aumenta a possibilidade de enchentes (MONTEIRO, 2003).

A crescente industrialização e urbanização descontrolada, além de problemas ambientais de poluição e degradação ambiental, geraram intensas transformações na superfície terrestre resultando em modificações climáticas (MONTEIRO, 2003).

Monteiro (2003, p. 19), define o clima urbano como sendo “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. O enfoque atual do estudo do clima urbano concentra-se, essencialmente, em temáticas como: a contaminação da atmosfera e a qualidade do ar (a poluição atmosférica e seus efeitos sobre a saúde); o conforto térmico (configuração de ilhas de calor) e os impactos pluviais concentrados (geradores de freqüentes inundações).

De acordo com Gonçalves (2004), a interação entre o homem e o clima é global, mas manifesta-se também em escalas locais na forma de ilhas de calor, que são reguladas por condições meteorológicas e, também, moderada pelas ações do homem. As ilhas de calor urbano são caracterizadas como o espaço urbano no qual a temperatura é mais alta quando comparada com as áreas rurais ao redor. As ilhas de calor são causadas pelo desequilíbrio no balanço de energia em áreas construídas como resultado do comportamento térmico dos materiais utilizados nas construções e nas vias urbanas e pelas alterações na difusão de calor introduzidas através do uso do espaço e do solo urbanos. A característica mais marcante das ilhas de calor é sua intensidade, que é a diferença entre a máxima temperatura urbana e a mínima temperatura rural e suas variações espaciais e temporais. Esta característica está diretamente ligada a fatores naturais

(situação sinóptica, tempo, vento, topografia e presença de superfícies de água) ou urbanas (morfologia urbana e atividades humanas) que contribuem para a formação e condicionamento das ilhas de calor. As ilhas de calor podem determinar o conforto climático de populações urbanas, afetando sua saúde, seu trabalho e suas atividades de lazer. Há também efeitos econômicos, como custos de controle climático dentro dos prédios e efeitos ambientais como a formação de *smog* (fenômeno que ocorre principalmente nas grandes cidades, se caracterizando como a mistura de gases, fumaça e vapores de água, formando uma grande massa de ar) nas cidades e a degradação de áreas verdes.

Gonçalves (2004) conclui que os estudos biometeorológicos nas cidades mostram ser cada vez mais importante para um bom nível de vida, principalmente nas grandes metrópoles e devem ser considerados no planejamento urbano. Em regiões com climas mais temperados os efeitos de ilha de calor podem ser considerados benéficos, tornando zonas urbanas locais mais confortáveis. No entanto, pode haver casos em que este efeito seja negativo, com a população procurando meios de amenizar o estresse com o uso de aparelhos de ar condicionado, maior consumo de água, dentre outros e, assim, consumindo mais recursos. Existe uma série de soluções para diminuir os efeitos negativos da urbanização como a redução de emissões através de aplicação de legislação mais rígida, aumento significativo de áreas verdes, principalmente nas metrópoles, transporte coletivo de massa, dentre outros.

Veríssimo e Mendonça (2004) realizaram estudo cujo objetivo foi considerar aspectos sobre o clima urbano de Curitiba (PR) e sua influência nos cidadãos, principalmente com relação à saúde, a partir da análise de pesquisas já realizadas por especialistas ligados a esta temática. Os procedimentos metodológicos adotados constaram de levantamento bibliográfico sobre o clima urbano da cidade e suas repercussões na saúde da população. De acordo com o resultado dos estudos realizados Curitiba (PR) vem apresentando modificações significativas em suas condições climáticas locais. Nas áreas onde se concentram edifícios, trânsito de veículos, indústrias e pessoas, as temperaturas do ar tendem a ser mais elevadas do que nas áreas verdes e de baixa densidade de edificações e pessoas. Com relação à poluição das camadas atmosféricas, os estudos mostraram

que o aumento expressivo da frota de veículos e as indústrias se constituem nas principais fontes de poluentes do ar, o que repercute no aumento de doenças, principalmente do sistema respiratório, sobretudo no inverno. O impacto das precipitações tem gerado problemas para a população instalada em áreas sujeitas à inundações, notadamente no que concerne ao eixo do rio Iguaçu e os afluentes que drenam áreas urbanizadas, repercutindo no aumento do caso de leptospirose na cidade.

Segundo Oke (2005) as trocas de calor que ocorrem no interior das áreas urbanas, agravadas pela intensificação do processo de urbanização, são responsáveis pela formação da ilha de calor, como consequência das alterações no clima local. Porém, existem situações em que as trocas de calor extrapolam o centro urbano, a exemplo das relações que ocorrem entre o ambiente rural e o ambiente urbano ou entre a periferia e o centro das cidades, devido principalmente as diferenças de temperatura, proporcionando que a cidade provoque alterações que vão além dos limites da cidade.

Para Alcoforado *et al.* (2006) os problemas climáticos mais comuns nas cidades estão associados à temperatura do ar e à circulação do ar. A diminuição da velocidade do vento de gradiente tem como resultado a diminuição no arrefecimento das áreas urbanas, o que não impede que as construções e os edifícios em particular possam pontualmente acelerar o vento, mudar sua direção e aumentar a turbulência mecânica, com consequências que em determinadas circunstâncias pode acarretar prejuízos para a população das áreas urbanas.

Segundo Landsberg (2006) a avaliação da mudança no clima causada por uma implantação humana é muito difícil, considerando que muitas vilas e cidades foram construídas em locais nos quais as condições que governam o clima são muito complicadas. Cita que locais na costa que permitam a construção de bons portos, vales que favoreçam o tráfego e o comércio e promontórios que sejam fortalezas naturais, normalmente já possuem um clima bem distinto do seu entorno. A acentuação ou a eliminação das diferenças causadas pela posição ou topografia tende a ocorrer com o desenvolvimento das cidades.

Landsberg (2006) estudou as modificações climáticas locais produzidas nas cidades, destacando a redução da radiação solar, a elevação da

temperatura devido ao calor liberado nas cidades, o aumento da nebulosidade e dos nevoeiros que se tornam mais espessos e freqüentes, o decréscimo da umidade relativa do ar, o aumento da produção de núcleos de condensação, a redução da queda de neve, a diminuição da velocidade dos ventos e o aumento dos períodos de calmaria.

De acordo com Pinheiro e Amorim (2007), o processo de urbanização no Brasil ocorreu, na maioria das cidades, de forma desordenada, sendo esta uma característica comum nos países de economia periférica. As aglomerações nos núcleos urbanos desses países ocorreram, muitas vezes, sem planejamento ambiental e urbano adequados. Atualmente 78% da população mundial vivem em áreas urbanas, sendo que a maioria dessas áreas carece de planejamento sócio-econômico e ambiental. As cidades mesmo não ocupando grandes extensões territoriais são as maiores transformadoras do meio natural. De acordo com Oke (1978) a influência da urbanização nas temperaturas está relacionada não somente ao número de habitantes, mas também à densidade da população, a concentração das áreas construídas, à geometria dos prédios, dentre outros fatores. As transformações na paisagem causadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, pela impermeabilização generalizada do uso, pelas mudanças no relevo, pela concentração de edificações, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera, devido ao surgimento das cidades, alteram o balanço de energia e o balanço hídrico, conforme relatado por Amorim (2000).

Pinheiro e Amorim (2007) afirmam que as áreas das cidades com maior concentração de espaços verdes ou as próximas a reservatórios d'água propiciam o declínio da temperatura. Lombardo (1995) explica que, tendo em vista que a maior quantidade de vegetação implica em mudanças do balanço de energia, pois as plantas através do processo de fotossíntese e transpiração absorvem a radiação solar e as massas d'água interferem no balanço de energia, em função de sua alta capacidade calorífica, assim como do consumo de calor latente pela evaporação. O processo de urbanização de uma determinada área causa uma série de transformações na paisagem, como: retirada da vegetação original local, aumento da poluição causada pela maior circulação de veículos e pessoas, as

enchentes causadas pela impermeabilização generalizada do solo, a ocupação indevida do relevo, a concentração de edificações nas áreas urbanas, a canalização de córregos, dentre outras.

Pinheiro e Amorim (2007) relatam que, para o estudo do clima urbano são analisados vários aspectos, como: ventilação (influencia na difusão e dissipação dos poluentes atmosféricos, na visibilidade, na temperatura e na umidade); quantidade de emissão de poluentes lançados na atmosfera local de uma determinada cidade; uso de materiais não adequados nas construções e edificações; redução de áreas verdes; falta de planejamento urbano adequado, dentre outros. Assim, o processo de urbanização sem um planejamento adequado altera o balanço de radiação da superfície, pois houve a substituição dos materiais naturais pelos materiais urbanos, provocando uma mudança nos processos de absorção, transmissão e reflexão.

Em seguida aos estudos dos aspectos teóricos e metodológicos do clima destacam-se as pesquisas relacionadas ao clima urbano, com destaque para as cidades de pequeno e médio porte.

2.1.2 O clima urbano em cidades de pequeno e médio porte

As preocupações com as condições climáticas e melhoria da qualidade de vida da população levaram vários estudiosos a realizarem pesquisas sobre essas temáticas, com destaque para cidades de pequeno e médio porte. Dentre essas pesquisas destacam-se, também, aquelas sobre as variações da temperatura do ar e da umidade relativa do ar nas cidades.

Tavares (1975) apresenta um dos primeiros trabalhos sobre o clima urbano, exemplificando o caso de Campinas (SP) e mostrando as influências que as alterações antrópicas provocam no clima local.

Monteiro e Tarifa (1977) realizaram, em Marabá (PA), um trabalho de observação e de medidas climatológicas de campo, com o objetivo de testar

metodologias, formular hipóteses e avaliar técnicas aplicadas ao estudo do clima local, comprometido com o processo de urbanização e crescimento. Este estudo serviu como base para o planejamento urbano de Marabá, que naquele momento era um pólo de desenvolvimento regional.

Sartori (1979) fez uma tentativa de verificação do efeito da “ilha de calor” em Santa Maria (RS), através de um trabalho de campo dentro da cidade, com registros de três ambientes distintos durante três dias.

Fonzar (1981) fez um estudo das alterações climáticas a nível regional, através de um “modelo matemático”, onde foram avaliadas as modificações das temperaturas e precipitação. Este estudo foi executado a nível local na cidade mais expressiva da região da Alta Sorocabana do Estado de São Paulo (Presidente Prudente), onde foi detectada a existência de “ilha de calor urbano”.

Sette (1996) contribuiu para o conhecimento do clima regional do Estado de Mato Grosso, principalmente no que se refere aos processos genéticos da pluviosidade nos climas Tropicais Alternadamente Úmido e Seco, também para a caracterização do clima local de Rondonópolis (MT), fornecendo subsídios às pesquisas voltadas à análise ambiental.

Tavares (2002), na perspectiva da identificação de padrões climáticos diferenciados entre as áreas urbanas e rurais do município de Sorocaba (SP), analisou a variabilidade do clima local, relacionando-o com a expansão territorial urbana e demonstrando as modificações ocorridas em função do processo de urbanização.

Amorim (2002) realizou estudo do clima urbano da cidade de Presidente Prudente (SP), cidade de médio porte localizada no Pontal do Paranapanema, extremo oeste paulista. A autora discute os resultados das medidas de campo obtidas através de mini-abrigos fixos espalhados pela malha urbana e comenta sobre as relações entre os dados colhidos e os padrões de ocupação.

Hack (2002) aborda nesta pesquisa os efeitos das chuvas concentradas e dos episódios calamitosos de verão em Petrópolis (RJ), cidade serrana fluminense, tanto a partir dos dados pluviométricos, quanto da repercussão deste elemento meteorológico no espaço urbano retratado na imprensa local. Foram

caracterizadas as áreas de risco em função da topografia do sítio urbano e avaliadas as condições impactantes em termos de escorregamentos e inundações.

Silva, Tommaselli e Amorim (2002) fizeram um trabalho inovador a respeito do comportamento do clima urbano de Penápolis (SP), cidade de médio porte do oeste paulista, analisando um episódio de inverno para demonstrar as variações que a mancha urbana provoca nos condicionantes atmosféricos.

Vicente, Tommaselli e Amorim (2002) realizaram trabalho sobre conforto térmico da área urbana de Presidente Prudente (SP), demonstrando as condições termo-higrométricas típicas das habitações. Foram analisados os resultados alcançados à luz dos conceitos de qualidade ambiental e de vida.

Viana (2006) investigou as características da temperatura do ar e da umidade relativa do ar nos espaços intra-urbano e rural em Teodoro Sampaio (SP), em diferentes horários diários, nos meses de janeiro e junho de 2005 (verão e inverno), utilizando um transecto móvel acoplado num veículo automotor. Os resultados revelaram ilhas de energia térmica na magnitude de 4°C as 21h00min.

Castilho (2006) realizou pesquisa com o objetivo de analisar a relação do clima urbano de São José do Rio Preto e sua influência no agravamento ou incidência de enfermidades cardíacas e respiratórias, durante o verão e inverno de 2005. Observou-se no estudo do clima urbano que os bairros mais adensados, com ausência de vegetação, registram a formação de uma ilha de calor, enquanto que os setores que possuem melhor infra-estrutura, como maior presença de espaços verdes e menor adensamento de edificações, mostram a formação da ilha de frescor, sendo áreas mais confortáveis à vida humana. Na abordagem das enfermidades verificaram-se números elevados de enfermos no inverno, devido às condições atmosféricas desfavoráveis à saúde humana, principalmente com seqüentes atuações de sistemas atmosféricos frios e secos. A distribuição espacial das enfermidades mostrou íntima relação entre as condições socioeconômicas da população e a ocorrência das patologias. Houve também uma analogia entre as condições climáticas urbanas mais adversas e o aumento na incidência das enfermidades, como nos bairros adensados da zona Norte e ao entorno do setor central. Finalizando relatou que a pesquisa objetivou, também, oferecer subsídios ao poder público na tentativa de melhorar as condições ambientais e de saúde da

cidade e conseqüentemente a qualidade de vida da população de São José do Rio Preto (SP).

Coltri (2006) relata que as mudanças climáticas globais, regionais e locais representam, na atualidade, uma das maiores preocupações da humanidade. Essas mudanças podem ocorrer tanto a partir de causas naturais quanto a partir de causas antrópicas. As áreas das cidades se caracterizam por apresentarem temperaturas mais elevadas quando comparadas com as áreas rurais. Essa anomalia térmica causa a formação de ilhas de calor e esse fenômeno é reconhecidamente importante em estudos de clima urbano. Assim, o objetivo da pesquisa foi, através de técnicas do sensoriamento remoto, identificar e analisar as ilhas de calor do Município de Piracicaba (SP), verificando sua sazonalidade, intensidade e morfologia. Para tanto foi necessário realizar uma análise climática regional e verificar a possibilidade do uso do algoritmo de transformação termal do *software* IDRISI 3.2 nas imagens do satélite *Landsat 7*. Para validar o algoritmo foram aplicados dois métodos de transformação de temperatura aparente de superfície. Para a análise climática regional foram estudados os principais elementos climáticos do Município de Piracicaba (SP) utilizando-se de dados da Estação Meteorológica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, entre os anos de 1950 e 2005 e estes foram correlacionados com variáveis da urbanização.

Coltri (2006) concluiu, com os dados encontrados, que os elementos temperatura do ar, precipitação, umidade relativa do ar e evaporação tiveram tendência de aumento no período estudado e todos eles foram classificados como tendências climáticas. A temperatura do ar apresentou tendência de aumento mais acentuada e se correlacionou positivamente com o aumento da urbanização. O algoritmo de transformação do *software* IDRISI 3.2 para o satélite *Landsat 7* foi validado, sendo uma importante ferramenta para a utilização de imagens de melhor resolução. As ilhas de calor mais intensas do verão são representadas por locais com excesso de material de construção civil e pouca ou nenhuma área verde. A diferença entre a área urbana e a área rural da cidade ultrapassou 16°C no verão. O Parque da Rua do Porto é uma ilha de frescor e exerce um “efeito oásis” no centro e nos bairros vizinhos. O perfil das ilhas de calor do Município de Piracicaba

(SP) não segue aquele delimitado por Oke (1978). As ilhas de calor variam sazonal e espacialmente e a intensidade destas, ao longo das estações do ano, está intimamente relacionada com a sazonalidade da cultura da cana-de-açúcar. As ilhas de calor da época da entressafra são, em média, 3,5°C mais intensas que as da época da safra. Por fim, afirmou que o uso e a cobertura do solo rural e urbano é um dos grandes agentes modificadores do clima local e regional.

Pinheiro e Amorim (2007) realizaram pesquisa que teve como objetivo comparar as características da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento entre a cidade e o campo no município de Euclides da Cunha Paulista, localizado no oeste do Estado de São Paulo, investigando prováveis diferenças nos elementos do clima em condições adversas de uso e de ocupação do solo. A metodologia utilizada para a coleta dos elementos do clima consistiu na instalação de estações meteorológicas automáticas do tipo “Vantage PRO 2” da marca “*Davis Instruments*”, na área rural da porção oeste do Estado de São Paulo e na área urbana de Euclides da Cunha Paulista. Foram utilizados dados das duas estações fixas (rural e urbano) as 20h00min e as 22h00min, durante 31 dias no período representativo de verão. Realizou-se, ainda, análise dos sistemas atmosféricos regionais, através de imagens do satélite GOES. Para a análise dos resultados foram elaborados gráficos demonstrando as diferenças térmicas e higrométricas a partir dos horários de análise. Os resultados mostraram que embora com diferenças nem sempre significativas entre o ambiente rural e o ambiente urbano, devido à presença de precipitação na maioria dos dias de coleta dos dados, a área rural apresentou-se quase sempre com temperaturas mais baixas e umidade relativa do ar mais alta. As maiores diferenças entre os dois pontos foram observadas nos dias sem precipitação, sendo que na área urbana a temperatura foi até 5°C maior do que na área rural.

Leão (2008) estudou o comportamento do campo térmico urbano da cidade de Sete Lagoas (MG), nos meses de agosto e setembro de 2007, a partir de dados climáticos coletados na Estação Climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e em experimentos de campo. A análise envolveu a relação entre os elementos climáticos e a tipologia de uso e ocupação do solo. A comparação entre os dados da Estação Climatológica e os dados coletados em

campo demonstrou diferenças significativas, constatando-se, portanto, a influência do uso urbano do solo no desempenho térmico da atmosfera local.

Amorim *et al.* (2009) realizaram pesquisa onde apresentam características de ilhas de calor em duas cidades de porte médio: Presidente Prudente (Estado de São Paulo, Brasil) e Rennes (França). Relatam que o intenso processo de urbanização que ocorreu durante o século XX fez com que muitos estudos sobre a ilha de calor urbano fossem realizados, principalmente nas grandes cidades como na Cidade do México, em São Paulo e em Paris. Foram poucos os estudos realizados em cidades médias. Desta forma apresentam os resultados dos estudos sobre a ilha de calor urbano em duas cidades: Rennes (França) e Presidente Prudente (Estado de São Paulo, Brasil). Os procedimentos da pesquisa foram semelhantes nas duas cidades. Foram utilizadas medidas convencionais em pontos fixos e móveis e dados térmicos do satélite Landsat-TM para determinar as mudanças do uso do solo durante os últimos vinte anos e a repartição das fontes de calor dentro das cidades na origem da formação da ilha de calor urbano.

De acordo com Amorim *et al.* (2009), Presidente Prudente é uma cidade de porte médio, localizada no oeste do Estado de São Paulo (Brasil), próxima ao Trópico de Capricórnio (22°07' de latitude Sul e 51°23' de longitude Oeste). Fundada em 1917 é a capital regional de uma extensa área agropastoril, de aproximadamente 20.000 km². Rennes é uma cidade do oeste da França, perto do Oceano Atlântico (48°06' de latitude Sul e 1°40' de longitude Oeste). Cidade antiga chamada Redones antes da colonização romana, teve seu nome modificado naquela época para Condte (nome romano do encontro dos Rios "Ille" e "Vilaine") e depois voltou para um nome perto do antigo nome da galesa: Rennes. Atualmente Rennes é a capital administrativa da Bretanha, a primeira região francesa para a produção agrícola (27.000 km²). Com cerca de 200.000 habitantes para os dois municípios, essas duas cidades tiveram histórias diferentes, mas com tamanhos e papéis regionais semelhantes no oeste da capital econômica dos países (300 km de Paris para Rennes, 500 km de São Paulo para Presidente Prudente). Hoje são cidades, que possuem, predominantemente, atividades comerciais, universitárias e de serviços.

Amorim *et al.* (2009) concluem que a evolução da urbanização das cidades de Rennes e Presidente Prudente, mesmo com histórias e climas diferentes, mostra que esse processo tem um papel muito forte para explicar o aquecimento observado nessas regiões evidenciando a complexidade das interações climáticas locais, regionais e globais. Desta forma, o uso das imagens de satélite foi decisivo não só para mostrar as mudanças do uso do solo, mas também para evidenciar as fontes de calor (confirmadas com os transectos térmicos) dentro das cidades na origem da formação da ilha de calor urbano. Assim, verificou-se que em cidades de médio porte de climas tropical continental e temperado oceânico, a produção do clima urbano resultou da interação entre a radiação recebida e a refletida pelos tipos de materiais construtivos das edificações nos diferentes tipos de uso do solo que armazenam o calor durante o dia e são liberados nas primeiras horas após o por do sol. Como as cidades tropicais são naturalmente quentes, estas ilhas de calor são responsáveis pela intensificação do desconforto térmico e, portanto, podem ser consideradas como um indicador de qualidade ambiental urbana. Em cidades de latitudes médias a ilha de calor urbano poderia aparecer como uma maneira de melhorar as condições térmicas, mas, na realidade, o impacto sobre a vegetação, por exemplo, é ainda pouco conhecido. Além disso, durante condições extremas como as canículas ou episódios de intensa poluição do ar na França a intensidade da ilha de calor urbano a noite é também uma causa da intensificação do desconforto térmico que gerou uma mortalidade importante.

Amorim (2009) realizou pesquisa que teve como objetivo investigar as diferenças da temperatura do ar entre a zona rural e quatro áreas urbanas (três de pequeno porte e uma de médio porte) do oeste do Estado de São Paulo (Brasil). Foram diagnosticadas, também, anomalias térmicas intra-urbanas a fim de verificar a formação de ilhas de calor nos ambientes urbanos. O clima urbano é estudado a partir da comparação com o campo circundante e dependendo das características das cidades, são detectadas diferenças da temperatura intra-urbana decorrentes tanto de fatores físicos, mas principalmente devido às características do uso e da ocupação do solo no interior da própria cidade. Para a realização da pesquisa foram instaladas estações meteorológicas automáticas (tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”, que registram dados da temperatura, da umidade relativa do ar,

da precipitação, da pressão atmosférica e da direção e velocidade do vento) no ambiente rural e nas cidades de Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio e utilizados os dados da estação meteorológica de Presidente Prudente.

Segundo Amorim (2009) a pesquisa mostrou resultados importantes sobre as características da temperatura do ar nas áreas urbanas de Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista, Rosana e Presidente Prudente e na área rural do Oeste do Estado de São Paulo. Tanto na cidade de médio porte (Presidente Prudente), como nas de pequeno porte, foram constatadas diferenças térmicas comparando-se com o campo que podem ser consideradas de muito forte magnitude. Estudos já demonstraram que as comparações entre o urbano e o rural, são as melhores e únicas formas de se estimar a modificação causada pelo urbano. Acredita-se, portanto, que as diferenças de temperatura encontradas entre as cidades e o ambiente rural sejam conseqüências das características da superfície, que possuem capacidades diferenciadas de armazenar o calor. As análises intra-urbanas e rurais do entorno das cidades, também demonstraram que as maiores diferenças foram detectadas na cidade de Presidente Prudente (SP), devido ao seu tamanho e pela maior complexidade existente na sua malha, tanto no que diz respeito a densidade de construções, como na densidade de vegetação arbórea, tipos de materiais construtivos e características do relevo. Assim, verificou-se que as cidades estudadas possuem um clima urbano, gerado pela ocupação do solo no crescimento das cidades.

Sant'Anna Neto e Amorim (2009) realizaram pesquisa com o objetivo de identificar como se processa a produção do clima urbano em cidades de porte médio do oeste paulista, partindo de uma análise das formas de estruturação do espaço, das características do uso do solo e dos materiais construtivos na geração de ilhas de calor e suas implicações no conforto ambiental. Em cidades de médio porte de climas tropicais continentais a produção do clima urbano é resultado da interação entre a radiação recebida e a refletida basicamente pelos tipos de materiais construtivos de edificações de uso residencial que armazenam o calor durante o dia e são liberados nas primeiras horas após o por do sol. Como as cidades tropicais são naturalmente quentes, estas ilhas de calor são responsáveis pela intensificação do desconforto térmico e, portanto, podem ser consideradas

como um indicador de qualidade ambiental urbana. A população de baixa renda, impossibilitada de adquirir materiais construtivos mais adequados e lotes urbanos de maior tamanho, é a mais prejudicada pelos efeitos adversos do calor armazenado nas edificações. Na maior parte dos dias de primavera e verão, as temperaturas diurnas do ar oscilam entre 30°C e 35° C que, somadas ao calor produzido e armazenado pelas coberturas de fibrocimento, podem superar os 45°C, expondo a população, notadamente os idosos e crianças (que permanecem mais tempo dentro das residências), a situações de insalubridade, que se manifestam na forma de enfermidades como doenças respiratórias e do aparelho circulatório. Desta forma, as áreas urbanas de maior segregação sócio-espacial, são as mesmas em que é maior a morbidade por doenças respiratórias, que são muito dependentes das influências climáticas. São, também, as áreas em que se produz a maior intensidade das ilhas de calor, ao contrário das áreas metropolitanas, em que o dinamismo da circulação viária e as fontes de emissão de partículas acabam sendo majoritários. Assim, o clima também se constitui em importante fator de qualidade de vida e indicador de justiça social.

Alves (2009) realizou estudo com o objetivo de verificar a existência de variações térmicas e higrométricas em quatro pontos de coleta na área urbana de Iporá (GO). Os pontos se diferenciavam basicamente no uso e na ocupação do solo. Foram coletados dados de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, em três horários nos períodos da manhã, da tarde e da noite em dois períodos (entre abril e julho de 2008). Foram verificados, por meio do satélite GOES 10 e da síntese sinótica mensal, os sistemas atmosféricos que atuaram nos dias da coleta de dados. Os resultados mostraram que nos dois períodos ocorreram ilhas de calor e ilhas secas. Foi possível observar, ainda, que independentemente do período de coleta os pontos localizados nas áreas mais urbanizadas apresentaram temperaturas mais elevadas, configurando ilhas de calor.

Cruz (2009) realizou pesquisa com o objetivo de apresentar o clima urbano da cidade de Ponta Grossa (PR), com base em dados de trabalho de campo associados aos dados de imagem de satélite e levantamento bibliográfico, com a utilização de metodologia fundamentada nas propostas de Monteiro (1976), Lombardo (1985) e Alcoforado (1999). Os dados gerados em duas etapas de

trabalho de campo foram analisados com o auxílio de três técnicas: sistematização dos dados para gerar gráficos que permitissem analisar o comportamento da temperatura ao longo dos dias do trabalho de campo e, em seguida estabelecer relações entre a temperatura do ar e a umidade relativa do ar; tratamento dos dados com a utilização da krigagem ordinária, com o objetivo de realizar a interpolação espacial dos dados, para observar o comportamento espacial dos registros de temperatura e estabelecer relações com os demais dados; sistematização e tratamento dos dados com a utilização da técnica de regressão linear múltipla passo a passo, visando encontrar um modelo que apresentasse o melhor conjunto de variáveis e explicasse o comportamento da temperatura, permitindo extrapolar os dados dos pontos de coleta para toda a área urbana de Ponta Grossa (PR). Os resultados mostraram que a população de determinadas regiões da cidade de Ponta Grossa (PR) vem sofrendo com as condições climáticas impostas pelos condicionantes naturais e pelo desenho urbano, sendo que isto pode ser amenizado com mudanças no uso e ocupação da terra desde que respeite as condições climáticas existentes.

Polizel (2009) realizou pesquisa utilizando geotecnologias para estudar o detalhamento prévio das diferenças do sítio e do uso do solo urbano de Piracicaba (SP), como suporte base para a compreensão do clima, utilizando pontos de temperatura levantados em campo e com o uso de imagens multiespectrais da videografia área multiespectral. Conclui evidenciando a importância do uso de geotecnologias e que as medidas de temperatura do ar e da umidade relativa do ar demonstram a associação entre elevação da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar em todos os pontos de coleta de temperatura.

Fialho (2009) relata que, com a crescente evolução da mancha urbana das cidades, o ser humano intensificou o seu uso sobre o espaço, ocasionando certas consequências sócio-ambientais, intensificadas através de fenômenos climáticos, como: as enchentes, a piora da qualidade do ar e o aumento da temperatura nas cidades, comparada a sua área entorno, conhecido como Ilha de Calor. A justificativa para a escolha da área de estudo foi pelo fato de apresentar: a) um crescimento acelerado da população urbana a partir de meados da década de 1970; b) um intenso processo de verticalização iniciado na década de 1980; e c) por

consequente a expansão da malha urbana da cidade, que convive com uma arborização muito reduzida. Em seguida, procurou investigar a hipótese da constituição de um clima urbano associado ao crescimento da cidade sede do município de Viçosa (MG). Inicialmente foi realizada a análise da série histórica da Estação Climatológica de Viçosa, entre 1968 e 2006. Em seguida, utilizou-se da técnica de transectos móveis, com um termo-higrômetro digital de leitura direta (MINIPA-MT-241), envolvido em tubo PVC recoberto por papel alumínio e colocado do lado de fora do carro com aproximadamente 2,0m de altura. Este procedimento foi realizado em três escalas de análise: campo-cidade, área urbana e o centro da cidade e estações sazonais distintas. Depois de realizados os experimentos e as análises dos registros históricos de temperatura do ar, pode-se dizer que Viçosa ainda não constitui um clima urbano, muito embora, possa ter sido possível identificar ilhas de calor na cidade, principalmente à noite.

2.1.3 O clima urbano em cidades de grande porte

A temática “clima urbano” e suas conceituações têm sido objeto de estudo de inúmeros pesquisadores, com destaque para os estudos de cidades de grande porte, principalmente para as capitais.

Danni (1980) se limitou a estudar aspectos da temperatura do ar de Porto Alegre (RS) que dão origem à “ilha de calor”, em um período de quinze dias não consecutivos, fazendo a médias dos três horários coletados para cada posto e traçando isotermas sobre a cidade.

Sampaio (1981), constatando que o fato urbano é por natureza de cunho interdisciplinar, correlacionou fatores causais extraídos do processo de urbanização, através de indicadores do uso do solo e os efeitos resultantes das alterações no balanço de energia do ambiente, sendo que esta pesquisa limitou-se a apenas um dia, tendo como objeto de caso a cidade de Salvador (BA).

Lombardo (1985) realizou estudo verificando a qualidade ambiental na cidade de São Paulo, mostrando a influência da ação antrópica no ambiente e

analisando as conseqüências dessa ação como o fenômeno de ilhas de calor. Foi um trabalho pioneiro na utilização de imagens de satélite no estudo do clima urbano. Observa que no verão se associa às perturbações de instabilidades localizadas na mancha urbana, intensificando as precipitações de finais de tarde, provocando enchentes, além de ser responsável pela diminuição da umidade do ar, que praticamente erradicou a garoa, que caracterizou São Paulo por várias décadas.

Danni (1987) constatou que as condições atmosféricas correspondentes ao mês de janeiro de 1982 em Porto Alegre (RS) exibiram uma distribuição de temperatura que veio a caracterizar o fenômeno ilha de calor, com nítidos contrastes térmicos entre os espaços com ocupação urbana e aqueles residenciais de periferia, bem como a existência de ilhas de frescor.

Sezerino e Monteiro (1990) realizaram estudo do campo térmico na cidade de Florianópolis (SC), definindo o “clima urbano” da capital catarinense. Este estudo foi realizado com o auxílio de alunos da Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando-se equipamentos simples e o método apresentado por Monteiro (1976b).

Azevedo (2001) realizou comparação entre o fluxo de calor dissipado anualmente pela biomassa e atividades humanas e o fluxo anual de energia proveniente da radiação solar na Região Metropolitana de São Paulo, constatando que “o primeiro é menor mas comparável ao segundo na mesma ordem de grandeza”. Concluiu que “no estudo do clima urbano da Grande São Paulo há que ser considerado o calor gerado diretamente pelos habitantes e suas atividades, distinguindo-os das trocas de calor resultantes do balanço de radiação das superfícies e materiais que compõem a estrutura urbana” (p. 71).

Tarifa e Armani (2001) realizaram estudo teórico na tentativa de explicar os espaços climáticos urbanos da Cidade de São Paulo. Empregaram conceitos e noções para entender as interações entre o espaço físico (ar) e o espaço social, possíveis de serem identificados como uma “totalidade indissociável” na atmosfera urbana (próxima da superfície). O conceito de “unidade climática urbana” (unidade na diversidade ou na oposição de contrários) como sendo um espaço onde as pessoas vivem, trabalham, produzem e consomem e que pode ser percebido pelo estudo dos atributos atmosféricos (temperatura do ar, umidade

relativa do ar, qualidade do ar, conforto térmico, enchentes, dentre outros) e os controles (uso do solo urbano, densidade populacional e de edificações, áreas verdes, favelas, e fluxo de veículos). Em seguida utilizou a noção de “centralidade” e de “periferia”, como sendo um processo resultante das práticas sociais, para entender a (re)produção do espaço, que consideraram como um “axioma necessários” para entender as realidades climáticas em uma área metropolitana. Concluíram que o estudo teórico necessita ser apoiado por observações experimentais e empíricas, “sob a mediação de trabalho de campo” (p. 47).

Anunciação e Sant’Anna Neto (2002) estudaram o clima urbano da cidade de Campo Grande (MS), demonstrando a influência do clima tropical do centro oeste brasileiro. A autora tratou da configuração das características termo-higrométricas, a partir de dados de amostragem de postos fixos instalados nos vários setores da área urbana, relacionando-os com os tipos de tempo locais derivados da circulação atmosférica.

Araújo e Sant’Anna Neto (2002) realizaram pesquisa sobre o processo de urbanização na produção do clima urbano na cidade de São Luis (MA), cidade de grande porte localizada em plena região equatorial e que sofre forte influência oceânica, por sua posição geográfica, na zona costeira do golfo maranhense. Este estudo demonstrou que mesmo nestas latitudes as características de temperatura e umidade intra-urbanas são muito relevantes.

Pinto (2002) realizou estudo sobre o clima local da cidade de Aracaju (SE), em pleno litoral nordestino, controlado pelos constantes fluxos de ar dos alísios elucida, com bastante propriedade, como a variabilidade das chuvas em sua extrema irregularidade temporal tem provocado episódios adversos e calamidades em sua área urbana.

Barbosa (2005) relata que o processo de crescimento da cidade, caracterizado pela substituição da cobertura natural do solo pelo ambiente construído, ocasiona profundas transformações ambientais, modificando os ecossistemas existentes e alterando os padrões de percepção do habitante. Notável transformação também ocorre no aspecto climático, devido à alteração das propriedades iniciais do clima. Esse fator, ao ser ignorado pelo processo de pensar a cidade, compromete a qualidade ambiental urbana. Com base neste cenário foi analisada a influência das áreas verdes no comportamento térmico de ambientes

urbanos, tendo sido escolhida a cidade de Maceió (AL) como ecossistema de pesquisa. Foi realizado estudo, de forma experimental, de nove unidades amostrais urbanas distribuídas ao longo de um transecto, por meio de monitoramento dos valores higrotérmicos em cada ambiente. A análise foi realizada no período de inverno, em escala de abordagem microclimática, no qual foram tomados três dias típicos experimentais, identificados por meio da abordagem dinâmica do comportamento climático. Constatou-se, assim, que a vegetação presente nas áreas verdes condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, à habitabilidade e ao uso dos espaços urbanos (variáveis da qualidade ambiental), expressos por meio dos resultados de temperatura e umidade do ar obtidos na investigação experimental.

Oliveira *et al.* (2009) realizaram pesquisa com o objetivo analisar a temperatura e a umidade relativa do ar na zona urbana e rural, em Cuiabá (MT), a fim de detectar diferenças de comportamentos entre elas. Foram utilizadas estações meteorológicas automáticas para coletar dados de temperatura do ar e de umidade relativa do ar durante o período de 01/09/2006 a 30/10/2006, caracterizado como de transição entre as estações climáticas chuvosa e seca. Os dados foram coletados em área urbana e em área rural. Os resultados comprovaram que existe diferença significativa entre as temperaturas horárias médias, mínimas e máximas e umidade relativa entre as regiões estudadas. As temperaturas médias, máximas e mínimas apresentaram valores superiores na estação da Região Central. Tendo em vista diversas influências que interferem no comportamento climático de um determinado local, estudos complementares podem ser realizados objetivando melhorar esta análise comparativa.

2.2. Formação de lagos artificiais e alterações climáticas

Dentre os principais estudos sobre avaliação e investigação em áreas de formação de lagos artificiais para construção de usinas hidrelétricas pode-se destacar aqueles relacionados à: Usina Hidrelétrica de Itaipu (GRIMM, 1988; DIAS

et al., 1999; STIVARI, 1999; SARTORI, 2000; LIMBERGER, 2007); Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (GUNKEL *et al.*, 2003); Hidrelétrica de Tucuruí (FISCH, JANUÁRIO e SENNA, 1990; GUIDON, 1991; FISCH, MARENGO e NOBRE, 1998; COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS, 1999; SANCHES e FISCH, 2005); Usina Hidrelétrica de Sobradinho (CAMPOS, 1990) e Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta – Porto Primavera (KAISER, 1995).

Grimm (1988) desenvolveu uma série de testes estatísticos em um conjunto de elementos climáticos junto a Usina Hidrelétrica de Itaipu analisando dois períodos distintos (anterior e posterior a formação da hidrelétrica) para verificar se houve mudança nos elementos climáticos em função da formação da lâmina d'água. Os resultados mostraram um aumento da temperatura mínima e diminuição da temperatura máxima no mês de agosto. A insolação não sofreu mudanças significativas. Contudo ocorreu o aumento da evaporação, mas não foram observadas alterações significativas com relação à precipitação total e máxima mensal.

Dias *et al.* (1999) descrevem o estudo dos impactos atmosféricos do lago de Itaipu, adotando uma abordagem que combina análise de dados históricos, micrometeorologia, com medição de albedos, rugosidades, fluxos superficiais e umidade do solo e simulações de cenários de uso do solo com um modelo de mesoescala. As análises mostram que existe um gradiente de temperaturas e umidades no sentido leste-oeste entre Itaipu e a cidade de Cascavel (PR). No entanto, o monitoramento micrometeorológico encontrou elevadas taxas de evapotranspiração na soja, o que é compatível com os resultados das simulações de mesoescala que mostram efeitos pequenos tanto sobre a temperatura do ar quanto sobre a umidade específica.

Segundo Dias *et al.* (1999) o tema “impactos climáticos de reservatórios” é inerentemente difícil de serem analisados, por um conjunto de razões: a dificuldade de se encontrar registros de dados “antes” e “depois”, da construção de represas, a simultaneidade de outros fatos ambientais tais como o desmatamento, que podem também produzir efeitos climáticos, a variabilidade climática de período mais longo como aquela relacionada ao fenômeno *El Niño*.

Soma-se a isso uma relativa escassez de metodologias objetivas para analisar o assunto.

De acordo com Stivari (1999), o papel do lago de Itaipu sobre a camada limite planetária (CLP) é caracterizado utilizando-se dados convencionais de estações meteorológicas da região do lago e modelagem numérica. O lago de Itaipu, formado em 1982 com a finalidade de ser o reservatório de água da Usina Hidrelétrica de Itaipu, localiza-se no oeste do Estado do Paraná, na fronteira entre Brasil e o Paraguai e ocupa uma área de 1.460 km². A extensão do lago é de 170 km na direção Norte-Sul (24°05'S – 25°33'S e 54°37' W – 54°00'W) e possui uma largura média de 7,5 km. Análises de dados meteorológicos convencionais indicaram que: 1) a formação do lago diminuiu a temperatura máxima e aumentou a temperatura mínima do ar na região de Foz de Iguaçu; 2) o contraste térmico induzido pelo lago variou de 3°C no verão e 2°C no inverno; 3) a evolução diurna dos ventos indicou um padrão coerente com a brisa lacustre; e 4) as hodógrafas (representação gráfica da vazão que passa por uma seção, ou ponto de controle, em função do tempo) do campo horizontal do vento mostram uma forma elíptica com rotação no sentido anti-horário. Foi observada a formação de jatos de baixos níveis (JBN) às 08h30min (hora local – HL) em 50% dos dias do período de observação (188 dias). O modelo "*Three Dimensional Vorticity Model*" (TVM-NH) foi utilizado para investigar a influência do lago de Itaipu sobre a CLP.

Segundo Stivari (1999), a área de estudo corresponde a um retângulo de 100 km x 180 km e situa-se na fronteira Brasil e Paraguai, o lago está localizado aproximadamente no centro do domínio. Os resultados indicam que durante o dia e sob condições idealizada o lago de Itaipu é capaz de gerar uma brisa lacustre com intensidade de 2m/s e profundidade de 700m. A frente da brisa propaga-se com velocidade de 1,4m/s. A circulação diurna de vale-montanha intensifica a velocidade de propagação da brisa lacustre. As simulações do período noturno sugerem que oscilação inercial e canalização podem estar entre os mecanismos responsáveis pelos jatos de baixos níveis observados.

Limberger (2007) realizou pesquisa que teve como objetivo caracterizar o clima da região oeste do Estado do Paraná e fazer uma relação deste com a presença do lago artificial da Usina Hidrelétrica de Itaipu, formado em 1982,

bem como a percepção climática dos moradores da região em relação à presença do lago e suas influências no clima local. Segundo a autora, isso se torna importante visto que, em geral, o clima local é bastante influenciado por ações antrópicas; no reservatório de Itaipu houve o armazenamento de 29 bilhões de m³ de água, inundando um total de 1.350 km² de área, atingindo 15 municípios no oeste do Estado do Paraná e um no Estado do Mato Grosso do Sul, ocasionando uma grande alteração na paisagem.

Para atingir o objetivo, Limberger (2007), trabalhou, num primeiro momento, com dados das estações meteorológicas dos municípios lindeiros, obtidos através do banco de dados do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) e do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), compreendendo o segmento temporal de 1983 a 2004, que foi adotado visto ser toda a série histórica existente na área. A metodologia proposta baseou-se, primeiramente, na comparação dos dados, estatisticamente, entre estações que se localizam próximas e distantes do lago, para a verificação da variabilidade ou não dos parâmetros utilizados, conforme proposto e testado por Grimm (1988), a qual obteve resultados satisfatórios para tal procedimento. Após esta comparação foram analisados os dados do satélite NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*) sobre os parâmetros climáticos da região.

Em um segundo momento, a partir dos dados meteorológicos analisados, foram elaborados questionários, aplicados em entrevistas abertas com pessoas residentes na região em torno de 30 anos, tanto no meio rural quanto urbano, conforme metodologia proposta por Sartori (2000), visando compreensão da percepção climática da sucessão dos tipos de tempo bem como em relação à presença do lago e suas influências no clima local por parte das pessoas que vivenciam tal fato. Na análise dos dados não se verificou a relação entre a variabilidade climática da região e a formação do reservatório de Itaipu, sendo que as alterações registradas nos padrões climáticos não podem ser associadas a tal intervenção antrópica. Por outro lado, em relação à percepção climática, pode-se afirmar que a população entrevistada tem um bom entendimento sobre o clima da região e dos aspectos que o condicionam e o alteram. Ao final da pesquisa

acreditou-se que os procedimentos metodológicos utilizados proporcionam a compreensão do clima da região analisada, respondendo os objetivos propostos.

Guidon (1991) realizou trabalho onde são estudadas as variações climáticas ocorridas na área do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, que está localizada no Estado do Pará, especialmente as sofridas pela direção e velocidade dos ventos. Os outros parâmetros analisados são: a precipitação, a umidade relativa e a temperatura do ar. As séries históricas dos dados analisados compreendem anos anteriores e posteriores ao enchimento do lago. A decisão de uma variação ser ou não significativa é tomada com base em testes estatísticos, denominados testes de hipótese. A partir dessas análises concluiu-se que a presença de um grande lago artificial pode alterar a circulação do ar e o clima das regiões circunvizinhas.

Durante as décadas de 1980 e 1990, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) desenvolveu vários projetos de pesquisa ecológica em Tucuruí (PA). No caso específico do segmento de climatologia, Fisch, Januário e Senna (1990) verificaram que, no período de dezembro de 1982 a dezembro de 1986, a análise dos padrões sazonais de temperatura, velocidade de vento, distribuição da precipitação local e fluxo de radiação solar mostraram uma evapotranspiração média maior que a encontrada na literatura.

A Comissão Mundial de Barragens (CMB, 1999) também analisou o impacto social e ecológico da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, mas também não se aprofundou na problemática das análises climáticas.

Segundo Fisch, Januário e Senna (1990) o clima da região de Tucuruí é classificado como tendo duas estações bem definidas e características: um período chuvoso de dezembro a maio, com chuvas intensas de origem convectiva e totais mensais atingindo valores entre 500-600mm/mês; e outro período seco de junho a novembro, com uma estiagem pronunciada em agosto-setembro, quando a precipitação é tipicamente da ordem de 30mm/mês. Por estar localizada próxima à Linha do Equador, as temperaturas são elevadas durante o ano inteiro (médias mensais superiores a 24°C). A pluviosidade anual é superior a 2500mm.

Sanches e Fisch (2005) relatam que existem muitas preocupações ecológicas dos impactos que a construção de grandes lagos na Amazônia podem

provocar, principalmente relacionadas ao microclima. Este estudo visou aumentar o conhecimento científico sobre a distribuição de chuvas antes e depois da formação do lago artificial da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, situado na região do baixo rio Tocantins, no Estado do Pará.

Sanches e Fisch (2005) relatam que foram utilizados dados diários de precipitação dos períodos de 1972 a 1983 (pré-enchimento) e de 1984 a 1996 (pós-enchimento) para as cidades de Tucuruí e Marabá (PA). Comparando-se os totais mensais (pré e pós-enchimento), não se observam diferenças estatisticamente significantes (foram aplicados os Testes de Fisher e Man-Whitney). Analisando-se a ocorrência de dias com precipitação superior a 5 e 25mm/dia, também não se observou diferenças estatisticamente significativas. Houve um leve aumento do número de dias com chuvas leves no final período seco após a formação do lago, talvez devido a elevada evaporação do lago artificial. Também não se observaram modificações do início ou do final da estação chuvosa.

A importância da interação entre floresta e clima é bem documentada por Salati e Góes Ribeiro (1979) e por Fisch, Marengo e Nobre (1998). Um bom exemplo da interação floresta tropical-atmosfera-lago artificial poder-se-ia encontrar nos estudos relativos a Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, na região do Pará, pois foi o primeiro lago artificial implantado na Amazônia. Conforme Gunkel *et al.* (2003), não foi possível observar-se mudanças no regime pluviométrico, por absoluta falta de informação climatológica.

Na Usina Hidrelétrica de Sobradinho, no semi-árido nordestino, Campos (1990) realizou um estudo da modificação do clima na região da represa com base na variabilidade espacial-temporal da precipitação do período de pré e pós-enchimento do seu lago. Analisando os gráficos das normais mensais e as porcentagens dos períodos chuvosos e secos, verificou-se que o lago da Usina Hidrelétrica de Sobradinho influenciou no aumento médio de 13% da pluviosidade junto as cidades próxima a barragem do lago (Remanso, Sento Sé e Xique-Xique) e um aumento das precipitações em 16% no trimestre mais chuvoso.

Kaiser (1995) aborda alguns aspectos da determinação das características de ondas geradas por vento em reservatórios artificiais. A revisão bibliográfica abrange as diferentes formas de estudo de ondas e modelos de

previsão de ondas, assim como os métodos de tratamento dos dados de vento. Algumas práticas de projeto e alguns modelos de previsão de ondas foram submetidos a um estudo de sensibilidade. Finalmente eles foram comparados às metodologias correntemente empregadas em projetos nacionais, tendo como objeto de estudo os reservatórios das barragens de Porto Primavera, Rosana e Taquaruçu.

2.3. Formação de lagos artificiais e impactos ambientais

É importante ressaltar que a formação de lagos artificiais e os impactos ambientais causados por esses empreendimentos têm sido temas de estudos de inúmeros pesquisadores.

Scarpinella (1999) realizou revisão histórica geral do setor elétrico brasileiro, revisou o paradigma de análise sobre o qual é baseado o processo de decisão no planejamento do setor elétrico e faz a sua crítica: dentro do enfoque histórico e do enfoque analítico, faz a análise dos processos de decisão efetivamente adotados para a Usina Hidrelétrica de Porto Primavera; finalmente propõe um modelo democrático de decisões para as grandes obras com impactos sócio-ambientais. Os problemas sócio-ambientais acarretados pela construção e operação de Usinas Hidrelétricas e seus respectivos reservatórios são de natureza complexa. Eles provocam perdas ambientais em virtude da inundação de terras antes ocupadas por ecossistemas naturais ou por atividades como agricultura, pecuária, extração de argila e de areia e pesca. Alteram a qualidade das águas, da fauna e da flora aquáticas.

Segundo Scarpinella (1999), a partir das primeiras manifestações da década de 1950, cresceu a produção teórica e prática de economistas dedicados às questões ambientais, centrada na valoração dos custos e benefícios externos das grandes obras. Com isso, produziram-se Análises do Custo-Benefício que procuram principalmente agregar valores econômicos e sociais dos bens e serviços ambientais aos custos tradicionalmente apurados. Estas tentativas deram-se no

âmbito e com as limitações do paradigma neoclássico da teoria econômica, com o objetivo de dar a esses bens e serviços preços que o mercado seria incapaz de definir. Essas análises estendidas sofrem o efeito das limitações de alcance da síntese neoclássica recentemente exacerbada pela onda neoliberal. As limitações provêm do fato de seu modelo clássico de mercado ser aplicável a apenas parte da economia de um país e de grande parte das atividades econômicas se efetivarem fora das condições do mercado perfeito, que constitui parte fundamental desse modelo. Além disso, há componentes do valor dos bens e serviços ambientais dos ecossistemas naturais que não são mensuráveis em termos de dinheiro.

Scarpinella (1999) relata que, no Brasil, efeitos sociais e ambientais de Usinas Hidrelétricas sempre estiveram presentes, desde que a escala dos empreendimentos cresceu para a de dezenas de megawatts. Eles foram tratados de maneira tradicional até que a consciência ambiental ligada à geração de energia elétrica crescesse o suficiente para tornar-se alvo de debate público, em meados da década de 1970. A construção da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera foi um evento em que ocorreram diversos efeitos econômicos fora das leis de mercado, inclusive a extensão do seu período de construção para mais de vinte anos. Os efeitos sócio-ambientais, só avaliados em toda sua extensão já na fase final de construção, são exemplos da complexidade de obras desse porte, com atores sociais diversos e desiguais atuando através dos mais variados mecanismos e expedientes. Esta obra, se levada hoje à consideração da atualidade, teria grande probabilidade de ser recusada.

De acordo com Scarpinella (1999) este trabalho propôs, para o acompanhamento do cumprimento das obrigações da entidade responsável por Porto Primavera, o estabelecimento de comissões ou fóruns amplos, constituídos por representantes de todos os interesses, concentrados e difusos. Estes grupos seriam responsáveis pelo estabelecimento de critérios e diretrizes e a apreciação de novas grandes obras com impactos ambientais. Estes fóruns, instituídos sob o critério do bem público, seriam estruturados com apoio financeiro assegurado a todas as partes, alvo de publicidade à altura de sua importância. Devem incluir uma quantidade de sessões e de extensão de tempo suficientes para poder produzir

consensos ou, no mínimo, gerar as informações necessárias para uma decisão eficaz do governo.

Kashimoto (1997) relata que a pesquisa arqueológica no Alto Paraná, relativa à área de inundação da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), compreendida nas coordenadas geográficas 22°24'00" Sul / 52°58'00" Oeste a 20°47'27" Sul / 51°37'58" Oeste, com ênfase no trecho entre a barragem e a foz do rio do Peixe, objetivou analisar variáveis ambientais de sítios arqueológicos e características da cultura material remanescente. Foram efetuadas interpretações visuais de imagens TM-LANDSAT para o mapeamento da compartimentação do relevo, associadas à análise da indústria sobre seixo e da decoração cerâmica.

Cunha (1999) relata que a Companhia Energética de São Paulo (CESP) construiu, no período de 1980 e 1992, a barragem de Taquaruçu para geração de energia elétrica. A barragem foi edificada no rio Paranapanema, entre os municípios de Sandovalina (SP) e Itaguagé (PR), formando um lago de 105,5 km². Houve a necessidade de um programa de reassentamento de pequenos produtores rurais que habitavam as regiões ribeirinhas que seriam alagadas. No escopo do EIA/RIMA da obra a ser executada foram previstas medidas mitigadoras dos impactos sócio-ambientais. Esta pesquisa apresentou uma avaliação da eficácia dessas medidas na minimização dos impactos sócio-ambientais causados pela construção da Usina Hidrelétrica de Taquaruçu. Primeiramente foi realizada uma avaliação em campo das condições de vida da população reassentada em 1992, estabelecendo um paralelo entre a situação sócio-ambiental anterior e posterior ao reassentamento denominado Fazenda Laranjeiras, no município de Nandiba (SP), no intuito de identificar os impactos causados pela obra.

De acordo com Cunha (1999), os dados obtidos pela investigação de campo receberam tratamento estatístico. Paralelamente foi feita uma análise descritiva de projetos anteriores de reassentamentos da CESP, tais como: Lagoa São Paulo (1978) e Rosanela (1986). Os resultados obtidos pelas análises, estatística e descritiva, indicaram a diminuição da satisfação da população, principalmente com a infra-estrutura do reassentamento. No reassentamento da Fazenda Laranjeiras as carências mais observadas foram no sistema de transporte e nos serviços de saúde. Conclui indicando a necessidade de se trabalhar com

maior ênfase as variáveis sociais específicas desses projetos, que geralmente não são consideradas, a fim de melhor atender aos interesses e particularidades das populações reassentadas.

Romero *et al.* (2001) relatam que o Brasil tem se destacado, ao longo dos anos, como um dos países no mundo que mais tem investido na construção de usinas hidrelétricas, como forma de suprir sua demanda de energia. Ressaltam que apesar dos inegáveis benefícios decorrentes destas obras, a elas também está associada uma gama enorme de impactos socioeconômicos e ambientais negativos. O trabalho realizado pelos autores teve como objetivo analisar criticamente a eficiência dos Estudos de Impactos Ambientais e dos Relatórios de Impactos Ambientais (EIA-RIMA), com base no caso da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera). Tal análise permitiu concluir que, embora os Governos venham procurando seguir uma legislação ambiental cada vez mais completa, isto não tem impedido a construção de usinas hidrelétricas causadoras de grandes impactos socioeconômicos e ambientais. Foi possível concluir, também, que o EIA-RIMA, ao menos no caso da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) só funcionou como instrumento eficiente para impedir ou mitigar os impactos negativos gerados por aquela obra, a partir do momento em que os programas propostos pelo estudo foram reformulados e ampliados em consequência do crescente esclarecimento e participação da sociedade civil organizada.

Travassos (2001) relata que próximo a Presidente Epitácio (SP) encontra-se a localidade de Campinal, provavelmente detentora de um dos mais belos cenários da região: as várzeas do rio do Peixe. Este local abriga uma das bases de campo do Projeto Cervídeos Brasileiros, responsável pelo monitoramento do *Blastocerus dichotomus*, o Cervo-do-Pantanal, que fornece dados para a análise dos impactos oriundos do enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera). A região possui clima tropical com verão úmido e inverno seco, registrando temperaturas máximas de 40°C e mínimas de 10°C, tendo os meses chuvosos de novembro a março com pluviosidade média anual de 1.200mm a 1.400mm e umidade relativa do ar de cerca de 80%.

De acordo com Travassos (2001), a região apresenta-se como uma enorme bacia de alagamento, compondo os localmente denominados “varjões”, com

terrenos predominantemente constituídos de solo Latossólico Vermelho Escuro com fase arenosa, de natureza hidrométrica. A vegetação constitui-se basicamente dos “varjões” com a presença de inúmeras macrófitas aquáticas e nas áreas que se verifica a presença de vegetação mais densa e arbórea, se nota a existência de cursos d’água e, conseqüentemente, as matas ciliares apresentadas como fragmentos da vegetação original de Mata Atlântica. As áreas de cultivo se limitam a poucos produtores assentados pelo Programa de Reforma Agrária do Governo Federal / Governo do Estado de São Paulo, além de propriedades destinadas à pecuária. O potencial turístico da região é amplamente explorado às margens do rio Paraná através da Prefeitura da Estância Turística de Presidente Epitácio, que promove eventos ligados à pesca e torneios de esportes aquáticos.

Carmo (2001) relata que, no Pontal do Paranapanema, no oeste do Estado de São Paulo, o aproveitamento dos recursos hídricos da região para gerar energia teve um impacto significativo sobre o volume populacional, principalmente no município de Teodoro Sampaio. Em 1980 este município contava com 26,3 mil habitantes, praticamente o mesmo número verificado em 1970, sendo que em 1991 foram recenseados 49,2 mil habitantes. Ou seja, a população municipal praticamente dobrou entre 1980/1991. Tal crescimento populacional pode ser associado ao início das obras, em 1980, de três importantes usinas hidrelétricas na região: Porto Primavera, no rio Paraná, dentro do então distrito de Rosana, começou a operar apenas em 1998; Rosana, no rio Paranapanema, dentro do município de Teodoro Sampaio, começou a operar em 1987; Taquaruçu, em Sandovalina, também no rio Paranapanema, começou a operar em 1989. Na região ainda existe outra Usina Hidrelétrica: Capivara, localizada no município de Taciba, rio Paranapanema, que teve seu início de construção em 1970 e foi finalizada em 1978.

Carmo (2001) relata que a utilização dos lagos formados pelas usinas hidrelétricas pode vir a se constituir como uma fonte de renda para os municípios atingidos pelas barragens. É o caso, por exemplo, do município de Presidente Epitácio, onde está localizada a maior extensão do lago formado pela Usina Hidrelétrica de Porto Primavera. Este município, que já é uma estância turística devido a suas águas termais, recebe obras realizadas pela CESP e investe na

exploração do seu potencial turístico. A infra-estrutura hoteleira, entretanto, ainda é considerada insuficiente. É importante salientar que a construção das barragens também afetou a vida das famílias ribeirinhas, que se viram obrigadas a deixar seus locais tradicionais de residência. Os impactos ambientais da instalação das usinas também foram enormes. Segundo estimativas da Polícia Florestal apenas 20% da fauna foi salva durante a operação que precedeu a subida das águas do lago da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera. Espécies ameaçadas de extinção, como o cervo-do-pantanal, estão encontrando dificuldades de adaptação, em função da diminuição das áreas de várzea disponíveis.

Segundo Carmo (2001), outro impacto decorrente do represamento das águas é a diminuição das espécies de peixe, principalmente daquelas que precisam da piracema. Além da alteração na vida no rio, que tem um valor intrínseco, esse fato acaba afetando também os grupos que tradicionalmente vivem da pesca. A proibição da pesca um quilômetro antes e depois da barragem também é questionada pelos pescadores, impossibilitados de exercer sua principal atividade econômica. Enfim, os impactos ambientais e demográficos da construção das barragens no Pontal foram significativos.

Thomaz (2002) realizou estudo que compreendeu uma área inserida no Projeto de Salvamento Arqueológico de Porto Primavera, localizado nos municípios de Presidente Epitácio (SP) e de Bataguassu (MS), delimitado pela cota de inundação do lago formado pela Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta, no rio Paraná. Esta pesquisa teve como objetivo, por meio das técnicas de SIG, elaborar um "Modelo de predição de localização de sítios arqueológicos", baseando-se inicialmente na análise visual de todas as variáveis ambientais e culturais da área. Os resultados alcançados indicaram que o conjunto de dados da análise forneceu subsídios para otimizar os trabalhos preliminares de campo, pois, permitiu: desenvolver um modelo de predição que propiciou identificar prováveis áreas de ocupação; gerar um banco de dados geográfico dos locais arqueológicos e características ambientais relacionadas na área pesquisada; e entender as relações existentes entre os locais arqueológicos e o contexto ambiental.

Gunkel *et al.* (2003), relatam que, com relação à Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, no Estado do Pará, a bacia do rio Curuá-Una sofreu um grande

desmatamento, provocando uma “eutrofização cultural” (*sic*), ou seja, o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, resultante de atividades humanas. Assim, o reservatório mantém um nível de concentração de nutrientes suficiente para sustentar a produtividade de macrófitas (vegetais que vivem em lagos, lagoas, brejos e ambientes alagados – plantas de origens terrestres que se adaptaram a ambientes aquáticos), sustentando as emissões de metano por um longo período.

Campanharo (2003) relata que, para uma melhor compreensão dos impactos sócio-ambientais da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta no município de Presidente Epitácio, foram realizadas pesquisas bibliográficas, entrevistas com representantes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), da Companhia Energética de São Paulo (CESP) e da Organização Não-Governamental Associação em Defesa do Rio Paraná, Afluentes e Mata Ciliar (APOENA), visando esclarecimentos, coleta de dados e informações sobre as implicações sociais e ambientais no município. Foram entrevistados alguns pescadores, ribeirinhos, ilhéus e ceramistas para que se tivesse uma noção dos efeitos da construção da usina nos modos de vida dessas comunidades. Durante o desenvolvimento da pesquisa também foram realizadas pesquisas de campo em locais diretamente impactados. O trabalho foi realizado com o intuito de identificar e caracterizar os principais impactos sócio-ambientais acarretados pela formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta, no município de Presidente Epitácio (SP).

Fearnside (2004) relata que as barragens de usinas hidrelétricas resultam em emissões de gases de efeito estufa quando construídas em áreas florestadas nos trópicos, fato ilustrado pela Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, no Estado do Pará. As emissões de gases incluem o gás carbônico formado pela decomposição acima da superfície da água das árvores deixadas em pé, e o metano resultante da decomposição da vegetação aquática macia, sob condições anóxicas (com ausência de oxigênio) no fundo do lago. Esta biomassa de rápida decomposição inclui as macrófitas e a vegetação que cresce na zona de deplecionamento (abaixamento do nível da água armazenada durante um intervalo de tempo específico), que é inundada quando o nível da água no reservatório se

eleva. Algum metano é liberado pela superfície do reservatório através de bolhas e por difusão. Entretanto, quantias maiores são liberadas pelas turbinas e pelo vertedouro. A concentração de metano na água aumenta com a profundidade, sendo que as turbinas e o vertedouro retiram a água de profundidades suficientes para ter um conteúdo significativo de metano. No ano de 1990, treze anos após o enchimento, a Represa de Curuá-Una emitiu 3,7 vezes mais gases de efeito estufa do que teriam sido emitidos gerando a mesma quantia de eletricidade através da queima do petróleo.

Santos (2005) realizou pesquisa que teve como objetivo identificar e analisar os impactos sócio-ambientais provocados pela formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) e suas interferências na qualidade de vida da população do distrito de Nova Porto XV, município de Bataguassu (MS). Inicialmente foi feito um resgate histórico do antigo distrito de Porto XV de Novembro e da atual Nova Porto XV, para conhecimento de como ocorreu o processo de ocupação desse espaço e para possibilitar uma melhor compreensão das transformações e dos impactos sócio-ambientais provocados. Em um segundo momento foram verificadas as condições sociais, econômicas e ambientais dessa população, avaliando a qualidade de vida e comparando a situação atual com a fase anterior à relocação. Foram feitos levantamentos em arquivos históricos da Prefeitura Municipal de Bataguassu (MS) e em outros locais com o objetivo de coletar informações referentes aos aspectos históricos do distrito, além de terem sido realizados trabalhos de campo e entrevistas com os moradores e autoridades locais para obter esclarecimentos referentes às condições sociais, econômicas e ambientais atuais e anteriores à fase de relocação.

Santos (2005) relatou que, para analisar a qualidade de vida, foram considerados alguns indicadores objetivos ou quantitativos (condição sócio-econômica, infra-estrutura, meios de consumo coletivo) e alguns indicadores subjetivos ou qualitativos (percepção da população referente à qualidade ambiental e qualidade de vida). Como resultado se identificou que população atingida passou a ter acesso a uma boa infra-estrutura urbana que antes não tinha. Porém ocorreram impactos nas atividades econômicas, culturais e sociais resultando na perda do modo de vida próprio construído há tempos no antigo distrito.

Vasconcelos, Novo e Donalísio (2006) realizaram estudo onde relatam que a construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no sudeste do Estado do Pará, em 1981, impôs grandes mudanças ambientais, desmatamentos e migração para a região. O objetivo do trabalho foi verificar a influência destas mudanças na ocorrência da malária no Município de Jacundá, Pará, Brasil, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. Os parâmetros utilizados para a construção dos mapas foram: distância das estradas, classe agrossilvopastoril, distância de coleções hídricas (dos rios, dos igarapés e do reservatório) e da área urbana do município. Neste estudo, verificou-se o caráter epidêmico da malária a partir da construção da barragem de Tucuruí. Sugere-se que o padrão sazonal da incidência está relacionado com o período de maior estabilidade das margens do reservatório e ocorrência de áreas alagadas, além de maior exposição de trabalhadores na época de colheita na região. Foi observado que a distribuição dos casos está relacionada com as formas de uso e ocupação da terra, principalmente em áreas de maior influência das estradas, locais onde se concentra grande parte da população.

Segundo Pereira (2006) o reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira se localiza entre os Estados de São Paulo, de Mato Grosso do Sul, de Minas Gerais e de Goiás inserindo-se na bacia hidrográfica do rio Paraná. Além da geração de energia elétrica e de atividades turísticas, os usos da água do reservatório também são destinados para abastecimento público, afastamento de efluentes domésticos, irrigação e atividades industriais. Devido à boa qualidade de suas águas, apresenta uma forte tendência ao aumento do uso e ocupação de suas margens exigindo medidas disciplinadoras na bacia hidrográfica. Este trabalho teve como objetivo a caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira, bem como a identificação dos impactos ambientais existentes e potenciais em 2006. A área de influência do reservatório foi estimada em 9.949.631 hectares, dos quais 891.768 hectares (8,96%) são destinados a diversos usos, incluindo, em sua maioria, as pastagens e, em menor proporção, foram identificados solos expostos, aglomerados agropecuários e agricultura. A área de vegetação natural é de 66.659 hectares (0,67%), muito inferior ao estabelecido

pela legislação (1.985.538 hectares). Verificou-se ainda que 38,4% da área é vulnerável à erosão e 61,6% aos assoreamentos.

De acordo com Pereira (2006), os impactos ambientais potenciais demonstraram que 75% se referem a áreas de segunda residência, além de 1.685 hectares de trilhas existentes. Dos impactos ambientais existentes na área de influência, o maior percentual está relacionado com as áreas urbanizadas (62,36%), devido à presença de lixões e lançamento de esgoto que, na maioria das vezes, estão dispostos de forma inadequada. A caracterização efetuada neste trabalho mostra a necessidade do estabelecimento de critérios qualitativos e quantitativos para o planejamento ambiental e regional, a fim de garantir o uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de forma mais adequada, não comprometendo a qualidade da água e sua utilização racional para diversos usos múltiplos.

Marques, Maciel e Dall'Aglio Sobrinho (2007), relatam que grande parte do interesse do estudo dos efeitos das ondas no lago da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, localizada no Estado de São Paulo, provém de sua localização estratégica. O lago faz parte do complexo de navegação Tietê-Paraná, tendo como elemento de destaque o canal de partilha de Pereira Barreto. Assim, o conhecimento do regime de ventos e ondas nesta área não só contribui nas condições de navegabilidade como também na estimativa da capacidade erosiva destas junto às margens do reservatório. Quando a onda é gerada pela ação do vento em grandes espelhos de água como oceanos, baías, rios, lagos e reservatórios, a altura da onda fica condicionada a três fatores relacionados ao vento: a velocidade, a duração e a pista sobre a qual ele sopra. Na grande maioria dos métodos empregados para a estimativa de ondas, o comprimento desta pista entra como uma variável importante e que deve ser determinada com precisão.

Paula e Gomes (2007) realizaram pesquisa que teve como objetivo descrever a influência das alterações ambientais relacionadas ao lago da Usina Hidrelétrica Porto Primavera sobre a composição da fauna *Culicidae*, desde o desmatamento até a primeira etapa de enchimento, visando a contribuir com uma análise ecológica de vetores biológicos de importância à saúde pública. A represa está localizada no município de Presidente Epitácio, no Estado de São Paulo.

Segundo Paula e Gomes (2007), na década de 1980, teve início o represamento de parte do rio Paraná para a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera). A construção abrangeu os municípios de Bataiporã e Rosana, respectivamente, nos Estados de Mato Grosso do Sul e de São Paulo, com a inundação do complexo de lagoas da antiga Reserva Ecológica Lagoa São Paulo e suas imediações. Na região oeste do Estado de São Paulo, a construção da usina afetou os municípios de Presidente Epitácio e Caiuá, ao longo da margem esquerda do rio Paraná e do rio do Peixe. Presidente Epitácio representa porta de acesso ao Estado de São Paulo nas rotas de transporte rodoviário que ligam as Regiões Sul e Sudeste do País com os estados amazônicos. Dessa forma, o intenso movimento populacional entre essas regiões aumenta a vulnerabilidade das áreas que há algum tempo não apresentam transmissão de malária. Presidente Epitácio e outros municípios próximos ao rio Paraná foram apontados como importantes focos dessa doença no Estado de São Paulo em 1980 e 1982. Concluem que as mudanças ambientais decorrentes da construção da Represa de Porto Primavera favoreceram o aumento da densidade de algumas populações de culicídeos vetores e que geram incômodos, com riscos potenciais de transmissão de patógenos (microorganismos causadores de doenças) para humanos.

Rodrigues, Maltoni e Cassiolato (2007) realizaram pesquisa com o objetivo de se avaliar as modificações ocorridas nas propriedades físicas e químicas do subsolo revegetado, em áreas degradadas dentro do bioma Cerrado e verificar qual das coberturas vegetais estudadas promoveu melhores condições para a recuperação do solo. A pesquisa foi realizada em áreas degradadas remanescentes da construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, em Ilha Solteira (SP). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. Avaliaram-se: áreas em regeneração natural, áreas com braquiária, com *Pinus* sp., com solo exposto e cerrado (utilizado como controle). Foram avaliados: porosidade do solo, densidade, estabilidade de agregados, taxa de infiltração, temperatura, cátions trocáveis, matéria orgânica, pH e acidez potencial. Os resultados mostraram que o *Pinus* não é uma boa espécie para recuperar os atributos químicos do subsolo. As áreas revegetadas precisam ser melhoradas em

seus atributos físicos, para um adequado desenvolvimento da vegetação. A braquiária e a regeneração foram os tratamentos que apresentaram os melhores resultados, aproximando-se mais do Cerrado natural.

Alves, Suzuki e Suzuki (2007) relatam que a necessidade cada vez maior de alimentos, de espaço e de condições para sobrevivência faz com que as interferências antrópicas no ambiente sejam cada vez maiores. Solos intensivamente cultivados e de forma inadequada são degradados, assim como a construção de obras civis no meio rural sem atender à legislação pertinente tudo isso tem ocasionado problemas ao meio. Várias técnicas têm sido utilizadas para recuperar esses solos, sendo a principal delas a adição de MO (Molibdênio), um componente de adubo orgânico líquido. Este elemento é exigido em baixíssimas quantidades e está ligado ao aproveitamento do Nitrogênio pelas plantas. Promove o melhor desenvolvimento das raízes, influi na nodulação das leguminosas e aumenta a absorção de Cálcio. Uma planta em deficiência de Molibdênio apresenta sintomas semelhantes aos de Nitrogênio. Contudo, informações sobre tempo para recuperação do solo, influência dos tipos de material orgânico e indicadores das alterações ainda são escassas.

De acordo com Alves, Suzuki e Suzuki (2007) este trabalho objetivou avaliar a recuperação das propriedades de um Latossolo Vermelho distrófico, de onde foi retirado material usado na terraplanagem e nas fundações da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, utilizando-se como indicadores de qualidade física a densidade do solo e a taxa de infiltração de água. Concluíram que ocorrem melhorias na qualidade do solo quando efetuado o seu preparo e a adição de lodo de esgoto e adubos verdes. A densidade do solo e a infiltração de água do solo são bons indicadores na avaliação dessas melhorias. As diferentes fontes de MO adicionadas ao solo e a ação do preparo deste interagem de maneira semelhante na recuperação da sua qualidade, porém a combinação lodo de esgoto mais braquiária proporciona maior altura de planta da espécie gonçalo-alves.

Segundo Tundisi (2007), a continuidade da atual matriz energética brasileira implica uma expansão da exploração de hidroenergia na Amazônia, onde se encontram 52% do potencial hidroenergético. A conciliação da produção de hidroeletricidade com a preservação da região amazônica e da biodiversidade é um

dos grandes desafios dos próximos trinta anos. A região amazônica, com seus inúmeros tributários, deltas internos, áreas de várzea e regiões alagadas é um dos centros ativos de evolução do planeta. O processo de construção e gestão de novos reservatórios e o planejamento estratégico na apropriação de recursos hídricos devem, sem dúvida, considerar essa conciliação da expansão hidroenergética com a conservação dos processos ecológicos, hidrossociais e hidroeconômicos na Amazônia. Uma integração mais decisiva da base de ciência e tecnologia com o planejamento e gestão é fundamental nesse contexto de exploração hidroenergética.

Bermann (2007) faz uma avaliação da hidroeletricidade no Brasil a partir da sua importância na matriz elétrica do país, do caráter prioritário que a geração hidrelétrica assume na gestão dos recursos hídricos e dos impasses e controvérsias do ponto de vista social e ambiental, decorrentes da implantação e operação dos empreendimentos hidrelétricos. Para ilustrar as questões levantadas com relação às grandes usinas, são referenciados dois estudos de caso - a Usina Hidrelétrica de Tijuco Alto, em processo de licenciamento ambiental pelo Ibama; e a Usina Hidrelétrica de Barra Grande, cujo processo de licenciamento foi marcado por uma série de irregularidades. Por fim, são apontadas possíveis alternativas para a geração hidrelétrica, em particular a repotenciação de usinas e um maior incentivo às pequenas centrais hidrelétricas.

2.4. Formação de lagos artificiais e impactos nos ecossistemas

Guimarães *et al.* (1997) realizaram estudo visando o conhecimento das principais espécies de anofelinos encontradas às margens do lago de Itaipu, formado pela barragem da Usina Hidrelétrica da Itaipu Binacional e que, provavelmente, utilizam-se do reservatório como criadouro e o estabelecimento da fase do crepúsculo vespertino em que realizam a atividade hematofágica (se alimentam de sangue). Entre as cidades de Guaíra e Foz do Iguaçu, o reservatório da montante de Itaipu atinge sua capacidade máxima com 1.350 km², ao longo de

170 km em extensão linear, para um volume total de 29 bilhões de m³. A capacidade total de geração da hidrelétrica é de 12.600 MW em 18 unidades geradoras. Ao longo de toda a margem do lago de Itaipu observa-se um expressivo manto de vegetação tipicamente aquática de pequena profundidade, predominando *Eichornia*, gramíneas e esparsos arbustos de médio porte. Esse tipo de cobertura vegetal apresenta-se como nicho ótimo para o desenvolvimento de formas imaturas de anofelinos.

Marcondes *et al.* (2003), realizaram estudo com o objetivo de avaliar a eficiência do herbicida Fluridone no controle de plantas aquáticas submersas (*Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*) que ocorrem no reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupia), região noroeste do Estado de São Paulo. A pesquisa, que consistiu de aplicações de Fluridone, foi conduzida em lagoas marginais do rio Tietê, denominadas Flórida e Barrenta. As lagoas foram divididas em faixas, cada uma delas representando um tratamento. As faixas das lagoas receberam uma aplicação inicial de Fluridone, procurando-se atingir a concentração de 20 ppb. As aplicações subseqüentes foram dimensionadas para recompor e/ou manter esta concentração, sendo realizadas sempre com o auxílio de uma barra de aplicação munida de três mangueiras, com pontas injetoras submersas na água, em três profundidades (0,2, 0,6 e 1,2 m). Foram feitas avaliações visuais dos sintomas de fitointoxicação nas três espécies estudadas, assim como avaliação da biomassa. Nas condições da pesquisa, o Fluridone controlou as macrófitas submersas *Egeria najas* e *Egeria densa*; quando cessou o efeito do Fluridone ocorreu a reinfestação de *Egeria densa* e *Egeria najas*; e não houve controle de *Ceratophyllum demersum* nem das espécies não-alvo, como *Salvinia auriculata*, *Ipomoea spp.*, *Merremia sp.*, *Typha latifolia* e *Cyperus spp.*

Segundo Moura *et al.* (2004), mecanismos de vento local, tal como as brisas, influenciam o transporte e dispersão dos gases. Medidas da direção do vento e concentração de ozônio (O₃) a 10m de altura foram realizadas durante a execução do projeto LBA/CLAIRE-2001 (*Large Scale Biosphere – Atmosphere Experiment in Amazônia / Cooperative LBA Airbone Regional Experiment – 2001*), no período de 02 a 28 de julho de 2001, nas dependências do Laboratório de Limnologia (01°55' Sul, 59°28' Oeste, 174m) pertencente à Usina Hidrelétrica de Balbina, Amazonas. O lago artificial tem uma área de 2.360 km², sendo

suficientemente grande para estabelecer um regime de brisas. As brisas de lago e floresta apresentam-se de forma bem definidas, sendo que a brisa de lago fica melhor caracterizada no período mais quente do dia (10h00min às 14h00min), enquanto a brisa de floresta evidencia-se no período de 16h00 às 08h00min com o resfriamento radiativo mais intenso da floresta, o que acarreta um forte contraste térmico. Enquanto isso, a concentração média diária (24 horas) de O_3 foi de 8,7 ppbv (parte por bilhão por volume) com média de 10,6 ppbv no período diurno e 3,5 ppbv no período noturno. Os resultados também indicaram que quando a brisa é de lago, mesmo a noturna, a concentração de O_3 é muito maior do que correspondente à concentração referente à brisa de floresta.

De acordo com estudos de Fernandez, Agostinho e Bini (2004), a seleção específica de uma escada de peixes do tipo seqüência de tanques, com passagem de fundo (tipo *weir and orifice* – tipo de escada com orifício), na barragem da Usina Hidrelétrica de Itaipu, localizado no rio Paraná, foi avaliada através de amostragens no rio a jusante (amostragem trimestral em 1997) e em dois pontos ao longo da escada (10 e 27 m de altura; novembro de 1994 a janeiro de 1997 e novembro de 1994 a fevereiro de 1997, respectivamente). Das 65 espécies registradas no rio imediatamente a jusante da barragem, 27 foram capturadas na escada. As espécies com maior densidade na escada, em sua maioria migradoras, tiveram abundância moderada ou reduzida a jusante. Entre as mais abundantes a jusante, apenas uma, não migradora, foi registrada na escada. A escada apresentou seleção negativa aos grandes pimelodídeos (família de peixes que se diferem dos bagres pelos seus longos bigodes. Esta família é encontrada na América Central e do Sul. Nomes vulgares: bagrinho e mandizinho) migradores que pode ser superada com a ampliação na escala do projeto. As amostragens evidenciaram reduzida seletividade específica ao longo da escada, sendo seu modelo hidráulico satisfatório na atração e eficiente na ascensão de peixes.

Guimarães *et al.* (2004) estudaram aspectos da ecologia de anofelinos (*Diptera, Culicidae*) (pequenos dípteros, medindo em geral menos de um centímetro de comprimento ou de envergadura, corpo delgado e longas pernas que lhe valeram em algumas regiões o nome de “pernilongo”, “carapanã”, “muriçoca”, “sovela”, “mosquito-prego” ou, simplesmente, mosquito) em áreas da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Estado de Goiás, Brasil. Foram analisados a incidência das

populações de anofelinos e os fatores climáticos. Foram realizadas capturas bimestrais, em isca humana e armadilha Shannon, ao longo de 36 meses consecutivos (janeiro de 1997 a dezembro de 1999). Capturaram um total de 5.205 anofelinos adultos, pertencentes a cinco espécies. *Anopheles darlingi* foi o anofelino mais freqüente (61,4%), seguido de *Anopheles albitarsis* s.l. (35,4%), *Anopheles triannulatus* (2,5%), *Anopheles oswaldoi* (0,4%) e *Anopheles evansae* (0,2%). O nível da água e a vegetação às margens do reservatório foram determinantes para a freqüência das espécies de anofelinos. Os fatores climáticos tiveram influência secundária. A estabilidade do reservatório, o aumento na freqüência do *Anopheles darlingi* e a chegada de garimpeiros foram responsáveis pelos casos de malária diagnosticados.

Segundo Silva e Uieda (2007), as raia da família *Potamotrygonidae* representam um grupo singular da ictiofauna Neotropical. Apesar de serem antigos os relatos sobre o grupo, ainda são muitas as questões que permanecem sem resposta, sobretudo no que diz respeito à biologia das espécies que ocorrem na Bacia do Paraná-Paraguai. Neste trabalho foi analisada a dieta de *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro*, capturadas no alto rio Paraná, a jusante da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupia). As duas espécies de raia apresentaram dieta diversificada, ingerindo quatorze itens, entre moluscos, crustáceos, insetos e peixes, porém com predominância de insetos aquáticos em diversidade e abundância. Somente um indivíduo de cada espécie ingeriu peixe. *Potamotrygon motoro* consumiu principalmente *Ephemeroptera*, enquanto *Potamotrygon falkneri*, principalmente *Mollusca*, *Hemiptera* e *Trichoptera*. Os dados aparentemente indicam uma dieta mais especializada de *Potamotrygon motoro*, com maior consumo de *Ephemeroptera* (*Baetidae*), e uma dieta mais generalizada de *Potamotrygon falkneri*. A análise dos indivíduos capturados em três micro-habitats, que diferem quanto ao tipo de substrato e presença de vegetação marginal, sugere diferenças nos tipos de alimentos consumidos.

Fernandez *et al.* (2007) avaliaram a sazonalidade da ascensão de peixes na escada experimental localizada junto à barragem da Usina Hidrelétrica de Itaipu e as relações com a reprodução, temperatura, nível do rio e suas vazões. As amostragens de peixes e de fatores abióticos foram obtidas de fevereiro de 1995 a janeiro de 1997, em dois tanques de descanso, sendo o primeiro localizado na

altura de 10m da cota média do rio Paraná e o segundo ao final da escada, a 27m de altura. Modelos auto-regressivos foram empregados com o objetivo de remover a dependência temporal entre as observações.

De acordo com Fernandez *et al.* (2007), posteriormente, os resíduos dos modelos foram utilizados para relacionar, através do coeficiente de correlação de *Pearson*, as densidades de peixes com as variáveis ambientais. Padrões claros de sazonalidade foram observados para a variável temperatura. As variáveis cota, vazão turbinada e vazão vertida, embora não tenham apresentado dinâmicas sazonais claras, foram temporalmente dependentes, tendo em vista que os coeficientes de auto-correlação, para diferentes k , foram significativos. Na amostragem de peixes de maior porte foram registradas 23 espécies ao longo dos dois anos de estudo, sendo que a maior parte dos indivíduos não se encontrava em reprodução e cerca de 90% dos indivíduos amostrados pertenciam a apenas seis espécies.

Segundo Fernandez *et al.* (2007), a variabilidade temporal da abundância total, considerando o conjunto das espécies, indicou um padrão de variação sazonal, permitindo evidenciar que os maiores valores de abundância foram observados sistematicamente nos meses de outubro a fevereiro (75%) e na caixa A (61% dos 1343 indivíduos amostrados). Os menores valores foram registrados nos meses de inverno. O correlograma (representação gráfica das autocorrelações de um conjunto de dados) da densidade total confirma essa tendência. Nas amostragens destinadas às espécies de pequeno porte, foram registradas seis espécies, todas presentes em ambas as caixas, sendo mais freqüentes na primeira (64%). Entre essas espécies, *Bryconamericus stramineus* contribuiu com 99% do total amostrado. A variabilidade temporal da abundância total das espécies de pequeno porte indicou um padrão distinto de variação sazonal entre dois períodos anuais analisados.

Gomes *et al.* (2007) relatam que o represamento do rio Paraná para construção da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, entre os Estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo, alterou as relações ecológicas na região. O objetivo do estudo foi descrever a fauna de culicídeos potencialmente vetores nesse reservatório, a 2 km da margem direita, em Bataguassu, Mato Grosso do Sul, na fase anterior à inundação. Os culicídeos foram capturados em ambientes distintos

mensalmente, de julho de 1997 a novembro de 1999. Foram calculados índices de riqueza e abundância. Obtiveram-se 16.553 exemplares adultos e 1.795 imaturos, com riqueza de 86 e 44 espécies, respectivamente. A fauna culicídea da área de estudo apresentava relativa riqueza, com espécies de valor epidemiológico, como o *Anopheles darlingi*, além de outras com potencial na veiculação de arbovírus (*arthropod-borne vírus* – designa vários agentes transmitidos por mosquitos ou carrapatos que podem causar encefalite no homem e nos animais).

2.5. Formação de lagos artificiais e impactos sócio-ambientais provocados por grandes empreendimentos hidrelétricos

No Brasil têm sido construídas inúmeras usinas hidrelétricas, localizadas nas principais bacias hidrográficas, principalmente do rio Amazonas, dos rios Tocantins-Araguaia, do rio São Francisco, dos rios Paraná-Paraguai, do rio Iguaçu, do rio Paranapanema, dentre outras.

A maior quantidade de energia elétrica produzida no Brasil provém de usinas hidrelétricas (cerca de 95%). Em regiões rurais e mais distantes das hidrelétricas centrais têm-se utilizado energia produzida em usinas termoeletricas e, em pequena escala, a energia elétrica gerada da energia eólica. Utiliza-se a energia hídrica no Brasil em grande escala devido aos grandes mananciais de água existentes e o relevo que favorece os aproveitamentos.

A demanda de energia elétrica tem aumentado significativamente desde as últimas décadas do século XX devido ao intenso processo de industrialização e urbanização. No Brasil, esse processo se intensificou a partir da década de 1950 com a entrada do capital estrangeiro no país. Assim, o país optou em produzir energia elétrica através da hidroeletricidade, aliado ao potencial hídrico do país e aos interesses das empresas multinacionais ou transnacionais em subsidiar empreendimentos de grande porte.

Porém, esse modelo energético tem provocado, sobretudo nas últimas décadas, a inundação de vastas áreas do território nacional e inúmeros impactos

sociais e ambientais, na área de influência desses empreendimentos. Tal fato, atrelado a visão dicotomizada da sociedade e natureza como duas realidades separadas, tem levado a sociedade a utilizar os recursos naturais indiscriminadamente.

Barreto e Correa (1983) realizaram trabalho que abordou de forma sucinta a importância do planejamento para aproveitamento múltiplo de uma barragem, as possíveis conseqüências que um reservatório traz ao meio ambiente e o que se faz, em relação à preservação ecológica em áreas de barragens. Concluem que a construção de barragens, por ser um empreendimento oneroso, não deve ter como finalidade e única a produção de energia, mas deve visar um aproveitamento múltiplo no que se refere à irrigação de agriculturáveis, desenvolvimento de projetos de piscicultura, áreas de lazer, preservação de “nichos” ecológicos como laboratórios de pesquisa, dentre outros. Um maior comprometimento dos estudiosos de diferentes formações (biólogos, geólogos, climatólogos, geógrafos, ecólogos) com tal tipo de projeto é o que se espera para que problemas futuros, tanto de natureza ecológico-ambiental, como econômico-social, não venham afetar ainda mais o espaço onde se localizam essas represas.

As discussões sobre as questões relativas ao meio ambiente devem ser compreendidas a partir da concepção de que não se pode dissociá-las das questões sociais, políticas e econômicas. Alves (2001) menciona que, um dos maiores problemas do planejamento ambiental no Brasil é não considerar a integração desses fatores. Ora se valorizam os aspectos naturais em detrimento dos aspectos sociais e econômicos, ora se valorizam os aspectos sociais e econômicos e se esquece dos aspectos naturais. Por isso, é de grande importância que o pesquisador ao analisar qualquer fenômeno, busque compreendê-lo integrando todos os aspectos nos quais está inserido.

Para Gonçalves (1997), a Bacia do rio Paraná, desde fins da década de 1970, assumiu grande importância como espaço que está sendo organizado e consumido para a produção de energia, a partir das necessidades econômicas regionais e nacionais, determinado pelo processo urbano-industrial, com a finalidade de atender as necessidades do homem e do capital.

Essa é uma das explicações que justificam a tardia elaboração de uma política ambiental no Brasil. Embora antes já existissem leis que tratassem de

vegetação, águas, pesca, entre outros, foi a partir da participação do país na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo (Suécia) em 1972 que teve início a tomada de medidas básicas com a intenção de se consolidar uma política ambiental. No entanto, nessa conferência o governo brasileiro foi o principal organizador do bloco dos países em desenvolvimento que tinham uma posição de resistência ao reconhecimento da importância da problemática ambiental. A visão que se tinha no Brasil é que os recursos naturais no país são quase finitos e que, ao invés de usá-los de modo conservacionista como propõe o programa ambientalista internacional, deveria explorá-los de modo mais rápido e intenso possível para atingir elevadas taxas de crescimento econômico (VIOLA e LEIS, 1995).

Foi observado que no Brasil os grandes empreendimentos hidrelétricos provocaram problemas ambientais absurdos e, em alguns casos, além dos que foram previstos em estudos ambientais, conforme demonstrou Monosowski (1998) quando analisou o caso de Tucuruí. Em outros casos, a construção da Usina Hidrelétrica não compensou se for comparado com a geração de energia, como é o caso de Balbina (SANTOS, 1998). Nesse contexto, fica claro que tais impactos sócio-ambientais sempre recaem “[...] sobre determinadas classes sociais, ao mesmo tempo em que privilegiam determinados segmentos da sociedade”.

Assim, Gonçalves (1997) aponta que sempre que for analisada a destruição e/ou modificação do meio ambiente, é preciso recordar que se vive em um regime guiado por uma divisão social do trabalho, onde para alguns cabem as decisões e para outros, o cumprimento de diretrizes previamente traçadas. É preciso lembrar também, que o caráter privado da propriedade no regime capitalista determina uma apropriação privada da natureza, seja ela em escala local, nacional, mundial.

Dentre os diversos impactos provocados pela implantação de uma Usina Hidrelétrica, pode-se destacar: a transformação de um trecho do rio em lago, acarretando alterações na fauna, flora, na atividade pesqueira, no turismo, na navegação e na qualidade da água; inundação de ecossistemas naturais, relativamente preservados com consequência perda da biodiversidade; inundação de recursos produtivos com destaque para os depósitos de argila; subida do lençol

freático; intensificação de processos erosivos a jusante e de assoreamento a montante da hidrelétrica (CESP, 1994b).

A Comissão Mundial de Barragens (CMB, 1999) também cita como impactos as profundas alterações nos meios e modos de vida como desagregação social de comunidades locais, deslocamento compulsório da população, desestruturação das atividades econômicas e dos mercados de trabalho e de terras, ruptura das teias de relações sociais, entre outros.

De acordo com a Comissão Mundial de Barragens (CMB, 1999), os aspectos sociais nos grandes empreendimentos hidrelétricos ou em outros grandes projetos também sempre são desconsiderados. Quando são mencionados, geralmente são analisados e tratados de forma superficial ou ficam relegados em segundo plano. Pensam-se sempre nos benefícios econômicos em detrimento dos aspectos sociais e ambientais. O mesmo tem ocorrido com as empresas empreendedoras que na prática tem dado um tratamento inadequado às populações atingidas no que se refere às políticas de indenização.

Após a análise de vários RIMA's (Relatórios de Impactos Ambientais) de empreendimentos hidrelétricos do Brasil, Teixeira *et al.* (1998) concluem que esses empreendimentos situam as populações envolvidas nesses empreendimentos num plano secundário, como se as pessoas fossem meras receptoras das ações, facilmente deslocáveis e convenientemente adaptáveis a novas condições. O mesmo tratamento é aplicado aos aspectos biológicos ou físicos dos espaços ocupados pelas hidrelétricas.

2.6. O setor energético no Estado de São Paulo e o processo de implantação da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)

A CESP, denominada inicialmente “Centrais Elétricas de São Paulo”, foi criada dia 05 de dezembro de 1966, tendo como objetivo principal centralizar o serviço de energia elétrica no Estado, tendo o governo do Estado de São Paulo, o

maior acionista. Em 1975, a CESP assume o controle acionário da CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) que era até o momento, responsável pela distribuição de energia a um terço do interior do Estado. A partir da crise do petróleo, a empresa passa a estudar novas fontes de energia, além de fazer levantamentos nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, objetivando a construção de novas hidrelétricas. Posteriormente, a empresa altera sua razão social para Companhia Energética de São Paulo (SANTOS, 1997).

Santos (1997) relata que, no Brasil, além do grande potencial hidrográfico, seus rios são predominantemente de planalto. Por isso, os terrenos por onde os rios correm apresentam muita declividade propiciando a formação de muitas quedas d'águas, tornando-se importantes na captação de força geradora de energia elétrica, já que possui uma elevada força hidráulica. No Estado de São Paulo, praticamente quase todos os rios principais possuem elevada força hidráulica, fato que levou a CESP a construir usinas em todo o Estado para atender a crescente demanda na região e prevenir uma possível crise energética. O processo de implantação da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) está atrelado a alguns fatores que permeiam o planejamento do setor elétrico brasileiro. Baseados nas premissas do grande potencial hidrelétrico brasileiro e na idéia de se produzir energia elétrica para sustentar e incrementar o desenvolvimento econômico de caráter urbano-industrial, governo e agentes do setor elétrico passaram a incentivar a implantação de grandes projetos hidrelétricos em todo o país.

No caso específico do Estado de São Paulo, além dos fatores já mencionados, temos toda uma política de desenvolvimento regional que objetivava solucionar ou minimizar as desigualdades regionais. O Pontal do Paranapanema é uma das regiões do Estado de São Paulo que apresentava um dos mais alarmantes quadros de pobreza e subdesenvolvimento. Foi nesse contexto que surgiu em 1978, o "Programa para o desenvolvimento do Pontal do Paranapanema", com o intuito de integrar esta região à dinâmica do restante do território paulista. Entre os programas básicos destaca-se a implantação de uma Usina de Álcool, a Destilaria Alcídia, e três Usinas Hidrelétricas: Usina Hidrelétrica de Taquaruçu (rio Paranapanema), Usina Hidrelétrica de Rosana (rio Paranapanema) e Usina Hidrelétrica Engenheiro

Sérgio Motta – Porto Primavera (rio Paraná) que foram iniciadas na década de 1970 (ADORNO, 1990).

A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), construída no rio Paraná, extremo oeste do Estado de São Paulo (distrito de Primavera, município de Rosana), na divisa entre os Estados de São Paulo e de Mato Grosso do Sul, localiza-se a 28 km a montante da confluência com o rio Paranapanema. Este empreendimento foi incluído no Plano 90 da Eletrobrás em 1974, com operação prevista para depois de sete anos. A partir de 1976, a Companhia Energética de São Paulo (CESP), empresa empreendedora da obra e a empresa de consultoria Themag, iniciaram os estudos de viabilidade técnico-econômica dos aproveitamentos de Rosana, Taquaruçu e Porto Primavera que acabou definindo a potência da Usina em 1750 MW (megawatt) e a cota do reservatório de 259m de operação (ADORNO, 1990).

A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) obteve concessão do aproveitamento da usina através do Decreto 81689 do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia), de 19 de maio de 1978 e o seu projeto básico foi aprovado e outorgado para o início de sua construção em 03 de setembro de 1979. Sua construção e início de operação foram bastante tumultuados por diversos fatores, entre eles, os inúmeros processos judiciais contra o empreendimento e seus inúmeros impactos provocados (ADORNO, 1990).

Em 1994, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) foi finalizado, juntamente com a elaboração do Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), obrigatórios para a obtenção da concessão da Licença de Operação (LO) da usina e o fechamento da barragem. Todo empreendimento de grande porte está obrigado, para a outorga da Licença de Operação, a apresentação do EIA/RIMA conforme a Resolução do CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. O RIMA condensa todas as informações e resultados do EIA, elaborado por equipe disciplinar independente, de forma a possibilitar o entendimento entre o empreendedor e os órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental do empreendimento. O RIMA tem por objetivo, fornecer uma síntese acessível ao público, a respeito de todas as informações técnicas necessárias à compreensão das possíveis consequências ambientais decorrentes da implantação do empreendimento (CESP, 1994a).

Assim, ficou estabelecido que a operação da usina fosse realizada em duas etapas: primeiro com o enchimento do reservatório até a cota 253m dentro de dois anos (de maio de 1999 a junho de 2001) e num segundo momento, com enchimento máximo entre as cotas 257m e 259m (SANTOS, 2005).

Após receber a Licença de Operação da primeira etapa de enchimento (Licença de operação nº 024/98), a CESP iniciou os testes com as comportas da usina e só terminou a primeira etapa do enchimento do reservatório na cota 253m, em dezembro de 1998. Em fevereiro de 1999, a Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) foi inaugurada pelo governador do Estado de São Paulo, Mário Covas. A segunda etapa (Licença de Operação nº 121/00), prevista para a cota 257m, só ocorreu em março de 2001. Já a cota 259m não foi liberada pelo IBAMA. Assim, somente entraram em operação 14 das 18 unidades geradoras, perfazendo um total de aproximadamente 1540 MW dos 1800 MW previstos pela CESP. A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), naquele momento estava operando com 14 unidades geradoras que corresponde a 21% de toda a potência instalada e com um custo total de 15 bilhões de dólares (SANTOS, 2005).

Após o início da construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), teve início uma série de obras e medidas denominadas mitigatórias e compensatórias em toda a área de abrangência do reservatório. As propostas mitigatórias de impactos ambientais constituem-se de medidas práticas através da implantação de programas de conservação, recuperação e proteção ambientais, em áreas que sofreram a influência do reservatório. Já as propostas compensatórias consistem na implementação de programas destinados à reparação de perdas ambientais onde a mitigação não se aplica (SANTOS, 2005).

De acordo com Adorno (1990), a Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) foi um dos maiores investimentos para aproveitamento hídrico do rio Paraná. Considerada a segunda maior hidrelétrica do Estado de São Paulo, possuindo a mais extensa barragem do Brasil com 10.186,20m de comprimento, esta usina tornou-se bem conhecida devido aos elevados custos que envolveram sua construção e pela enorme escala dos impactos ambientais que causou e ainda vem causando.

A Figura 4 demonstra a localização e denominação das Usinas Hidrelétricas construídas nas bacias hidrográficas no Estado de São Paulo, com destaque para as empresas que as administram.

Figura 4 – Localização das Usinas Hidrelétricas no Estado de São Paulo.

Fonte: CESP (2007).

3. A ÁREA DE ESTUDO

3.1. O município de Presidente Epitácio (SP)

O município de Presidente Epitácio está localizado no extremo oeste do Estado de São Paulo. Localiza-se a uma latitude de 21°45'48" Sul e a uma longitude de 52°06'56" Oeste, estando a uma altitude de 310 m. Segundo dados do IBGE (2008) a contagem da população, em 2007, indicava, 39.403 habitantes. Tem como municípios limítrofes: Panorama, Caiuá, Marabá Paulista e Teodoro Sampaio. Esta distante 654 km da capital do Estado de São Paulo (São Paulo) e 371 km da capital do Estado do Mato Grosso do Sul (Campo Grande). É um dos 29 municípios paulistas considerados como “Estância Turística” pelo Estado de São Paulo, por cumprirem determinados pré-requisitos definidos por Lei Estadual. Tal *status* garante a esses municípios uma verba maior por parte do Estado para a promoção do turismo regional. Também, o município adquire o direito de agregar junto a seu nome o título de *Estância Turística*, termo pelo qual passa a ser designado tanto pelo expediente municipal oficial quanto pelas referências estaduais.

Na Figura 5 consta a localização da Estância Turística de Presidente Epitácio, no extremo oeste do Estado de São Paulo, com destaque para a localização do Município de Presidente Epitácio e da cidade de Presidente Epitácio.

Figura 5 – Localização do Município da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP). Fonte: Prefeitura Municipal da Estância Turística de Presidente Epitácio (2006).

3.2. Histórico

Godoy (2002) elaborou a seguinte cronologia relativa à história de Presidente Epitácio.

- Em 01 de janeiro de 1907 nasce como Porto Tibiriça, a atual Estância Turística de Presidente Epitácio.

- Através da Lei no. 1.798, de 18 de novembro de 1931, foi criado o distrito e município de Presidente Prudente, a quem Presidente Epitácio pertencia. Já no ano seguinte, no dia 01 de maio, foi inaugurada a estação Porto Presidente Epitácio da Estrada de Ferro Sorocabana.

- Em 13 de janeiro de 1936, através da Lei no. 2.571, o município de Presidente Venceslau incorpora Presidente Epitácio como distrito desmembrado de Presidente Prudente.

- O Decreto no. 13.075, de 25 de novembro de 1942, criou as reservas da Lagoa São Paulo (com 13.343 ha) e do Pontal do Paranapanema (com 246.840 ha).

- A criação do município de Presidente Epitácio ocorreu através da Lei no. 233, de 24 de dezembro de 1948. Em 27 de março de 1949 foi instalada a Câmara Municipal de Presidente Epitácio.

- Em 31 de dezembro de 1958 Presidente Epitácio é transformada em Comarca, cuja instalação ocorreu em 20 de dezembro de 1963 e em 20 de julho de 1990 Presidente Epitácio é elevada à condição de Estância Turística.

- As obras civis da Usina Hidrelétrica e eclusa de Porto Primavera são iniciadas em junho de 1980 e em 07 de novembro de 1998 deu-se início o enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta, em sua primeira etapa, elevando o nível das águas do rio Paraná até a cota 253, ou seja, 253 m acima do nível do mar. Esta etapa foi concluída em 14 de dezembro de 1998. Em 01 de fevereiro de 2001 foi iniciado o processo de elevação do reservatório da Usina para a cota 257. Esta etapa foi concluída em 26 de março de 2001, tendo instalado, na ocasião, oito geradoras das 18 que tem capacidade.

3.3. Aspectos físicos do Oeste do Estado de São Paulo

Serão apresentados a seguir os aspectos físicos (geomorfologia, geologia, pedologia, hidrografia e clima) que ocorrem no oeste do Estado de São

Paulo, conforme apresentados por Monteiro (1976a), Sant'Anna Neto (1995), Boin (2000), Nunes (2002) e Nunes, Freire e Perez (2007).

3.3.1. Geomorfologia

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b), o Estado de São Paulo está dividido em cinco províncias geomorfológicas que são: I) Planalto Atlântico; II) Província Costeira; III) Depressão Periférica; IV) Cuestas Basálticas; e V) Planalto Ocidental Paulista.

Boin (2000), Nunes (2002) e Nunes, Freire e Perez (2007), geomorfologicamente, o Oeste Paulista encontra-se localizado no Planalto Ocidental Paulista, que abrange uma área de aproximadamente 50% do Estado de São Paulo, desde a província das Cuestas Arenítico-Basálticas até ao limite norte (rio Grande), oeste (rio Paraná) e sul (rio Paranapanema).

Esta província apresenta litoestruturalmente, através do espesso pacote vulcânico-sedimentar da Bacia do Paraná "... a disposição das camadas, com caimento suave para noroeste, e a presença de marcado horizonte de basaltos separando as rochas paleozóicas e mesozóicas inferiores, dos arenitos cretácios pós-basálticos" (IPT, 1981b, p. 21).

As camadas geológicas (a grande maioria delas pertencente ao Grupo Bauru) que formam o Planalto Ocidental Paulista apresentam um grau de caimento em direção à calha do Rio Paraná, condicionando uma tendência à formação de relevos estruturais (IPT, 1981b). A este fato associa-se a importância da ocorrência de processos de pedimentação neogênica também na formação do relevo regional, conforme apresentado por Ab'Saber (1969).

Conforme as principais características dos sistemas de relevo elaborados pelo IPT (1981a e 1981b) e presentes no Relatório Zero da 22ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, os relevos foram classificados em três tipos básicos: 1) Relevos de Agradação, em Planícies Aluviais (que apresentam relevo de planície aluvial – terrenos baixos e mais ou

menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações); 2) Relevos de Degradação, em Planaltos Dissecados (que apresentam relevo colinoso, relevo de morros com encostas suavizadas e relevos de morrotes); 3) Relevos Residuais Suportados por Litologias Particulares (sustentados por rochas sedimentares – morros tabulares de bordas escarpadas, formando mesas isoladas ou conjunto de mesas, topos achatados, vertentes com perfis retilíneos, freqüentemente escarpadas e com exposições locais de rocha; drenagem de média densidade, padrão dendrítico, vales fechados).

No município de Presidente Epitácio, conforme IPT (1981b) e classificação dos tipos de relevos, as formas de relevo dominante são os Morrotes Alongados e Espigões e as Colinas Médias. No caso dos Morrotes Alongados e Espigões predominam declividades médias a altas acima de 15%, com amplitudes locais inferiores a 100m. Nas Colinas Médias, predominam as baixas declividades até 15% e amplitudes locais inferiores a 100m.

No Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1: 500.000 elaborado por Ross e Moroz (1996), através dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura do relevo, associados aos aspectos morfoclimáticos atuais, apresenta três unidades morfoestruturais: I) Cinturão Orogênico do Atlântico; II) Bacia Sedimentar do Paraná; e III) Bacias Sedimentares Cenozóicas.

Para cada uma das unidades morfoestruturais apareceram várias unidades morfoesculturais (planaltos, depressões e planícies litorâneas e fluviais), que, conseqüentemente, estão associadas a diversas formas de relevo (colinas, morros, escarpas, dentre outras).

Assim, o município de Presidente Epitácio encontra-se localizado na Bacia Sedimentar do Paraná (morfoestrutura) e no Planalto Ocidental Paulista (morfoescultura), mais precisamente no Planalto Centro Ocidental (Ross e Moroz, 1996).

A Figura 6 apresenta a carta geomorfológica do Estado de São Paulo, com destaque para as Unidades Morfoestruturais e a Figura 7 apresenta a carta hipsométrica de Presidente Epitácio, onde é possível verificar a declividade da área de estudo a partir da margem do lago artificial até a área rural, sendo efetuado um recorte espacial que evidencia as classes hipsométricas.

3.3.2. Geologia

Com base nos estudos de Boin (2000), Nunes (2002) e Nunes, Freire e Perez (2007), o município de Presidente Epitácio encontra-se localizado na região do Oeste Paulista que, morfoestruturalmente, pertence à Bacia Sedimentar do Paraná, a qual é constituída por rochas sedimentares e ígneas (idade Mesozóica) e por depósitos recentes (idade Cenozóica).

Esta unidade geotectônica, formada a partir do Devoniano Inferior (IPT, 1981a), possui uma área de aproximadamente 1.100.000 km² dentro do território brasileiro.

Fúlfaro *et al.* (1982) enquadram a Bacia Sedimentar do Paraná dentro da categoria de Cratônica Intracontinental Composta e Complexa da classificação de Klemme (1980). Esta complexidade é devida em grande parte à influência significativa na tectônica da própria bacia, tanto na sua implantação como nas primeiras etapas de seu desenvolvimento, de antigas calhas em “rift” existentes no embasamento cratônico consolidado no Cambro-Ordoviciano. Por esta influência, a bacia, instalada na Era Paleozóica, tende a manter uma configuração linear, condicionada aos limites da antiga calha, apresentando distribuição e maior espessura de sedimentos na direção NW-SE. Durante o Juro-Cretáceo, um evento de intenso vulcanismo, associado à reativação da Plataforma, contou com as fraturas herdadas do embasamento como principal veículo de extravasamento das lavas.

Conforme a coluna litoestratigráfica da bacia do Paraná (IPT, 1981a), as formações geológicas dominantes que afloram na região do Pontal do Paranapanema pertencem ao Grupo São Bento – Formação Serra Geral-JKsg (4,3%); ao Grupo Bauru – Formações Caiuá-Kc (28,7%), Santo Anástácio-Ksa (2,7%), Adamantina-Ka (62,2%) e os Depósitos Cenozóicos-Qa (2,1%).

De acordo com o especificado na coluna litoestratigráfica (IPT, 1981a, p. 48), a Formação Serra Geral é constituída por

“... rochas vulcânicas toleíticas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem espessos níveis vitróficos não individualizados”.

A Formação Caiuá, pertencente ao Grupo Bauru é constituída por “... arenitos finos a médios, com grãos bem arredondados, com coloração arroxeada típica, apresentando abundantes estratificações cruzadas de grande a médio porte. Localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos” (IPT, 1981a, p. 48).

Quanto à Formação Santo Anastácio, ela apresenta “... arenitos muito finos a médios, mal selecionados, subordinadamente de caráter arcossiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimento e nódulos carbonáticos” (IPT, 1981a, p. 48).

Conforme o especificado na coluna litoestratigráfica do IPT (1981a, p. 48), a Formação Adamantina é constituída por “... arenitos finos a muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilítos ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte”.

A Figura 8 representa a carta geológica do Oeste do Estado de São Paulo.

3.3.3. Pedologia

Boin (2000), Nunes (2002) e Nunes, Freire e Perez (2007) relatam que, de acordo com o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo, elaborado pela Comissão de Solos do Centro Nacional de Ensino e Pesquisa Agronômica (1960), no Oeste Paulista foram identificados e mapeados quatro tipos de solos: Podzólicos – variação de Lins e Marília, Terra Roxa Estruturada, Latossolos Vermelho Escuro e Solos Hidromórficos.

Estes solos são o resultado de processos pedogenéticos ocorridos sob rochas areníticas do Grupo Bauru (Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília) e basálticas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral).

Os Solos Podzólicos – variação Marília e Lins, de acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), correspondem aos Solos Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelos. São solos originários de rochas areníticas, com cimentação calcária do Grupo Bauru.

No caso dos Solos Podzólicos – variação Lins, estão associados a relevos suavemente ondulados a ondulados. Os suavemente ondulados, eles se apresentam em colinas com rampas de declives longos e topos levemente arredondados ou achatados, com a morfologia dos vales em V muito aberto. Nos relevos ondulados, se apresentam em colinas menos declivosas de topos também levemente arredondados, com vales mais fechados em V. O perfil dos solos varia entre 2 a 3m de profundidade, sendo arenosos e bem moderadamente drenados, com transição clara entre os horizontes A e B.

Quanto aos Solos Podzólicos – variação Marília, se apresentam em relevos ondulados a fortemente ondulados, localizando-se geralmente nos topos dos espigões. Em locais de baixas altitudes, apresenta-se em relevos suavemente ondulados, com topos ligeiramente arredondados de vertentes convexas e vales em V abertos. O perfil dos solos é um pouco mais raso que os da variação Lins. Todavia, apresentam a mesma seqüência de horizontes. A grande diferença está

na transição entre o horizonte A para o B, onde é clara ou abrupta devido à maior iluviação de partículas finas do solo (argila), caracterizando o horizonte B textural. Geralmente o horizonte A, quando seco, é mais esbranquiçado, devido à grande quantidade de areia, que contrasta com a cor vermelha no horizonte B.

Com referência ao grau de erodibilidade dos Solos Podzólicos ou Argissolos, Freire, Godoy e Carvalho (1992), utilizando-se do método indireto, relataram que são solos muitos sujeitos à erosão, apresentando valores de erodibilidade do horizonte superficial em torno de 0,051. Destaca-se que a erodibilidade dos Solos Podzólicos ou Argissolos varia conforme o gradiente textural entre os horizontes A e B, além da sua posição em uma topossequência e drenagem interna dos perfis.

No que se refere à Terra Roxa Estruturada, este tipo de solo tem como rocha matriz as eruptivas básicas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral). Apresenta-se em relevos ondulados a suavemente ondulados, com declives suaves de topos ligeiramente planos e vales abertos. Geralmente são solos férteis, argilosos e bem drenados, com uma espessura de aproximadamente 2,5m. O horizonte B apresenta estrutura em blocos subangulares devido à cerosidade forte.

Quanto ao coeficiente de erodibilidade (K) a Terra Roxa Estruturada ou Nitossolo Vermelho é considerado muito resistente à erosão, geralmente com valores médios baixos.

A Terra Roxa Estruturada ou Nitossolos Vermelhos, quando apresentam espessa zona de aeração e declives inferiores a 10% são considerados como adequados para aterros e outras formas de deposição de resíduos (Oliveira *et al.*, 1999).

O Latossolo Vermelho Escuro – fase arenosa é desenvolvido a partir de rochas areníticas. Apresenta-se em relevos suavemente ondulados a ondulados. Nos suavemente ondulados, os topos são achatados com vertentes convexas pouco declivosas, variando entre 2 a 5%. Já nos relevos ondulados, os topos são arredondados com vertentes convexas, cujas declividades variam entre 5 a 15%. Os perfis destes solos são espessos, com mais de 3m, de coloração vermelho-escura, bem drenados, com horizonte B latossólico. A textura varia de argilosa a

média. A pequena variação de características morfológicas entre os horizontes faz com que a transição seja gradual e difusa.

Com respeito à erodibilidade dos Solos Latossolos, geralmente apresentam valores médios mais baixos (0,016). Estes valores variam conforme a textura, estrutura e porosidade.

Nos Solos Latossolos, principalmente os de textura argilosa, a baixa atividade das argilas, com pouca expansividade e contratibilidade, tornam os solos bastante apropriados para aterros e outras formas de deposição de resíduos (Oliveira *et al.*, 1999), por serem profundos e porosos.

Os Solos Hidromórficos são associados a relevos de várzea, nos quais ocorre constante encharcamento de água no solo. São mal drenados, ocasionando acúmulo de matéria orgânica e/ou processo de gleização, que consiste na redução do óxido de ferro durante o seu desenvolvimento. Este tipo de solo é totalmente impróprio para aterros e outras formas de deposição de resíduos, pela inexpressiva zona de aeração e extremo favorecimento de contaminação do lençol freático (Oliveira *et al.*, 1999). Quanto ao grau de erodibilidade, apresenta valores médios, onde $K = 0,35-0,25$.

A Figura 9 representa a carta de solos do oeste do Estado de São Paulo.

Figura 9 - Carta de solos do Oeste do Estado de São Paulo. Fonte: Boim (2000).

3.3.4. Hidrografia

O rio Paraná é um rio brasileiro que nasce entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, na confluência de dois importantes rios brasileiros: o rio Grande e o rio Paranaíba. Em seu percurso, banha também o Estado do Paraná, adquirindo uma extensão total de 4.500 km, que lhe rendeu o posto do nono rio mais extenso do mundo.

O rio Paraná demarca a fronteira entre Brasil e Paraguai numa extensão de 190 km até a foz do rio Iguaçu. A partir da Foz do Iguaçu o rio muda para direção oeste e passa a ser o limite natural entre Argentina e Paraguai. Na confluência do rio Paraguai o rio entra inteiramente em terras argentinas e passa a percorrer a direção sul, desaguando no rio da Prata. Sua grandeza também foi responsável pelo seu nome, de origem tupi, que significa algo como "água grande", ou ainda "rio que parece oceano".

A Figura 10 apresenta a hidrografia do Estado de São Paulo.

Figura 10 – Hidrografia do Oeste do Estado de São Paulo. Fonte: IPT (1981a e 1981b) e CESP (2007).

A Figura 11 demonstra o pluviograma acumulado médio mensal do período de 1960 a 1969, do Município de Presidente Epitácio (SP), obtido no Posto de Casa de Agricultura de Presidente Epitácio, localizado em altitude de 300m.

Figura 11 – Pluviograma acumulado médio mensal do período de 1960 a 1969, do município de Presidente Epitácio (SP). Fonte: DAEE/SIGRH (2010).

Nota-se que os meses de maior volume de precipitação ocorreram entre janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com valores que variaram entre 135mm a 205mm. Ressalta-se que estes meses compreendem a estação chuvosa (verão) na região oeste do Estado de São Paulo, onde se encontra localizado o município de Presidente Epitácio. A maior média mensal ocorreu no mês de janeiro, com valores 204,5mm.

Os meses de menor volume de precipitação ocorreram entre abril a setembro, com valores que variaram entre 20mm e 60mm. Ressalta-se que estes meses compreendem a estação seca (Inverno) na região oeste do Estado de São Paulo, onde se encontra localizado o município de Presidente Epitácio. A menor média mensal ocorreu no mês de agosto, com valores de 19,7mm.

A Figura 12 demonstra o pluviograma acumulado médio mensal do período de 1970 a 2000, do Município de Presidente Epitácio (SP), obtido no Posto de Presidente Epitácio, localizado em altitude de 300m.

Figura 12 – Pluviograma acumulado médio mensal do período de 1969 a 2000, do Município de Presidente Epitácio (SP). Fonte: DAEE/SIGRH (2010).

Nota-se que os meses de maior volume de precipitação ocorreram entre os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com valores que variaram entre 120mm a 190mm. Ressalta-se que estes meses compreendem a estação chuvosa (verão) na região oeste do Estado de São Paulo, onde se encontra localizado o município de Presidente Epitácio. A maior média mensal ocorre no mês de dezembro, com valores em torno de 186,4mm.

Os meses de menor volume de precipitação ocorreram entre abril a setembro, com valores que variaram entre 35mm a 85mm. Ressalta-se que estes meses compreendem a estação seca (Inverno) na região oeste do Estado de São Paulo, onde se encontra localizado o município de Presidente Epitácio. A menor média mensal ocorre no mês de julho, com valores de 35,6mm.

3.3.5. Clima

Para Monteiro (1973), o Estado de São Paulo, devido à sua posição geográfica e combinações de fatores geográficos, se encontra no limite de duas zonas climáticas: a) Zona Climática Intertropical – dominando grande parte de seu território, ao norte do Trópico de Capricórnio, cujos climas são controlados por sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais; b) Zona Climática Subtropical – mais ao sul, por sua vez, há o desenvolvimento de climas controlados por sistemas tropicais e polares.

Segundo Boin (2000), o clima do Estado de São Paulo é do tipo tropical. Esta área é caracterizada pela presença de um período seco (inverno), sob influência predominante dos sistemas polares e um período chuvoso (verão), influenciado pelos sistemas tropicais (MONTEIRO, 1973). A precipitação anual média varia entre 1200mm e a 1500 mm, enquanto a temperatura média anual permanece acima de 22°C. Como o Oeste do Estado de São Paulo encontra-se numa área de transição climática, compartilhada pelos sistemas atmosféricos inter e extratropicais, nele ocorre conflito entre as massas Tropical Atlântica e Tropical Continental, e a massa Polar Atlântica, havendo ainda participação esporádica da

massa Equatorial Continental. O estudo das características da circulação atmosférica e dos sistemas atmosféricos geradores dos tipos de tempo, nesta região, permite análises capazes de traçar um quadro preciso da distribuição temporal e espacial das chuvas no Oeste paulista.

Boin (2000) realizou esquema representativo das feições climáticas individualizadas no território paulista dentro das células climáticas regionais e das articulações destas nas faixas zonais, com base na Estrutura Climática proposta por Monteiro (1976), conforme pode ser verificado na Figura 13.

Figura 13 – Esquema representativo das feições individualizadas no território paulista dentro das células climáticas regionais e das articulações destas nas faixas zonais. Fonte: Monteiro (1973).

Tomando como base o estudo de Monteiro (1973), os setores VIII e IX constantes na Figura 13, representativos do Oeste Paulista, apresentam as seguintes características:

Setor VIII - A principal característica climática desta área do Oeste é a participação das massas de Oeste-Noroeste. Estas correntes, no inverno, provocam o aquecimento pré-frontal, responsável pela explicação das chuvas de inverno, de forma reduzida, constituindo um período seco, mas mais intensas que aquelas produzidas no centro norte. Este comportamento em relação ao Centro-Norte inverte-se na primavera e no verão, se bem que os valores de chuvas nas duas áreas sejam bem maiores nestas estações do ano. Segundo Monteiro (1973), dentro desta área deve haver variações associadas aos espigões e vales, já que os estudos efetuados, naquela época, versaram tão somente sobre os espigões.

Setor IX - No extremo sudoeste do Estado, ainda sob a influência da participação das massas continentais, há uma íntima relação com a área anterior. Desta forma, sua localização, mais ao sul, o coloca, no entanto, sob maior influência das massas polares. É a maior participação das massas polares no inverno que, apesar de não eliminar o caráter seco desta estação, confere, a esta área, um maior índice de chuvas que na área a norte da faixa zonal. As características pluviométricas têm uma importância fundamental quando são consideradas as suas relações com os solos e o relevo existente na região, bem como com os tipos de atividade de uso do solo, particularmente no que diz respeito às precipitações excepcionais, face à capacidade de saturação hídrica do solo na época de sua preparação para o plantio.

A Figura 14 apresenta a Classificação dos climas do Estado de São Paulo pelo Sistema de Thornthwaite (1948), adaptado de Rolim *et al.* (2007). Nesta classificação verifica-se que há uma divisão em três grupos principais: Grupo A (Superúmidos); Grupo B (Úmidos); e Grupo C (Subúmidos). Estes grupos são subdivididos, apresentando, assim, um número maior de tipos de climas para o Estado de São Paulo.

Desta forma, o município de Presidente Epitácio encontra-se no Grupo C (Subúmidos), que está presente nas Regiões Norte e Oeste do Estado de São Paulo.

Figura 14 – Classificação dos climas do Estado de São Paulo pelo Sistema de Thornthwaite (1948). Fonte: Adaptado de Rolim *et al.* (2007).

3.4. A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)

A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sergio Motta, também chamada de Usina Hidrelétrica Porto Primavera, está instalada no rio Paraná, 28 km a montante da confluência com o rio Paranapanema e 267 km a jusante da Usina de Jupiá,

próximo do município paulista de Rosana e tendo 80% de seu lago no Estado de Mato Grosso do Sul.

De acordo com Vianna (2006) a Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) teve o início de suas obras civis em 1980, junto com a construção de uma ponte rodoferroviária sobre a barragem, para fazer a ligação com o Estado de Mato Grosso do Sul. Dispõe, ainda, de uma eclusa para navegação no rio Paraná.

Segundo Vianna (2006), a Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) foi projetada pela Themag Engenharia e sua construção ficou a cargo da empreiteira Camargo Corrêa. Os serviços de investigação e os tratamentos de fundação das estruturas e outros serviços especializados foram realizados pela empresa Geotécnica. A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) faz parte do grupo de seis usinas hidrelétricas ainda controladas pela CESP, após a cisão parcial da empresa de 1999.

Segundo dados da CESP (2007) o lago de Porto Primavera inundou uma área de 2.250 km², ou 225 mil hectares, aumentando em nove vezes o leito do rio Paraná para produzir, em sua potência máxima, 1.800 megawatts, com média de 900 megawatts. Tem sete vezes o tamanho da baía de Guanabara e 25 mil hectares a mais que o lago de Itaipu. Trata-se do maior lago artificial do Brasil. A área da bacia hidrográfica (do rio Paraná até a barragem) é de 574.000 km² e a área do espelho d'água é de 2.250 km².

A Figura 15 evidencia a malha viária da área do projeto do lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), com destaque para o curso normal do Rio Paraná, as áreas de inundação nas cotas 257m e 259m.

Figura 15 – Lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) – Cotas 257m e 259m.
Fonte: Santos (1998).

3.5. Impactos sócio-ambientais provocados pela Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)

Os impactos sócio-ambientais e mudanças no cotidiano da população tem sido tema de estudo de alguns pesquisadores.

Silva (1994) em sua pesquisa enfatiza mais o processo de mobilização social da população do Distrito de Porto XV de Novembro (MS), bem como sua dinâmica e os agentes envolvidos, com o objetivo de reivindicar seus direitos frente ao processo indenizatório com a CESP, mediadas pela Secretaria de Meio Ambiente de Estado de Mato Grosso do Sul (SEMA/MS), devido à construção das obras do Complexo Professor Maurício Joppert e da formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera). A partir de levantamentos feitos em campo analisa as características dessa articulação social da população que se caracterizou por uma organização estrategicamente dividida, porém articulada, conseguiu impor novos padrões de negociação no que se refere à questão social, melhorando significativamente as indenizações. A formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) acarretou inúmeros impactos sócio-ambientais permanentes e irreversíveis sobre toda a área de influência do reservatório.

Silva (1994) relata que, entre os impactos provocados por essa hidrelétrica, pode-se citar: a transformação de um trecho do rio Paraná em lago, modificando profundamente seu ritmo e seu curso normal; elevação do nível do lençol freático; erosão e assoreamento nas encostas marginais; efeitos sobre o clima; supressão de ecossistemas como destruição de parte de um dos últimos trechos de planície de inundação do alto rio Paraná; impactos sobre a fauna e a flora terrestre e aquática; perda de patrimônios históricos e arqueológicos; desestruturação no setor social e econômico e inundação de recursos produtivos como terras agricultáveis e jazidas de argila. Embora existam inúmeros impactos não mencionados, muitos só poderão ser constatados em longo prazo.

Müller (1995) aponta que comumente ocorrem nas hidrelétricas, vários problemas decorrentes do processo de erosão e assoreamento das encostas

marginais como redução do volume d'água do reservatório que pode inviabilizar o empreendimento; efeitos negativos diversos sobre as estruturas da barragem; afogamento de locais de desova, alimentação e abrigo dos peixes; formação de bancos de areia que podem alterar as rotas de navegação e assoreamento de tomadas de d'água de sistemas de captação para fins diversos. Sobre as alterações climáticas na região próxima do reservatório, pouco é possível afirmar. Em geral os estudiosos sobre o assunto afirmam que geralmente ocorrem algumas alterações na temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, entre outros. No entanto Müller (1995) menciona que para se determinar às influências do clima sobre um reservatório e os efeitos que este provoca sobre os fenômenos meteorológicos em resposta àquelas influências se devem conhecer as condições meteorológicas anteriores à formação do lago e descobrir quais são os fatores regionais que determinam as propriedades climáticas dessa área.

Mariani (1996) tem como objetivo entender o significado de vida dos moradores do Porto XV de Novembro (MS) de como interpretam e representam o território vivido, além de registrar suas experiências, mediadas pela implantação da hidrelétrica e o que representa para eles trabalho, moradia, vida em família e também a implantação da hidrelétrica. Sua pesquisa contemplou entrevistas de pescadores, oleiros, arrendatários de olarias, pequenos comerciantes e funcionários públicos. Percebeu, por meio dos relatos, que as pessoas se referiam constantemente ao passado na beira do rio num sentido de um tempo e de um espaço ideais perdidos e ao mesmo tempo em que seus valores e sua cultura estavam sendo questionados, fato que passou a gerar um processo de reelaboração das suas imagens, representações, valores e de seu cotidiano.

Gonçalves (1997) realizou pesquisa que teve como objetivo compreender os significados para os pescadores do distrito de Porto XV de Novembro (MS), das transformações impostas com a formação do reservatório, sobretudo na atividade pesqueira, resgatando suas experiências, suas expectativas, seus valores e as lutas na busca de seus direitos frente a essa situação, sob a ótica da lógica do capital. Para atingir seu objetivo, o autor entrevistou trinta pescadores onde pôde constatar o sentimento de perda e de incerteza dessas pessoas quanto ao futuro.

Santos (1998) retratou em sua pesquisa, um grupo de moradores que vivenciaram a nova paisagem por cerca de três anos na Nova Porto XV (MS) e outro grupo que continuava na antiga paisagem, a partir da percepção que esses moradores possuíam em relação ao reservatório, à barragem e ao seu espaço vivido e agora sendo recriado com a mudança. Trabalhou com os conceitos de topofilia, elo afetivo entre as pessoas e o ambiente físico, percepção da paisagem, destacando até que ponto a paisagem é valorizada, já que esta é dotada de significados e importância para as mais variadas pessoas, além do conceito de topocídio, sendo entendido como aniquilamento deliberado de um lugar, fato que está ligado diretamente aos sentimentos das pessoas, ao fato de estar sendo tirado de um lugar que deixará de existir, desrespeitando-as nos seus direitos de cidadãos. Para viabilizar sua pesquisa, a autora aplicou 100 questionários (80 aos moradores da Nova Porto XV e 20 aos moradores que ainda permaneciam no Distrito de Porto XV de Novembro – MS) e demonstrou como a população atingida sofria frente ao fato de ter que abandonar o espaço vivido.

A elevação do nível do lençol freático tem sido bastante perceptível nas proximidades do reservatório. Segundo Campanharo (2003), o município de Presidente Epitácio (SP), a exemplo de outros municípios afetados pela formação de reservatórios, vem enfrentando problemas relacionados às alterações dos níveis dos lençóis freáticos em algumas localidades.

4. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

4.1. Equipamentos e aparelhos utilizados

Seguindo os procedimentos utilizados por Armani (2003) e Armani e Galvani (2006) e considerando as adaptações para esta pesquisa serão utilizados os mesmos equipamentos e aparatos para medir e registrar a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, conforme descritos a seguir.

Os equipamentos e aparatos foram disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia e Biogeografia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

4.1.1. Medição da temperatura do ar

Para medir e para registrar a temperatura do ar foi utilizado sensor digital de temperatura do ar da marca *StowAway* (Figura 16). Este sensor é composto por uma unidade de registro que fica dentro de uma caixa plástica de dimensões de 4,5 x 4,5 x 1,5 cm. Nesta caixa há duas entradas para a conexão de um cabo serial que conecta o registrador a um computador e outra que pode ser utilizada para ser conectado um termopar (sensor para temperatura). Há, também, na caixa do aparelho um botão para iniciar a operação do equipamento e uma pequena lâmpada (*led*) que indica a função que está sendo desempenhada pelo sensor digital (aguardando o início dos registros dos dados ou registrando os dados) (ARMANI, 2003).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador.

Figura 16 – Sensor digital para registro da temperatura do ar.

O sensor digital é programado em um microcomputador por um programa (*BoxCar Pro*) fornecido pelo fabricante. Nesta interface se podem escolher os intervalos de registro, a data e o horário de início das medidas, as unidades de medidas ($^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{F}$) e, também, recuperar os dados registrados (ARMANI, 2003).

Este sensor digital tem um sensor de temperatura do ar à base de um termistor (semicondutores sensíveis à temperatura), que está localizado na parte interna. Além deste sensor pode ser conectado ao sensor digital um termopar (dispositivo elétrico com larga aplicação para medição de temperatura), que estará localizado na parte externo. Quando o termopar está conectado o termistor é desativado automaticamente e quando o termopar não estiver conectado o termistor será o sensor padrão. Este sensor digital é capaz de medir temperaturas no intervalo de -5°C a $+37^{\circ}\text{C}$ (ARMANI, 2003).

De acordo com as especificações do fabricante, a precisão (resolução) deste equipamento é de $0,01^{\circ}\text{C}$, mas a acurácia (exatidão) dele é $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ quando a temperatura está entre 0 e 20°C e aumenta para $\pm 0,30^{\circ}\text{C}$ quando a temperatura está abaixo de 0°C ou acima de 30°C . Entre 20°C e 30°C a acurácia diminui progressivamente de $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ para $\pm 0,30^{\circ}\text{C}$. A acurácia e a

precisão do equipamento são a mesma tanto para o termistor (sensor interno), como para o termopar (sensor externo) (ARMANI, 2003).

Apesar da precisão e da acurácia dos dois sensores serem a mesma, a constante de tempo deles é diferente. Para o termopar (sensor externo) a constante de tempo é de cerca de três minutos, enquanto que para o termistor (sensor interno) a constante de tempo é de cerca de quinze minutos, ou seja, o termopar é mais sensível às mudanças bruscas de temperatura do que o termistor (ARMANI, 2003).

4.1.2 Medição da umidade relativa do ar

Para o registro da umidade relativa do ar foi utilizado, também, sensor digital da marca *StowAway* (Figura 17). Ele é praticamente igual ao sensor digital de temperatura do ar, tanto nas dimensões quanto na operação e programação. A única diferença é o elemento sensor que, neste caso, trata-se de uma película de polímero semicondutor hidrófilo acoplado à tampa frontal do instrumento. A variação da resistência elétrica deste polímero (elemento sensor) é em função do seu teor de umidade (ARMANI, 2003).

A precisão deste sensor é de 0,1% de umidade relativa do ar. Entretanto, a acurácia dele é de $\pm 5\%$. A baixa acurácia destes sensores de umidade relativa do ar está relacionada ao fato deles serem capacitivos, pois eles não são muito exatos (acurados). A constante de tempo deste sensor de umidade relativa do ar é de dois minutos (ARMANI, 2003).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador.

Figura 17 – Sensor digital para registro da umidade relativa do ar.

4.1.3 Mini-abrigo meteorológico de baixo custo

Para o desenvolvimento da parte prática da pesquisa foi utilizada a proposta de Armani e Galvani (2006), no qual avaliaram um abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar em lugares ermos e desprovidos do fornecimento de energia elétrica. Segundo os autores o abrigo mostrou-se eficiente, pois a comparação de séries de temperatura e umidade relativa, obtidas nele e em um abrigo comercial padrão, revelaram coeficientes de determinação elevados, variação diária semelhante e desvios inferiores ao erro do instrumental utilizado.

Segundo Armani e Galvani (2006), o abrigo foi inspirado no modelo *41003 10-Plate Gill Radiation Shield (Campbell Inc.)*. Tal abrigo permite uma boa ventilação natural por todos os lados, inclusive por baixo, bloqueando a entrada de chuva e de radiação solar direta, pois há uma área de superposição entre os “anéis” (inferior e superior), que bloqueia a entrada delas, permitindo a entrada de radiação solar difusa, assim como acontece no abrigo meteorológico padrão, que

permite a entrada de radiação solar refletida pelo solo, bem como a de radiação de onda longa emitida pela superfície. O abrigo foi confeccionado com chapa de ferro galvanizado de 0,5mm de espessura e pintado com tinta esmalte na cor branca brilhante, diâmetro de 220mm e pé direito central de 240mm (Figura 18).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 18 – Mini-abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo proposto por Armani e Galvani (2006).

Com o intuito de obter os dados necessários à análise do estudo de caso foram instalados sete mini-abrigos meteorológicos equipados com sensores digitais adequados para monitoramento e registro de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, a partir da escolha de pontos considerados seguros, em um transecto partindo do entorno do lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), passando pela área central da cidade e finalizando na área rural.

Com a finalidade de melhor definir o microclima foram instalados os equipamentos durante as quatro estações do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno), entre os seguintes meses/anos: setembro/outubro de 2008, dezembro de 2008/janeiro de 2009, junho/julho de 2009 e agosto/setembro de 2009.

4.2 Medição das coordenadas geográficas

Os valores das altitudes dos postos, em metros, foram obtidos a partir da interpolação das coordenadas geográficas na Carta do IBGE (1975), denominada Presidente Epitácio, SF-22-V-D-IV-4, escala 1:50.000 e equidistância vertical das curvas de nível de 20m.

Para determinar as distâncias entre os postos, a partir das coordenadas geográficas extraídas de um aparelho de GPS de navegação, foram plotadas no software *AutoCAD 2000* da empresa *Autodesk*.

Assim, foram inseridos os pontos e após foi calculada a dimensão linear entre os postos, obtida em metros.

4.3. Calibração e correção dos dados dos sensores digitais

Para que pudesse ser realizada a calibração e futura correção dos dados dos sensores digitais, dois dias antes do início das medidas de cada trabalho de campo foram efetuadas as programações de todos os sensores digitais de umidade relativa do ar e de temperatura do ar, para a obtenção dos dados.

Para realizar a programação foi utilizado o programa *BoxCar Pro*, fornecido pelo fabricante dos sensores digitais, compatível com o *Windows*.

A partir do momento das programações os sensores digitais permaneceram em um mesmo local protegido, sendo recolhidos apenas no momento em que seriam levados para instalação nos locais previamente selecionados (Figura 19).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador.

Figura 19 – Sensores digitais de umidade relativa do ar e de temperatura do ar após programação.

O período de calibração se deve à necessidade de avaliar como os registros de cada um dos sensores digitais de umidade relativa do ar e de temperatura do ar variaram diante das situações de resfriamento noturno e aquecimento diurno, avaliando um efeito conhecido como histerese.

A Tabela 1 mostra os períodos dos trabalhos de campo, com seus respectivos períodos de calibração e períodos de medidas efetivamente.

Tabela 1 – Períodos dos trabalhos de campo, com seus respectivos períodos de calibração e períodos de medidas efetivamente realizadas.

Trabalho de Campo	Períodos de Calibração	Períodos de Medidas
Campo 1 (Primavera)	18/09/2008 – 21h00min até 20/09/2008 – 08h00min	20/09/2008 – 17h00min até 19/10/2008 – 11h30min
Campo 2 (Verão)	16/12/2009 – 21h00min até 19/12/2009 – 08h00min	19/12/2008 – 17h00min até 18/01/2009 – 11h30min
Campo 3 (Outono)	03/06/2009 – 21h00min até 07/06/2009 – 08h00min	07/06/2009 – 17h00min até 06/07/2009 – 11h30min
Campo 4 (Inverno)	12/08/2009 – 21h00min até 15/08/2009 – 08h00min	15/08/2009 – 17h00min até 14/09/2009 – 11h30min

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Com os dados do Trabalho de Campo 1 (Primavera) em mãos avaliou-se visualmente e preliminarmente a consistência dos mesmos. A partir daí, com o auxílio de um gráfico de linhas, escolheu-se como padrão o sensor digital que estava operando entre os valores de temperatura do ar de um abrigo e de outro que oscilaram entre $\pm 0,40^{\circ}\text{C}$, portanto, um pouco maior que o erro instrumental ($\pm 0,25^{\circ}\text{C}$), necessitando de correções.

Assim, para os dados de temperatura do ar, o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 7 (P7), havendo necessidade de correção dos dados dos sensores digitais dos Postos 4 (P4) e 5 (P5). Como os valores de temperatura do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental ($\pm 0,25^{\circ}\text{C}$), não foi necessária correção dos dados.

Com relação aos dados de umidade relativa do ar do Trabalho de Campo 1 (Primavera) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico no Posto 2 (P2), havendo necessidade de correção dos dados do sensor digital do Posto 6 (P6). Como os valores de umidade relativa do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental (+5%), não foi necessária correção dos dados.

Os mesmos procedimentos foram realizados para os demais trabalhos de campo, conforme descrito a seguir.

Com relação aos dados de temperatura do ar do Trabalho de Campo 2 (Verão) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 1 (P1), havendo necessidade de correção dos dados do sensor digital dos Postos 4 (P4) e 5 (P5). Como os valores de temperatura do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental ($\pm 0,25^{\circ}\text{C}$), não foi necessária correção dos dados.

No que se refere aos dados de umidade relativa do ar do Trabalho de Campo 2 (Verão) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 3 (P3), havendo necessidade de correção dos dados do sensor digital do Posto 6 (P6). Como os valores de umidade relativa do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental (+5%), não foi necessária correção dos dados.

Com relação aos dados de temperatura do ar do Trabalho de Campo 3 (Outono) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 4 (P4), havendo necessidade de correção dos dados dos sensores digitais dos Postos 2 (P2), 3 (P3) e 5 (P5). Como os valores de temperatura do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental ($\pm 0,25^{\circ}\text{C}$), não foi necessária correção dos dados.

No que se refere aos dados de umidade relativa do ar do Trabalho de Campo 3 (Outono) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 2 (P2), havendo necessidade de correção dos dados dos sensores digitais dos Postos 3 (P3) e 5 (P5). Como os valores de umidade relativa do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental (+5%), não foi necessária correção dos dados.

Com relação aos dados de temperatura do ar do Trabalho de Campo 4 (Inverno) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 5 (P5). Como os valores de temperatura do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental ($\pm 0,25^{\circ}\text{C}$), não se efetuou nenhuma correção nos dados destes aparelhos.

No que se refere aos dados de umidade relativa do ar do Trabalho de Campo 4 (Inverno) o sensor digital padrão foi aquele instalado no mini-abrigo meteorológico do Posto 6 (P6). Como os valores de umidade relativa do ar dos demais sensores digitais estavam oscilando dentro do erro instrumental (+5%), não foi necessária correção dos dados.

A Tabela 2 apresentada a seguir demonstra os postos de obtenção de dados dos Trabalhos de Campo com as devidas correções de dados dos sensores digitais de temperatura do ar e de umidade relativa do ar.

Tabela 2 – Correções dos dados dos sensores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, após registro dos dados e identificação dos sensores digitais padrões.

Trabalhos de Campo	Postos													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	T	U	T	U	T	U	T	U	T	U	T	U	T	U
1º (Primavera)	0	0	0	0	0	0	2,95	0	2,45	0	0	-5,91	0	0
2º (Verão)	0	0	0	0	0	0	2,06	0	1,44	0	0	-1,18	0	0
3º (Outono)	0	0	-0,01	0	-0,14	-3,19	0	0	0,06	-1,89	0	0	0	0
4º (Inverno)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Legenda:

T – Temperatura do Ar

U – Umidade Relativa do Ar

P1 – Posto 1

P2 – Posto 2

P3 – Posto 3

P4 – Posto 4

P5 – Posto 5

P6 – Posto 6

P7 – Posto 7

– Posto padrão

Ao analisar a Tabela 2 verifica-se que houve a necessidade de correção dos sensores de temperatura do ar nos seguintes Trabalhos de Campo: 1º (Primavera) – P4 e P5; 2º (Verão) – P4 e P5; 3º (Outono) – P2, P3 e P5. Com relação à correção dos sensores de umidade relativa do ar, foram efetuadas correções nos seguintes Trabalhos de Campo: 1º (Primavera) – P6; 2º (Verão) – P6; 3º (Outono) – P3 e P5. Não foi necessário realizar correções nos sensores do Trabalho de Campo 4 (Inverno).

4.4. Trabalho de campo

Para a realização da pesquisa foram realizados quatro trabalhos de campo para obtenção das medidas de temperatura do ar e de umidade relativa do ar na Estância Turística de Presidente Epitácio (SP).

Os registros dos dados (medidas de temperatura do ar e de umidade relativa do ar) foram armazenados nos sensores digitais descritos anteriormente.

Estes sensores digitais foram instalados, juntamente com os mini-abrigos meteorológicos, em pontos definidos após contato com representantes da Prefeitura Municipal da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP).

Foi realizado um transecto a partir do entorno do lago (Posto 1 – P1), passando por uma área de transição entre o lago e a área urbana (Posto 2 – P2), em seguida passando pela área intra-urbana (Postos 3, 4 e 5 – P3, P4 e P5) e finalizando na área rural (Postos 6 e 7 – P6 e P7), em um percurso de 8.071m (soma das distâncias entre os Postos 1 a 7) e distância linear de 7.079m conforme pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3 – Distâncias entre os postos de registro de dados (Postos 1 a 7) e distância linear entre os Postos 1 e 7.

Postos	Denominação dos Postos	Distâncias	Total
Posto 1 (P1)	Área de influência do lago	0m	0m
Posto 2 (P2)	Área de transição entre o lago e o urbano	1.763m	1.763m
Posto 3 (P3)	Área intra-urbana	1.019m	2.782m
Posto 4 (P4)	Área intra-urbana	280m	3.062m
Posto 5 (P5)	Área intra-urbana	1.573m	4.675m
Posto 6 (P6)	Área rural	2.680m	7.315m
Posto 7 (P7)	Área rural	736m	8.071m
Posto 1 a Posto 7 (distância linear)			7.079m

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

No Trabalho de Campo 1 (Primavera) foram instalados 7 postos, porém o sensor de umidade relativa do ar do Posto 6 não funcionou devidos a problemas técnicos (bateria), não sendo possível utilizar os dados deste sensor.

No Trabalho de Campo 2 (Verão) foram instalados 7 postos, porém novamente o sensor de umidade relativa do ar do Posto 6 não funcionou devido a problemas técnicos (possivelmente problemas na bateria), não sendo possível utilizar os dados deste sensor.

No Trabalho de Campo 3 (Outono) foram instalados apenas 5 postos (Postos 1 a 5), tendo em vista que no momento de programação 2 conjuntos de sensores de umidade relativa do ar e de temperatura do ar apresentaram problemas, não sendo possível a substituição dos mesmos. Desta forma, foram utilizados apenas os dados dos 5 postos.

No Trabalho de Campo 4 (Inverno) foram instalados 6 postos, sendo que no Posto 1 foi instalada uma Estação Meteorológica Automática e nos Postos 2 a 6 foram instalados somente os sensores de umidade relativa do ar e de temperatura do ar. Porém, no momento de recolhimento dos aparelhos foi constatado que os sensores instalados no Posto 3 haviam sido roubados. A Estação Meteorológica Automática instalada no Posto 1 não funcionou devido a problemas técnicos, não sendo possível utilizar os dados deste posto.

4.5. Instalação dos equipamentos e dos aparelhos

Para a instalação dos sensores digitais de umidade relativa do ar e de temperatura do ar se utilizou o mini-abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo proposto por Armani e Galvani (2006).

A escolha dos locais para instalação dos equipamentos ocorreu após contatos com a Prefeitura Municipal da Estância Turística de Presidente Epitácio, que autorizou a utilização de espaços públicos, como escolas e repartições públicas municipais, além de oferecer auxílio para contatos com proprietários de locais onde poderiam ser instalados os aparelhos.

Levando-se em consideração estudos de Monteiro e Tarifa (1977) e Monteiro (1990a e 1990b) dentre outros pesquisadores, foram escolhidos locais que poderiam oferecer algum tipo de segurança, tendo em vista que

permaneceriam instalados em um período de 37 dias, em quatro espaços de tempo no decorrer dos anos 2008 e 2009.

Outro fator considerado importante e destacado por pesquisadores é a necessidade de escolha de locais com o mesmo tipo de uso do solo, ou seja, no caso desta pesquisa todos os locais possuíam cobertura de gramíneas em um raio mínimo de 5m², além de não haver qualquer tipo de obstrução (construções ou árvores), que pudessem comprometer os dados registrados.

A Tabela 4 mostra onde os postos foram instalados os aparelhos, bem como a altitude e as coordenadas geográficas dos locais.

Tabela 4 – Pontos onde foram instalados os aparelhos, com respectivas altitudes e coordenadas geográficas.

Posto	Local	Altitude	Coordenadas Geográficas
Posto 1 (P1)	Residencial Portal do Lago – Associação residencial Portal do Lago (Avenida Marginal Juliano Ferraz Lima)	272m	Latitude: 21°45'27" Sul Longitude: 52°08'09" Oeste
Posto 2 (P2)	Associação Beneficente e Cultural São Jerônimo - Espaço Criança (Avenida Tibiriçá, nº 2.100)	301m	Latitude: 21°46'17" Sul Longitude: 52°07'39" Oeste
Posto 3 (P3)	Residência do Sr. José Valmir Flor (Rua Vitória, nº 16-66 – Centro)	305m	Latitude: 21°46'14" Sul Longitude: 52°07'04" Oeste
Posto 4 (P4)	E.M.E.I. “Doce Saber” / Escola Municipal de Ensino Supletivo (Rua Antônio Venâncio Lopes, nº 2 – 59 – Centro)	307m	Latitude: 21°46'15" Sul Longitude: 52°06'54" Oeste
Posto 5 (P5)	Secretaria Municipal de Educação e Esportes (Rua São Paulo, nº 9 – 43)	288m	Latitude: 21°45'55" Sul Longitude: 52°06'03" Oeste
Posto 6 (P6)	Propriedade rural do Sr. Antonio Paulino dos Santos (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 70)	294m	Latitude: 21°46'40" Sul Longitude: 52°14'05" Oeste
Posto 7 (P7)	Propriedade rural do Sr. José Carlos Correia (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 72)	296m	Latitude: 21°46'50" Sul Longitude: 52°12'26" Oeste

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

A Figura 20 mostra imagem parcial do município da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP), obtida do *Google Earth*, com os locais onde foram instalados os equipamentos, formando o transecto.

Figura 20 – Imagem parcial do município da Estância Turística de Presidente Epitácio (SP), com os locais onde foram instalados os postos, formando o transecto. Fonte: *Google Earth* (2009).

Com base em figura elaborada por Oke (1974), a Figura 21 mostra o perfil da área de estudo com indicação dos locais onde foram instalados os postos de obtenção de dados.

Desenho: Flora Hideko Sato. Organizado pelo pesquisador.

Figura 21 – Perfil da área de estudo com indicação dos postos de registro de dados. Fonte: Adaptado de Oke (1974).

As Figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 mostram imagens dos locais onde foram instalados os equipamentos (mini-abrigo meteorológico) e os aparelhos (sensores digitais), sendo que as imagens foram obtidas no Trabalho de Campo 1 (Primavera), realizado entre 20 de setembro a 19 de outubro de 2008, utilizando uma Câmera Fotográfica Digital, marca *Sony*, modelo *Cybershot W55*.

Nota-se que os mini-abrigos meteorológicos foram instalados com suporte de ferro, com altura aproximada de 1,50m do solo.

O Posto 1 (P1) foi instalado no Residencial Portal do Lago, localizado na Avenida Marginal Juliano Ferraz Lima, sendo este o local mais próximo do lago da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera). É um local com muita área verde (gramíneas) e algumas casas construídas. A altitude é de 272m (Figura 22).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 22 – Posto 1 (P1) – Residencial Portal do Lago – Associação Residencial Portal do Lago (Avenida Marginal Juliano Ferraz Lima).

O Posto 2 (P2) foi instalado na Associação Beneficente e Cultural São Jerônimo, também denominada “Espaço Criança”, localizada na Avenida Tibiriçá, distante 1.763m (distância linear) do Posto 1 (P1). É um local com muita área verde (gramíneas) e com poucas construções nas proximidades. A altitude é de 301m (Figura 23).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 23 – Posto 2 (P2) – Associação Beneficente e Cultural São Jerônimo - Espaço Criança (Avenida Tibiriçá, nº 2.100).

O Posto 3 (P3) foi instalado na residência do Sr. Valmir Flor, localizada à Rua Vitória, nas imediações da área central, distante 1.019m (distância linear) do Posto 2 (P2). Apesar de ser uma residência e ter construções de muro e paredes de alvenaria no terreno, há um espaço razoável com área verde (gramíneas). A altitude é de 305m (Figura 24).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 24 – Posto 3 (P3) – Residência do Sr. José Valmir Flor (Rua Vitória, nº 16-66 – Centro).

O Posto 4 (P4) foi instalado na Escola Municipal de Ensino Infantil e Ensino Supletivo, localizada na Rua Antônio Venâncio Lopes, na área central da Cidade, distante 280m (distância linear) dos Posto 3 (P3). Apesar de haver várias edificações no local, há uma área com gramíneas na parte dos fundos, sendo este o local escolhido para a instalação do mini-abrigo meteorológico e dos equipamentos. A altitude é de 307m (Figura 25).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 25 – Posto 4 (P4) – E.M.E.I. “Doce Saber” / Escola Municipal de Ensino Supletivo (Rua Antônio Venâncio Lopes, nº 2 – 59 – Centro).

O Posto 5 (P5) foi instalado em uma área de gramado na parte dos fundos do terreno da Secretaria Municipal de Educação e Esportes, distante 1.573m (distância linear) do Posto 4 (P4), sendo uma área ampla e com poucas edificações nas proximidades. A altitude é de 288m (Figura 25).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 26 – Posto 5 (P5) – Secretaria Municipal de Educação e Esportes (Rua São Paulo, nº 9 – 43).

O Posto 6 (P6) foi instalado na propriedade rural do Sr. Antonio Paulino dos Santos, na Estrada Vicinal Presidente Epitácio / Caiuá, distante 2.690m (distância linear) do Posto 5 (P5). A instalação do mini-abrigo meteorológico e dos equipamentos ocorreu em uma área com gramíneas e vegetação rasteira, sendo que se optou pelo local devido a presença de gado nas áreas próximas. A altitude é de 294m (Figura 27).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 27 – Posto 6 (P6) – Propriedade rural do Sr. Antonio Paulino dos Santos (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 70).

O Posto 7 (P7) foi instalado na propriedade rural do Sr. José Alves Santana, localizada na Estrada Vicinal Presidente Epitácio / Caiuá, distante 736m (distância linear) do Posto 6 (P6), em uma área com gramíneas e pastagens, sendo que o mini-abrigo meteorológico e os equipamentos ficaram protegidos dos animais por uma cerca de arame. A altitude é de 296m (Figura 28).

Fonte: Imagens obtidas pelo pesquisador com apoio de Ricardo dos Santos.

Figura 28 – Posto 7 (P7) – Propriedade rural do Sr. José Alves Santana (Estrada Vicinal Presidente Epitácio/Caiuá – Lote 68).

A soma das distâncias entre os Postos 1 a 7 é de 8.071m. A distância linear entre o Posto 1 (P1) e o Posto 7 (P7) é de 7.079m e a distância do Posto 7 (P7) e o local mais próximo do lago é de 4.313m.

4.6. Organização e análise dos dados

Com relação à organização e análise dos dados, após cada um dos trabalhos de campo para obtenção dos dados, os mesmos foram baixados utilizando o programa *BoxCar Pro*, fornecido pelo fabricante dos sensores digitais e compatível com o *Windows*.

Em seguida os dados foram transportados, através do programa *Microsoft Excel* (escrito e produzido pela empresa *Microsoft* e baseado em planilha eletrônica, ou seja, páginas em formato matricial compostas por células e formadas por linhas e colunas) para planilhas eletrônicas.

Após, foram realizadas as correções dos dados de cada um dos postos instalados e os mesmos foram organizados de forma a serem melhor visualizados.

Em seguida, para avaliação da variação temporal da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram realizados cálculos dos valores das médias, mínimas absolutas e máximas absolutas de temperatura do ar e de umidade relativa do ar de cada um dos pontos escolhidos (Postos 1 a 7) em cada uma das etapas de trabalho de campo (Primavera, Verão, Outono e Inverno) além da visualização em gráficos, para facilitar a compreensão.

Após, para avaliação da variação espacial da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram realizados gráficos de dispersão (perfil longitudinal) das mínimas absolutas e das máximas absolutas para se verificar os pontos com maior e menor média em cada trabalho de campo (Primavera, Verão, Outono e Inverno).

Finalizando, para avaliação da variação horária da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram realizados gráficos comparativos dos dados dos valores mínimos e dos valores máximos de cada trabalho de campo, bem como foi calculado o desvio entre os postos da área intra-urbana (P4) em relação aos postos localizados na área de influência do lago (P1) e na área rural (P6 ou P7).

Com relação as escalas de graduação, para os gráficos de variação temporal da temperatura do ar foi escolhido entre 5 e 45. Para os gráficos de variação temporal da umidade relativa do ar foi escolhido entre 10 e 100. Para os gráficos de variação espacial da temperatura do ar foi escolhido entre 34 e 42 (Primavera e Verão) e 28 e 40 (Outono e Inverno). Para os gráficos de variação espacial da umidade relativa do ar foi escolhido entre 12 e 28 (Primavera e Verão) e 28 e 48 (Outono e Inverno). Para os gráficos de variação horária da temperatura do ar foi escolhido entre 12 e 36 (Primavera, Verão, Outono e Inverno). Para os gráficos de variação horária da umidade relativa do ar foi escolhido entre 40 e 100 (Primavera, Verão, Outono e Inverno).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados dos dados registrados e discussão, nos formatos de figuras (gráficos) e tabelas.

5.1 Variação temporal da temperatura do ar

Para a elaboração das figuras e tabelas de variação temporal da temperatura do ar foram utilizadas as informações de todos os postos onde foi possível obter os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 29 mostra a variação da temperatura do ar, nos postos, onde foi possível registrar os dados, no Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 29 – Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Observa-se na Figura 29 que não foi possível registrar dados no Posto 6 (área rural), o que ocorreu devido a problemas técnicos no sensor digital. Ressalta-se que no período de calibração estavam todos funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreu problema com a bateria.

Verifica-se na Figura 29 que a variação da temperatura do ar, nos postos, se mantiveram próximas, sendo que ocorreram valores mais elevados nos Postos 4 e 5, localizados na área intra-urbana, onde há maior incidência de edificações e vias pavimentadas, principalmente nos horários entre 12h00min e 17h00min. Os valores mais reduzidos ocorreram nos Postos 4 e 5, localizados na área intra-urbana, entre as 23h00min e 06h00min.

Desta forma os dados obtidos evidenciam pesquisas anteriormente realizadas por Oke (1974 e 1978), Lombardo (1985), Amorim (2000), Viana (2006), Coltri (2006), Pinheiro e Amorim (2007), Leão (2008) e Cruz (2009), dentre outros, onde relatam que nas áreas com maior concentração de edificações e pavimentações a temperatura do ar é maior em comparação com outras áreas, enquanto que no período noturno há uma diminuição acentuada na temperatura.

A Tabela 5 mostra os valores de temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Tabela 5 – Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Postos	Média (°C)	Mínima Absoluta (°C)	Máxima Absoluta (°C)
Posto 1 (T1)	24,6	11,2	38,2
Posto 2 (T2)	24,4	10,1	38,3
Posto 3 (T3)	25,4	10,6	38,3
Posto 4 (T4)	24,6	11,7	40,9
Posto 5 (T5)	24,0	11,8	39,3
Posto 6 (T6)	-	-	-
Posto 7 (T7)	24,0	8,9	38,1

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Não foi possível registrar dados no Posto 6 (área rural), devido a problemas técnicos no sensor digital, apesar de que, no período de calibração todos estavam funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreu problema com a bateria.

Verifica-se na Tabela 5, com relação à média dos valores da temperatura do ar, pequena diferença entre os postos, sendo que os Postos 4 (área intra-urbana) e 7 (área rural) mantiveram média de 24,0°C.

No que se refere aos valores da temperatura do ar mínima absoluta nota-se que o Posto 2 (área de transição entre o lago e o urbano) obteve 10,1°C e o Posto 7 (área rural) obteve 8,9°C.

Com relação aos valores da temperatura do ar máxima absoluta verifica-se que o Posto 4 (área intra-urbana) obteve 40,9°C.

Ressalta-se que os valores mais reduzidos (8,9°C) da temperatura do ar máxima absoluta foram obtidos no Posto 7 (área rural), onde há poucas construções e há maior espaço com gramíneas. Os valores mais elevados foram obtidos no Posto 4 (área intra-urbana), onde há uma grande concentração de edificações e vias pavimentadas, além de movimentação de pessoas e veículos.

A Figura 30 mostra a variação da temperatura do ar, nos postos, onde foi possível obter os dados, no Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 30 – Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão).

Nesta figura é verifica-se que não foi possível registrar dados no Posto 6 (área rural), podendo ter ocorrido problemas técnicos no sensor digital, provavelmente com a bateria, apesar de todos os sensores estarem funcionando perfeitamente no período de calibração.

Verifica-se na Figura 30 que a variação da temperatura do ar dos postos se mantiveram próximas, sendo que ocorreram valores mais elevados nos Postos 3 e 4, localizados na área intra-urbana, onde há maior concentração de edificações e vias pavimentadas.

Tendo em vista que os dados foram obtidos no Verão, entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009, verifica-se que os valores mais elevados da temperatura do ar ocorreram no período entre 12h00min e 17h00min, acima de

40,0°C. Os valores mais reduzidos (17,6°C) ocorreram no período noturno, no Posto 4 (área intra-urbana).

As diferenças nem sempre são significativas entre o ambiente urbano e o ambiente rural, porém o ambiente rural quase sempre se apresenta com temperaturas do ar mais baixas e umidade relativa do ar mais alta.

Da mesma forma que os dados obtidos no Trabalho de Campo 1 (Primavera), os dados do Trabalho de Campo 2 (Verão) evidenciam pesquisas anteriormente realizadas por Oke (1974 e 1978), Lombardo (1985), Danni (1987), Sette (1996), Amorim (2000), Veríssimo e Mendonça (2004), Coltri (2006), Viana (2006), Leão (2008) e Cruz (2009), dentre outros, onde relatam que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura durante o período diurno, principalmente devido às edificações e vias pavimentadas. No período noturno há uma diminuição acentuada dos valores da temperatura.

A Tabela 6 mostra os valores de temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Tabela 6 – Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão).

Postos	Média (°C)	Mínima Absoluta (°C)	Máxima Absoluta (°C)
Posto 1 (T1)	28,0	19,1	38,2
Posto 2 (T2)	27,7	18,4	38,3
Posto 3 (T3)	28,4	19,1	38,2
Posto 4 (T4)	26,8	17,6	39,4
Posto 5 (T5)	28,6	18,6	39,6
Posto 6 (T6)	-	-	-
Posto 7 (T7)	27,2	17,8	38,1

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Os dados do Posto não foram registrados devido a problemas técnicos no sensor digital, provavelmente problemas com a bateria, apesar de que todos os sensores estavam funcionando no período de calibração.

Verifica-se na Tabela 6 que, com relação à média dos valores da temperatura do ar, ocorreu pequena diferença entre os postos, sendo que o Posto 4 obteve a mais reduzida média (26,8°C) e o posto da área rural (Posto 7) obteve média de 27,2°C.

Com relação aos valores da temperatura do ar mínima absoluta nota-se que o Posto 4 (localizado na área intra-urbana) obteve 17,6°C, próximo do valor do Posto 7 (localizado na área rural) que obteve 17,8°C.

Com relação aos valores da temperatura do ar máxima absoluta verifica-se que o Posto 3 (instalado na área intra-urbana) obteve 38,2°C e o Posto 7 (instalado na área rural) obteve 38,1°C.

Ressalta-se que os valores mais reduzidos da temperatura do ar máxima absoluta (17,6°C e 17,8°C) foram obtidos no Posto 4 (área intra-urbana) e no Posto 7 (área rural), respectivamente e os valores mais elevados foram obtidos nos Postos 4 e 5 (área intra-urbana), sendo que nesta área há uma grande concentração de construções, vias pavimentadas e movimentação de pessoas e veículos.

A Figura 31 mostra a variação da temperatura do ar, nos postos, onde foi possível obter os dados, no Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Figura 31 – Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono).

Verifica-se na Figura 31 que não foi possível registrar os dados nos Postos 6 e 7, o que ocorreu devido a problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que no período de calibração os sensores estavam funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreram problemas com as baterias.

Na Figura 31 nota-se que os mais elevados valores de temperatura do ar ocorreram no Posto 3 e 5, localizados na área intra-urbana, com valores de 33,3°C e 31,7°C, respectivamente.

Nota-se, ainda, que os valores mais reduzidos de temperatura do ar ocorreram nos períodos noturno e da manhã, nos Postos 4 e 5, localizados na área intra-urbana, com valores de 7,8° e 6,8°C, respectivamente.

A área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura durante o período diurno, principalmente devido às alterações antrópicas no ambiente (edificações e vias pavimentadas). Na área urbana, no período noturno, há uma diminuição acentuada dos valores da temperatura do ar, cujo resfriamento é mais rápido e no período diurno a temperatura do ar é mais elevada na área.

Desta forma os dados registrados evidenciam pesquisas realizadas por Oke (1974 e 1978), Lombardo (1985), Danni (1987), Sette (1996), Amorim (2000), Veríssimo e Mendonça (2004), Coltri (2006), Viana (2006), Leão (2008) e Cruz (2009), dentre outros.

A Tabela 7 mostra os valores de temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Tabela 7 – Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono).

Postos	Média (°C)	Mínima Absoluta (°C)	Máxima Absoluta (°C)
Posto 1 (T1)	20,2	10,4	29,8
Posto 2 (T2)	20,0	9,8	31,4
Posto 3 (T3)	20,3	10,0	33,3
Posto 4 (T4)	19,6	7,8	31,5
Posto 5 (T5)	19,4	6,8	31,7
Posto 6 (T6)	-	-	-
Posto 7 (T7)	-	-	-

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Nos Postos 6 e 7 não foi possível registrar os dados devido a problemas técnicos nos sensores digitais. Durante o período de calibração todos os sensores estavam todos funcionando perfeitamente. Possivelmente ocorreram problemas com as baterias.

Na Tabela 7 verifica-se que a menor média de temperatura, dentre os postos instalados, ocorreu no Posto 5, localizado na área intra-urbana, com valores de 19,4°C.

Com relação à mínima absoluta também ocorreu no Posto 5, localizado na área intra-urbana, com valores de 6,8°C, seguido do Posto 4, localizado também na área intra-urbana, com valores de 7,8°C.

A máxima absoluta ocorreu no Posto 3, localizado na área intra-urbana, com valor de 33,3°C (mais elevado) e a menor máxima absoluta ocorreu no Posto 1, localizado próximo ao lago, com valor de 29,8°C.

Ressalta-se que os valores mais reduzidos (6,8°C) foram obtidos no Posto 5 (área intra-urbana). Os valores mais elevados foram obtidos no Posto 3 (área intra-urbana), onde há uma grande concentração de edificações e vias pavimentadas, além de movimentação de pessoas e veículos. Não foi possível comparar com os dados dos postos da área rural, cujos dados não foram obtidos por problemas com os sensores.

A Figura 32 mostra a variação da temperatura do ar, nos postos, onde foi possível obter os dados, no Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Figura 32 – Variação da temperatura do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Verifica-se na Figura 32 que os dados dos Postos 1, 3 e 7 não foram registrados, devido problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 foi roubado no decorrer do Trabalho de Campo. Todos os sensores estavam funcionando no período de calibração, podendo ter ocorrido problemas com as baterias.

Na Figura 32 verifica-se que os valores mais elevados (acima de 38°C) ocorreram principalmente na área intra-urbana (Posto 4) e na área de transição entre o lago e a área intra-urbana (Posto 2), com valores de 38,3°C e 37,1°C, respectivamente, e os valores mais reduzidos ocorreram no período noturno, também na área intra-urbana (Posto 5) e na área rural (Posto 6), com valores de 10,4°C e 10,1°C, respectivamente.

Os dados registrados confirmam pesquisas realizadas por Oke (1974 e 1978), Lombardo (1985), Danni (1987), Sette (1996), Amorim (2000), Veríssimo e Mendonça (2004), Coltri (2006), Viana (2006), Leão (2008) e Cruz (2009), dentre outros. A concentração de valores maiores de temperatura do ar na área intra-urbana no período diurno, ocorre principalmente devido às alterações antrópicas no ambiente (edificações e vias pavimentadas), sendo que no período noturno há uma diminuição acentuada dos valores da temperatura do ar, cujo resfriamento é mais rápido.

A Tabela 8 mostra os valores de temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Tabela 8 – Valores da temperatura do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Postos	Média (°C)	Mínima Absoluta (°C)	Máxima Absoluta (°C)
Posto 1 (T1)	-	-	-
Posto 2 (T2)	22,8	10,8	37,1
Posto 3 (T3)	-	-	-
Posto 4 (T4)	22,5	10,9	38,3
Posto 5 (T5)	22,1	10,4	36,3
Posto 6 (T6)	21,9	10,1	36,2
Posto 7 (T7)	-	-	-

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Observa-se na Tabela 8 que não foi possível registrar dados nos Postos 1 (área de influência do lago), 3 (área intra-urbana) e 7 (área rural), devido a problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 (área intra-urbana) foi roubado no decorrer do Trabalho de Campo. Deve ter havido problemas com as baterias dos sensores digitais dos Postos 1 e 7, pois durante o período de calibração os mesmos funcionaram perfeitamente.

Verifica-se na Tabela 8, nos valores da temperatura do ar, que o Posto 6 (localizado na área rural) obteve a menor média (21,9°C) e o Posto 2 (área de transição entre o lago e o urbano) obteve a maior média (22,8°C).

A mínima absoluta da temperatura do ar ocorreu no Posto 6 (localizado na área rural) com valor de 10,1°C, seguido do Posto 5 (localizado na área intra-urbana) com valor de 10,4°C.

Com relação à máxima absoluta da temperatura do ar o valor mais elevado ocorreu no Posto 4, localizado na área intra-urbana, com valor de 38,3°C e o mais reduzido valor ocorreu no Posto 6, localizado na área rural, com valor de 36,2°C.

Ressalta-se que os valores mais reduzidos (10,1°C) de temperatura do ar foram registrados no Posto 6 (área rural), onde há poucas construções e há

maior espaço com gramíneas. Os valores mais elevados foram registrados no Posto 4 (área intra-urbana), onde há uma grande concentração de edificações e vias pavimentadas, além de movimentação de pessoas e veículos.

5.2 Variação temporal da umidade relativa do ar

Para a elaboração das figuras e tabelas de variação temporal da umidade relativa do ar foram utilizadas as informações de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 33 mostra a variação da umidade relativa do ar de todos os postos instalados no Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 33 – Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Verifica-se na Figura 33 que a variação da umidade relativa do ar manteve-se em torno de 100,0% na maior parte dos postos, sendo que os valores mais reduzidos registrados ocorreram nos Postos 3 e 4 (área intra-urbana), com valores entre 13,4% (Posto 4) e 14,2% (Posto 3).

Analisando a Figura 33 verifica-se, ainda, que os mais reduzidos valores se concentram no período noturno, sendo que o registro dos dados ocorreu em um período de transição entre a estação seca e chuvosa, na região do oeste do Estado de São Paulo.

Assim, os dados registrados evidenciam resultados semelhantes obtidos por pesquisadores no que se refere à dinâmica climática e chuvas (SANT'ANNA NETO, 1995; BOIN, 2000), sobre influência do lago artificial no clima local e regional (LIMBERGER, 2007) e sobre umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte (PINHEIRO e AMORIM, 2007), dentre outros.

A Tabela 9 mostra os valores de umidade relativa do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Tabela 9 – Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Postos	Média (%)	Mínima Absoluta (%)	Máxima Absoluta (%)
Posto 1 (UR1)	69,3	15,8	100,0
Posto 2 (UR2)	74,2	18,2	100,0
Posto 3 (UR3)	69,7	14,2	100,0
Posto 4 (UR4)	74,8	13,4	100,0
Posto 5 (UR5)	78,2	16,0	100,0
Posto 6 (UR6)	74,2	16,5	94,1
Posto 7 (UR7)	73,7	17,5	100,0

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Na Tabela 9, os valores mais reduzidos valores da umidade relativa do ar, na média, foram registrados no Posto 1 (69,3%), localizado na área de influência do lago e no Posto 3 (69,7%), localizado na área intra-urbana. Os valores mais elevados (78,2%) ocorreram no Posto 5, localizado na área intra-urbana.

Com relação à mínima absoluta da umidade relativa do ar o valor mais reduzido (13,4%) ocorreu no Posto 4, na área intra-urbana e o valor mais elevado (18,2%) ocorreu no Posto 2, na área de transição entre o lago e o urbano.

A máxima absoluta da umidade relativa do ar foi registrada em 100,0% na maior parte dos postos, com exceção do Posto 6, localizado na área rural, que registrou 94,1%, sendo que essas diferenças e valores elevados pode ser devido a correção aplicada no sensor. Porém, tendo em vista que a área intra-urbana esta localizada próxima ao lago, é possível que o lago possa funcionar na manutenção do equilíbrio da umidade relativa do ar e da temperatura.

A Figura 34 mostra a variação da umidade relativa do ar de todos os postos instalados no Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 34 – Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão).

Verifica-se na Figura 34 que a variação da umidade relativa do ar se manteve na faixa de 100,0%, principalmente no período noturno, com variações mais reduzidas da área central (Postos 3 e 4), com valores entre 20,3% e 20,9%, durante o período diurno.

Considerando que o registro de dados foi realizado no Verão, que é um período de chuvas na região do oeste do Estado de São Paulo, os valores elevados da umidade relativa do ar podem ser verificados.

Os dados registrados evidenciam pesquisas anteriormente realizadas sobre dinâmica climática e chuvas por Sant'Anna Neto (1995) e Boin (2000), sobre influência do lago artificial no clima local e regional por Limberger (2007) e sobre umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte por Pinheiro e Amorim (2007), dentre outros.

A Tabela 10 mostra os valores de umidade relativa do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Tabela 10 – Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2 (Verão).

Postos	Média (%)	Mínima Absoluta (%)	Máxima Absoluta (%)
Posto 1 (UR1)	75,5	23,0	100,0
Posto 2 (UR2)	78,4	22,5	100,0
Posto 3 (UR3)	75,4	20,9	100,0
Posto 4 (UR4)	81,4	20,3	100,0
Posto 5 (UR5)	81,8	21,9	100,0
Posto 6 (UR6)	84,1	25,8	98,8
Posto 7 (UR7)	80,3	26,2	100,0

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Na Tabela 10 a média mais elevada da umidade relativa do ar ocorreu no Posto 6, localizado na área rural, com valor de 84,1%, sendo que a média mais reduzida ocorreu no Posto 3, localizado na área intra-urbana, com valor de 75,4%.

Com relação à mínima absoluta da umidade relativa do ar ocorreu na área intra-urbana (Postos 3 e 4), com valores mais reduzidos de 20,9% e 20,3%, respectivamente. O valor mais elevado ocorreu na área rural, no Posto 7, que registrou 26,2% e no Posto 6, que registrou 25,9%.

Os valores da umidade relativa do ar máxima absoluta ocorreram na maior parte dos postos, com 100,0%, sendo que o Posto 6 (área rural) registrou 98,8%. Esses valores elevados podem ter ocorrido devido à correção aplicada ao sensor digital ou devido à proximidade da área intra-urbana ao lago.

Analisando os dados da Tabela 10 verifica-se que, na média, os valores da umidade relativa do ar dos postos da área intra-urbana e da área rural são maiores que os valores do posto da área do lago.

A Figura 35 mostra a variação da umidade relativa do ar, nos postos, onde foi possível registrar os dados, no Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Figura 35 – Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono).

Observa-se na Figura 35 que os dados dos Postos 5 e 6 não foram registrados devido a problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que no período de calibração estavam todos funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreram problemas com as baterias.

Verifica-se na Figura 35 que a maior parte dos postos registraram valores da umidade relativa do ar em torno de 100,0%, principalmente em horários do período noturno, tendo em vista que durante o período noturno a produção de energia e aquecimento diminui, além da proximidade do lago.

Nos Postos 3 e 4 (localizados na área intra-urbana) ocorreram os valores mais reduzidos da umidade relativa do ar, abaixo de 40,0%, durante o período diurno.

Os dados registrados evidenciam pesquisas anteriormente realizadas sobre dinâmica climática e chuvas por Sant'Anna Neto (1995) e Boin (2000), sobre influência do lago artificial no clima local e regional por Limberger (2007) e sobre umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte por Viana (2006), Pinheiro e Amorim (2007), dentre outros.

A Tabela 11 mostra os valores de umidade relativa do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Tabela 11 – Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3 (Outono).

Postos	Média (%)	Mínima Absoluta (%)	Máxima Absoluta (%)
Posto 1 (UR1)	86,1	46,0	100,0
Posto 2 (UR2)	85,2	40,6	100,0
Posto 3 (UR3)	85,8	37,5	96,8
Posto 4 (UR4)	88,8	39,0	100,0
Posto 5 (UR5)	89,1	41,4	98,1
Posto 6 (UR6)	-	-	-
Posto 7 (UR7)	-	-	-

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Observa-se na Tabela 11 que não foi possível registrar dados nos Postos 6 e 7, o que ocorreu devido a problemas técnicos nos sensores digitais. Ressalta-se que no período de calibração estavam todos funcionando perfeitamente, sendo que deve ter ocorrido problemas com as baterias.

O valor mais elevado da umidade relativa do ar, na média, ocorreu no Posto 5 (89,06%), localizado na área intra-urbana e o valor mais reduzido, na média, ocorreu no Posto 3 (85,2%) na área de transição entre o lago e o urbano.

O valor mais reduzido da umidade relativa do ar, na mínima absoluta, ocorreu no Posto 3 (37,5%), localizado na área intra-urbana e o mais elevado valor da umidade relativa do ar, na mínima absoluta, ocorreu no Posto 1 (46,0%), localizado na área de influência do lago.

O valor mais reduzido da umidade relativa do ar, na máxima absoluta, ocorreu no Posto 3 (96,8%), localizado na área intra-urbana e os valores mais elevados (100,0%) ocorreram nos Postos 1 (área de influência do lago), 3 e 4 (área intra-urbana).

A Figura 36 mostra a variação da umidade relativa do ar, nos postos, onde foi possível registrar os dados, no Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Figura 36 – Variação da umidade relativa do ar, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Observa-se na Figura 36 que não foi possível registrar dados nos Postos 1, 3 e 7, devido a problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 foi roubado no decorrer do Trabalho de Campo. Ressalta-se que no período de calibração estavam todos funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreram problemas com as baterias.

Na Figura 36 verifica-se que a variação da umidade relativa do ar, neste trabalho de campo ocorrido no Inverno de 2009, teve valores elevados, na máxima absoluta, sendo que em todos os postos foram de 100,0% e as mínimas ocorreram principalmente nos Postos 2 (área de transição entre o lago e o urbano) e 5 (área intra-urbana).

Pesquisas anteriormente realizadas evidenciam os dados registrados, principalmente no que se refere à dinâmica climática e chuvas (SANT'ANNA NETO, 1995; BOIN, 2000), à influência do lago artificial no clima local e regional (LIMBERGER, 2007) e à umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte (VIANA, 2006; PINHEIRO e AMORIM, 2007), dentre outros.

A Tabela 12 mostra os valores de umidade relativa do ar com média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Tabela 12 – Valores da umidade relativa do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Postos	Média (%)	Mínima Absoluta (%)	Máxima Absoluta (%)
Posto 1 (UR1)	-	-	-
Posto 2 (UR2)	83,0	31,8	100,0
Posto 3 (UR3)	-	-	-
Posto 4 (UR4)	87,3	37,1	100,0
Posto 5 (UR5)	85,8	30,1	100,0
Posto 6 (UR6)	88,1	36,1	100,0
Posto 7 (UR7)	-	-	-

Fonte: Dados organizados pelo pesquisador.

Na Tabela 12 verifica-se que não foi possível registrar dados nos Postos 1, 3 e 7, o que ocorreu devido a problemas técnicos nos sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 foi roubado no decorrer do Trabalho de Campo. Ressalta-se, ainda, que no período de calibração todos sensores estavam funcionando perfeitamente. Aparentemente ocorreram problemas com as baterias. Desta forma, a medição dos dados ficou prejudicada. Nota-se que no decorrer dos trabalhos de campo a qualidade dos dados ficou comprometida, pois os sensores foram ficando cada vez mais com problemas mesmo após substituição por baterias novas.

Dentre os demais postos a mais reduzida média da umidade relativa do ar ocorreu no Posto 2, localizado na área de transição entre o lago e o urbano, com valor de 83,0%. A mais elevada média da umidade relativa do ar ocorreu no Posto 6 (88,1%), localizado na área rural.

A mais reduzida mínima absoluta da umidade relativa do ar ocorreu no Posto 5 (30,1%), localizado na área intra-urbana e a mais elevada mínima absoluta da umidade relativa do ar ocorreu no Posto 4 (37,1%), localizado na área intra-urbana.

Com relação à máxima absoluta da umidade relativa do ar todos os postos onde foi possível registrar dados (Postos 2, 4, 5 e 6) ocorreram valores de 100,0%, possivelmente devido à correção dos sensores digitais e também, possivelmente, devido à proximidade do lago.

5.3 Variação espacial da temperatura do ar

Para a elaboração das figuras de variação espacial da temperatura do ar foram utilizadas as informações (máximas absolutas) de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos. A opção por analisar a temperatura do ar máxima absoluta ocorreu por ser esta que evidencia as maiores diferenças entre os ambientes nos períodos de máximo aquecimento.

A Figura 37 mostra o perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, dos postos, no Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 37 – Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Verifica-se no perfil longitudinal da Figura 37 que o valor mais elevado de temperatura máxima absoluta do ar (40,9°C), neste Trabalho de Campo realizado na Primavera de 2008, ocorreu no Posto 4, localizado na área intra-urbana, onde se concentram as edificações e áreas pavimentadas.

Com relação à temperatura mínima nota-se que tanto no Posto 1 (localizado na área de influência do lago) quanto no Posto 7 (localizado na área rural) os valores se mantiveram entre 30,2°C e 30,1°C, respectivamente.

Não foram registrados os dados referente ao Posto 6 tendo em vista problemas com o sensor digital.

A Figura 38 mostra o perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, dos postos, no Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 38 – Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 2 (Verão).

Verifica-se na Figura 38, no perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 2, realizado no Verão de 2008-2009, que os valores mais elevados ocorreram nos Postos 5 (39,6°C) e 4 (39,4°C), localizados na área intra-urbana.

Com relação aos menores valores registrados ocorreram na área rural (Posto 7), com valores de 38,1°C, na área de influência do lago (Posto 1), com

valores de 38,2°C, na área de transição entre o lago e o urbano (Posto 2), com valores de 38,1°C e na área intra-urbana (Posto 3), com valores de 38,1°C.

No Posto 6 não foi possível registrar os dados da temperatura do ar tendo em vista problemas com o sensor digital.

A Figura 39 mostra o perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 39 – Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 3 (Outono).

Neste perfil longitudinal da temperatura máxima absoluta do ar, nos postos, no Trabalho de Campo realizado no Outono de 2009 é possível verificar que o menor valor registrado ocorreu no Posto 1, localizado na área de influência do lago (29,8°C) e o maior valor foi registrado no Posto 3, localizado na área intra-urbana central (33,3°C), onde há uma maior concentração de edificações e vias pavimentadas.

Não há dados registrados referentes aos Postos 6 e 7 tendo em vista problemas com os sensores digitais.

A Figura 40 mostra o perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 40 – Perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Verifica-se neste perfil longitudinal da temperatura do ar máxima absoluta, nos postos, no Trabalho de Campo realizado no Inverno de 2009 que o valor mais elevado ocorreu no Posto 4, localizado na área intra-urbana (38,3°C). Os menores valores ocorreram nos Postos 5 e 6, localizados na área intra-urbana e na área (36,3°C e 36,2°C respectivamente).

Não há dados referente aos Postos 1, 3 e 7 tendo em vista problemas com os sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 foi roubado durante o período de Trabalho de Campo.

5.4 Variação espacial da umidade relativa do ar

Para a elaboração das figuras de variação espacial da umidade relativa do ar foram utilizadas as informações (mínimas absolutas) de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A opção por analisar a umidade relativa do ar mínima absoluta ocorreu por ser esta que evidencia as maiores diferenças entre os ambientes nos períodos de máximo aquecimento.

A Figura 41 mostra o perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 41 – Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Verifica-se na Figura 41 do perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo ocorrido na Primavera de 2008, que os menores valores estão concentrados na área central, com 13,4% no Posto 4 e 14,2% no Posto 3. Os maiores valores foram registrados no Posto 2 (18,2%) localizado na área de transição entre o lago e o urbano e no Posto 7 (17,5%) localizado na área rural.

A Figura 42 mostra o perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 42 – Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 2 (Verão).

Verifica-se na Figura 42 do perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta do Trabalho de Campo 2 realizado no Verão de 2008-2009, que os menores valores (20,3%, 20,9% e 21,9%) ocorreram na área intra-urbana (Postos 3, 4 e 5), sendo que no Posto 7 (área rural) foi registrado o valor mais elevado (26,2%) e no Posto 6 (também na área rural) foi registrado 25,8%.

A Figura 43 mostra o perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 43 – Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 3 (Outono).

Nota-se na Figura 43 do perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo 4 realizado no Outono de 2009 que os maiores valores ocorreram no Posto 1 (46,0%), localizado na área de influência do lago e no Posto 5 (41,4%), localizado na área intra-urbana. Na área intra-urbana ocorreram os menores valores (37,5% e 39,0%) nos Postos 3 e 4.

Não há dados referente aos Postos 6 e 7 tendo em vista problemas com os sensores digitais.

A Figura 44 mostra o perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Fonte: Adaptado de Oke (1974). Organizado pelo pesquisador.

Figura 44 – Perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, para o período de Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Nota-se na Figura 44 do perfil longitudinal da umidade relativa do ar mínima absoluta, nos postos, do trabalho de campo realizado no Inverno de 2009 que foram registrados dados de apenas quatro postos. Os valores maiores ocorreram na área intra-urbana (Posto 4), com valores de 37,1% e na área rural (Posto 6) com valores de 36,1%.

Os menores valores da umidade relativa do ar foram registrados no Posto 2, localizado na área de transição entre o lago e o urbano (31,8%) e no Posto 5, localizado na área intra-urbana (30,1%).

Os dados referente aos Postos 1, 3 e 7 não foram registrados tendo em vista problemas com o sensores digitais, sendo que o sensor digital do Posto 3 foi roubado durante o período de Trabalho de Campo.

5.5 Variação horária da temperatura do ar

Para a elaboração das figuras de variação horária da temperatura do ar foram utilizadas as informações (médias horárias) de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 45 mostra a média horária da temperatura do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 45 – Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Na Figura 45, com a média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1, realizado na Primavera de 2008, verifica-se que a menor média horária ocorreu as 06 horas, no Posto 7 (área rural), com valor de 18,0°C e a maior média horária ocorreu as 15 horas, no Posto 3 (área intra-urbana), com valor de 32,0°C.

Verifica-se que a curva de maior média horária da temperatura do ar está entre 12 horas e 17 horas em todos os postos onde foi possível registrar os dados. A curva de menor média horária concentra-se no período entre 01 hora e 09 horas, também para todos os postos onde foi possível registrar os dados.

Nota-se, ainda, na Figura 45, a diferença acentuada nos valores entre os postos da área intra-urbana e da área rural, com tendência para valores maiores na área intra-urbana e valores menos na área rural. Evidencia-se, assim, que na área intra-urbana se concentram os maiores valores de temperatura do ar, tanto no período diurno, quanto no período noturno.

A Figura 46 mostra a média horária da temperatura do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 46 – Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2 (Verão).

Na Figura 46, com a média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2, realizado no Verão de 2008/2009, verifica-se que a menor média horária ocorreu às 07 horas, no Posto 7 (área rural), com valor de 22,0°C e a maior média horária ocorreu às 15 horas, no Posto 3 (área intra-urbana), com valor de 34,5°C.

Conforme pode ser verificado a curva de maior média horária da temperatura do ar ocorreu entre 12 horas e 17 horas em todos os postos onde foi possível registrar os dados. A curva de menor média horária da temperatura do ar concentrou-se no período entre 05 horas e 09 horas, também para todos os postos onde foi possível registrar os dados.

Verifica-se, ainda, na Figura 46, a diferença acentuada nos valores da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, com tendência para valores maiores na área intra-urbana e valores menores na área rural. Desta forma evidencia-se que na área intra-urbana se concentram os maiores valores de temperatura do ar, tanto no período diurno, quanto no período noturno.

Considerando que o trabalho de campo ocorreu no Verão de 2008/2009 evidencia-se que há uma diferença acentuada entre cada posto onde foi possível registrar os dados.

A Figura 47 mostra a média horária da temperatura do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Figura 47 – Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3 (Outono).

Na Figura 47, com a média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3, realizado no Outono de 2009, verifica-se que a menor média horária ocorreu entre as 06 horas e 07 horas, no Posto 5 (área intra-urbana), com valor próximo a 15,0°C e a maior média horária ocorreu entre as 14 horas e 15 horas, no Posto 3 (área intra-urbana), com valor pouco acima de 27,0°C.

Verifica-se que a curva de maior média horária da temperatura do ar ocorreu entre 13 horas e 16 horas em todos os postos onde foi possível registrar os

dados. A curva de menor média horária concentrou-se no período entre 04 horas e 07 horas, também para todos os postos onde foi possível registrar os dados.

Na Figura 47 é possível notar a diferença acentuada nos valores da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, com tendência para valores maiores na área intra-urbana e valores menores na área de influência do lago. Evidencia-se, assim, que na área intra-urbana se concentram os maiores valores de temperatura do ar, tanto no período diurno, quanto no período noturno.

A Figura 48 mostra a média horária da temperatura do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Figura 48 – Média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Na Figura 48, com a média horária da temperatura do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4, realizado no Inverno de 2009, verifica-se

que a menor média horária ocorreu as 05 horas e 06 horas, no Posto 6 (área rural), com valor de 17,5°C e a maior média horária ocorreu entre as 15 horas e 16 horas, no Posto 4 (área intra-urbana), com valor de 29,0°C.

Nota-se que a curva de maior média horária da temperatura do ar ocorreu entre 14 horas e 17 horas em todos os postos onde foi possível registrar os dados. A curva de menor média horária concentrou-se no período entre 03 horas e 07 horas, também para todos os postos onde foi possível registrar os dados.

Verifica-se, ainda, na Figura 48, que há uma diferença acentuada nos valores da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, com tendência para valores maiores na área intra-urbana e valores menores na área rural, o que evidencia que na área intra-urbana se concentram os maiores valores de temperatura do ar no período diurno e na área rural no período noturno.

Verifica-se também que há, devido à sazonalidade, uma diferença maior da média horária entre os postos no período noturno (entre 19 horas e 07 horas), comparando-se com o período diurno, cujas diferenças da média horária são bem menores.

5.6 Variação horária da umidade relativa do ar

Para a elaboração das figuras de variação horária da umidade relativa do ar foram utilizadas as informações (médias horárias) de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 49 mostra a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 49 – Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

Na Figura 49, com a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 1, realizado na Primavera de 2008, verifica-se que a menor média horária ocorreu as 15 horas, nos Postos 3 e 4 (área intra-urbana), com valor de 42,0% e a maior média horária ocorreu entre as 05 horas e 06 horas, no Posto 5 (área intra-urbana), com valor de 98,0%.

Nota-se que a curva de maior média horária está entre 05 horas e 08 horas nos Postos 4 e 5 (área intra-urbana). A curva de menor média horária concentra-se no período entre 14 horas e 16 horas, para os Postos 3, 4 e 5 (área intra-urbana).

Na Figura 49, é possível verificar a diferença acentuada nos valores entre os postos da área intra-urbana (Postos 4 e 5) e da área rural (Posto 7), porém não há uma tendência, sendo possível que neste trabalho de campo tenha ocorrido problemas técnicos nos sensores ou devido à necessidade de correções dos sensores.

A Figura 50 mostra a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 50 – Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2 (Verão).

Na Figura 50, com a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 2, realizado no Verão de 2008/2009, verifica-se que a menor média horária ocorreu entre as 15 horas e 17 horas, no Posto 3 (área intra-urbana), com valor de 53,0% e a maior média horária ocorreu entre as 04 horas e 09 horas, no Posto 5 (área intra-urbana), com valor de 98,0%.

A curva de maior média horária da umidade relativa do ar é verificada entre as 03 horas e 09 horas no Posto 5 (área intra-urbana). A curva de menor média horária concentra-se no período entre 14 horas e 17 horas, para os Postos 3 e 5 (área intra-urbana).

Nota-se, ainda, na Figura 50, a diferença acentuada nos valores entre os postos da área intra-urbana (Postos 3 e 5) e da área rural (Posto 6), porém não há uma tendência, sendo possível que neste trabalho de campo tenha ocorrido problemas técnicos nos sensores ou devido a necessidade de correção dos sensores.

A Figura 51 mostra a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Figura 51 – Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3 (Outono).

Na Figura 51, com a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 3, realizado no Outono de 2009, verifica-se que a menor média horária ocorreu as 15 horas, no Posto 4 (área intra-urbana), com valor de 64,0% e a maior média horária ocorreu entre as 06 horas e 08 horas, no Posto 4 (área intra-urbana), com valor de 98,0%.

Verifica-se na Figura 51 que a curva de maior média horária da umidade relativa do ar esta entre 02 horas e 08 horas nos Postos 4 e 5 (área intra-urbana) e a curva de menor média horária concentra-se no período entre 14 horas e 16 horas para os Postos 4, 2 e 3.

Nota-se, ainda, na Figura 51, a diferença acentuada nos valores entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, com tendência para valores menores na área intra-urbana e valores maiores na área de influência do lago. Evidencia-se, assim, que na área intra-urbana se concentram os menores valores durante o período diurno e os maiores valores no período noturno.

A Figura 52 mostra a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, do Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Figura 52 – Média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4 (Inverno).

Na Figura 52, com a média horária da umidade relativa do ar, nos postos, para o período do Trabalho de Campo 4, realizado no Inverno de 2009, verifica-se que a menor média horária ocorreu as 15 horas, no Posto 5 (área intra-urbana), com valor de 63,0% e a maior média horária ocorreu as 06 horas, no Posto 6 (área rural), com valor de 97,0%.

A curva de maior média horária na umidade relativa do ar esta entre 01 hora e 07 horas nos postos da área urbana e da área rural. A curva de menor média horária concentra-se no período entre 14 horas e 16 horas, nos Postos 5 (área intra-urbana) e 2 (área de transição entre o lago e o urbano).

Nota-se, ainda, na Figura 52, a diferença acentuada nos valores entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, com tendência para valores menores na área intra-urbana e valores maiores na área de influência do lago. Evidencia-se, assim, que na área intra-urbana se concentram os menores valores durante o período diurno e os maiores valores no período noturno.

5.7 Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural

Para a elaboração das figuras de variação da temperatura do ar foram utilizadas as informações da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 53 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 53 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

A Figura 53 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (Posto 4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período noturno os desvios horários da variação da temperatura do ar são reduzidos, porém durante o período diurno, principalmente no horário das 11 horas as 15 horas, os desvios são mais significantes. O Posto 4 (área intra-urbana) tem a maior média horária no período diurno e a menor média horária no período noturno. Evidencia-se, assim, que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura do ar no período diurno, com inversão no período noturno. Desta forma, o lago funciona como um regulador do equilíbrio térmico e higrométrico.

A Figura 54 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 54 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

A Figura 54 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período diurno os desvios horários são reduzidos, porém durante o período noturno, principalmente no horário das 19 horas as 06 horas, os desvios são mais significantes. O Posto 4 (área intra-urbana) tem a maior média horária no período diurno e a menor média horária no período noturno.

A diferença da variação da temperatura do ar do Posto 4 (área intra-urbana) e do Posto 7 (área rural) durante o período diurno é bem menor do que no

período noturno, evidenciando que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura do ar no período diurno, com inversão no período noturno.

A Figura 55 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 55 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 2 (Verão).

A Figura 55 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período diurno os desvios horários são reduzidos, porém durante o período noturno e da manhã, principalmente no horário das 18 horas as 11 horas, os desvios são mais significantes. O Posto 4 (área intra-urbana) tem a maior média horária no período diurno e a menor média horária no

período noturno. Assim, torna-se evidente que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura do ar no período diurno, com inversão no período noturno.

A Figura 56 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 56 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 2 (Verão).

A Figura 56 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período diurno os desvios horários são mais acentuados, principalmente nos horários entre 9 horas e 12 horas e 18 horas e 19 horas. Assim, evidencia-se que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura do ar no período diurno, com inversão no período noturno.

A Figura 57 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho 2009 (Outono).

Figura 57 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 3 (Outono).

A Figura 57 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que tanto durante o período diurno quanto noturno os desvios horários da temperatura do ar são bem acentuados, com alguns momentos em que ocorreram reduções nos desvios (entre 09 horas e 10 horas e entre 17 horas e 18 horas). O Posto 4 (área intra-urbana) mantém valores mais elevados durante o período diurno e valores mais reduzidos no período noturno.

É possível verificar que a amplitude dos dados da temperatura do ar entre o Posto 1 (área de influência do lago) e o Posto 4 (área intra-urbana) é bem maior durante o período noturno, o que evidencia que o lago funciona como um regulador térmico e higrométrico.

A Figura 58 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P6), do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho 2009 (Outono).

Figura 58 – Variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 3 (Outono).

A Figura 58 mostra a variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P6), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que tanto no período diurno quanto no período noturno os desvios são menores em valores, porém são significativos. Os desvios mais elevados se concentram no período noturno.

No decorrer do período o Posto 4 (área intra-urbana) mantém valores mais elevados do que o Posto 6 (área rural), o que evidencia que a área intra-urbana concentra os maiores valores de temperatura do ar.

5.8 Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural

Para a elaboração das figuras de variação da umidade relativa do ar foram utilizadas as informações da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural de todos os postos onde foi possível registrar os dados, nos quatro Trabalhos de Campos.

A Figura 59 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 59 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

A Figura 59 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que os desvios horários da umidade relativa do ar são acentuados tanto no período diurno quanto no período noturno, sendo que no período noturno o Posto 4 (área intra-urbana) mantém desvios mais elevados, havendo uma inversão no período diurno, em que os desvios do Posto 1 (área de influência do lago) são mais elevados.

A amplitude entre o Posto 4 (área intra-urbana) e o Posto 1 (área de influência do lago) se torna bem mais evidente durante o período noturno e início do período diurno (entre 07 e 09 horas).

Observa-se que próximo ao lago, no Posto 1, as amplitudes higrométricas (diferença entre a umidade relativa do ar máxima e a mínima) são menores que no ambiente urbano, no Posto 4. No período noturno as maiores

amplitudes estão no ambiente urbano e no período diurno as maiores amplitudes estão no ambiente próximo ao lago.

A Figura 60 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), do Trabalho de Campo 1, realizado entre setembro e outubro de 2008 (Primavera).

Figura 60 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 1 (Primavera).

A Figura 60 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período noturno os desvios horários são reduzidos, porém durante o período noturno, principalmente no horário das 07 horas as 09 horas, os desvios são mais significantes. O Posto 4 (área intra-urbana)

tem a maior média horária no período noturno e a menor média horária no período diurno, evidenciando uma inversão nos desvios.

A Figura 61 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 61 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 2 (Verão).

A Figura 61 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Durante o período diurno entre as 12 horas e as 19 horas nota-se que os desvios horários são reduzidos, havendo desvios maiores entre as 08 horas e as 11 horas. Verifica-se que o Posto 4 (área intra-urbana) mantém valores de desvios maiores no período noturno e menores no período diurno.

Verifica-se que as amplitudes higrométricas são menores próximas ao lago, ou seja, durante o período noturno as amplitudes do Posto 4 (área intra-urbana) são maiores enquanto que no período noturno as amplitudes entre os Postos 1 e 4 são menores, evidenciando que a presença do lago pode contribuir para o maior equilíbrio térmico e higrométrico.

A Figura 62 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), do Trabalho de Campo 2, realizado entre dezembro de 2008 e janeiro de 2009 (Verão).

Figura 62 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 2 (Verão).

A Figura 62 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P7), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que durante o período diurno os desvios horários são mais elevados no horário entre 08 horas e 12 horas, sendo que o Posto 4 (área intra-

urbana) mantém os desvios mais elevados. No período noturno os valores dos desvios são menores.

A Figura 63 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), do Trabalho de Campo 3, realizado entre junho e julho de 2009 (Outono).

Figura 63 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área de influência do lago, do Trabalho de Campo 3 (Outono).

A Figura 63 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área de influência do lago (P1), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que os valores dos desvios são elevados tanto durante o período noturno quanto o período diurno, sendo que em alguns horários (07 horas, 11 horas e 17 horas) apresentam valores reduzidos. Porém os valores dos desvios no Posto 4 (área intra-urbana) se mantém mais elevados durante o período noturno, havendo uma inversão no período diurno.

A Figura 64 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P6), do Trabalho de Campo 4, realizado entre agosto e setembro de 2009 (Inverno).

Figura 64 – Variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana e da área rural, do Trabalho de Campo 4 (Inverno).

A Figura 64 mostra a variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana (P4) e da área rural (P6), com destaque para os desvios da média horária.

Nota-se que os valores dos desvios são mais reduzidos em comparação aos dados dos trabalhos de campo anteriores, sendo que o Posto 4 (área intra-urbana) ainda manteve valores de desvios mais elevados no período noturno, havendo inversão no período diurno, no qual o Posto 6 (área rural) manteve valores mais significativos.

Essa ocorrência poderia ser explicada devido à sazonalidade, considerando que no Inverno é considerado seco no oeste do Estado de São Paulo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa contribuiu para entender se há alguma influência do lago artificial da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta no clima local e no clima urbano do município de Presidente Epitácio, localizado no oeste do Estado de São Paulo.

Para isso foram obtidos dados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, através de sensores digitais, instalados em sete postos, em um transecto partindo do entorno do lago artificial, passando pelo ambiente urbano até o ambiente rural. Os dados foram coletados em quatro trabalhos de campo, realizado entre setembro de 2008 a setembro de 2009, compreendendo as estações do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno).

Analisando a variação temporal dos dados da temperatura do ar foi possível verificar que os maiores valores foram registrados nos postos da área intra-urbana, durante o período diurno, sendo que nesta área há presença de edificações, ruas pavimentadas, presença de pessoas e automóveis, produzindo energia que aumenta a temperatura do ar ambiente. No período noturno foram registrados dados de temperatura do ar com valores bem reduzidos.

Na análise da variação temporal dos dados da umidade relativa do ar verificou-se que os valores mais reduzidos ocorreram na área rural e na área próxima e sob influência do lago, considerando que são locais com poucas edificações e pequena produção de energia devido à presença da água (área próxima do lago) e à presença de grande extensão de áreas com gramíneas (área rural).

No que se refere a variação espacial dos dados da temperatura do ar máxima absoluta foi possível verificar que os postos da área intra-urbana registraram valores mais elevados que os postos da área de influência do lago e da área rural, o que evidencia a presença de ilha de calor urbano na área intra-urbana, mais precisamente no posto instalado no centro da cidade.

Na variação espacial dos dados da umidade relativa do ar mínima absoluta foi possível verificar que os postos da área intra-urbana registraram valores mais reduzidos que os postos da área de influência do lago e da área rural, demonstrando que o aquecimento diminui a umidade relativa do ar.

Com relação à variação média horária dos dados da temperatura do ar verificou-se que segue uma tendência de que os postos localizados na área intra-urbana têm valores mais elevados durante o período diurno, sendo que durante o período noturno ocorre uma diminuição nos valores e uma inversão, ou seja, nos postos da área de influência do lago e da área rural os valores são maiores do que na área intra-urbana.

Analisando a variação média horária dos dados da umidade relativa do ar verificou-se que durante o período diurno há uma diminuição nos valores principalmente nos postos da área intra-urbana em comparação com os valores dos postos da área de influência do lago e da área rural.

No que se refere à variação da temperatura do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural foi possível verificar que nos horários de maior produção de energia, ou seja, durante o período diurno as diferenças das amplitudes diminuem e no período noturno aumentam, devido ao volume de energia produzida no período diurno e dissipação desta energia no período noturno.

Com relação à variação da umidade relativa do ar entre os postos da área intra-urbana, da área de influência do lago e da área rural verificou-se que as amplitudes são maiores durante o período noturno, sendo menores durante o período diurno, ou seja, as amplitudes higrométricas são menores na área de influência do lago e na área rural do que na área intra-urbana. A hipótese é de que o lago funciona como um regulador do equilíbrio térmico e higrométrico, o que faz com a umidade relativa do ar se mantenha equilibrada.

Desta forma concluiu-se que a presença do lago próximo ao ambiente urbano não contribui ou influencia no aumento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, porém funciona como um maior equilíbrio térmico e higrométrico.

7. REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ADORNO, Lúcio Flávio Marini. **A implantação de Primavera e seus impactos ambientais**. 1990. 97f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1990.

ALCOFORADO, Maria João. Aplicação da climatologia ao planeamento urbano: alguns apontamentos. **Finisterra**, Lisboa, n. 34, v. 67-68, p. 83-94, 1999.

ALCOFORADO, Maria João; LOPES, António; ANDRADE, Henrique; VASCONCELOS, João. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2006. 82p.

ALVES, Adriana Olívia Spósito. **Diagnóstico dos impactos ambientais provocados pelo processo de urbanização na microbacia do córrego da Colônia Mineira – Presidente Prudente/SP**. 2001. 164f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2001.

ALVES, Elis Dener Lima. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. **Mercator**: revista de geografia da UFC, Fortaleza, v. 8, n. 17, p. 181-191, 2009.

ALVES, Marlene Cristina; SUZUKI, Luis Gustavo Akihiro Sanches; SUZUKI, Luiz Eduardo Akiyoshi Sanches. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000400002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **A geração do clima urbano em cidades do oeste do Estado de São Paulo/Brasil**. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12. 2009. Montevideo. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7015_Amorim_Margarete_Cristiane_de_Costa_Trindade.pdf> Acesso em: 10 Mai 2010.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Características do clima urbano de Presidente Prudente (SP). In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 165-196.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 369f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2000.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; DUBREUIL, Vincent; QUENOL, Hervé; SANT'ANNA NETO, João Lima. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins (Revista Franco-Brasileira de Geografia)**, São Paulo, n. 7, 2009. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6070.html>>. Acesso em: 10 Mai 2010.

ANUNCIAÇÃO, Vicentina Socorro da; SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano da cidade de Campo Grande (MS). In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 61-88.

ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues; SANT'ANNA NETO, João Lima. O processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luis (MA). In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 21-42.

ARMANI, Gustavo. Variações da temperatura e umidade na bacia B do Núcleo Cunha – SP. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA FÍSICA, 1., São Paulo, 2003, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Geografia Física / FFLCH/USP, 2003. p. 288-300.

ARMANI, Gustavo; GALVANI, Emerson. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 116-22, 2006.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1978. 332p.

AZEVEDO, Tarik Rezende de. O fluxo de calor gerado pelas atividades humanas. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: USP/FFLCH, 2001 (Coleção Novos Caminhos). p. 71-93.

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudos em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BARRETO, Maria José Rezende; CORRÊA, Elza Maria Staciari e. As barragens e os problemas decorrentes de sua construção: notas preliminares. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 3, n. 1-2, p. 157-160, 1983.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100011&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 Jul 2008.

BOIN, Marcos Norberto. **Chuvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

CAMPANHARO, Luciana Susana Lopes de Oliveira. **Impactos socioambientais decorrentes da formação do Reservatório da Usina Hidrelétrica Eng.º Sérgio Motta no município de Presidente Epitácio/SP**. 2003. 42f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2003.

CAMPOS, F. S. **Estudo da variabilidade de precipitação**. 1990. 36p. Monografia (Trabalho Final de Graduação) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 1990.

CARMO, Roberto Luiz do. **A água é o limite?**: redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo. 2001, 194f. Tese (Doutorado em Demografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CASTILHO, Francisco José Vigeta. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP**. 2006. 208f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

CASTRO, Agnelo Welington Silveira. **Clima urbano e saúde**: as patologias do aparelho respiratório associadas aos tipos de tempo no inverno, em Rio Claro – SP. 2000. 202f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

COLTRI, Priscila Pereira. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo**: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. 2006. 166f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS – CMB. **Estudo de caso da usina hidrelétrica de Tucuruí (Brasil)**: relatório final da fase de escopo. Rio de Janeiro: CMB, 1999. 80p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Estudo de impacto ambiental da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera**: diagnóstico do meio sócio-econômico - EIA/RIMA. São Paulo: Consórcio THEMAG/ENGEA/UMHA, 1994b. v. V.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Estudo de impacto ambiental da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera** – EIA/RIMA. São Paulo: Consórcio THEMAG/ENGEA/UMHA, 1994a. v. I.

COMPANHIA ENERGETICA DE SÃO PAULO. **Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera)**. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br/>>. Acesso em: 30 Abr 2007.

CONTI, José Bueno. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT'ANNA NETO, João Lima; ZAVATINI, João Afonso (Orgs.). **Variabilidade e mudanças climáticas**: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: EDUEM, 2000, p. 17-28.

CRUZ, Gilson Campos Ferreira da. **Clima urbano de Ponta Grossa-PR**: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira. 2009. 366f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

CRUZ, João Carlos Lautenschlaeger da. **Características térmicas da camada intra-urbana em Rio Claro (SP)**. 1995. 189f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque. **Avaliação da eficácia de medida mitigatória de impactos sócio-ambientais causados por construção de hidrelétricas**: o reassentamento populacional de UHE de Taquarucu - SP. 1999. 148f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

DANNI, Inês Moresco. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982**: contribuição ao estudo do clima urbano. 1987. 129f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

DANNI, Inês Moresco. A ilha térmica de Porto Alegre: contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 8, p. 33-48, 1980 (Série Geografia).

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGRH). **Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu?qwe=qwe>>. Acesso em: 22 Fev 2010.

DIAS, Nelson Luís; OKAWA, Cristhiane Michiko Passos; ARAÚJO, Afonso Augusto Magalhães de; GOBBI, Maurício Felga. Estudo dos impactos sobre o clima regional

do reservatório de Itaipu. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 15. 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1999 (CD-ROM).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). **Brasil em relevo**. Folhas SF-22-V-D e SF-22-Y-B. Escala: 1:250.000. Brasília: Embrapa, 2010. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/sp/sp.htm>>. Acesso em: 22 Fev 2010.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Cooling our communities: a guidebook on tree planting and light-colored surfacing**. USA: Environmental Protection Agency, 1992. Disponível em: <www.epa.gov/heatisland>. Acesso em: 23 Jun 2010.

FEARNSIDE, Philip M. **As usinas hidrelétricas mitigam o efeito estufa?: o caso da barragem de Curuá-UMA**. Manaus: INPA, 2004. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Curua-Una-Port-2.pdf>. Acesso em: 09 Jun 2008.

FERNANDEZ, Domingo Rodrigues; AGOSTINHO, Ângelo Antonio; BINI, Luis Maurício; GOMES, Luiz Carlos. Environmental factors related to entry into and ascent of fish in the experimental ladder located close to Itaipu Dam. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-62252007000200009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

FERNANDEZ, Domingo Rodriguez; AGOSTINHO, Ângelo Antônio; BINI, Luis Mauricio. Selection of an experimental fish ladder located at the dam of the Itaipu Binacional, Paraná River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 4, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000400012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

FIALHO, Edson Soares. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. 279f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FISCH, Gilberto Fernando; JANUÁRIO, Mauro, SENNA, Renato Cruz. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 20, n. 1, p. 49-60, 1990.

FISCH, Gilberto Fernando; MARENGO, José Antonio; NOBRE, Carlos Afonso. Uma revisão geral do clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

FONZAR, Benedicta Catharina. **O processo de ocupação regional, o modelo urbano e o conforto térmico na Alta Sorocabana**: um teste aplicado a Presidente Prudente. 1981. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

FREIRE, Octávio, GODOY, Manoel Carlos Toledo Franco de; CARVALHO, Wolmar Aparecida. Erodibilidade de alguns solos do oeste do Estado de São Paulo. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 11, p. 77-87, 1992.

FÚLFARO, Vicente José; SAAD, Antonio Roberto; SANTOS, M. V.; VIANNA, R. B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 590-611, dez. 1982.

GODOY, Benedito de. **História de Presidente Epitácio**. Presidente Epitácio: [s.n.], 2002. 369 p.

GOMES, Almério de Castro; NATAL, Delsio; PAULA, Márcia Bicudo de; URBINATTI, Paulo Roberto; MUCCI, Luís Filipe; BITENCOURT, Marisa Dantas. Riqueza e abundância de *Culicidae* (*Diptera*) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000400023&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

GÓMEZ, Antonio López., GARCÍA, Felipe Fernández. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. **Estudios Geográficos**, Madri, v. 45, n. 174, p.5-34, enero-marzo 1984.

GONÇALVES, Fábio Luiz Teixeira. **Estudos biometeorológicos do clima urbano**. 2004. Disponível em: <http://regeirk.com/index.php?doc=pdf&pdf=/usp/aca245/clima_urbano>. Acesso em: 10 Mai 2010.

GONÇALVES, Humberto Cardoso. **O processo de implantação de Porto Primavera e seus reflexos na atividade pesqueira e nos modos de vida dos pescadores de Porto XV de Novembro – MS**. 1997. 121f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1997.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. B4, p. 385-400, 1986.

GRIMM, Alice Marlene. Verificação de variações climáticas na área do lago de Itaipu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5. 1988. **Anais...** Rio de Janeiro, 1988.

GUIDON, Maria Antonieta Aguiar de Oliveira. **Estudo das variações climáticas na área do lago de Tucuruí**. 1991. 2 v. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

GUIMARÃES, Anthony Érico; GENTILI, Carla; ALENCAR, Jerônimo; LOPES, Catarina Macedo; MELLO, Rubens Pinto de. Ecology of *Anopheline* (Diptera, Culicidae), malaria vectors around the Serra da Mesa Reservoir, State of Goiás, Brazil: 1 - Frequency and climatic factors. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000100047&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

GUIMARÃES, Anthony Érico; MELLO, Rubens Pinto de; LOPES, Catarina Macedo; ALENCAR, Jerônimo; GENTILI, Carla. Prevalência de anofelinos (Diptera: Culicidae) no crepúsculo vespertino em áreas da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no Município de Guaíra, Estado do Paraná, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 92, n. 6, 1997. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02761997000600004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

GUNKEL, Günter; LANGE, Uwe; WALDE, Detlef; ROSA, João Willy Corrêa. The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. **Lake & Reservoirs: research and management**, Austrália, v. 8, n. 3-4, p. 201-216, 2003.

HACK, Lucy Pinto. O clima urbano de Petrópolis (RJ): análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 89-114.

HENDERSON-SELLERS, A.; ROBINSON, P. J. **Contemporary climatology**. New York: John Willey & Sons, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Carta de Presidente Epitácio**. Folha SF-22-V-D-IV-4. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro: IBGE, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contagem da população 2007**: população recenseada e estimada, segundo os municípios – São Paulo – 2007. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_20.pdf>. Acesso em: 30 Abr 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do Estado de São Paulo**: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981a, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: 1:1.000.000. São Paulo: IPT, vol. II, 1981b, p. 6; 7; 21; 70-2; (Publicação IPT 1183).

KAISER, Ilza Machado. **Ondas geradas por ventos em reservatórios artificiais: um panorama**. 1995. 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

KASHIMOTO, Emília Mariko. **Variáveis ambientais e arqueologia no alto do Paraná**. 1997. 250f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

KLEMME, H. Douglas. Petroleum basins: classification and characteristics. **Journal of Petroleum Geology**, Reino Unido, v. 3, n. 2, p. 187-207, 1980.

KOPEC, Richard J. Further observations of the urban heat island in a small city. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 51, n. 7, July 1970.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. Tradução de Tarik Rezende de Azevedo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, p. 95-111, 2006.

LEÃO, Márcia Silva. **Diagnóstico climático e estudo das variações termo-higrométricas do município de Sete Lagoas – MG**. 2008. 175f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LIMBERGER, Leila. **O clima do oeste do Paraná: análise da presença do lago de Itaipu**. 2007. 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor da metrópole paulistana**. 1984. 210f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações e método**. 1995. 529f. Tese (Livre Docência em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MARCONDES, D. A. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; TANAKA, R. H.; CARVALHO, F. T.; CAVENAGHI, A. L.; BRONHARA, A. A. Eficiência de fluridone no controle de

plantas aquáticas submersas no reservatório de Jupiá. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. spe, 2003. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582003000400010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

MARIANI, Milton Augusto Pasquotto. **O peixe e o barro, território perdido**: estudo da população ribeirinha de Porto XV de Novembro e o projeto de implantação da Hidrelétrica de Porto Primavera – 1980-1994. 1996. 112f. Dissertação (Mestrado em História) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1996.

MARQUES, Marcelos; MACIEL, Geraldo de Freitas; DALLI'AGLIO SOBRINHO, Milton. Estimativas das máximas pistas de vento no reservatório da barragem de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**: technology, Maringá, v. 29, n. 1, p. 79-84, 2007.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno**: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR. 1994. 300f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MONOSOWSKI, Elizabeth. O sertão vai virar mar... Avaliação e gestão ambiental na barragem de Tucuruí, Amazônia. In: AB' SABER, Aziz Nacib; MÜLLER-PLANTEBERG, Clarita. (Org.). **Previsão de Impactos**: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. São Paulo: EDUSP, 1998. p. 163-86.

MONTEIRO Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: UFSC, 1991. 241p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo, TARIFA, José Roberto. Contribuição ao estudo do clima de Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano. **Climatologia**, São Paulo, n. 7, 1977. 51p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um "clima urbano". **Geosul**, Florianópolis, v. 9, n. 5, p. 80-114, 1990a.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo: IGEOG/USP, 1973. 129p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, v. 9, n. 5, p. 61-79, 1990b.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo**: problemas e perspectivas. São Paulo: IGEOG/USP, 1976a. 54p. (Série Teses e Monografias, n. 28).

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. 1976. 181f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976b.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco de Assis (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 9-67.

MOURA, Marcos Antonio Lima, MEIXNER, Franz X.; TREBS, Ivonne; LYRA, Roberto Fernando da Fonseca; ANDREAE, Meinrat O.; NASCIMENTO FILHO, Manuel Ferreira do. Evidência observacional das brisas do lago de Balbina (Amazonas) e seus efeitos sobre a concentração do ozônio. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 4, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672004000400012&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 Jul 2008.

MÜLLER, Arnaldo Carlos. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412p.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**. 2002. 211 f. Tese (Doutorado em Geografia com ênfase em Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues; PEREZ, Inayê Uliana; FREIRE, Rosane. **Mapa geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente-SP**. Presidente Prudente: UNESP/FCT, 2007.

OKE, Timothy R. **Review of urban climatology**: 1968-1973. Geneva: World Meteorological Organization, 1974 (WMO Technical Note, n. 134).

OKE, Timothy R. The distinction between canopy and boundary layer urban heat islands. **Atmosphere**, Basel, n. 14, p. 268-277, 1976.

OKE, Timothy R. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co, 1978. 372p.

OKE, Timothy R. **Review of urban climatology**: 1973-1976. Geneva: World Meteorological Organization, 1979 (WMO Technical Note, n. 169).

OKE, Timothy R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**, Viena, n. 84, p. 179-190, 2005.

OKE, Timothy R.; CROWTHER, J. M.; McNAUGHTON, K. G.; MONTEITH, J. L.; GARDINER, B. The micrometeorology of the urban forest [and discussion]. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London – Series B – Biological Sciences**, Londres, v. 324, p. 335-351, 1989.

OLIVEIRA, Ângela Santana de; SANTOS, Flávia Maria de Moura; NOGUEIRA, Maria Cristina de Jesus Albuquerque; DURANTE, Luciene Cleonice; NINCE, Paulo Celso do Couto. Análise da variação de temperatura e umidade em função das características de ocupação do solo em Cuiabá – MT. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 240-251, 2009.

OLIVEIRA, João Bertoldo de; CAMARGO, Marcelo Nunes de; ROSSI, Márcio; CALDERANO FILHO, Braz. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000)**. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos / EMBRAPA, 1999. 108p.

PAULA, Márcia Bicudo de; GOMES, Almério de Castro. *Culicidae (Díptera)* em área sob influência de construção de represa no Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 284-289, abril 2007.

PEREIRA, Alessandra Ossuna. **Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira**. 2006, 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

PINHEIRO, Gabriela Marques; AMORIM, Margarete Cristiane da Costa Trindade. Uma contribuição ao estudo da temperatura e da umidade relativa do ar em Euclides da Cunha Paulista/SP. **Geografia em Atos**, Presidente Prudente, n. 7, v. 2, p. 58-70, 2007.

PINTO, Josefa Eliane Santana de Siqueira. O clima local de Aracajú (SE). In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 43-60.

PITTON, Sandra Elisa Contri. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. 1997. 272f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

POLIZEL, Jefferson Lordello. **Geotecnologias e clima urbano**: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na cidade de Piracicaba, SP. 2009. 153f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE PRESIDENTE EPITÁCIO. **Pré-projeto do plano diretor**. Presidente Epitácio: Prefeitura Municipal da Estância Turística de Presidente Epitácio, 2006. 253p.

RODRIGUES, Graciela Bassan; MALTONI, Kátia Luciene; CASSIOLATO, Ana Maria Rodrigues. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000100010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

ROLIM, Glauco de Souza; CAMARGO, Marcelo Bento Paes de; LANIA, Daniel Grosseli; MORAES, Jener Fernando Leite de. Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia (Revista de Ciencias Agronómicas)**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

ROMERO, Marcelo de Andrade; FARAH, Elcio Luiz; MACEDO JUNIOR, Gilberto Nobre; BEVILACQUA, Gilson Alves; ROMANINI, Regina Memrava. Impactos sócio-econômicos e ambientais causados por usinas hidrelétricas. Estudo de caso: UHE ENG. Sergio Motta (Porto Primavera) In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. **Saneamento ambiental: desafio para o século 21**. Rio de Janeiro, ABES, 2001. p.1-39. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-118.pdf>>. Acesso em: 04 Nov 2008.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MOROZ, Isabel Cristina. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, p. 41-56, 1996.

SALATI, Enéas; GÓES RIBEIRO, Maria de Nazaré. Floresta e clima. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, n. 4, p. 15-22, 1979.

SAMPAIO, Antonio Heliodoro Lima. **Correlações entre o uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 1981. 103f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

SANCHES, Fábio; FISCH, Gilberto. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí – PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005.

SANT'ANNA NETO, João Lima. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, João Lima; ZAVATINI, João Afonso (Orgs.). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: EDUEM, 2000, p. 95-119.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. 202f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2002.

SANT'ANNA NETO, João Lima; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Clima urbano e segregação sócio-espacial em cidades tropicais de porte médio.** In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12. 2009.

Montevideo. Disponível em:

<http://egal2009.easyplanners.info/area07/7376_undefined_undefined.pdf> Acesso em: 10 Mai 2010.

SANTOS, Fernando José Xavier dos. **Os atingidos por barragens:**

reassentamento Laranjeiras. 1997. 101f. Trabalho de conclusão de curso

(Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1997.

SANTOS, Ricardo dos. **Qualidade de vida na Nova Porto XV – Bataguassu – MS.**

Presidente Prudente. 2005. 138 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.

SANTOS, Vera Lúcia dos. **Projetos hidrelétricos de grande porte e efeitos**

sociais: o exemplo do topocídio provocado pela barragem de Porto Primavera.

1998. 220f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

SARTORI, Maria da Graça Barros. **Clima e percepção.** 2000. 3 v. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SARTORI, Maria da Graça Barros. **O clima de Santa Maria-RS:** do regional ao urbano. 1979. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

SCARPINELLA, Cláudio Antonio. **Porto Primavera:** o paradigma de análise e os processos de decisão e implantação. 1999. 186f. Tese (Doutorado em Energia) – Escola Politécnica, Instituto de Eletrotécnica e Energia, Instituto de Física, Faculdade de Economia de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SETTE, Denise Maria. **Clima urbano de Rondonópolis – MT.** 1996. 242f.

Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SEZERINO, Maria de Lurdes; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Geosul**, Florianópolis, v. 9, n. 5, p. 20-60, 1990.

SILVA, Luciana Tessari da; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia; AMORIM,

Maragarete Cristiane de Costa Trindade. O clima de Penápolis (SP): um episódio

de inverno. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 145-164.

SILVA, Thiago Buosi; UIEDA, Virgínia Sanches. Preliminary data on the feeding habits of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* and *Potamotrygon motoro* (*Potamotrygonidae*) from the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotrópica**, Campinas, v. 7, n. 1, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032007000100027&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 Jul 2008.

SILVA, Waldemir Roberto da. **Atingidos por barragens: movimentos sociais populares do distrito de Porto XV de Novembro – MS**. 1994. 73f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1994.

STIVARI, Sônia Maria Soares. **Um estudo da brisa lacustre do lago de Itaipu**. 1999. 126f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TARIFA, José Roberto. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.15-28, 1994.

TARIFA, José Roberto; ARMANI, Gustavo. Os climas urbanos. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: USP/FFLCH, 2001, p. 47-70 (Coleção Novos Caminhos).

TAVARES, Antonio Carlos. **O clima local de Campinas: introdução ao estudo do clima urbano**. 1975. 180f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

TAVARES, Renato. O clima de Sorocaba (SP): aspectos regionais, locais e urbanos. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 115-144.

TEIXEIRA, Maria Gracinda; SOUZA, Rita Cerqueira; MAGRINI, Alessandra; ROSA, Luiz Pinguelli. Análise dos relatórios de impactos ambientais de grandes hidrelétricas no Brasil. In: AB'SABER, Aziz Nacib; MÜLLER-PLANTEBERG, Clarita (Orgs.). **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul**. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. São Paulo: Edusp, 1998. p. 163-86.

THOMAZ, Rosângela Custodio Cortez. **O uso de SIG na predição da localização de sítios arqueológicos: um estudo de caso na bacia do Paraná superior**. 2002. 174f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, p. 55-94, 1948.

TITARELLI, Augusto Humberto Vairo. A onda de frio de abril de 1971 e sua repercussão no espaço geográfico brasileiro. **Climatologia**, São Paulo, n. 4, 1972.

TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset. Impactos gerados pela UHE Porto Primavera sobre o meio físico e biótico de Campinas, Presidente Epitácio, SP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 1, n. 1, 2001. Disponível em: <http://www.uepb.edu.br/eduep/rbct/sumarios/pdf/UHE_v1n1.pdf>. Acesso em: 20 Mar 2008.

TUNDISI, José Galizia. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 Jul 2008.

VASCONCELOS, Cíntia Honório; NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; DONALÍSIO, Maria Rita. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 22, v. 3, p. 517-526, mar 2006.

VERÍSSIMO, Maria Elisa Zanella; MENDONÇA, Francisco de Assis. **Algumas considerações sobre o clima urbano de Curitiba e suas repercussões na saúde da população**. 2004. In: ENCONTRO DA ANPPAS (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade), 2. Indaiatuba, 2004. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT12/elisa_verissimo.pdf>. Acesso em: 10 Mai 2010.

VIANA, Simone Scatolon Menotti. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP**. 2006. 117f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

VIANNA, Mônica Peixoto. **Núcleos residenciais da CESP: o processo de desmonte**. 2006. 356f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

VICENTE, Andrea Koga; TOMASSELLI, José Tadeu Garcia; AMORIM, Maragarete Cristiane de Costa Trindade. Conforto térmico em Presidente Prudente (SP). In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 197-227.

VIOLA, Eduardo José; LEIS, Hector Ricardo. A evolução das políticas ambientais no Brasil, 1971-1991: do bissetorialismo preservacionista para o multissetorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável. In: HOGAN, Daniel Joseph; VIEIRA,

Paulo Freire (Org.). **Dilemas sócio-ambientais e desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995. p. 73-95. (Coleção Momento).

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/index_en.html>. Acesso em: 13 Fev. 2006.

YEVJEVICH, V. **Probability and statistics in hydrology**. Fort Collins: Water Resources Publication, 1972. 276p.