

## VARIABILIDADE PLUVIAL NA BACIA DO RIO IVINHEMA, DESAFIOS PARA A GESTÃO DO TERRITÓRIO SUL-MATOGROSSENSE

Charlei Aparecido da Silva  
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia  
[charleisilva@ufgd.edu.br](mailto:charleisilva@ufgd.edu.br)

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas estudos científicos realizados em diversas partes do mundo têm demonstrado a capacidade da sociedade humana, por meio de ações diretas e indiretas, em influenciar no comportamento e na dinâmica da atmosfera terrestre, mais especificamente na troposfera, camada na qual se desenvolve a dinâmica climática. Documentos recentes publicados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change*, conhecido mundialmente como IPCC, órgão ligado à Organização das Nações Unidas (ONU), demonstram que essas influências tem levado a uma série de modificações do padrão e no ritmo do clima em diversas regiões do planeta.

Em grande parte esses estudos tem demonstrado como as ações de caráter antropogênico têm levado a uma mudança do comportamento dos elementos do tempo, em especial, da temperatura e da pluviosidade. Essa variação tem sido resultado da magnitude do evento antrópico e a escala na qual ele se dá no território. Em climas locais e regionais, o entendimento do ritmo, por meio do estudo de uma série histórica e a aplicação de conceitos teórico-metodológicos da Climatologia Geográfica e da análise sistêmica tem permitido compreender melhor como ocorre a variabilidade dos elementos do tempo. Associado e comparado com as transformações ocorridas no território abre-se uma possibilidade de mensurar, quantitativa e qualitativamente, qual a efetiva participação dos agentes antrópicos nesse processo – principalmente em escalas de detalhe e semi-detalhe.

Dessa maneira, considerando que o clima deve ser compreendido como a sucessão habitual dos *tipos de tempo* sobre um lugar, tendo como base um período de observações de no mínimo 30 anos, o estudo do comportamento do ritmo climático de áreas cujas ações humanas têm levado a transformações espaciais muito rápidas tem ganhado cada vez mais relevância para a compreensão dessas mudanças que, na atualidade, muitas vezes, alcançam dimensões globais devido às conexões e as interdependências existentes nas escalas climáticas – local, meso e macro.

A compreensão do comportamento do ritmo climático nas escalas locais e regionais, permite portanto entender como essas mudanças estão influenciando especificamente os sistemas naturais, sociais e político-econômicos, isso porque em grande parte a percepção e o registro das condições do tempo e, por consequência, do clima, ocorrem nessas escalas. Ou seja, não há possibilidade de compreensão do clima global a não ser por meio do estudo e entendimento da dinâmica atmosférica nas escalas regional e local, as quais mantêm processos de inter-relação e interdependência na interface do planeta, incluindo terras emersas e oceanos. Essa conexão estabelecida na troposfera em diversos níveis, horizontais e verticais, geram os reguladores da dinâmica climática global.

Em países localizados em faixas equatoriais e tropicais, como é o caso do Brasil, estudos de variabilidade climática tem grande significado no entendimento das conexões e das correlações existentes na atmosfera em sobreposição à superfície terrestre. No caso da

pluviosidade de uma área, cujo resultado se dá devido à circulação atmosférica regional, os processos de evapotranspiração e evaporação e o equilíbrio térmico existente, quaisquer transformações no padrão de organização espacial acabam por influenciar de alguma maneira no ritmo pluvial. Concomitantemente, o conhecimento do padrão pluvial, permite a elaboração de propostas de planejamentos ambientais que possibilitem uma ordenação melhor do território em função do ritmo pluvial.

Desenvolvido no Laboratório de Geografia Física da UFGD e, vinculada ao Grupo de Pesquisa Sócio-econômico-ambiental de Mato Grosso do Sul, o projeto de pesquisa ora exposto procura compreender a variabilidade pluvial que ocorre na bacia do rio Ivinhema, a qual se encontra inserida em uma região de grande importância sócio-econômica do Estado de Mato Grosso do Sul. Essa região tem apresentado nos últimos anos uma grande dinâmica territorial, decorrente de diversas transformações sócio-espaciais e da inserção de novas formas produtivas, em especial, aquelas ligadas ao setor sucroalcooleiro. Tida como uma região agro-industrial pelos órgãos oficiais, entre eles o IBGE, a bacia do rio Ivinhema abarca uma área de aproximadamente 45 mil Km<sup>2</sup> que corresponde a 12,5% do território de Mato Grosso do Sul, onde estão inseridos, total ou parcialmente 25 municípios, cuja população somada ultrapassa 500 mil habitantes.

Não obstante a bacia do rio Ivinhema, possui peculiaridades interessantes quanto à organização de seu geossistema, uma vez que essas características se associam aos aspectos geológicos, pedológicos e geomorfológicos da margem direita do Rio Paraná o que lhe dá uma peculiaridade quando comparada com outros setores do MS. Sob o ponto de vista da dinâmica da atmosfera, a área encontra-se em uma faixa de limite zonal, havendo um equilíbrio na atuação dos fluxos extratropicais e intertropicais. Essa condição estabelece que a pluviosidade anual oscila entre 1500mm e 1700mm, podendo chegar até 2000mm em certos anos. A passagem de sistemas polares e frontais sobre a área, durante todo o ano, também se constitui como elemento marcante da dinâmica atmosférica. Essa condição, principalmente no inverno, faz com que haja queda circunstancial da temperatura quando comparada aos períodos de verão e primavera.

Como na atualidade coloca-se como desafio a recuperação de áreas degradadas, a implementação de processos produtivos menos impactantes e o estabelecimento de políticas públicas que favoreçam uma condição ambiental mais equilibrada, torna-se importante a compreensão do ritmo climático regional, sua conexão e inter-relação com outros sistemas, sejam eles naturais ou antropogênicos. As características dos tipos de tempo, a gênese pluvial e seu regime nesse sentido são fundamentais no que tange a variabilidade. O conhecimento dessas características permitirá a compreensão dos limites naturais existentes e uma melhor adequação das ações humanas exercidas territorialmente.

## **AS BASES E AS REFERÊNCIAS TEÓRICAS**

A elaboração e a escolha das bases teóricas devem convergir para o entendimento da realidade, suas peculiaridades, sua problemática e, ao mesmo tempo, possibilitar conclusões que venham a se tornar propostas ou sugestões que possibilitem a interferência no objeto estudado, principalmente em trabalhos geográficos de caráter empírico – como é o caso deste. Como destaca LEFF (2002, p. 60):

A problemática ambiental na qual confluem processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade não pode ser compreendida em sua complexidade nem resolvida com eficácia sem o concurso e integração de campos muitos diversos do saber.

Nessa direção, o presente projeto de pesquisa tem adotado uma concepção sistêmica de análise do ambiente, tendo como base as proposições de BERTALANFFY (1977); CAPRA (1996); CHRISTOFOLETTI (1979 e 1999) e MONTEIRO (2000). Tal forma de análise demonstra-se mais apropriada ao tema proposto, uma vez que os objetivos do projeto incluem a análise de aspectos naturais e antropogênicos que se inter-relacionam e se interagem formando uma realidade que nem sempre pode ser explicada através de linhas/pesquisas mecanicistas/cartesianas. A análise da bacia do rio Ivinhema, será feita tomando como base que a teoria de sistemas permite sua aplicação em diversos ramos do conhecimento, neste caso, a compreensão da variabilidade pluvial e sua inter-relação com a interface da superfície.

Para a análise específica da gênese pluvial e a compreensão da variabilidade adotar-se-á a concepção dinâmica de clima elaborada por Sorre, combinando-a, com os preceitos de Pedelaborde e a proposta de “análise rítmica” preconizada por Monteiro em 1971, a qual dá ênfase na representação das variações diárias dos elementos do tipos de tempo e sua associação com a circulação atmosférica regional, possibilitando, assim, a explicação da dinâmica climática e sua integração e correlação com outros fatos geográficos (hidrografia, geomorfologia, uso das terras etc.). Essa concepção de análise tem sido amplamente utilizada nos estudos de Climatologia Geográfica e apresenta-se consolidada no que tange a aplicação de seus conceitos e métodos.

Como esse estudo está sendo desenvolvido sob o ponto de vista da dinâmica atmosférica têm-se utilizado como subsídio as obras de MONTEIRO (1969), que discutem, respectivamente, “tipos de fluxo de invasão polar” e a dinâmica das chuvas no Estado de São Paulo. Concomitante a esses referenciais as experiências de SILVA (2001) e ZAVATINI (1990) estão sendo incorporadas, autores esses que discutem a Climatologia Geográfica a partir da concepção de ritmo e sucessão habitual e abordam o estudo da variabilidade pluvial sob esse prisma.

Com base em SILVA (2001 e 2006), utilizando-se os bancos de dados criados e o processo de integração de softwares, objetiva-se no decorrer da pesquisa elaborar os seguintes produtos climatológicos da bacia do rio Ivinhema: gráfico de análise rítmica dos anos-padrão selecionados, pluviogramas (anual, sazonal e mensal), cartas de histogramas (anuais, sazonais e mensais); cartas de isoietas para o período selecionado e nas escalas anual, sazonal e mensal e etc.

Para a caracterização do geossistema e do sistema antropogênico, além do referencial bibliográfico, mais adiante, serão obtidos dados e informações primárias no IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Secretarias Estaduais, Universidades e em outros institutos de pesquisa. Esses órgãos e instituições dispõem de informações sócio-ambientais de grande relevância sobre os municípios inseridos na bacia e isso será fundamental para a elaboração dos bancos de dados e, em especial, para a confecção do material cartográfico.

Nas mesmas condições de SILVA (2006), será solicitada ainda esse ano à divisão de geração de imagens de satélite do INPE uma série de imagens CEBERS nas bandas 1, 2, 3, 4 e 5, as quais possibilitarão a realização do mapa atual de uso das terras na atualidade abrangendo toda a bacia do rio Ivinhema. Esse mapa será elaborado por meio da utilização dos ferramentais disponíveis no SIG-SPRING e no IMPIMA. Para verificar as modificações espaciais ocorridas no uso das terras nas décadas que abrangem o período da pesquisa, consultar-se-á também obras e trabalhos já realizados. Acredita-se que esse esforço possibilitará a correlação da variabilidade pluvial da bacia em períodos temporais específicos,

incluindo os anos-padrão escolhidos, indicando, se houve ou não modificação no regime e na distribuição das chuvas a partir das transformações espaciais e as ações antropogênicas – condição essa já verificada por SANT’ANNA NETO (2000) e cujo teor assemelha-se a esse proposto.

Cabe frisar que mantendo a linha de abordagem e as concepções teóricas-metodológicas já descritas, com base nos dados e informações coletadas, especial atenção será dada na construção de mapas temáticos relacionados a aspectos hidrográficos da bacia, incluindo, vazão de seus mananciais, qualidade das águas e balanço hídrico, buscando-se referenciais em SILVA (2001). Esses mapas correlacionados com os de variabilidade pluvial possibilitarão se alcançar parte dos objetivos estabelecidos, assim como fundamentarão as conclusões apresentadas ao final dos trabalhos no que diz respeito à relação e interdependência existente entre a ocorrência e distribuição da pluviosidade e a disponibilidade de água nos mananciais de superfície da bacia.

É essa perspectiva que norteia a conjunção e a proposição do referencial teórico-metodológico e da sistemática de trabalho apresentado. Nas palavras de Morin:

“...o observador não deve apenas praticar um método que lhe permita passar de um ponto de vista a outro precisa também de um método para acessar o metaponto de vista sobre diversos pontos de vista, inclusive o seu próprio ponto de vista de sujeito inscrito e enraizado em uma sociedade” MORIN (2002, p. 224).

## OS OBJETIVOS E A METODOLOGIA EMPREGADA

O processo da elaboração do conhecimento científico não pode ser realizado sem o uso de um ou vários métodos de análise ou mesmo técnicas específicas de experimentação, sendo esse um dos principais elementos do conhecimento científico. Essa condição, em trabalhos de Geografia é fundamental, pois fornece subsídios para a determinação dos processos necessários para se alcançar os objetivos propostos e afirmação ou refutação das hipóteses elaboradas. A escolha de métodos e técnicas adequadas à cada etapa da pesquisa facilita o seu desenvolvimento e fornece subsídios para as discussões futuras, principalmente as conclusivas. Dessa forma, na presente pesquisa optou-se pela utilização do método experimental, isto por que os fenômenos trabalhados, pluviosidade e hidrografia, fornecem condição para isto. O método experimental permite o estabelecimento de conexões lógicas entre os temas propostos e adequa-se ao referencial teórico-metodológico escolhido tendo em vista que estabelece uma hierarquia das temáticas envolvidas.

Em consequência disso a variabilidade pluvial da bacia do rio Ivinhema têm sido estudada a partir dos dos totais horários, diários, mensais e sazonais e anuais, inicialmente. Condição permitida a partir da organização dos dados pluviais obtidos na ANA, EMBRAPA e INMET. A etapa posterior será a determinação das médias nas mesmas escalas, o estabelecimento de desvios-padrões e os coeficientes de variações para o período estabelecido de 1961 à 1990. Para esse tratamento estatístico, aproveitando experiências anteriores, SILVA (2001), utilizar-se-á os recursos do *software Excel*, pois, sua interface permite organizar, tabular, tratar e realizar as operações necessárias com facilidade e eficiência atendendo aos objetivos propostos. Ao mesmo tempo, sua estrutura e linguagem dá condições para de exportação das informações geradas para outros softwares sem que haja perda ou conflito e isso é fundamental para o processo de espacialização dos resultados e geração do material cartográfico - condição comprovada por SILVA (2001 e 2006).

Cabe destacar que o houve critério na escolha do período de estudo, de 1961 a 1990, isso para que os resultados obtidos possam ser comparados com as “Normais Climatológicas”, que obedecem a critérios recomendados pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) e referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos, no caso, de 1901 a 1930, de 1931 a 1960 e de 1961 a 1990. Acredita-se que essa escolha é fundamental para que haja comparação e, facilitará, significativamente, a observação e a detecção de mudanças no padrão de regime das chuvas e em sua distribuição.

A série de dados pluviométricos do período estão sendo tratados conforme orientações de ZAVATINI (1990) que estabelece critérios no preenchimento de falhas e na escolha de postos pluviométricos e/ou estações meteorológicas em estudos correlatos à pesquisa. Esse processo eleva à confiabilidade das informações geradas e aumenta qualitativamente os resultados obtidos dando, por conseqüência, maior veracidade às conclusões. Para a escolha dos anos-padrão será utilizado a proposta de TAVARES (1976) em concomitância às experiências de MONTEIRO (1969), ZAVATINI (1990) e SILVA (2001). Acredita-se que a determinação e a espacialização dos padrões habitual, seco e chuvoso, bem como o registro das excepcionalidades, permitirá entender a variabilidade das chuvas na bacia do rio Ivinhema e a identificação de células pluviais nesse território.

No decorrer da pesquisa as proposições de SCHRODER (1956) serão a base para a construção dos pluviogramas da área correspondente à bacia do Ivinhema. Por meio deles será compreendido o regime das chuvas, todavia, sua construção ocorrerá a partir dos padrões verificados em SILVA (2001) que os realiza por meio do software *Excel*. A proposta de Silva facilita e agiliza a construção dos pluviogramas na medida que automatiza e padroniza o processo de lançamento dos dados, o cálculo e determinação das classes. Condição essa que também se aplicará na elaboração dos histogramas pluviais e os gráficos de desvios-padrão. A construção das cartas de isoietas ocorrerá a partir da exportação do banco de dados pluviométrico elaborado no *Excel* para software *SURFER (Gold Surface Mapping System)*, versão 9.0 ou superior. Para interpolação dos dados de pluviosidade se fará uso da *krigagem ordinária*, isso porque, em experiências anteriores esse método de interpolação demonstrou-se mais eficiente do que a inversa distância gerando um detalhamento espacial das chuvas melhor e isolinhas mais suaves, portanto, com menor nível de generalização (SILVA, 2001).

Gerados os mapas de isoietas, a partir das coordenadas das estações meteorológicas ou dos postos pluviométricos, se fará uma correlação e sobreposição com o mapa base gerado da bacia. Como o mapa base, que estabelece os limites da bacia, será elaborado por meio da vetorização de informações de cartas topográficas na escala de 1:100.000 do IBGE, essa ação será facilitada devido ao georeferenciamento de ambas as informações e a compatibilização das escalas. Esse procedimento será realizado no programa *Corel-Draw*, versão 10.0 ou superior, pois sua interface gráfica é muito superior a dos outros programas utilizados na pesquisa. Com uso do *Corel-Draw* será possível a elaboração de mapas em escalas significativas e mais adequadas aos objetivos da pesquisa, haja vista que há possibilidade de impressão de mapas em A3 e/ou A2 ou mesmo em dimensões maiores sem perda efetiva de resolução gráfica. O uso desse *software* se constituirá também importante na construção de outros produtos cartográficos correlacionados aos temas variabilidade, hidrografia, caracterização do geossistema e do sistema antropogênico.

Vale ressaltar o fato de que todos os produtos cartográficos serão georeferenciados e construídos sob uma mesma base cartográfica, havendo, assim, condições de cruzar e correlacionar as informações pluviais com outras de caráter espacial, principalmente com o

uso do SIG-SPRING, programa que será utilizado para a construção do mapa de uso das terras a partir de levantamento de dados de campo e de imagens do satélite CEBERS, cedidas pelo INPE cuja resolução e qualidade atendem perfeitamente aos objetivos proposto na pesquisa. Todo esse processo de sistematização, necessário para elaboração do material cartográfico, fundamenta-se em SILVA (2001; 2006).

### **RESULTADOS PRELIMINARES: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

Objetivando reunir informações sobre a bacia, principalmente quanto às séries de dados pluviométricos do período escolhido, de 1961 a 1990, inicialmente recorreu-se ao INMET, ANA, IAGRO e a EMBRAPA, respectivamente, órgãos públicos ligados aos governos federal e estadual. Concomitante, a fim de efetuar possíveis correções nas séries de dados e melhorar a qualidade da informação, outras fontes foram consultadas como Universidades e o INPE, entre outros. Essa pesquisa tem permitido a criação de um detalhado banco de dados nas escalas horária, diária, mensal, sazonal e anual.

Os dados pluviométricos coletados estão sendo tratados e organizados para que venham a atender aos objetivos da pesquisa. Os dados horários e diários estão sendo analisados criteriosamente a fim de detectarem-se as falhas e/ou erro de registro. Esse trabalho tem necessitado de uma dedicação meticulosa, pois, quaisquer erros, podem vir a comprometer outras etapas da pesquisa.

Sabe-se que a área de estudo passa na atualidade por uma dinâmica territorial intensa a partir da implementação recente de formas produtivas de caráter e capitais nacional e internacional, principalmente, ligadas ao setor do agronegócio sucroalcooleiro. Essa condição, incentivada pelos governos municipais, estadual e federal, tem gerado uma pressão muito grande nos recursos naturais existente na área da pesquisa, em especial, nos mananciais de superfície. O plano estadual de recursos hídricos nesse sentido tem se constituído como uma rica fonte de pesquisa, haja vista que os objetivos da pesquisa prevê o entendimento das ações antrópicas na área abarcada pela bacia do rio Ivinhema.

Localizada na porção centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul e chamada de UPG Ivinhema a área estuda tem no seu território 25 municípios – conforme verifica-se na figura apresentada a seguir.

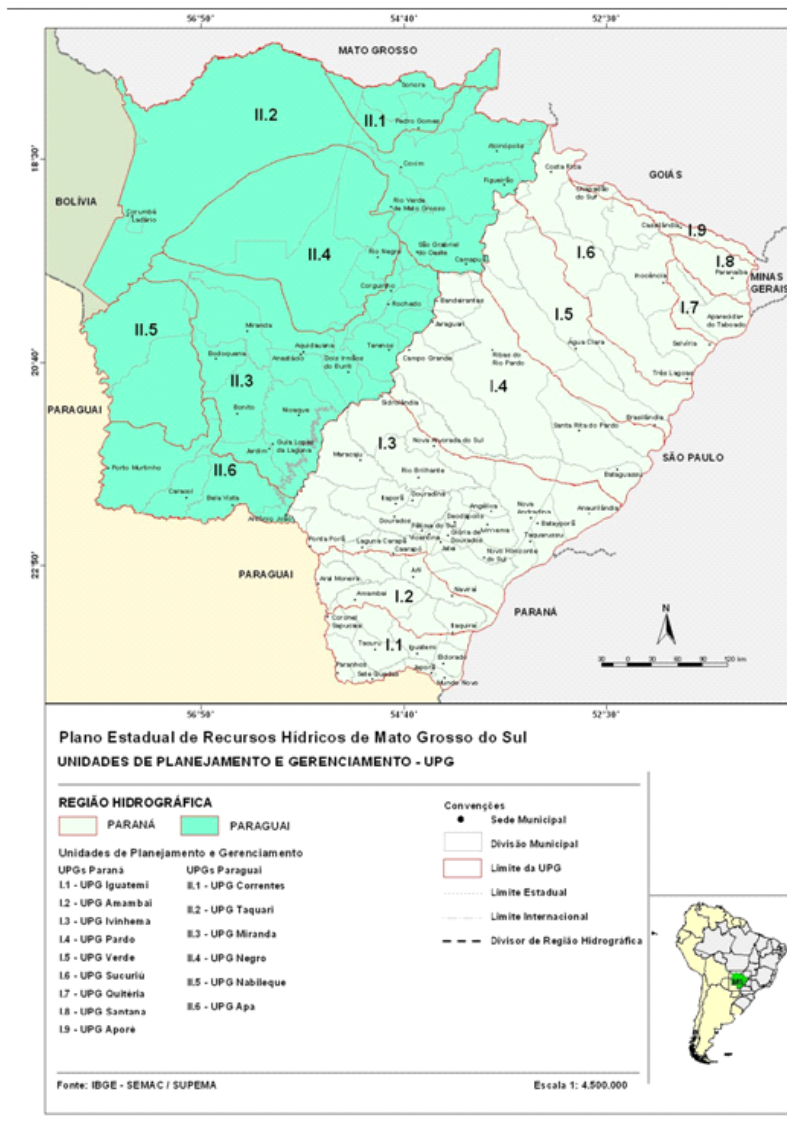


Figura 01: Localização da bacia do rio Ivinhema.

A bacia do Ivinhema possui uma área de 44.837 km<sup>2</sup> cujos cursos d'água são drenados pela bacia do rio Paraná. Os principais afluentes do rio Ivinhema são os rios Dourados, Santa Maria, Brilhante e Vacaria. Esses mananciais na atualidade apresentam elevado nível de impactos ambientais negativos decorrentes das atividades agrícolas e pastoris.

Na área da *UPG Ivinhema* estão os municípios de Anaurilândia, Angélica, Batayporã, Deodápolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã, Ivinhema, Jateí, Novo Horizonte do Sul, Rio Brilhante, Taquarussu e Vicentina, esses possuem todo seu território dentro da bacia. Os demais estão parcialmente sendo eles, Antônio João, Caarapó, Juti, Laguna Carapã, Maracaju, Naviraí, Nova Alvorada do Sul, Nova Andradina, Pontaporã e Sidrolândia. Somada a população desses municípios temos uma população estimada de 520.046 habitantes, sendo a grande maioria a reside nas áreas urbanas. Isso significa que aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da população sul-mato-grossense reside na área da pesquisa e reflete a importância da compreensão das dinâmicas socioambientais hoje existentes.

## BIBLIOGRAFIA

- BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria geral dos sistemas. 3ª Edição. Petrópolis: Vozes, 1977.
- CAPRA, Fritjot. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Análise de sistemas de Geografia. São Paulo: Hucitec, 1979.
- \_\_\_\_\_. Modelagem de sistemas ambientais. 1º Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1999.
- IMASUL (Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul) e (SRHU/MMA) Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – PERH. Proposta ao CERH-MS. Campo Grande, junho de 2009.
- IMASUL (Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul). CRA Pesquisa por Processo de Licenciamento. Municípios da Bacia do Ivinhema e Pardo. Campo Grande, 2009.
- IMAP (Instituto de Meio Ambiente do Pantanal). Diagnóstico Hidroambiental e Socioeconômico da Bacia do Ivinhema (2004-2005). 106p. IMAP. Campo Grande, 2006.
- LEFF, Enrique. Epistemologia ambiental. 2ª Edição. São Paulo: Editora Cortez, 2002
- MATO GROSSO DO SUL. Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei n.o 2406 de 29 de janeiro de 2002. Campo Grande, 2002.
- MORIN, Edgar. O Método 1: a natureza da natureza. Tradução Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2002.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-Oriental do Brasil. São Paulo: USP/IG, 1969.
- \_\_\_\_\_. Análise Rítmica em Climatologia. São Paulo: 1971, USP/IG.
- \_\_\_\_\_. Geossistemas: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.
- 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 e ZAVATINI, João Afonso. Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000, p. 95-119.
- SCHRODER, Rudolf. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. Campinas, Bragantia (Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas), Vol. 15, nº 18, 1956, p. 193-249.
- SILVA, Charlei Aparecido da Silva. A variabilidade das chuvas na bacia do rio Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP). Rio Claro: Dissertação (Mestrado em Geociências), IGCE, UNESP, 2001.
- \_\_\_\_\_. Análise sistêmica, turismo de natureza e planejamento ambiental de Brotas: proposta metodológica. Campinas, 2006. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências, UNICAMP.
- TAVARES, Antonio Carlos. Critérios de escolha de anos-padrões para análise rítmica em Climatologia. In: GEOGRAFIA. Rio Claro: AGETEO, v. 1, n. 1, p. 79-87, 1976.
- ZAVATINI, João Afonso. A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul. São Paulo: USP/FFLCH, Tese (Doutorado), 1990.



