

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GEISIMARA ALVES DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA
SERRA DO FACÃO - GO UTILIZANDO O GEOPROCESSAMENTO COMO
FERRAMENTA DE SUPORTE**

**VIÇOSA
2010**

GEISIMARA ALVES DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA
SERRA DO FACÃO - GO UTILIZANDO O GEOPROCESSAMENTO COMO
FERRAMENTA DE SUPORTE**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de
Bacharel em Geografia pela
Universidade Federal de Viçosa.

Orientador: André Luiz Lopes de Faria

Coorientador: Rafael de Ávila Rodrigues

**VIÇOSA
2010**

GEISIMARA ALVES DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA
SERRA DO FACÃO - GO UTILIZANDO O GEOPROCESSAMENTO COMO
FERRAMENTA DE SUPORTE**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de
Bacharel em Geografia pela
Universidade Federal de Viçosa.

Monografia defendida e aprovada em 26 de novembro de 2010 pela banca
examinadora:

Prof. Dr. André Luiz Lopes de Faria
Orientador Universidade Federal de Viçosa

Prof. Ms. Rafael de Ávila Rodrigues
Coorientador Universidade Federal de Viçosa

Prof. Ms. Leandro Dias Cardoso Carvalho

Ms. Thiago Torres Costa Pereira

À minha mãe Vilma e meu pai Jacy, que me deram a vida e sempre me guiaram pelo caminho da dignidade. Aqueles que pelo amor me tornaram forte para lutar pelos meus sonhos e tornaram possível essa conquista.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela proteção constante e pelas bênçãos recebidas.

À minha mãe Vilma e meu pai Jacy pelo amor incondicional, pelo exemplo de dignidade e por sempre me apoiarem em todos os momentos.

As minhas lindas irmãs Suaní, Maíze e Maíra pelo carinho e presença constante em minha vida.

Ao professor e amigo Rafael, pela amizade, apoio e confiança depositada.

Ao professor André L.L. Faria pelas oportunidades e pela contribuição na minha formação profissional.

À Universidade Federal de Viçosa que me proporcionou a aquisição de conhecimentos profissionais e crescimento pessoal.

As amigas da Geo: Gil, Thaysa e Lívia pelos momentos inesquecíveis, vocês fazem parte dos melhores capítulos da minha história em Viçosa.

A todos da Geo/06, a melhor turma de todos os tempos e em especial a galera do Geobuteco.

As amigas da República Rani, Gi e Zaira, Suka (agregada) minha família em Viçosa, que me possibilitaram inúmeros momentos de alegria.

À todos os amigos que estiveram ao meu lado nesses momentos maravilhosos, inesquecíveis e diga-se de passagem, surpreendentes de Viçosa.

À todos que pela simples presença, palavra, sorriso ou lembrança me deram força para lutar pelos meus sonhos.

RESUMO

As alterações no clima por intervenções antrópicas tem sido alvo de grandes discussões na atualidade, é observado um crescente número de pesquisas onde se procura compreender a relação entre a construção de lagos artificiais e sua influência nas variáveis climáticas. Com o objetivo de realizar uma análise climatológica sazonal no entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão – GO, utilizando ferramentas de Geoprocessamento como suporte para a espacialização de elementos climáticos foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o panorama climático da região Centro Oeste, a prática e a funcionalidade da caracterização climática, bem como do monitoramento climatológico, os processos de avaliação de impacto ambiental em Usinas Hidrelétricas e a utilização do Geoprocessamento como uma tecnologia de suporte nos processos de avaliação ambiental. Posteriormente foi realizada a caracterização climática e análises comparativas do entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão utilizando-se da série das Normais Climatológicas (1961-1990) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados do período pré e pós enchimento do lago artificial. Através dos dados analisados foi possível criar um material cartográfico que possibilitou avaliar a espacialização e comportamento dos fenômenos climáticos no entorno da UHE Serra do Facão. As análises climáticas efetuadas no intuito de fornecer suporte no entendimento das variações climáticas no reservatório, considerando o período pré e pós enchimento foram constatadas, porém essas fazem parte das variações climáticas naturais devido ao deslocamento dos sistemas atmosféricos durante os anos. As variações climáticas só são percebidas em períodos bastante longos, acima de dez anos, desse modo fica comprovada a importância de estender-se o monitoramento por tempo indeterminado, o que permitirá, futuramente, uma comparação para a verificação de possíveis mudanças.

Palavras-Chave: clima, geoprocessamento, hidrelétrica, impacto ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização Estações Climatológicas.....	30
Figura 2 - Mapa de Localização UHE Serra do Facão.....	33
Figura 3 - Temperatura Média estação chuvosa Catalão-GO 1961-1990.....	37
Figura 4 - Temperatura Média estação seca Catalão-GO 1961 -1990.....	37
Figura 5 - Temperatura Máxima estação chuvosa Catalão-GO 1961-1990....	38
Figura 6 - Temperatura Máxima estação seca Catalão-GO 1961 -1990.....	38
Figura 7 - Temperatura Mínima estação chuvosa Catalão-GO 1961 -1990....	39
Figura 8 - Temperatura Mínima estação seca Catalão-GO 1961 -1990.....	39
Figura 9 - Precipitação estação chuvosa Catalão-GO 1961 – 1990.....	40
Figura 10 - Precipitação estação seca Catalão-GO 1961 -1990.....	40
Figura 11 - Umidade Relativa estação chuvosa Catalão-GO 1961 -1990.....	41
Figura 12 - Umidade Relativa estação seca Catalão-GO 1961 -1990.....	41
Figura 13 - Temperatura Média estação chuvosa Ipameri - GO 1961-1990....	42
Figura 14 - Temperatura Média estação seca Ipameri - GO 1961 - 1990.....	42
Figura 15 - Temperatura Máxima estação chuvosa Ipameri-GO1961 -1990...43	
Figura 16 - Temperatura Máxima estação seca Ipameri - GO 1961 -1990.....	43
Figura 17 - Temperatura Mínima estação chuvosa Ipameri-GO 1961-1990....	44
Figura 18 - Temperatura Mínima estação seca Ipameri-GO 1961-1990.....	44
Figura 19 - Precipitação Total estação chuvosa Ipameri - GO 1961 -1990.....	45
Figura 20 - Precipitação Total estação seca Ipameri - GO 1961 -1990.....	45
Figura 21 - Umidade Relativa estação chuvosa Ipameri - GO 1961 – 1990....	46
Figura 22 - Umidade Relativa estação seca Ipameri - GO 1961 -1990.....	46
Figura 23 - Temperatura Média estação chuvosa Paracatu - MG 1961 - 1990	47
Figura 24 -Temperatura Média estação seca Paracatu-MG 1961 -1990.....	47
Figura 25 - Temperatura Máxima estação chuvosa Paracatu-MG de 1961 - 1990.....	48
Figura 26 - Temperatura Máxima estação seca Paracatu-MG 1961-1990.....	48
Figura 27 - Temperatura Mínima estação chuvosa Paracatu - MG de 1961- 1990.....	49
Figura 28 - Temperatura Mínima estação seca Paracatu-MG1961-1990.....	49
Figura 29 - Precipitação Total estação chuvosa Paracatu-MG 1961-1990.....	50

Figura 30 - Precipitação Total estação seca Paracatu - MG 1961-1990.....	50
Figura 31 - Umidade Relativa estação chuvosa Paracatu-MG 1961-1990.....	51
Figura 32 - Umidade Relativa estação seca Paracatu - MG 1961 -1990.....	51
Figura 33 - Temperatura Média estação chuvosa 2008-2009	53
Figura 34 - Temperatura Média estação seca 2009.....	53
Figura 35 - Temperatura Média estação chuvosa 2009-2010.....	54
Figura 36 - Temperatura Média estação seca 2010.....	55
Figura 37 - Precipitação Total estação chuvosa 2008 - 2009.....	57
Figura 38 - Precipitação Total estação seca 2009.....	57
Figura 39 - Precipitação Total estação chuvosa 2010.....	58
Figura 40 - Precipitação Total estação seca 2010.....	59
Figura 41 - Umidade Relativa estação chuvosa 2008-2009.....	61
Figura 42 - Umidade Relativa estação seca 2009.....	61
Figura 43 - Umidade Relativa estação chuvosa 2009-2010.....	62
Figura 44 - Umidade Relativa estação seca 2010.....	63
Figura 45 - Mapa Isoietas Out-Mar 2008/2009.....	67
Figura 46 - Mapa Isoietas Abr-Set 2009.....	68
Figura 47 - Mapa Isoietas Out-Mar 2009/2010.....	79
Figura 48 - Mapa Isoietas Abr- Set 2010.....	70
Figura 49 - Mapa Isotermas Out-Mar 2008/2009.....	71
Figura 50 - Mapa Isotermas Abr-Set 2009.....	72
Figura 51 - Mapa Isotermas Out-Mar 2009/2010.....	73
Figura 52 - Mapa Isotermas Abr-Set 2010.....	74
Figura 53 - Mapa Isoígras Out-Mar 2008/2009.....	75
Figura 54 - Mapa Isoígras Abr-Set 2009.....	76
Figura 55 - Mapa Isoígras Out-Mar 2009/2010.....	77
Figura 56 - Mapa Isoígras Abr- Set 2010.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características Geográficas das Estações Meteorológicas do Sul de Goiás e do Noroeste de Minas MG, utilizadas na caracterização climática.....	30
Tabela 2 – Características Geográficas das Estações Meteorológicas do Sul de Goiás e do Noroeste de Minas MG, utilizadas na análise comparativa.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais Impactos Ambientais causados pelas Usinas Hidrelétricas.....	24
Quadro 2 - Dados do Reservatório da UHE Serra do Facão.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Principal	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 Panorama Climático da Região Centro Oeste	14
3.2 Caracterização e Monitoramento Climático em Usinas Hidrelétricas	18
3.3 Avaliação de Impacto Ambiental em Usinas Hidrelétricas	19
3.4 O Geoprocessamento como ferramenta de suporte na Avaliação de Impacto Ambiental	24
4. METODOLOGIA	29
5. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	32
5.1 A Usina Hidrelétrica Serra do Facão	32
5.2 Geologia	33
5.3 Geomorfologia	34
5.4 Solos	35
5.5 Hidrografia	35
5.6 Vegetação	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.1 Análise Sazonal dos Elementos Climáticos no entorno da UHE Serra do Facão no período de 1961-1990	37
6.1.1 <i>Catalão - GO</i>	37
6.1.2 <i>Ipameri - GO</i>	42
6.1.3 <i>Paracatu - MG</i>	47
6.2 Comparação Climática preliminar no entorno do reservatório do SEFAC considerando pré e pós enchimento	52
6.2.1 <i>Temperatura do Ar</i>	52
6.2.2 <i>Precipitação</i>	55
6.2.3 <i>Umidade Relativa do Ar</i>	59
6.3 Análise Mapas Isoietas, Isotermas e Isoígras	63
6.3.1 <i>Mapas Isoietas</i>	63
6.3.2 <i>Mapas Isotermas</i>	64
6.3.3 <i>Mapas Isoígras</i>	65
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1. INTRODUÇÃO

As alterações no clima por intervenções antrópicas tem sido alvo de grandes discussões na atualidade observa-se um crescente número de pesquisas onde se procura compreender a relação entre a construção de lagos artificiais e sua influência nas variáveis climáticas, de acordo com Souza, (2009) tal fato se dá devido a alterações no meio natural que são observadas nas áreas do entorno de tais empreendimentos.

De acordo com Mendes (2005) a produção de energia elétrica ganhou importância no Brasil com o processo de industrialização nos anos 1950 e 1960. Com a implantação do Plano de Metas em 1956-1961 por Juscelino Kubitschek houve um aumento de demanda por energia elétrica. Dessa forma foi observada uma preocupação do estado através de políticas desenvolvimentistas para a construção de usinas hidrelétricas.

As construções de tais obras de engenharia trouxeram sérias consequências para o meio ambiente e para a sociedade como um todo, Oliveira (2004, p.15) afirma que “a história da ocupação do território brasileiro é profundamente marcada pelo descaso com a natureza. Desde a chegada dos portugueses cultivamos o hábito de ocupar o território sem antes conhecê-lo bem”, dessa maneira o que ocorre muitas vezes é a ocupação de territórios de maneira desordenada e a criação de projetos sem um planejamento ambiental adequado ou mesmo socialmente correto.

O presente estudo possibilita avaliar as possíveis alterações climáticas decorrentes da instalação e operação da Usina Hidrelétrica Serra do Facão. O estudo do clima de determinado local possibilita o conhecimento das características da atmosfera em determinada escala de tempo, sendo importante para a tomada de decisões com relação ao uso do espaço geográfico ou mesmo para a avaliação de processos naturais decorrentes.

O monitoramento climatológico é uma forma que muitos empreendimentos encontram principalmente aqueles ligados a geração de energia, para que haja um conhecimento maior com relação às características climáticas da área do reservatório e seu entorno, tornando-se um recurso para o planejamento de suas atividades e uma forma de auxílio na escolha de possíveis medidas corretivas.

Como recurso de visualização e observação dos fenômenos climáticos decorrentes na área de estudo foram utilizadas tecnologias de Geoprocessamento, de acordo com DIAS et al. (2002), se faz importante a utilização de tecnologias computacionais para a análise ambiental, sendo o geoprocessamento uma ferramenta poderosa e precisa, dessa maneira ressalta-se a relevada importância de tal instrumento a se acrescentar no processo de tomada de decisão ao se avaliar determinada atividade ou um evento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Realizar a caracterização climática no entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão – GO, utilizando ferramentas de Geoprocessamento como suporte para a espacialização de elementos climáticos.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o clima no entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão - GO, utilizando uma série histórica de dados meteorológicos que possibilitem uma análise das possíveis alterações microclimáticas após a instalação do empreendimento hidrelétrico;
- Espacialização dos fenômenos climáticos do entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão através do Geoprocessamento.
- Avaliar os fenômenos climáticos a partir da série histórica trabalhada e do material cartográfico produzido, possibilitando subsídios na investigação das possíveis alterações pré e pós enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Serra do Facão;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Panorama Climático da Região Centro Oeste

A obtenção de informações com relação ao clima começou a ser difundida com o fim da Segunda Guerra Mundial, a partir da obtenção sistemática de dados meteorológicos de altura, onde os principais aeroportos do mundo lançaram radiossondas para aquisição de informações meteorológicas e previsão de tempo. Atualmente tais dados são complementados por informações obtidas através de satélites meteorológicos. Dessa forma as condições climáticas atuais, em vários aspectos, são bem conhecidas e as configurações de variáveis meteorológicas, como precipitação, temperatura e pressão atmosférica para todo o planeta, têm sido convenientemente disseminadas. (SANT' ANNA NETO e NERY, 2005).

O clima é considerado um fenômeno dinâmico, dessa forma somente o conhecimento dos fatores geográficos ou estáticos não é suficiente para a sua compreensão. Devemos levar em consideração fatores dinâmicos (mecanismos atmosféricos) para que possamos analisar e compreender o clima com propriedade. Os fatores climáticos estáticos agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica. (NIMER, 1979)

De acordo com Sant' Anna Neto e Nery (2005) o Brasil possui diferentes climas regionais devido a sua grande extensão latitudinal, caracterizando diferentes regimes térmicos e pluviométricos predominantemente tropicais, excetuando-se a porção sul, tipicamente subtropical. As características geográficas, associadas a gênese e a dinâmica dos sistemas atmosféricos atuantes no Brasil, resultam em regimes de chuvas abundantes, excetuando-se a região semi-árida do sertão nordestino.

Na região Centro Oeste, o clima é classificado como tropical, apresentando duas estações bem definidas, menos pelas temperaturas, mas principalmente pelo regime de chuvas. O verão quente e chuvoso estende-se de outubro ou novembro até março ou abril, conforme a latitude, e é controlado

pelas massas tropicais, bastante instáveis na primavera e no verão. (SANT' ANNA NETO e NERY, 2005).

As temperaturas da região Centro Oeste possuem grande variação ao longo do território, Nimer (1979) relata:

Embora a Região Centro - Oeste não possua áreas serranas, a oposição entre suas vastas superfícies baixas (menos de 200 m), as extensas chapadas sedimentares (entre 700 e 900 m e elevadas superfícies cristalinas (de 900 a mais de 1200 m de altitude) somadas a uma extensão latitudinal que suplanta a das demais regiões brasileiras (entre 5° e 22 ° lat. Sul), confere-lhe uma diversificação térmica ao longo de seu território, somente superada pela que se verifica na Região Sudeste do Brasil. (NIMER ,1979, p.393)

As temperaturas anuais oscilam entre 19°C e 26°C, sendo revelado um aumento gradual de temperatura de leste para oeste. Essa variação tem relação com as características do relevo diferenciado que possibilita tal distribuição heterogênea. A altitude possui influência considerável na temperatura da região, explicando inclusive o aumento térmico de leste para oeste devido a queda das cotas altimétricas em direção à baixada paraguaia. (MONTEIRO, 1951)

Ainda de acordo com Nimer (1989) o afastamento acentuado em relação ao Oceano Atlântico reduz muito as influências marítimas nessa região, permitindo que sua ampla extensão latitudinal defina as linhas básicas de uma apreciável variação espacial de temperatura. Na Primavera e no Verão é notado calor constante, já no Inverno devido a continentalidade e da conseqüente secura do ar, são comuns dias muito frios.

A alteração da temperatura no decorrer do ano varia a pressão atmosférica que por sua vez determina a circulação dos ventos. Dessa ação conjunta surge o movimento circulatório do ar, fenômeno este de amplas proporções que é avaliado através das massas de ar. A interação entre os elementos meteorológicos possibilita que os mesmos possuam uma ação conjunta, onde ocorre uma influência mútua. (MONTEIRO, 1951)

As massas de ar podem ser definidas como um grande corpo de ar horizontal e homogêneo deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tanto tropical quanto polar. O território brasileiro é

controlado tanto por massas tropicais e equatoriais quanto por massas polares. As massas de ar originam-se nas regiões anticlonais e desenvolvem-se adquirindo as características de temperatura e umidade das regiões por onde se deslocam. Porém, ao sair do local de origem as massas de ar sofrem tanto alterações térmicas quanto dinâmicas. As alterações térmicas resultam da influência das características da superfície sobre a qual a mesma se encontra já modificação dinâmica se dá pelas relações das massas de ar com anticlones e depressões próximas. (AYOADE, 2007; SANT' ANNA NETO e NERY, 2005).

A circulação atmosférica é um fenômeno amplo, para que possamos compreender como ela atua no Centro Oeste brasileiro devemos ter uma noção geral da atuação das massas de ar na América do Sul. De acordo com Monteiro (1951) a circulação geral na América do Sul apresenta duas situações bem típicas no verão e no inverno.

... no verão ocorre a predominância da Massa Equatorial Continental, ficando Mato Grosso e Goiás sujeitos a ação do vento freqüente do norte, salvo algumas exceções (...) a atuação da Massa Tropical Atlântica alcança apenas o Triângulo Mineiro e o vale do Rio Paraná, onde sopram os ventos do Nordeste (...) A circulação de inverno no Centro Oeste realiza-se em função de duas massas distintas: " a Massa Tropical Atlântica", quente, vinda de leste, agora com ação mais intensa que no verão , e a " Massa Polar Atlântica Sul" , fria, que substitui a Massa Equatorial Continental que predomina no verão. (MONTEIRO, 1951, p. 10-13)

Ao se analisar a distribuição das chuvas no Brasil é possível perceber que a mesma tem relação com a atuação e sazonalidade dos sistemas convectivos de macro e mesoescala, em especial da frente polar atlântica (FPA). Na região Centro - Oeste é bem notada a sazonalidade das chuvas, embora seus valores sejam significadamente superiores aos nordestinos. (MENDONÇA, 2007)

Na Região Centro Oeste é possível observar que as características da precipitação devem - se quase que exclusivamente aos sistemas de circulação atmosférica. Sendo considerada precipitação qualquer deposição em forma líquida ou sólida na atmosfera. Nos trópicos o termo precipitação pluvial é

considerado sinônimo devido à inexistência de neve. (AYOADE, 2007; NIMER, 1979)

A influência da topografia sobre a distribuição da precipitação ao longo do espaço geográfico da Região Centro - Oeste é de tão pouca importância que não chega a interferir nas tendências gerais determinadas pelos fatores climáticos. Dessa forma o mecanismo atmosférico constitui o fator regional que assegura certa homogeneidade climática a Região Centro - Oeste, enquanto que o relevo, através da variação da altitude e a variação latitudinal, levam a heterogeneidade. (NIMER, 1979)

As precipitações na região Centro - Oeste não se distribuem igualmente através do ano. Seu regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Em quase toda a região, mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipitam normalmente de novembro a março. As menores quantidades de chuva são recebidas nas áreas de menor altitude, como a baixada do Paraguai e o vale do rio Paraná, enquanto os maiores ocorrem nos chapadões, sendo notada dessa forma a influência do fator altitude. (MONTEIRO, 1951; NIMER, 1979)

... de um núcleo mais chuvoso ao norte do Mato Grosso, onde a pluviometria atinge a alturas muito elevadas, superiores a 2.750 mm, os valores decrescem para E e S. No extremo Leste de Goiás o regime cai a 1.500 mm, e no S atinge níveis inferiores a 1.250 mm no Pantanal Mato- grossense (...) apesar da grande desigualdade, todo o território regional do Centro Oeste brasileiro é normalmente bem regado por chuvas. (NIMER, 1979, p.406-407)

O fator relacionado a variabilidade das chuvas de ano a ano nas regiões tropicais se caracteriza por uma notável irregularidade e a região Centro Oeste não foge a essa regra, porém seus desvios anuais de pluviosidade não são tão grandes quanto aos das demais regiões brasileiras. (NIMER, 1989)

3.2 Caracterização e Monitoramento Climático em Usinas Hidrelétricas

A caracterização climática tem como objetivo compreender os condicionantes meteorológicos que podem influenciar o meio físico, biótico e antrópico na área em estudo. De acordo com Folhes (2006) informações sobre o clima se fazem de extrema importância nas atividades atuais do homem, tanto na prevenção de fenômenos atmosféricos adversos quanto na possibilidade de auxiliar e aperfeiçoar atividades relacionadas a produção agropecuária.

A ação do homem sobre o meio altera suas características originais de estabilidade, o que, no caso da alteração das características climáticas, pode levar à modificações no seu padrão original, pois o sistema busca um novo equilíbrio, caracterizando, assim, a mudança climática. Entretanto é importante ressaltar, que independente da ação antrópica, durante o passar dos milhares de anos que compõem a história geológica do planeta, por muitas vezes registraram-se mudanças nas condições climáticas que regiam a vida na Terra. LIMBERGER, 2007. Ainda de acordo com o autor,

Alterações nos padrões climáticos são normalmente sentidas de maneira mais evidente em escala local, isto porque a escala zonal é regida predominantemente pela circulação atmosférica global, com um funcionamento mais complexo e de maior dificuldade de alteração.” (LIMBERGER, 2007, p.27).

A avaliação das características climáticas de uma área constitui uma importante ferramenta de auxílio às atividades que, direta ou indiretamente, afetam o meio ambiente, no caso em questão, a instalação de uma Usina Hidrelétrica. O conhecimento das características climáticas básicas e gerais de uma região possibilita o planejamento e desenvolvimento de atividades que possam reverter e minimizar os efeitos adversos que possam afetar a área.

Através do monitoramento climatológico é facilitada a criação de subsídios para a elaboração e quantificação de medidas corretivas, sendo que tal prática é usual em empreendimentos de geração de energia elétrica, sejam usinas hidrelétricas, termelétricas ou nucleares, pois permite a identificação de

eventuais alterações nas características climáticas da área do empreendimento.

A implantação de uma Usina Hidrelétrica pode causar mudanças climáticas locais ou regionais. Em nível microclimático geralmente é observado pequenas alterações em algumas variáveis climáticas, como umidade relativa do ar, temperatura e evaporação, tanto na área alagada quanto no entorno do reservatório. Nessas áreas poderá haver redução nas amplitudes térmicas, com aumento das temperaturas mínimas e queda das máximas absolutas, além da tendência à estabilização maior dos valores de umidade relativa do ar. Será possível ainda o aparecimento de nevoeiros ou névoas úmidas, podendo causar garoas ou chuviscos, o clima é influenciado tendo em vista o maior contato água-ar e água-solo. (LIMBERGUER, 2007)

Embora muitas vezes não sejam previstas mudanças significativas no clima em decorrência da implantação de uma Usina Hidrelétrica, o monitoramento é necessário para a criação de um banco de dados climatológicos que permita o acompanhamento das possíveis mudanças da área do empreendimento. O acompanhamento da evolução dos parâmetros climáticos locais antes, durante e após a formação do reservatório do empreendimento possibilita um auxílio para diversos programas ambientais que podem ser implementados na área. (SOUZA, 2009)

3.3 Avaliação de Impacto Ambiental em Usinas Hidrelétricas

A Avaliação de Impacto Ambiental tem como objetivo principal a prevenção dos danos causados ao meio ambiente por atividades antrópicas. Tal instrumento tem como objetivo: descrever, classificar e propor medidas para minimizar os impactos ambientais decorrentes das ações humanas. A Avaliação de Impacto Ambiental possui diferentes metodologias, procedimentos e ferramentas que são empregados por agentes privados ou públicos no campo do planejamento e da gestão ambiental. (GALLARDO, 2004).

De acordo com Raniere (2005), os procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foram formalmente estabelecidos pela primeira vez

em 1970, quando o presidente dos Estados Unidos sancionou o National Environmental Policy Act (NEPA). A AIA foi uma resposta positiva à sociedade que demandava a consideração dos aspectos ambientais na implantação de projetos que promoviam degradação ambiental.

A exigência de organismos de financiamento como Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) fez com que o Brasil adotasse a prática da Avaliação de Impactos Ambientais. Os países desenvolvidos que implantaram a AIA, tomaram tal decisão em resposta às pressões sociais e ao avanço da consciência ambientalista (IBAMA, 1995)

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981 – marcou a introdução oficial da AIA no país. Sua promulgação culminou com um processo de evolução da legislação brasileira de proteção ao meio ambiente. Nos anos trinta, havia somente dispositivos de proteção aos recursos naturais, já nos anos setenta, evoluiu para o controle da poluição, cujo foco era o agravamento dos problemas ambientais decorrentes da rápida industrialização e urbanização do país. Atualmente, a Avaliação de Impactos Ambientais é um importante instrumento para a gestão institucional de planos, programas e projetos, em nível federal, estadual e municipal. (DIAS, 2001)

Lima (2003) relata que os principais métodos empregados para a avaliação de impactos ambientais são: *Ad Hoc*, listas de controle, sobreposição de mapas, redes de interação, diagramas de sistemas e modelos de simulação.

O conceito de Impacto Ambiental possui diferentes definições, a oficial é dada pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), nº 001/86, artigo 1º, que define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV - a qualidade dos recursos ambientais

Sánchez (1998) conceitua tal definição como limitada, pois a mesma calca-se na definição de poluição e não reconhece as múltiplas causas de impactos ambientais significativos, além da emissão de matéria ou energia. A complexidade e a abrangência do conceito de impacto ambiental refletem as questões colocadas no debate público acerca de inúmeros projetos submetidos ao procedimento de avaliação de impacto ambiental (AIA) em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Porém, as dificuldades conceituais não impedem que, ao se discutir impacto ambiental, principalmente no processo de avaliação de impacto ambiental, essa multiplicidade esteja presente.

De acordo com Lima (2003) é observada uma grande ampliação no setor hidrelétrico brasileiro, dessa forma é necessária à realização de bons estudos de impacto ambiental e posterior avaliação desses impactos para minimizar os efeitos negativos e potencializar os positivos que provêm da instalação desses empreendimentos. Para isso todos os procedimentos devem ser respeitados e realizados de forma concisa.

A exploração energética de fonte hidráulica vista, a princípio como uma forma de se gerar energia caracterizada como limpa, permitiu que por um longo tempo se construísse pequenos e grandes projetos hidro-energéticos sem quaisquer preocupações de ordem ambiental, sobretudo, por não haver nenhum impedimento legal. Os estudos para a implantação de uma usina hidrelétrica se resumiam a diagnósticos que tinham como razão principal, averiguar as condições físico-ambientais de cunho técnico, voltadas para a engenharia. (OLIVEIRA, 2004)

Ainda de acordo com Oliveira (2004) os reservatórios das Usinas Hidrelétricas impactam significativamente as áreas circunvizinhas, podendo cobrir cidades, locais de belezas naturais, culturais e arqueológicos, áreas cultivadas ou cultiváveis, depósitos de minerais, como também afetar a vida aquática e selvagem.

De acordo com Mendes (2005), são observados vários casos de rompimento e extravasamento barragens, sendo que essa possibilidade é crescente à medida que ocorre o envelhecimento da estrutura construída. Outra questão relacionada aos impactos é a elevação do lençol freático da região. A água fica, muitas vezes, até imprópria para o consumo, prejudicando o abastecimento das populações vizinhas.

A necessidade do fornecimento de energia elétrica em períodos de estiagem faz com que se projetem reservatórios cada vez maiores para suprir a demanda necessária. A formação de lagos artificiais de grandes proporções implica em uma maior perda da reserva biológica e de áreas férteis causando danos em maior extensão. Outro problema levantado é que tais lagos podem ocupar áreas de patrimônio arqueológico ou áreas urbanas. (GUENA, 2007)

Um empreendimento hidro-energético traz grandes e inúmeros transtornos e alterações, tanto para o ambiente físico e biológico, quanto para o ambiente sócio-econômico. Na etapa de construção das grandes hidrelétricas ocorre uma dinamização dos processos produtivos regionais em vários aspectos, como por exemplo, o crescimento demográfico, em virtude da atração de pessoas para a realização da obra e todo o arsenal técnico e humano que envolve a execução do grande empreendimento, como também as atividades econômicas relacionadas ao comércio e serviços. (MENDES, 2005; OLIVEIRA, 2004)

A formação dos lagos artificial das Usinas Hidrelétricas atinge populações que são forçadas a deixar seus locais de origem. As várzeas e as terras agricultáveis, ao ficarem sob as águas, provocam a saída compulsória da população, desintegrando os costumes e tradições históricas que a população da área atingida possuía. Nesse sentido, quando uma população é forçada a deixar um determinado local, ocorre o impacto social e cultural na maneira de trabalhar a terra e na sua relação de vizinhança. (MENDES, 2005)

A criação de políticas compensatórias faz-se necessária para que tais efeitos impactantes sejam minimizados, de acordo com Oliveira (2004)

... no caso da sociedade incluem, basicamente, indenização ou relocação compulsória da população atingida para assentamentos rurais ou urbanos. No caso da fauna, faz-se trabalhos de resgate e transferência dos animais para outras localidades, normalmente com características parecidas. Para a flora perdida, incluem-se a criação de reservas ecológicas e de reflorestamento das margens do lago, como as atitudes mais comuns. (OLIVEIRA, 2004, p.36)

A atenção de diversos pesquisadores vem sendo tomada por questões relativas à instalação de Usinas Hidrelétricas e seus respectivos reservatórios, não só pela questão das engenharias de obra e geração de energia, mas

também pelos diversos impactos ambientais e sociais que as mesmas causam na atualidade, sendo importante ressaltar que a escala de abrangência destas alterações varia de acordo com o porte do empreendimento. (LIMBERGER, 2007). O quadro a seguir, adaptado de Oliveira (2004) traz uma lista com os principais Impactos Ambientais verificados em projetos Hidrelétricos:

Quadro 1: Principais Impactos Ambientais causados pelas Usinas Hidrelétricas

Principais Impactos Ambientais causados pelas Usinas Hidrelétricas	
<i>Meio Físico – Biótico</i>	<i>Meio Social</i>
Desmatamento para instalação de canteiro de obras, alojamento e vila residencial e para a construção de estradas;	Desalojamento de populações ribeirinhas rurais e urbanas;
Terraplenagem para instalação das obras de apoio: cortes e aterros, interceptação de drenagem e alteração das cabeceiras ou bacias de captação;	Interferência em bens de valor afetivo, cultural, religioso;
Serviços de construção dos diques e barragens no leito principal e nos pontos de fuga de água, criando extensas áreas de empréstimo;	Inundação de sítios arqueológicos;
Abertura do canal de desvio do leito fluvial e cortes no solo e na rocha, gerando grande volume de rejeito de fragmentos de rochas;	Inundações de áreas agrícolas, tornando as pequenas propriedades inviáveis economicamente;
Ampliação da atividade de caça e pesca nos arredores do empreendimento levando até ao desaparecimento de espécies animais.	Crescimento demográfico intenso com surgimento de favelas;
Necessidade de desmatamento da área a ser inundada;	Incremento do comércio legal em face da demanda de consumo;
Ocupação de extensas áreas de terras pela água;	Mudança nos hábitos e costumes sociais dos nativos;
Eliminação de grande volume de biomassa vegetal;	Conflito entre população residente e os forasteiros;
Afugentação ou eliminação da fauna terrestre e alada;	Adensamento no tráfego com veículos de serviços e transporte urbano;
Alteração no regime fluvial do rio;	Deficiências infra-estruturais (escolas, hospitais, água tratada, esgotos, energia elétrica, habitações populares);
Regularização da vazão;	Forte demanda de mão-de-obra para construção civil;
Alteração na qualidade da água e dos peixes;	Grande fluxo de população masculina estranha à região;

Fonte: Adaptado Oliveira, 2004.

3.4 O Geoprocessamento como ferramenta de suporte na Avaliação de Impacto Ambiental

A necessidade de representar informações sobre o espaço geográfico remonta a anos antes da era Cristã, quando ainda não tinha sido inventado o papel e os mapas eram elaborados sobre argila, seda ou algum tipo de fibra. Com o estabelecimento dos princípios da cartografia no final do século XVII, a exatidão dos mapas melhorou em função dos cálculos mais precisos da latitude, longitude, do tamanho e forma da Terra. (LACRUZ, 2009)

Ainda de acordo com Câmara (2001) a coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas, com desenvolvimento da tecnologia de Informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas. Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica surgiram na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje. (CÂMARA, 2001). Ainda de acordo com o autor,

A introdução do Geoprocessamento no Brasil inicia-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80. A vinda ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (o Canadian Geographical Information System), incentivou o aparecimento de vários grupos interessados em desenvolver tecnologia. (CÂMARA, 2001, p.3)

O termo Geoprocessamento no Brasil é comumente substituído por Geomática, Geoinformação, Geotecnologias, esse fato possibilita observar que não há consenso em estabelecer de forma clara e objetiva as diferenças entre eles. Sendo um conjunto de conhecimentos conceituais e metodológicos em processo de consolidação a falta de definição é justificada. Dessa forma ocorre a necessidade da melhor definição do conceito por parte dos pesquisadores, ao se desenvolver um balizado arcabouço teórico-metodológico é esperado que possam ser esclarecidas tais discussões. (AZEVEDO, 2008). Ainda de acordo com o autor,

A utilização de geotecnologias no Brasil vem sendo ampliada consideravelmente nos últimos anos graças ao maior acesso a tecnologia por parte de instituições públicas e privadas, bem como pela sociedade civil. Em termos qualitativos, para que se alcance um melhor nível crítico no uso de geotecnologias, deve-se ir além da produção de mapas, gráficos e tabelas. (AZEVEDO, 2008, p.66)

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica*, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos, que possibilitam a interpretação dos fenômenos que ocorrem no espaço ao realizar o cruzamento de diferentes dados obtidos. (AVELINO, 2004; CÂMARA, 2001). Atualmente diversos setores da sociedade se utilizam desse recurso,

... a análise da informação espacial vem sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso do solo (planejamento urbano), análise e planejamento de transportes (redes de entrada e emergência), análise geodemográfica (localização de serviços), cartografias de redes de infra-estrutura (gás, água e energia elétrica) e em múltiplas aplicações de gestão de recursos naturais. (AVELINO, 2004, p.22)

Os sistemas de informação geográfica referem-se exclusivamente aos softwares utilizados para coletar, visualizar, transformar, analisar e armazenar dados espacialmente referenciados ou dados georeferenciados. Tal ferramenta

possibilita a integração de conceitos, teorias e técnicas de uma ampla gama de disciplinas o que permite perspectivas inovadoras e sinergias para uma melhor compreensão do mundo. (LACRUZ, 2009)

Na análise integrada dos dados do meio físico os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), têm sido usados por vários setores que tratam da questão ambiental, como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema, permitindo a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento. (DONHA, 2006)

A utilização de tecnologias como os SIG's possibilitam uma maior compreensão de variados objetos de estudo como paisagem, o ambiente e até mesmo as transformações que ocorrem no espaço geográfico. Câmara et al. (2002) ressalta que a aquisição de um banco de dados e uma base geográfica ao serem trabalhados possibilita que o SIG apresente a visualização de um padrão espacial de um dado fenômeno, ainda de acordo com Dias et al. (2002), a utilização de tecnologias computacionais é um importante instrumento para a análise ambiental, pois o Geoprocessamento é uma tecnologia poderosa e precisa.

O modo de produção capitalista sempre se desenvolveu com base na superação dos conhecimentos técnicos que possibilitaram a reprodução ampliada do capital. Nesse sentido, a evolução técnica capitalista representa a necessidade de manutenção das relações sociais de produção. Com o desenvolvimento tecnológico ocorrido na segunda metade do século XX várias ciências como a Geografia passaram a repensar seus métodos e técnicas de análise. (AZEVEDO, 2008)

Nesse contexto, as técnicas de Geoprocessamento se tornaram um importante instrumento utilizado por geógrafos para auxiliar na aquisição de dados e na representação de informações obtidas do espaço geográfico. A cartografia teve importantes inovações com o uso de fotografias aéreas e dados de satélite para a elaboração de mapas e com o desenvolvimento dos sistemas de informação geográfica e os sistemas de posicionamento global. (AZEVEDO, 2008; LACRUZ, 2009)

A tecnologia de Geoprocessamento permite a organização dos dados em bases de dados associadas a base cartográficas, possibilitando aos diferentes agentes perceberem o espaço com graus de detalhamento distintos. De acordo com Câmara (2001),

... o termo *Geoprocessamento* denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. (CÂMARA, 2001, p.1)

De acordo com Matias (2002) a ciência geográfica vem sofrendo uma dupla influência das chamadas geotecnologias, de um lado, enquanto conhecimento científico, de outro lado, buscando analisar de que maneira o uso desse instrumental tecnológico contribui no processo de (re) produção do espaço geográfico, já que muitas vezes tais técnicas são utilizadas como meio de orientação e tomada de decisão.

... no campo científico, mesmo no meio especificamente geográfico, poucos têm atentado para a dimensão política e social da aplicação de SIG (Sistema de Informações Geográficas) e, como decorrência, não se observa o tratamento em profundidade das questões éticas e políticas que emergem da prática com esse tipo de sistema de informação (...) (MATIAS, 2002, p.102)

A ciência geográfica enquanto agente de ações de planejamento e gestão do território tem o Geoprocessamento como uma importante tecnologia que permite um avanço na análise das transformações ocorridas no espaço geográfico. São acentuados os estudos relacionados ao meio físico que se utilizam dos Sistemas de Informação Geográfica, tendo como resultado a criação de mapas temáticos. De acordo com Câmara, (2001)

... os estudos de Mapeamento Temático visam a caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros. Exemplos seriam levantamentos temáticos (como geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal), dos quais o Brasil ainda é bastante deficiente, especialmente em escalas maiores.(CÂMARA, 2001, p.1,cap.10).

Os estudos que abordam a temática ambiental estão em crescente ascensão devido a diversos problemas enfrentados na atualidade pelo uso inadequado dos recursos naturais. De acordo com Castro (2003),

... existe uma preocupação muito grande em organizar o espaço, de modo que essas mudanças agridem o mínimo possível o meio ambiente. A partir dessa preocupação, vários estudos sobre impactos ambientais estão sendo realizados no propósito de avaliar e proteger as regiões mais sensíveis em relação às modificações; e o Geoprocessamento possibilita o tratamento eficaz e rápido dos dados ambientais, agilizando a execução de processamento desses dados e garantindo confiabilidade nos resultados finais obtidos. Essa tecnologia está se tornando uma ferramenta imprescindível nos estudos referentes a Impactos Ambientais. (CASTRO, 2003, p.1533).

O simples domínio do software ou de um hardware relacionado a tecnologias de Geoprocessamento não é por si só suficiente, embora isso também seja importante. É necessário conhecer as condições da totalidade que permitiram o surgimento e o desenvolvimento da tecnologia como uma necessidade social de um determinado momento histórico. Dessa forma é preciso ter a percepção até que ponto as chamadas geotecnologias, o SIG em particular, contribuem para a representação do espaço, as práticas espaciais e os espaços de representação sob a ótica do processo de valorização e acumulação capitalista do espaço geográfico. (MATIAS, 2002)

4. METODOLOGIA

Para o alcance dos objetivos propostos foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o panorama climático da região Centro Oeste, a prática e a funcionalidade da caracterização climática, bem como do monitoramento climatológico, os processos de avaliação de impacto ambiental em Usinas Hidrelétricas e a utilização do Geoprocessamento como uma tecnologia de suporte nos processos de avaliação ambiental.

Na presente caracterização climática utilizou-se a série das Normais Climatológicas (30 anos) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de dados mensais de precipitação, temperatura máxima, mínima e média do ar e umidade relativa do ar de 1961 a 1990. As três estações utilizadas neste estudo compreendem o Sul do Estado de Goiás e a de Paracatu – MG na Mesorregião Noroeste de Minas sendo que as principais características geográficas de cada estação estão presentes na Tabela 1.

Para o desenvolvimento das análises comparativas foram utilizados dados diários de temperaturas média, máxima, mínima do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, observadas e registradas sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET-5°DISME) das estações automáticas compreendendo o período de outubro de 2008 a setembro de 2010, como mostra a Tabela 2. A Figura 1 mostra a localização das referidas Estações Climatológicas.

Tabela 1 – Características Geográficas das Estações Meteorológicas do Sul de Goiás e do Noroeste de Minas MG, utilizadas na caracterização climática.

	Latitude	Longitude	Altitude
Paracatu	17° 15'S	46° 28'W	712 m
Ipameri	15°43'S	47°50'W	751 m
Catalão	18°11'S	47°57'W	840 m

Tabela 2 – Características Geográficas das Estações Meteorológicas do Sul de Goiás e do Noroeste de Minas MG, utilizadas na análise comparativa.

Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Código
Guarda Mor (MG)	17° 77'S	47° 09'W	712 m	A546
Pires do Rio (GO)	17°30'S	48°28'W	752 m	A033
Catalão (GO)	18.17'S	47°94'W	840 m	A034
Cristalina (GO)	16.76'S	47°61'W	1189 m	A036

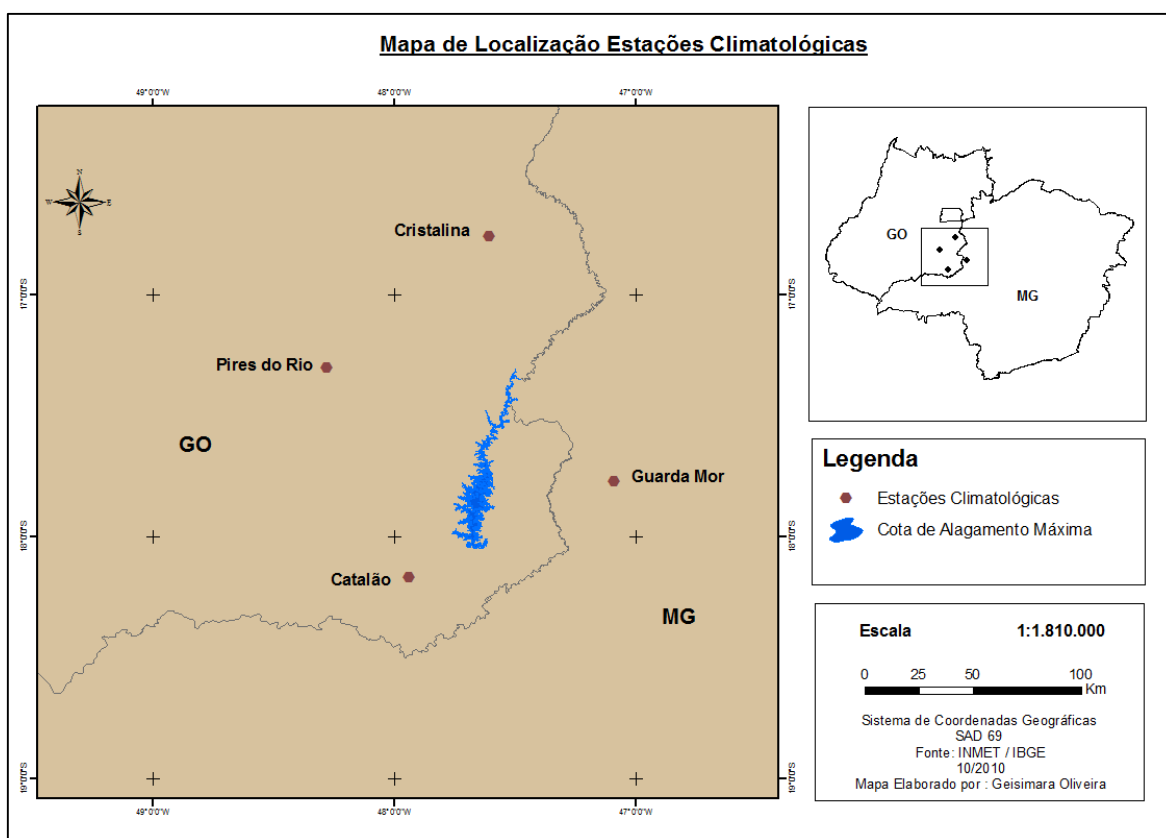


Figura 1: Mapa de Localização das Estações Climatológicas utilizadas na Análise Comparativa

Os dados se referem ao período de pré e pós enchimento do lago artificial da Usina Hidrelétrica Serra do Facão – GO, tais informações possibilitaram a caracterização climática da área possivelmente afetada em nível microclimático após o estabelecimento do empreendimento.

Após coleta foi realizado o tratamento dos dados através do método de tabulação, em seguida foi feita a análise da temperatura média, precipitação e umidade relativa das estações automáticas de Cristalina - GO, Catalão - GO e Pires do Rio - GO, Guarda Mor - MG no período de outubro de 2008 a setembro de 2010, sendo que tais elementos foram agrupados em estação seca e chuvosa, partindo do pressuposto que a região possui as duas estações bem definidas, conforme descrito no item 3.1. A análise de tais dados possibilitaram caracterizar climatologicamente a área proposta pelo estudo, bem como avaliar as possíveis alterações em nível de microclima no período de pré e pós enchimento do lago artificial da Usina Hidrelétrica Serra do Facão.

Posteriormente, foram criados documentos cartográficos utilizando a tecnologia de Geoprocessamento a partir do programa ArcGis 9.2 , que teve como universo de referência espacial a ser analisado o estado de Minas Gerais e Goiás, aproximadamente entre as coordenadas 16º a 18º de latitude sul e 47º e 48º de longitude oeste.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 A Usina Hidrelétrica Serra do Facão

O empreendimento hidrelétrico Serra do Facão está localizado na zona rural, entre os municípios de Davinópolis (margem esquerda) e Catalão (margem direita no sudeste de Goiás, se localiza na bacia do rio São Marcos que faz parte da bacia do rio Paraná, sub-bacia do rio Paranaíba. Fica a aproximadamente 58 km de distância da área urbana de Catalão e cerca de 27 km de Davinópolis.

A Usina Hidrelétrica Serra do Facão terá uma área com 218,84 quilômetros quadrados, com uma cota máxima de inundação de 256 quilômetros quadrados. Da área total do reservatório, 155 quilômetros quadrados correspondem à calha natural do rio, enquanto a área inundada ocupará cerca de 400 quilômetros quadrados. O reservatório abrangerá parcialmente áreas de cinco municípios goianos (Catalão com 72,8%; Campo Alegre de Goiás com 22,4%; Cristalina com 0,6%; Davinópolis com 0,4% e Ipameri com 0,1%) e um município de Minas Gerais (Paracatu com 3,7%). Abaixo tabela de dados do reservatório da UHE Serra do Facão. (SEFAC ENERGIA S.A, 2010)

Quadro 2 : Dados do Reservatório da UHE Serra do Facão

Área Total	218,84 km ²
Extensão	60 km em linha reta
Perímetro	1.357 km
Volume do reservatório	5.277.000.000 m ³
Profundidade média	24 m
Período de enchimento	1 ano
N.A.de montante	756 m
N.A.de jusante	675,81 m
Áreas inundadas	218,84 km ²
Vida útil	100 anos

Fonte: Site SEFAC ENERGIA S.A, 2010

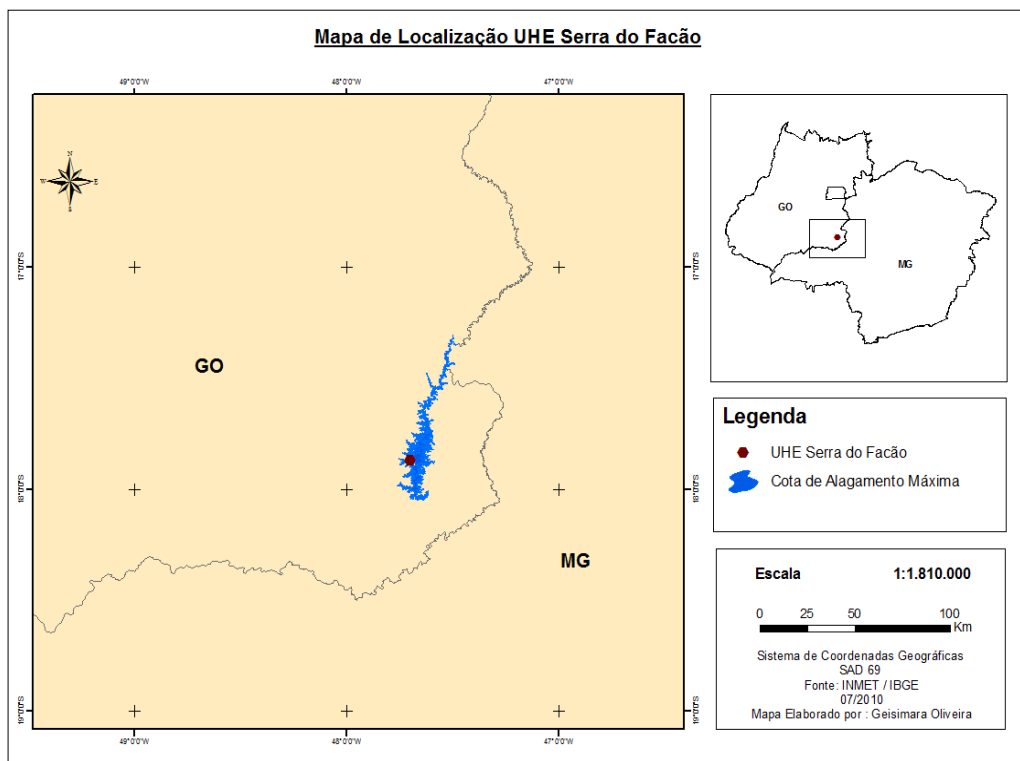


Figura 2: Mapa de Localização UHE Serra do Facão

5.2 Geologia

De acordo com o diagnóstico ambiental realizado no entorno da Usina Hidrelétrica Serra do Facão dentre as dez Províncias Estruturais do Brasil a bacia do Rio São Marcos situa-se integralmente na denominada Província Tocantins. Conceitualmente, uma província estrutural corresponde a uma área geograficamente grande e contínua que apresenta feições de litologia, estratigrafia, estrutura, metamorfismo, magmatismo e idades distintas das apresentadas pelas províncias circundantes. A Província Tocantins ocupa a porção central do Brasil e é subdividida em Porções Setentrional, Sudoeste e Central/Sudeste.

Ainda de acordo com o estudo foram reconhecidas as seguintes unidades litoestratigráficas na área da bacia hidrográfica:

- Aluviões;
- Cobertura Detrito-Laterítica;
- Formação Paraopeba do Grupo Bambuí;

- Formação Paranoá do Grupo Bambuí;
- Ritmitos do grupo Canastra;
- Filitos e Metarenitos da Formação Ibiá;
- Xistos Araxá;
- Corpos de granitos e de rochas alcalinas de diversas composições.

5.3 Geomorfologia

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Serra do Facão (2000) a área de estudo está inserida na paisagem do Planalto Central Brasileiro ou de acordo com a classificação do RADAM Brasil Unidade Geomorfológica do Planalto Central Goiano. O Planalto Central Goiano está subcompartimentado em níveis topográficos distintos, que se apresentam escalonados conforme as idades geológicas, devido à ação erosiva e aos movimentos tectônicos.

Foram descritos cinco tipos de modelados distintos ou unidades de relevo: Tabuleiros (Tb), Colinas Amplas de Topos Abaulados (Ca), Colinas Médias de Topos Arredondados (Cm), Morros Diversos (Md) e Aluviões e Terraços Colúvio-Aluvionares (Ac).

Os tabuleiros ou chapadas que constituem as Superfícies Aplainadas apresentam o topo capeado por uma cobertura sedimentar terciária. As colinas e morros do Planalto Alto Araguaia-Paranaíba estendem-se em áreas dissecadas e modeladas em rochas pré-Cambrianas. Além dessas unidades de relevo, foram delimitadas, no Mapa Geomorfológico, feições do modelado, tais como interflúvios arredondados/cristas indiferenciadas, vales estruturais e linhas de escarpa.

5.4 Solos

A área ocupada pela Bacia do Rio São Marcos possui nas áreas dos tabuleiros o domínio dos Latossolos Vermelho-Amarelos associados aos Latossolos Vermelho de textura argilosa, desenvolvidos em relevo plano e suave ondulado. São considerados os solos de melhor aptidão, tanto no sistema de sequeiro quanto irrigado. Nas colinas amplas e médias, ocorre uma associação entre Latossolos e Argissolos nos topos arredondados e, nas áreas de relevo mais movimentado, desenvolvem-se, predominantemente, os Cambissolos. (EIA – UHE Serra do Facão, 2000).

Ainda de acordo com o EIA (2000) nos morros mais íngremes, predominam os Cambissolos rasos de textura cascalhenta, em relevo forte ondulado e montanhoso. A pequena profundidade efetiva e a presença de cascalhos nesses solos impedem o desenvolvimento radicular de culturas, com restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas, tendo as terras, predominantemente, aptidão para pastagem ou mesmo criação de reserva legal. Nesses solos, a utilização de tecnologia de irrigação é geralmente economicamente inviável.

5.5 Hidrografia

O rio São Marcos drena uma área de 12.140 km², abrangendo os Estados de Goiás e Minas Gerais e o Distrito Federal. O ponto mais alto da bacia situa-se a cerca de 1000m de altitude na nascente do córrego Samambaia, no Distrito Federal. A nascente do curso d'água principal, situada a 900m de altitude, é bastante peculiar, pois está localizada numa extensa vereda, na qual em um extremo o rio São Marcos escoar no sentido norte-sul e contribui para a bacia do rio Paraná, e, no outro extremo, o rio Arrepentido, contribuinte do rio São Francisco, escoar no sentido sul-norte. (EIA – UHE SERRA DO FACÃO, 2000).

A bacia apresenta um relevo praticamente plano e levemente ondulado no trecho superior, tornando-se bastante acidentado no trecho médio. Próximo à foz, o relevo suaviza-se um pouco, ficando fracamente acidentado. Assim, o rio São Marcos apresenta vales abertos nos trechos mais a montante e vales encaixados com margens íngremes nos estirões mais a jusante. Na margem esquerda, seus principais tributários são de montante para jusante, os ribeirões Soberbo, Mundo Novo e da Batalha e o rio São Bento. Pela margem direita, os contribuintes de maior porte são o rio Samambaia e os ribeirões Arrojado, São Firmino, Castelhana e Imburuçu. (EIA – UHE SERRA DO FACÃO, 2000)

5.6 Vegetação

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Serra do Facão a cobertura vegetal dos locais que serão atingidos pelo enchimento do reservatório correspondem as classes denominadas Floresta, Cerrado e Campo. A classe Floresta ocupa 30,03, % da área total do reservatório, Cerrado 7,72 % e Campo 21,59 % , sendo que foram também encontradas na área outras formações como Veredas 0,23 % e áreas antropizadas 33,63 % (pastagem , agricultura e reflorestamento).

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Análise Sazonal dos Elementos Climáticos no entorno da UHE Serra do Facão no período de 1961-1990

6.1.1 Catalão - GO

No período de análise abordado entre 1961 a 1990 foi possível verificar que na estação chuvosa as maiores temperaturas médias notadas ocorreram nos meses de outubro, janeiro, fevereiro e março oscilando de 23,0 °C a 23,3°C. Na estação seca são notados os menores valores de temperatura média nos meses de junho e julho, 19,4 °C e 19,3 °C respectivamente, sendo importante ressaltar que no decorrer do ano não foi verificada uma grande variação, como demonstram as Figuras 3 e 4.

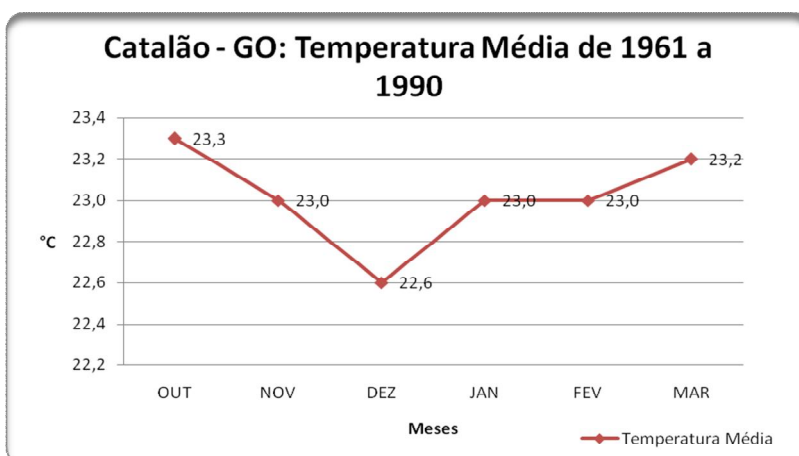


Figura 3: Temperatura Média estação chuvosa Catalão-GO de 1961 a 1990

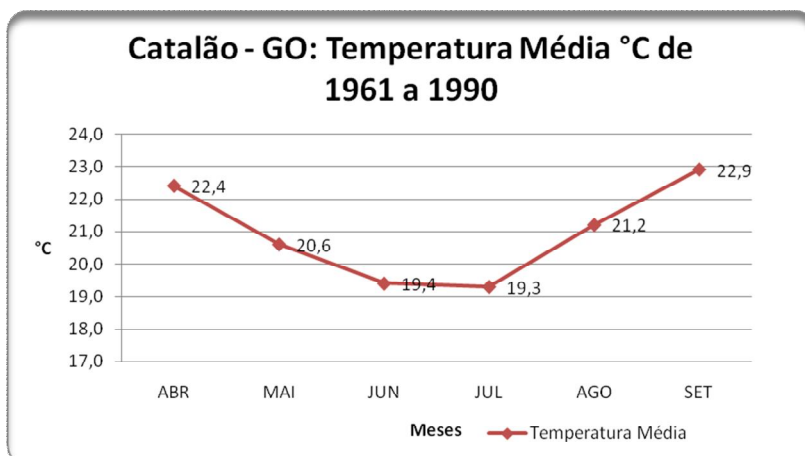


Figura 4: Temperatura Média estação seca Catalão-GO de 1961 a 1990

O comportamento da temperatura máxima demonstra que na estação chuvosa é verificada uma constância de valores maiores de temperatura máxima, ocorrendo oscilação de 29,4 °C em outubro a 27,8 °C em dezembro. Na estação seca é possível notar valores de até 26,1 °C no mês de abril como notado nas Figuras 5 e 6.

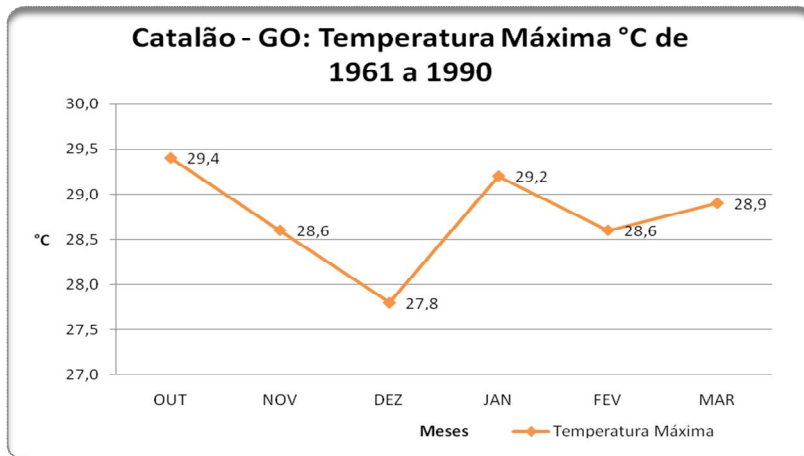


Figura 5: Temperatura Máxima estação chuvosa Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

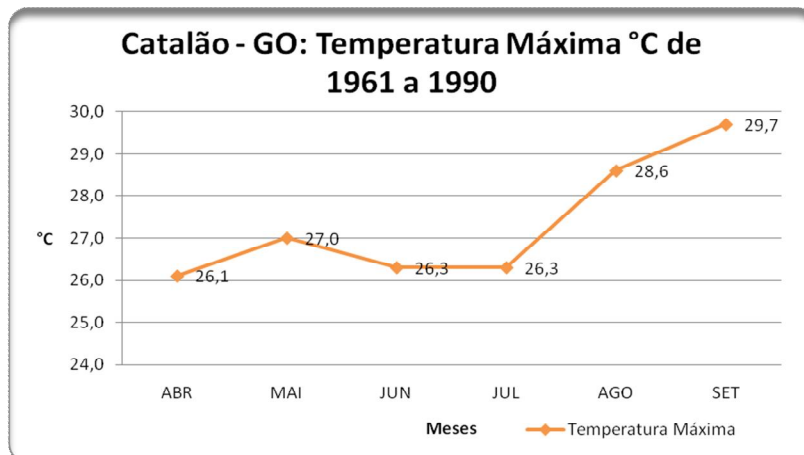


Figura 6: Temperatura Máxima estação seca Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte : INMET

Os menores valores das temperaturas mínimas anuais são observados no período da estação seca, mais especificamente nos meses de junho e julho, como verificado na Figura 8, nesse período a média oscila de 13.7°C a 14.0°C, respectivamente. Na estação chuvosa são observadas as maiores médias nos meses de janeiro e fevereiro com 19°C como observado na Figura 7.

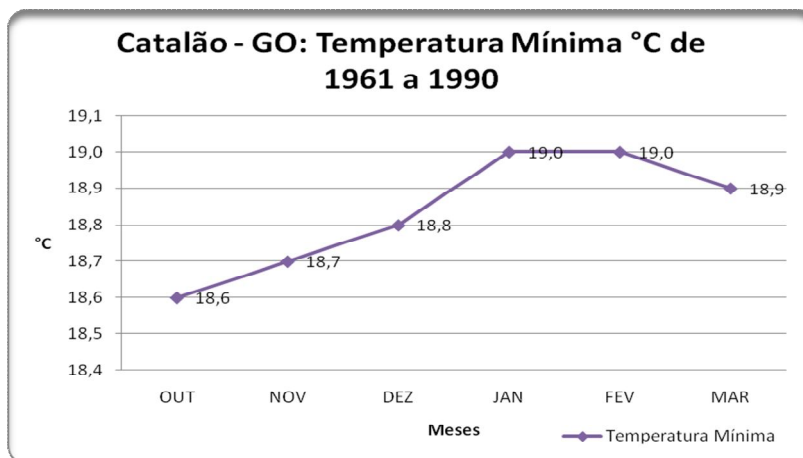


Figura 7: Temperatura Mínima estação chuvosa Catalão-GO de 1961 a 1990
 Fonte: INMET

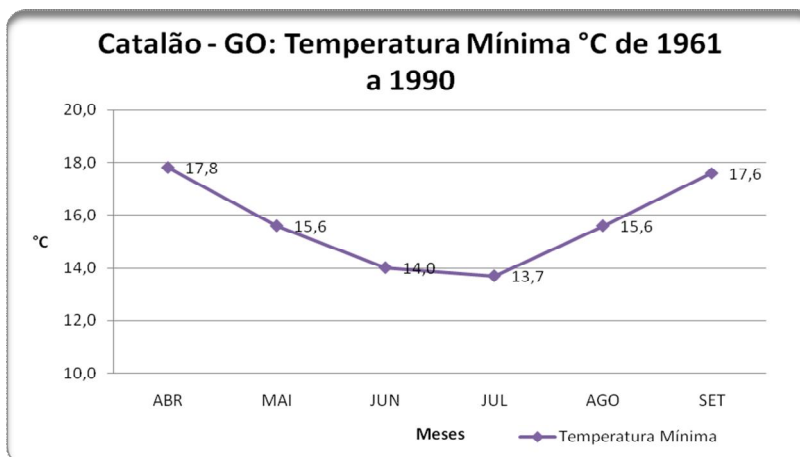


Figura 8: Temperatura Mínima estação seca Catalão-GO de 1961 a 1990
 Fonte: INMET

As Figuras 9 e 10 possibilitam avaliar a distribuição dos totais de precipitação das estações seca e chuvosa no município de Catalão, tal variável apresenta uma grande variabilidade temporal, principalmente na escala de tempo interanual. De acordo com Figura 9 na estação chuvosa é verificada a maior altura pluviométrica nos meses de dezembro e janeiro, os valores respectivamente são 283,5 mm e 272,3 mm. É possível notar na Figura 10 que na estação seca são observadas os menores valores de precipitação, que ocorrem nos meses de junho, julho e agosto, com os valores de 10,0 mm, 10,3 mm e 14,1 mm respectivamente. É importante destacar que ocorre uma alta variabilidade nos valores de precipitação entre os períodos seco e chuvoso.

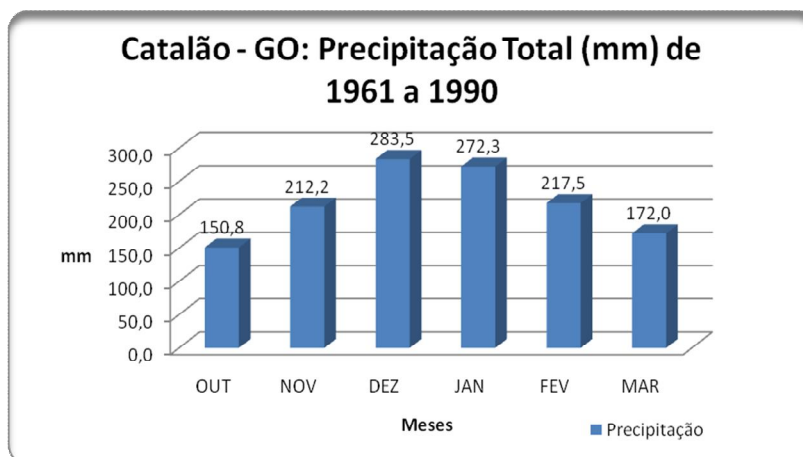


Figura 9: Precipitação estação chuvosa Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte : INMET

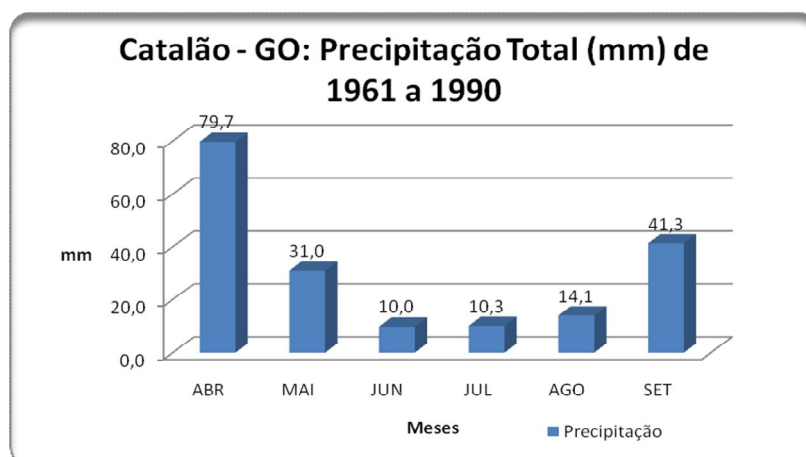


Figura 10: Precipitação estação seca Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

Na Figura 11 é possível observar o comportamento da umidade relativa na estação chuvosa, ocorrem valores os maiores valores do ano de 74 % até 79% , tendo uma relação direta com o início das chuvas. Já na estação seca de acordo com a Figura 12 são verificados os menores valores de umidade relativa, chegando a valores de até 52 % de umidade relativa do ar no mês de agosto, ressalta-se mais uma vez que a umidade relativa do ar em Catalão está muito ligada à estação chuvosa.

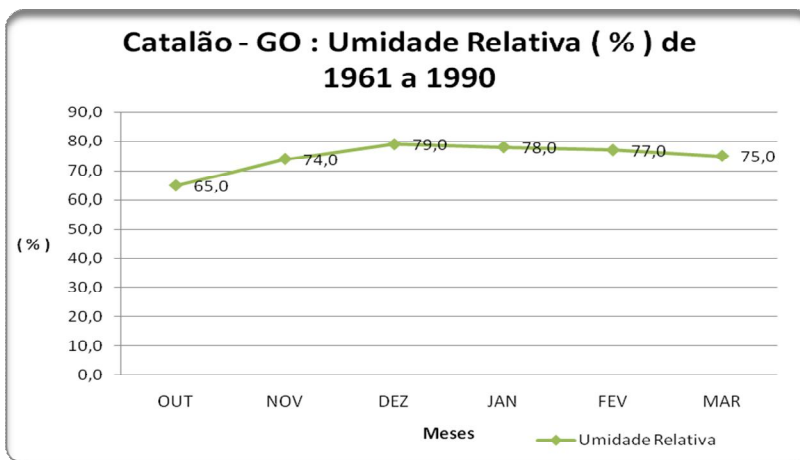


Figura 11: Umidade Relativa estação chuvosa Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

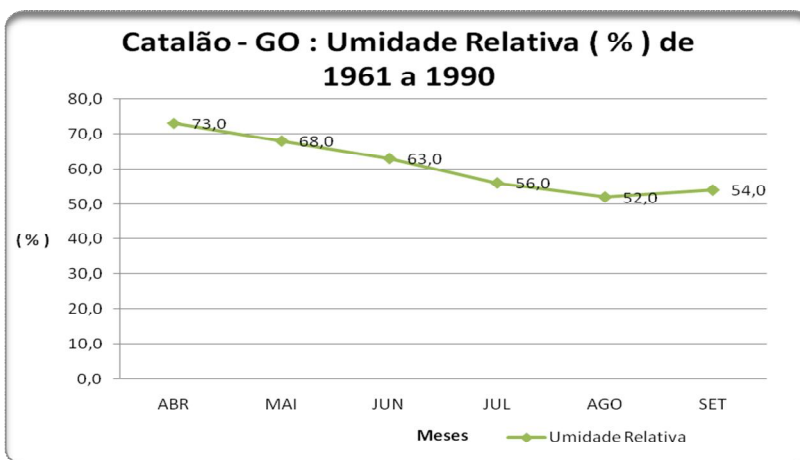


Figura 12: Umidade Relativa estação seca Catalão-GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

6.1.2 Ipameri - GO

Ao analisarmos a temperatura média anual de Ipameri entre 1961 a 1990 na Figura 13 verificamos que os meses mais quentes são observados na estação chuvosa, os maiores valores ocorrem no mês de outubro 23,8 °C e novembro 23,6°C. Na Figura 14 é possível analisar o comportamento da temperatura média na estação seca, onde ocorrem os menores valores de temperatura média, 18,6° em junho e 18,2°C em julho. A variação das temperaturas médias nas estações seca e chuvosa se dão em torno de 18,2°C a 23,8°C.

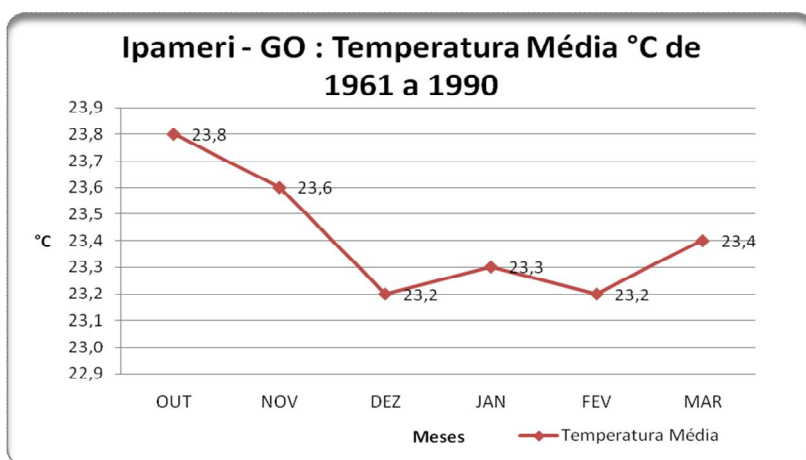


Figura 13: Temperatura Média estação chuvosa Ipameri – GO de 1961 a 1990

Fonte : INMET

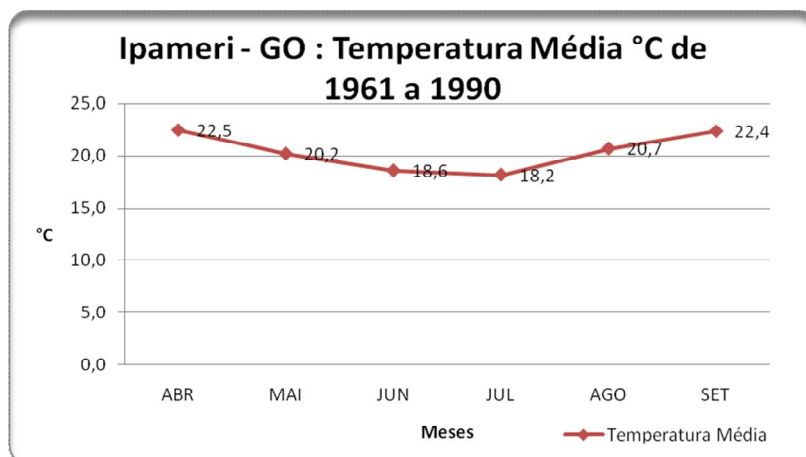


Figura 14: Temperatura Média estação seca Ipameri – GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

É possível verificar nas Figuras 15 e 16 uma variação significativa na Temperatura Máxima ao longo do ano com valores que decaem a partir de maio e começam a aumentar a partir do mês de agosto. A Figura 15 mostra o comportamento da temperatura máxima na estação chuvosa, onde é notada a ocorrência do maior valor de Temperatura Máxima, 30,6° em outubro. Na Figura 16 é observado o comportamento da Temperatura Máxima na estação seca, onde são notadas médias de até 26,6 ° e 26,9 °C nos meses de junho e julho.

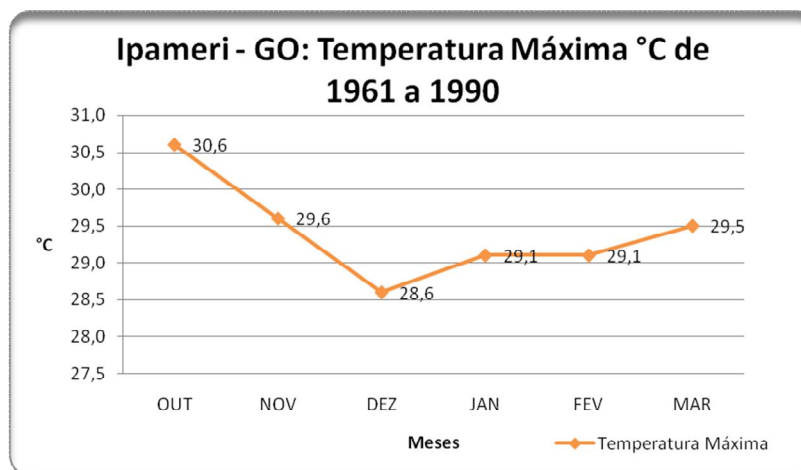


Figura 15: Temperatura Máxima estação chuvosa Ipameri – GO de 1961 a 1990
Fonte: INMET

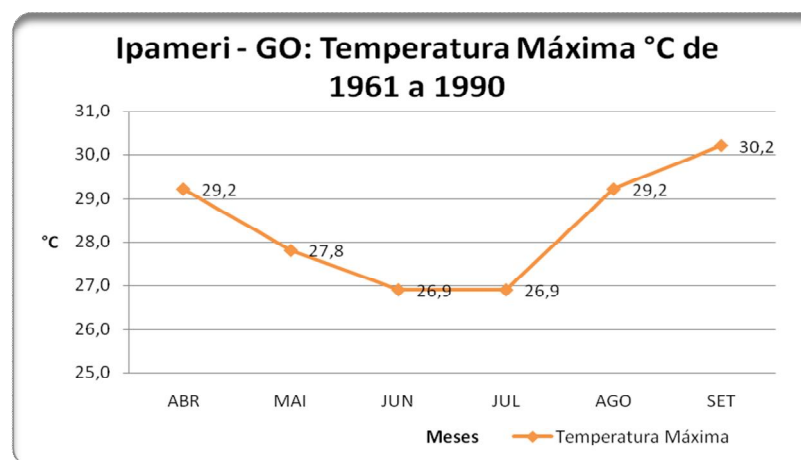


Figura 16: Temperatura Máxima estação seca Ipameri – GO de 1961 a 1990
Fonte: INMET

Analisando a Temperatura Mínima na Figura 17 é notado que na estação chuvosa são verificados os maiores valores, que oscilam de 18,6 °C a 19,6 °C, já na Figura 18 verificamos o comportamento das médias da Temperatura Mínima na estação seca, onde são visualizados os menores valores, 12°C no mês de junho e 11,5 °C no mês de julho. No que diz respeito à Temperatura Mínima a variação ao longo do ano é maior do que a observada na Temperatura Máxima, oscilando entre 11,5°C e 19,6°C.

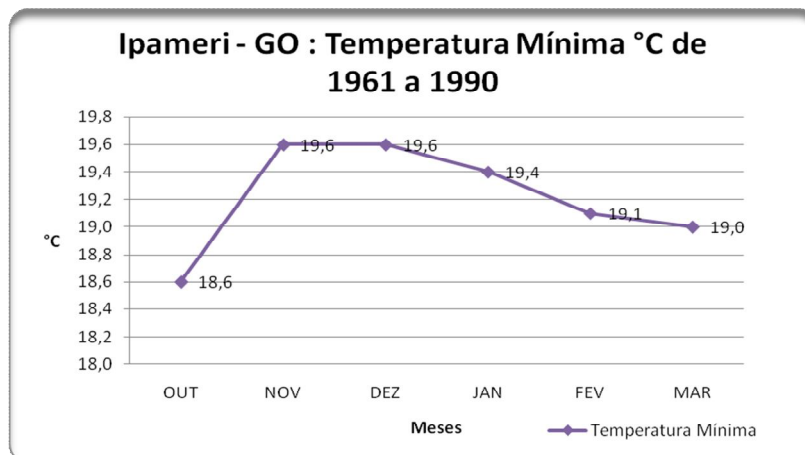


Figura 17: Temperatura Mínima estação chuvosa Ipameri – GO de 1961 a 1990
Fonte: INMET

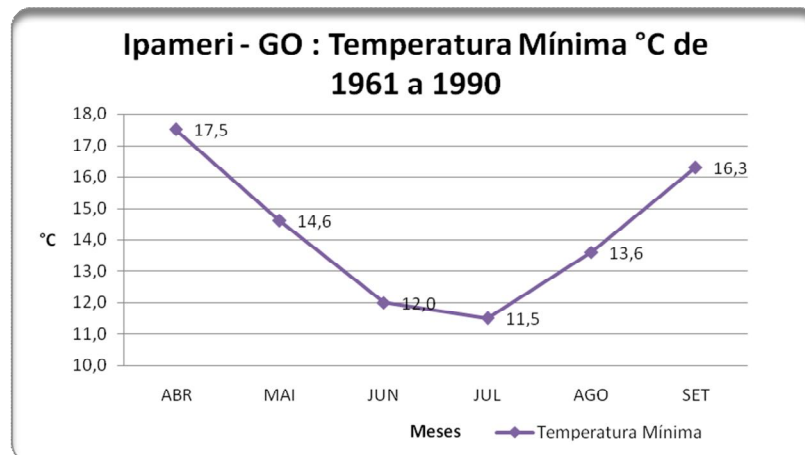


Figura 18: Temperatura Mínima estação seca Ipameri – GO de 1961 a 1990
Fonte: INMET

Analisando a precipitação no período proposto observamos que na estação chuvosa de acordo com Figura 19 as maiores alturas pluviométricas foram verificadas nos meses de dezembro 309,9 mm e janeiro 296,7. Na estação seca como verificado na figura 20 ocorrem os menores valores de precipitação, 9,2 mm em junho e 11,1 em julho.

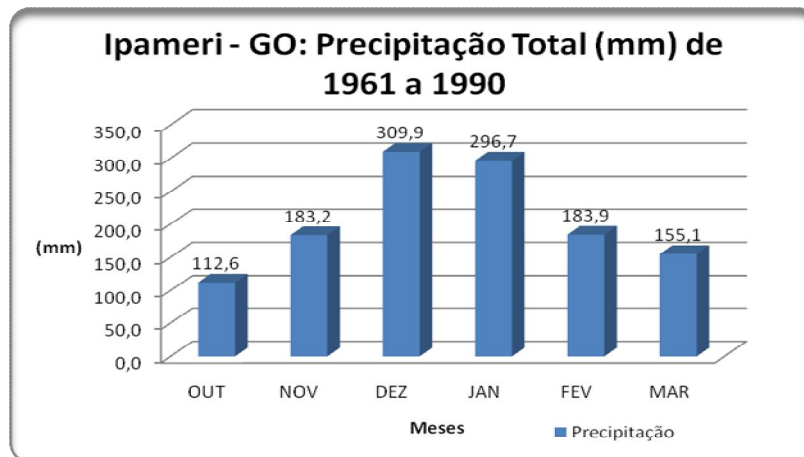


Figura 19: Precipitação Total estação chuvosa Ipameri – GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

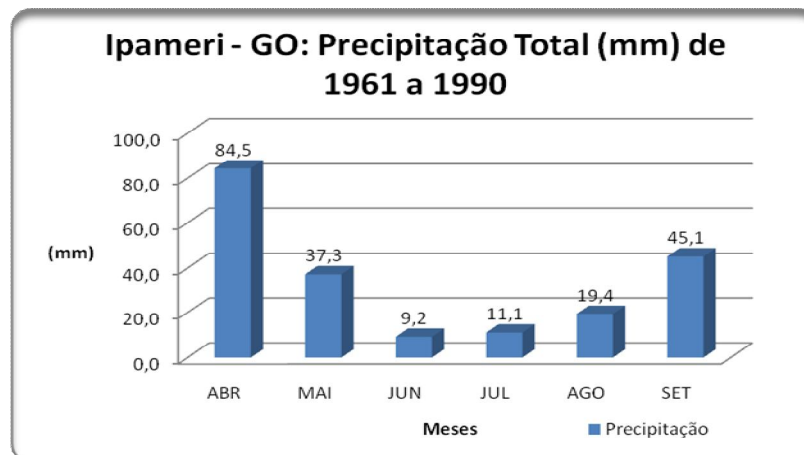


Figura 20: Precipitação Total estação seca Ipameri – GO de 1961 a 1990

Fonte: INMET

A Figura 21 demonstra o comportamento da umidade relativa do ar na estação chuvosa, onde são notados seus maiores valores, em dezembro 81 % e janeiro 80%. Tal fator tem relação com a pressão de saturação de vapor d'água, que por sua vez é diretamente proporcional à temperatura do ar. A Figura 22 corresponde a estação seca, onde os meses apresentam os valores de 66,0% em julho, 58% em agosto e 63% em setembro, sendo os menores valores médios mensais verificados durante o ano.

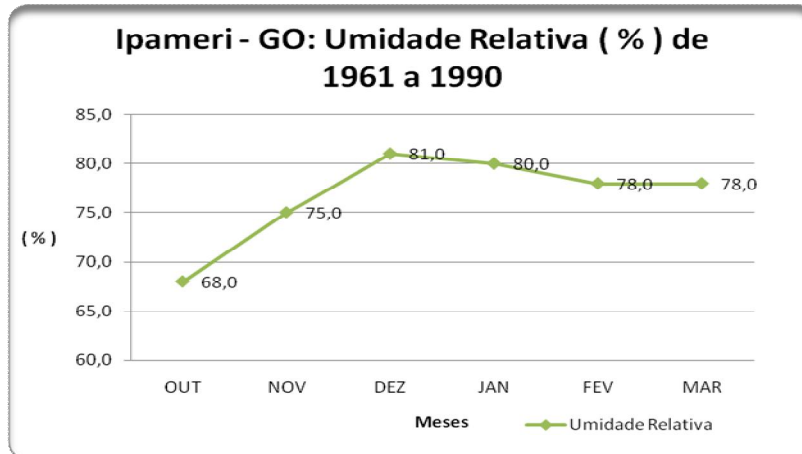


Figura 21: Umidade Relativa estação chuvosa Ipameri – GO de 1961 a 1990
 Fonte: INMET

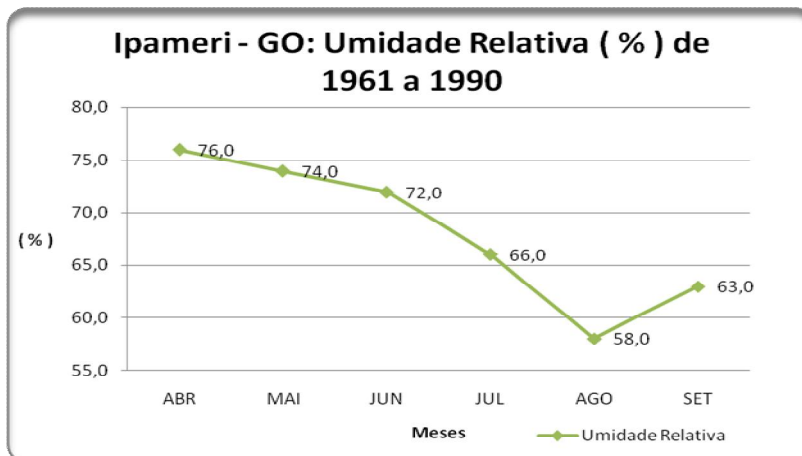


Figura 22: Umidade Relativa estação seca Ipameri – GO de 1961 a 1990
 Fonte: INMET

6.1.3 Paracatu – MG

Em relação à temperatura média é possível observar na Figura 23 que os valores da estação chuvosa variam de 24,2 °C a 23,2 °C, já na Figura 24 correspondente a estação seca os valores oscilam de 23,5 °C a 19,2 °C. É possível notar que os meses mais quentes são verificados na estação chuvosa outubro, fevereiro e março, já na estação seca os meses mais frios são verificados nos meses de junho e julho.

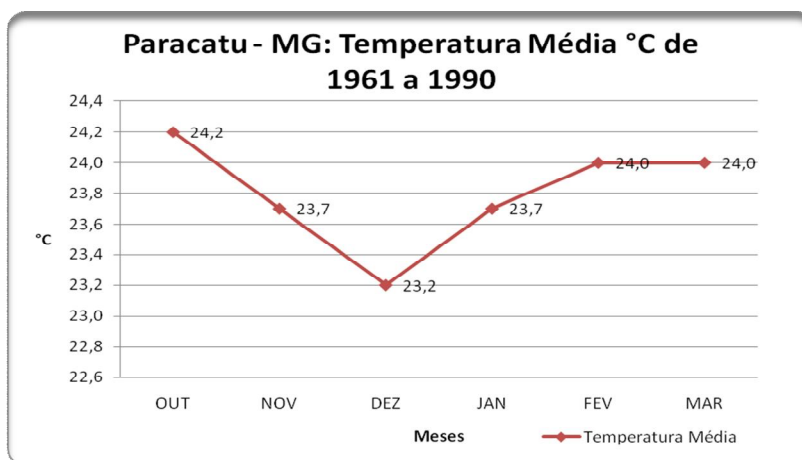


Figura 23: Temperatura Média estação chuvosa Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

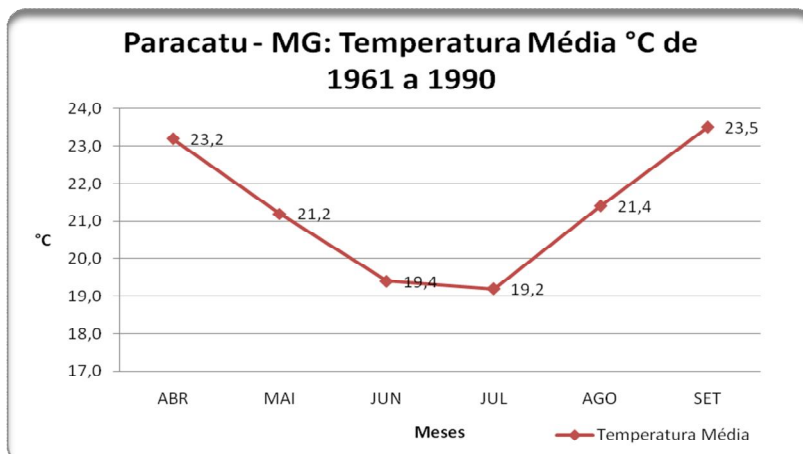


Figura 24: Temperatura Média estação seca Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

Como observado na Figura 25 os meses mais quentes da estação chuvosa ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, com temperaturas máximas superiores a 29,5 °C. Os maiores valores são notados nesses meses devido a estarmos no solstício de verão o que concomitantemente provoca maior incidência de raios solares no Hemisfério Sul. Já na Figura 26 é possível observar o comportamento das temperaturas máximas na estação seca, os menores valores notados foram verificados nos meses de junho e julho 27,2°C e 27,1°C respectivamente, sendo importante ressaltar que no mês de setembro é notado um aumento das temperaturas 30,5°C.

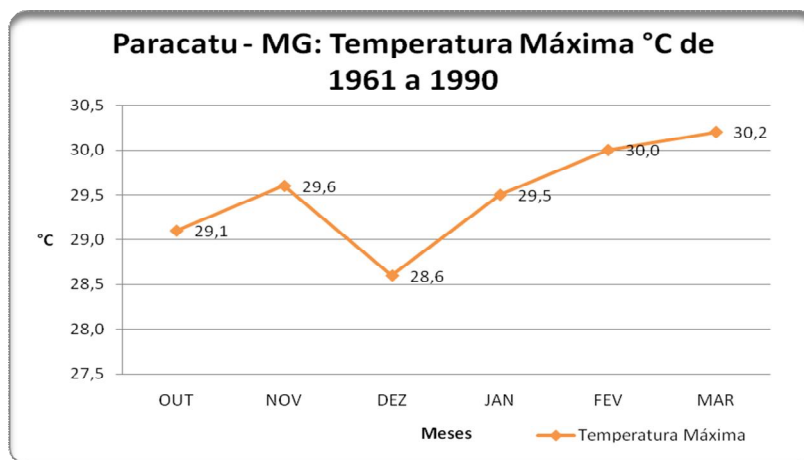


Figura 25: Temperatura Máxima estação chuvosa Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

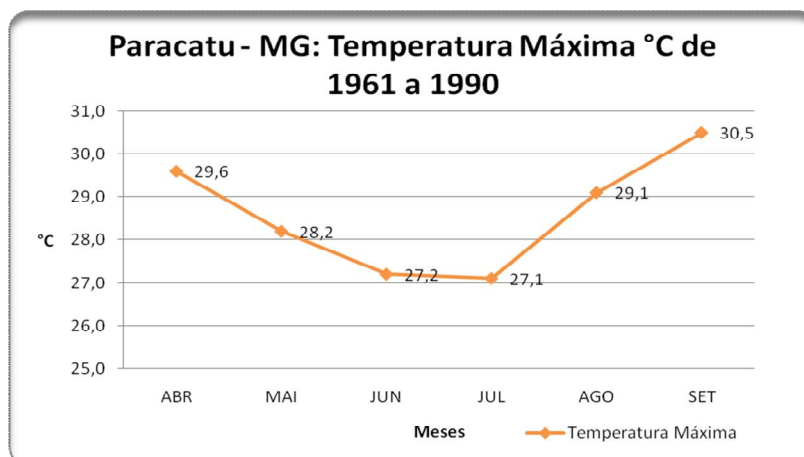


Figura 26: Temperatura Máxima estação seca Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

Os meses mais frios são verificados na estação seca, junho e julho, os quais se destacam com temperaturas mínimas de 13,3°C e 13,1°C, isto devido ao fato de que no inverno ocorre o domínio da massa polar, que impede a formação de nuvens pelo fato de o ar estar frio e seco como pode ser observado na Figura 28. Já na estação chuvosa Figura 27 são notados valores mínimos de até 19,4 °C e 19,3 ° em dezembro e janeiro respectivamente.

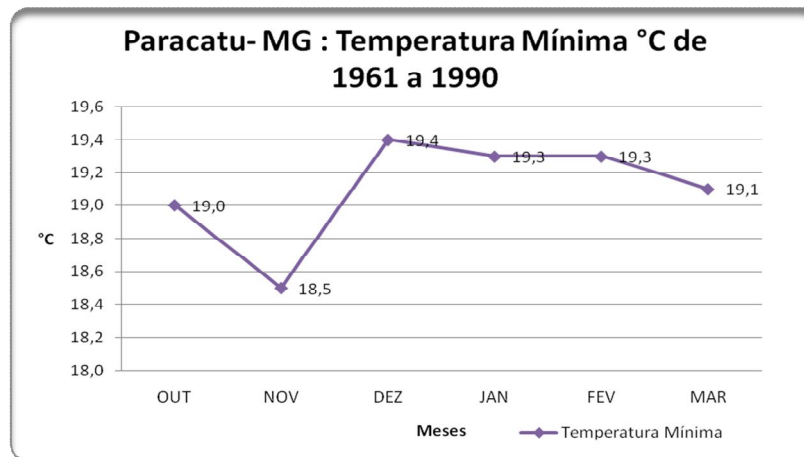


Figura 27: Temperatura Mínima estação chuvosa Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

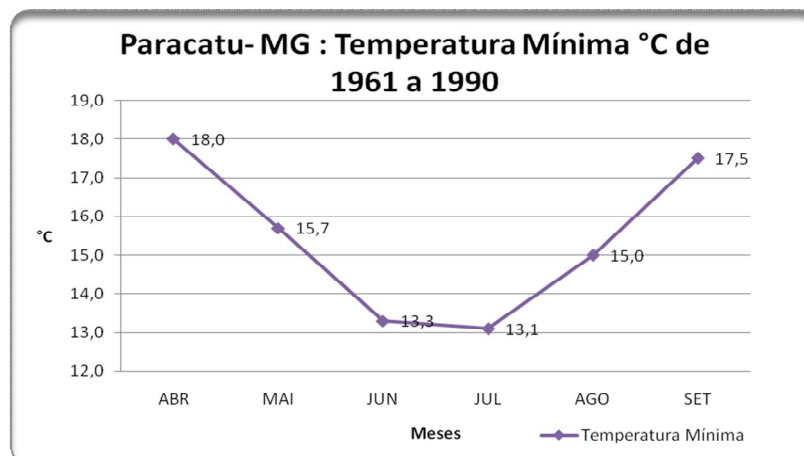


Figura 28: Temperatura Mínima estação seca Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

É possível verificar na Figura 29 que os meses de dezembro e janeiro se destacam como os mais chuvosos, apresentando valores de 324,1 mm e 260,0 mm respectivamente, depois é notada uma diminuição das chuvas até o mês de abril quando se encerra o período chuvoso. É possível observar na Figura 30 que as chuvas adentram-se até o mês de maio, sendo notados no mês de junho a agosto valores muito baixos de precipitação, caracterizando dessa forma o período seco, sendo que o mês de junho se destaca como o de menor precipitação pluviométrica 6,7 mm.

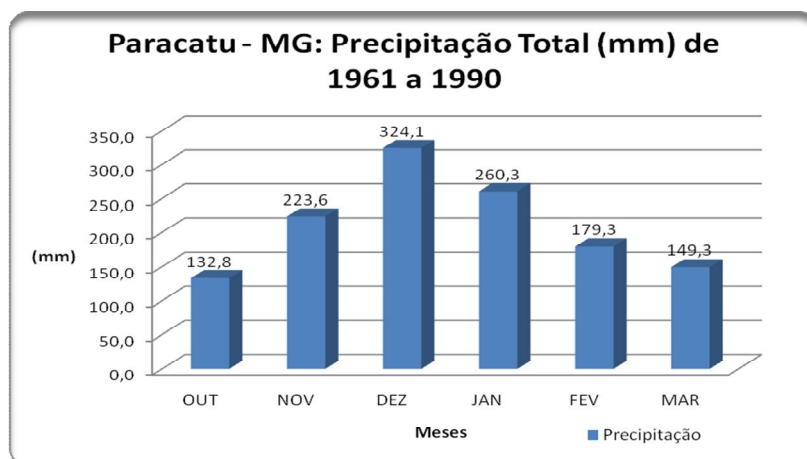


Figura 29: Precipitação Total estação chuvosa Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

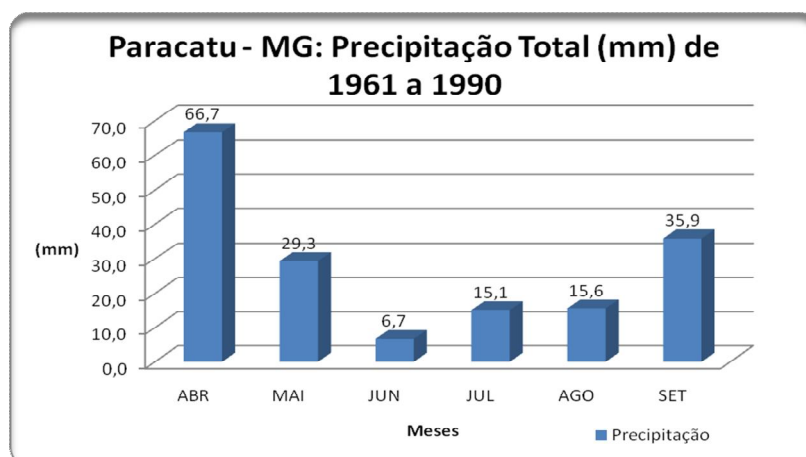


Figura 30: Precipitação Total estação seca Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte: INMET

A estabilidade verificada nos meses de maio e setembro está ligada a atuação da massa de ar polar, que se tropicaliza e se estabiliza sobre o Planalto Central, impedindo o fluxo de umidade originado no norte do país. O ar nesse período além de frio torna-se seco. De acordo com a Figura 31 na estação chuvosa são verificadas as máximas de umidade relativa do ar no mês de dezembro e janeiro com valores superiores a 80 %. Já na estação seca é possível verificar valores mais baixos de acordo com a Figura 32 é possível observar valores de até 63% de umidade relativa do ar.

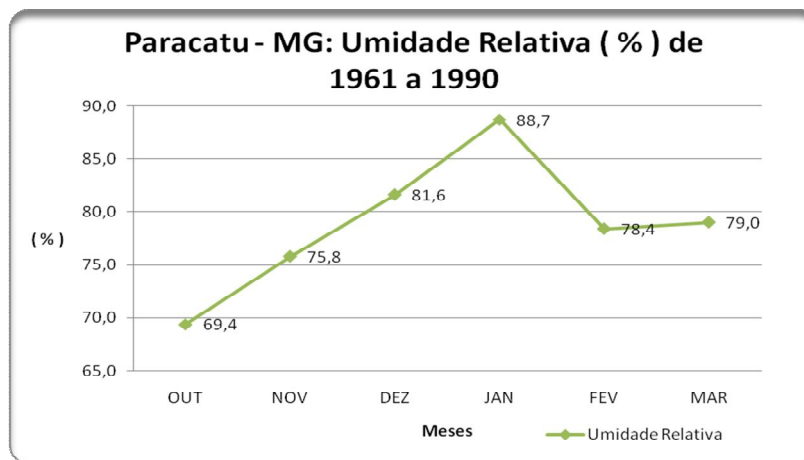


Figura 31: Umidade Relativa estação chuvosa Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte : INMET

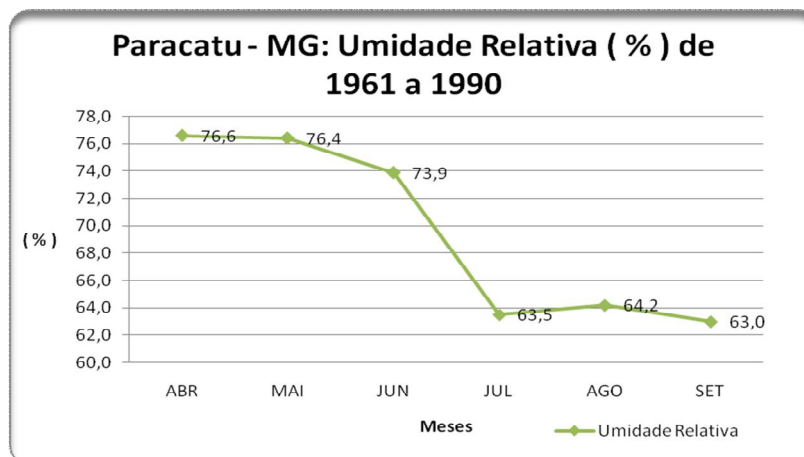


Figura 32: Umidade Relativa estação seca Paracatu - MG de 1961 a 1990
Fonte : INMET

6.2 Comparação Climática preliminar no entorno do reservatório do SEFAC considerando pré e pós enchimento

6.2.1 Temperatura do Ar

A temperatura é um dos elementos mais discutidos no tempo atmosférico, podendo ser definida como o movimento de moléculas, que quanto mais rápido mais elevado será o valor da temperatura, porém ela é comumente definida como o grau de calor que um corpo possui. O balanço entre a radiação que chega e a que sai, e a sua transformação em calor latente e sensível que determina a temperatura de um corpo. (AYOADE, 2007).

As variações sazonais na temperatura se dão em função do volume de insolação recebida em qualquer lugar sobre o globo, além de outros fatores climáticos. No verão as temperaturas são mais elevadas devido ao maior volume de insolação, já no inverno são mais amenas devido a menor recepção de insolação. Na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, as temperaturas médias variam pouco durante o ano, enquanto em latitudes médias e altas grandes contrastes de temperatura entre inverno e verão.

É observado na Figura 33, que na Primavera – Verão as temperaturas se mantêm constantemente elevadas, em setembro e outubro são notadas as maiores temperaturas médias, já que em tal época o hemisfério sul recebe os raios solares com maior intensidade, e a estação chuvosa ainda não se estabeleceu. A maior temperatura média registrada ocorreu no mês de outubro/08 em Pires do Rio – GO 25,8 °C e a menor no mês de dezembro/08 em Cristalina - GO 20,8 °C.

Já na Figura 34 notamos o comportamento das temperaturas médias no Outono - Inverno, estação seca, devido a continentalidade da região e conseqüente secura do ar são registradas temperaturas baixas nos meses de maio e junho/09. Observa-se que os maiores valores registrados encontram-se no mês de setembro/09 em Catalão - GO e Pires do Rio – GO, 24,4°C e 24,0°C respectivamente. As menores temperaturas médias foram notadas no mês de junho/09 em Cristalina – GO e Guarda Mor – MG com o valor respectivo de

18,2 °C. De acordo com Nimer (1979) as temperaturas baixas na região estão relacionadas à ação direta do anticiclone polar, sucedendo à passagem de frentes frias. Porém também ocorrem no inverno temperaturas elevadas, sendo por esse motivo as médias de temperatura em tal estação pouco representativas.

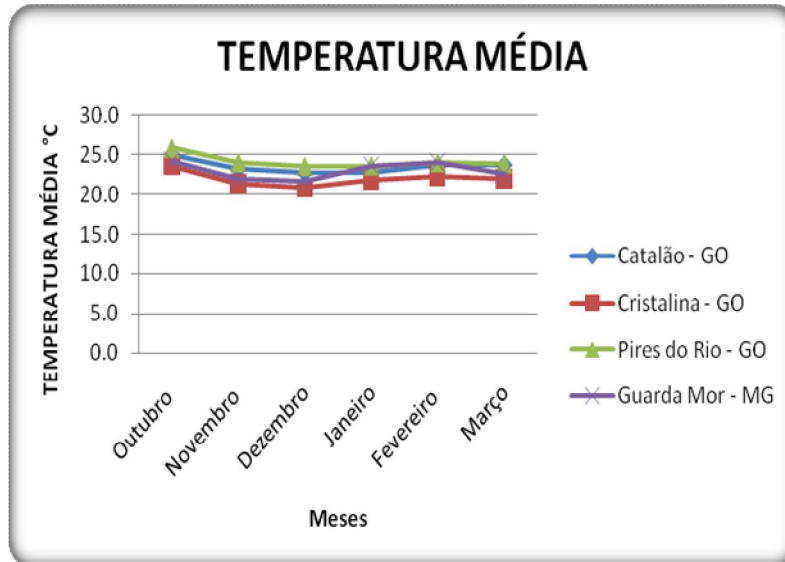


Figura 33: Temperatura Média estação chuvosa 2008-2009

Fonte: INMET

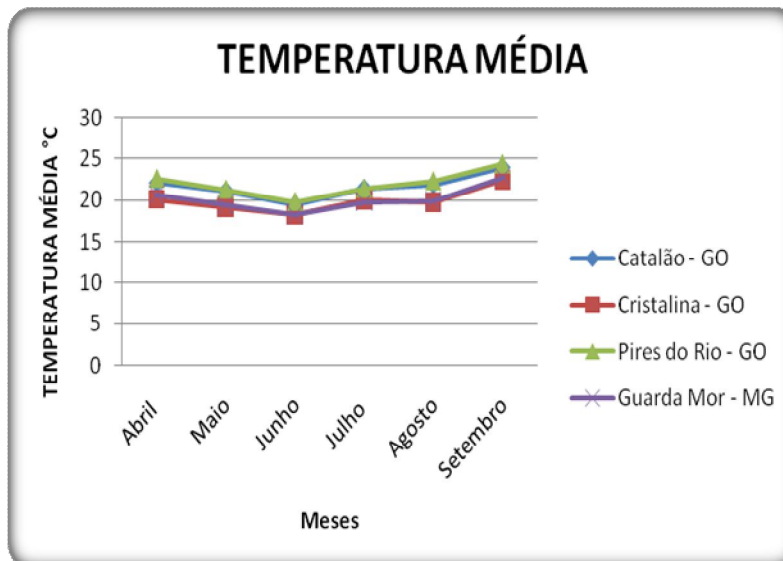


Figura 34: Temperatura Média estação seca 2008-2009

Fonte: INMET

De acordo com a Figura 35, verifica-se que o mês mais quente é fevereiro/10, que apresenta temperatura média de 24,8°C em Pires do Rio - GO e Catalão – GO respectivamente, seguido dos meses de janeiro e março/10 com médias de 24,3°C e 24,5°C em Pires do Rio - GO. As maiores temperaturas são observadas de dezembro a março devido ao solstício de verão, possibilitando maior incidência de raios solares no Hemisfério Sul. Pode ser observado que as temperaturas médias variam de 20,6°C a 24,8°C.

A temperatura do ar expressa a medida, em graus Celsius, da quantidade de calor existente no ar próximo da superfície do solo. A Figura 36 demonstra que a temperatura média no período abordado nessa análise, com maior valor é verificada em Pires do Rio – GO, 25,2°C no mês de setembro/10. A menor média é verificada em Guarda Mor - MG no mês de junho/10, 17,7 °C. É notada uma diferença significativa nas temperaturas, tal fato se dá pela forte atuação da massa polar nos meses de junho e julho na região e pela passagem do sol nos paralelos da região no mês de setembro.

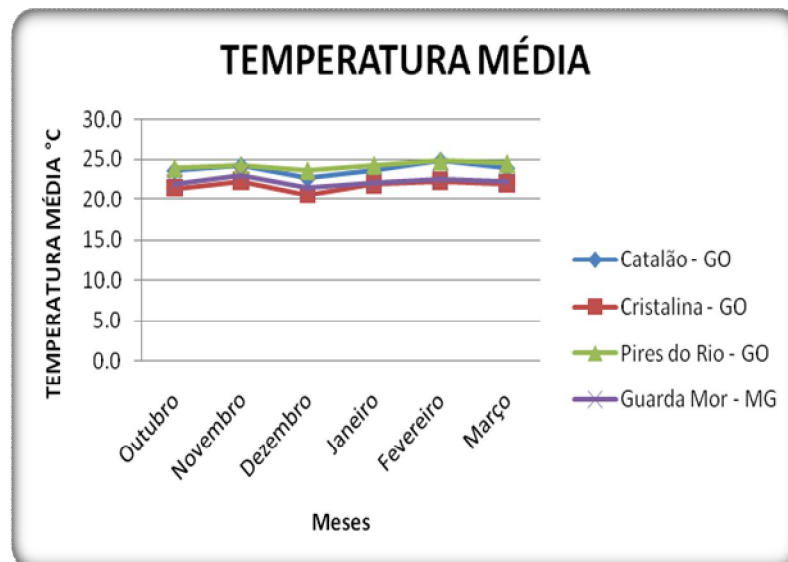


Figura 35: Temperatura Média estação chuvosa 2009-2010
Fonte : INMET

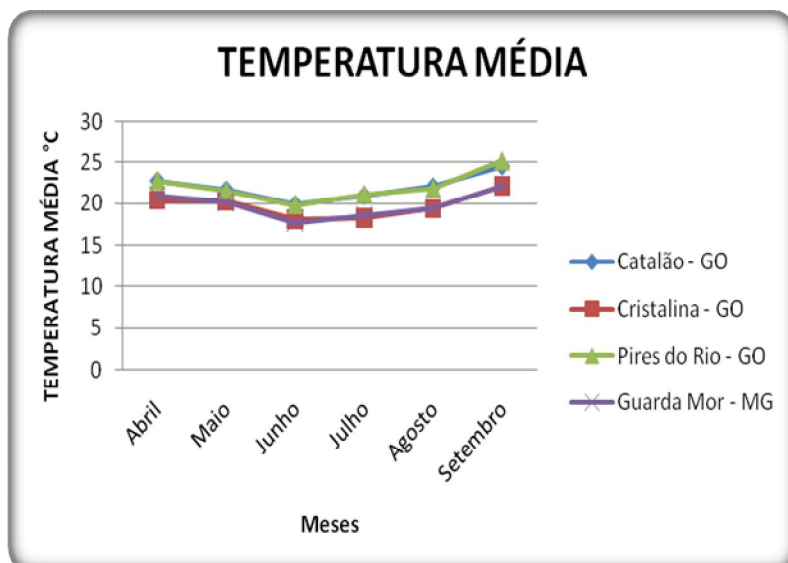


Figura 36: Temperatura Média estação seca 2010
 Fonte : INMET

6.2.3 Precipitação

O termo precipitação é usado para qualquer deposição em forma líquida ou sólida derivada da atmosfera, referindo-se às várias formas líquidas e congeladas de água, porém somente a chuva e a neve contribuem com os totais de precipitação, sendo que nos trópicos o termo precipitação pluvial é sinônimo de precipitação, já que a neve é inexistente. (AYOADE, 2007)

Ainda de acordo com Ayoade (2007) a medição da precipitação pluvial encontra-se cercada de alguns problemas, sendo que tal medição é feita com a ajuda de um pluviômetro. O volume de chuva captado por um pluviômetro em determinado local depende de vários fatores tais como sua altura acima do solo, velocidade do vento e a taxa de evaporação, sendo importante ressaltar que a localização do sítio da medição também se faz importante para uma boa aquisição de dados.

O conhecimento do comportamento da precipitação é de relevante importância, seja para planejamento de atividades relacionadas com a água, como geração de energia elétrica, sistemas de irrigação, exploração de aquíferos, sistema de reserva e suprimento de água para abastecimento público, seja para estudos do comportamento hidrológico, como do

escoamento superficial e da infiltração, que em geral utilizam a precipitação como variável condicionante. (CARVALHO, 1988)

De acordo com a Figura 37 observa-se que o período chuvoso inicia-se no mês de outubro/08, sendo importante ressaltar que no mês de setembro são verificadas chuvas com valores menores, ocorrendo um aumento ao longo dos meses. É notado através da flutuação da pluviosidade as características do regime tropical de chuvas. A partir de outubro/08 é observado o aumento mensal da pluviosidade nas respectivas cidades de Catalão, Cristalina e Pires do Rio. A cidade de Catalão - GO com 313,8 mm registrou a maior altura de chuva no mês de fevereiro/10, sendo que a menor altura de chuva foi verificada em Pires do Rio – GO em outubro/09, 63,0 mm. A estação automática da cidade Guarda Mor – MG não apresentou valores das alturas pluviométricas condizentes com a realidade pluviométrica dos meses analisados, demonstrando dessa forma alguma irregularidade.

Na Figura 38, é notado que os meses de junho, julho e agosto/09 compõem o trimestre de menor precipitação pluviométrica, quase sempre com valores inferiores a 30 mm. Sendo notados no mês de julho os menores índices de precipitação com mínima de 0,0 mm na cidade de Cristalina – GO e máxima de 3,00 mm na cidade de Catalão – GO. Já ao final da estação seca, em setembro, identificamos o início das chuvas, observa-se simultaneamente, um aumento da disponibilidade de calor em consequência da incidência dos raios solares no hemisfério sul e o enfraquecimento dos sistemas de circulação associados ao anticiclone polar, o que favorece a atuação das linhas de instabilidades tropicais e determina a ocorrência do período quente e chuvoso que os dados apresentados demonstram. A maior altura de chuva foi observada no mês de abril/09 248,8 mm em Cristalina – GO. É importante ressaltar que a estação de Guarda Mor não registrou dados no período demonstrado graficamente na Figura.

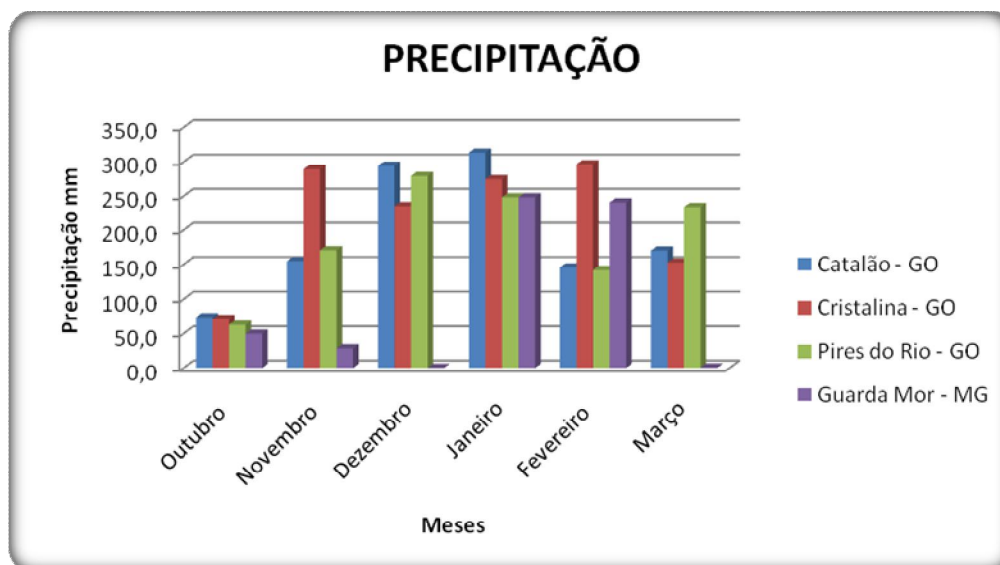


Figura 37: Precipitação Total estação chuvosa 2008 – 2009
 Fonte: INMET

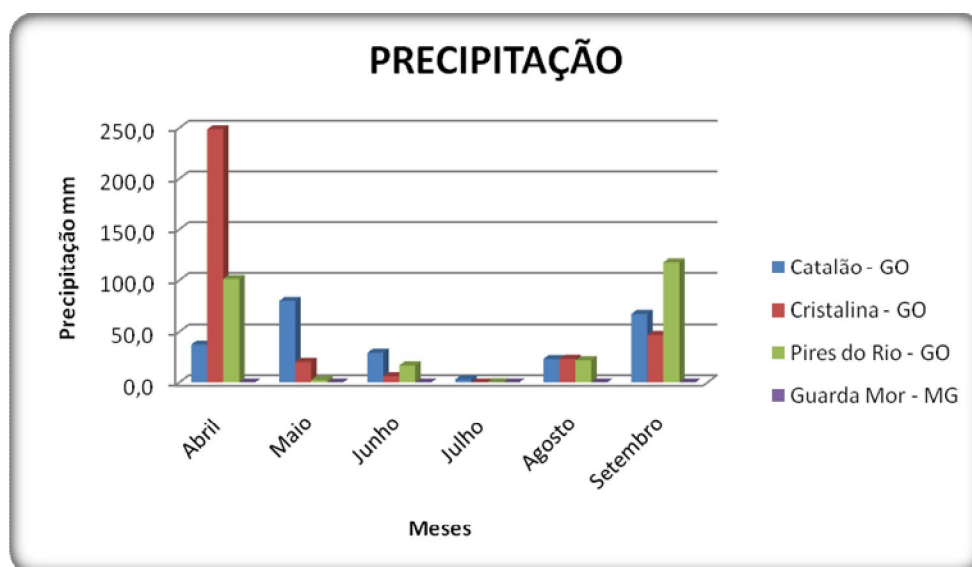


Figura 38: Precipitação Total estação seca 2009
 Fonte: INMET

É percebido como já relatado acima o início das chuvas na região no mês de setembro/09, na Figura 39 em outubro e novembro/09 é percebido que estas vão aumentando significadamente, enquanto os meses de dezembro e janeiro/10 destacam-se como os mais chuvosos e assim, gradativamente, em

fevereiro e março ocorre certa estabilização dos índices pluviométricos. As maiores alturas pluviométricas foram registradas na cidade de Cristalina – GO, nos meses de dezembro/09 e janeiro/10, respectivamente com os valores 339,8 mm e 317,0 mm. O menor valor foi notado na cidade de Pires do Rio – GO no mês de março/10, 92,0 mm. Sendo importante relatar novamente que a estação de Guarda Mor – MG apresentou problemas com relação aos dados do índice pluviométrico.

De acordo com a Figura 40 a partir do mês de maio/10 é notada uma diminuição na precipitação, sendo que as chuvas adentram-se ainda até junho/10, nos meses de julho e agosto/10 é possível observar valores notadamente baixos de altura pluviométrica, caracterizando o período seco. O maior valor de precipitação ocorreu em abril/10 75,8 mm na cidade de Pires do Rio – GO, sendo que nos meses de julho e agosto/10 as cidades de Catalão – GO, Cristalina - GO, Pires do Rio – GO e Guarda Mor - MG apresentaram respectivamente a menor precipitação pluviométrica, praticamente nula. No mês de setembro/10 é verificado o aumento dos índices pluviométricos, devido a maior incidência de calor.

A estabilidade do tempo verificada principalmente entre os meses de julho e agosto/10 está associada à atuação da massa de ar polar, que se tropicaliza e se estabiliza sobre o Planalto Central, impedindo o fluxo de umidade originado no norte do país. É nesse período que, além frio, o ar torna-se seco, sendo comum o registro de taxas médias de umidade relativa.

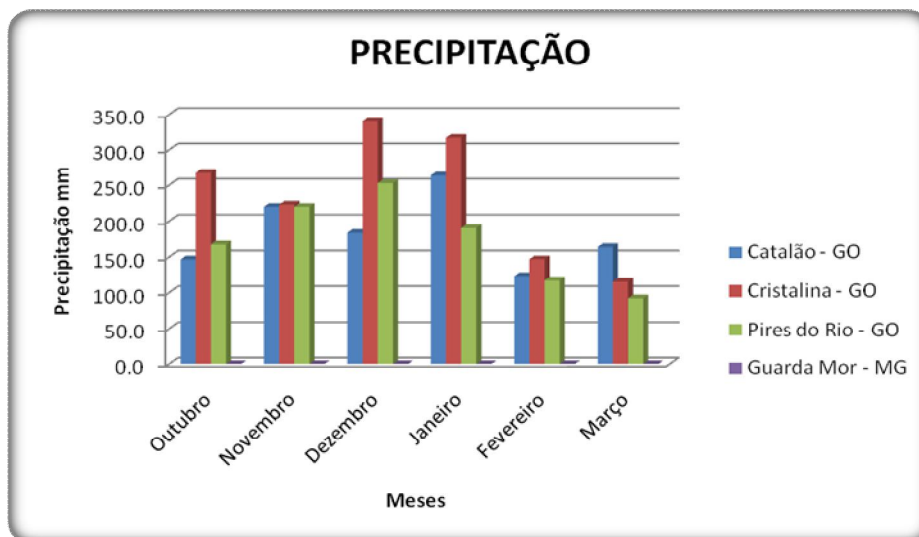


Figura 39: Precipitação Total estação chuvosa 2010 Fonte: INMET

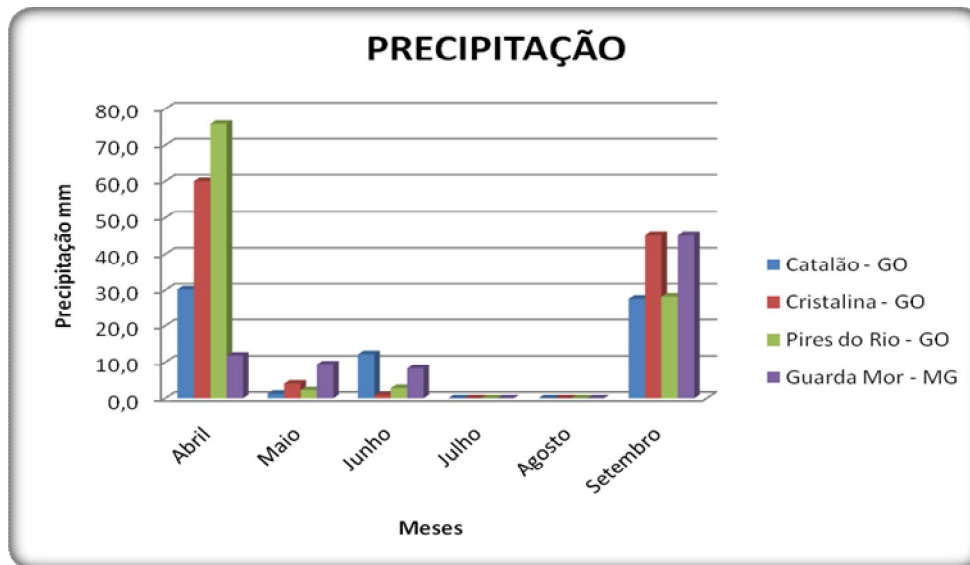


Figura 40: Precipitação Total estação seca 2010
Fonte: INMET

6.2.4 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade em que o mesmo volume do ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado, geralmente é expressa em forma de porcentagem. É considerada como a medida de umidade do ar mais comumente usada, porque é facilmente usada e computada. (AYOADE, 2007)

A umidade relativa deve variar sempre que ocorrer uma variação na quantidade de vapor d'água presente no ar ou sua temperatura se altere. Embora o vapor d'água represente somente 2% da massa total da atmosfera e 4% de seu volume, ele é o componente atmosférico mais importante na determinação do tempo e do clima, sendo que a quantidade de vapor d'água varia de lugar para lugar e no transcurso do tempo em determinada localidade. (AYOADE, 2007; DOON, 1978)

A temperatura influencia fortemente a umidade relativa, sendo que a mesma varia em razão inversa à temperatura, pois quando esta diminui aquela aumenta, posto que o ar se encontra mais perto de sua condição de saturação.

A umidade relativa será analisada com base nas estações seca e chuvosa, partindo do princípio que na região as duas estações são bem definidas. De acordo com a Figura 41 que retrata a estação chuvosa de 2008/2009, é possível observar um aumento da Umidade Relativa do Ar de Outubro/08 a Janeiro/2009, sendo que nos meses de Fevereiro e Março/09 os valores se mantêm aproximados e estabilizados. Esse fato está relacionado com o início da estação chuvosa no mês de outubro na região que possibilita uma variação da quantidade de vapor d'água presente no ar. Sendo importante ressaltar que os maiores valores de umidade relativa registrados ocorreram no mês de dezembro/08 e janeiro/09 na cidade de Cristalina-GO, com valores 81,4 % e 82,5 % respectivamente, os menores valores foram observados em Cristalina – GO 50,8 % e Guarda Mor – GO 52,0 % no mês de outubro/08.

A Figura 42 possibilita avaliar o comportamento da umidade relativa na estação seca no ano de 2009 onde é percebido um decréscimo nos valores de umidade relativa do ar de abril a junho, os meses de maio e junho possuem certa estabilidade do tempo, nesse período o ar torna-se frio e seco, sendo comum o registro de taxas médias de umidade relativa que está associada à atuação da massa de ar polar, que se estabiliza sobre o Planalto Central, impedindo o fluxo de umidade originado no norte do país. Sendo que de junho a julho é notado uma diminuição nos valores de umidade relativa do ar, posteriormente ocorre uma estabilização dos valores, havendo um aumento da mesma no mês de setembro devido ao início das chuvas. O maior valor de umidade relativa do ar foi verificado no mês de abril 81,3 % em Guarda Mor – MG, e o menor valor 51,9% foi observado em agosto/09 na cidade de Catalão .

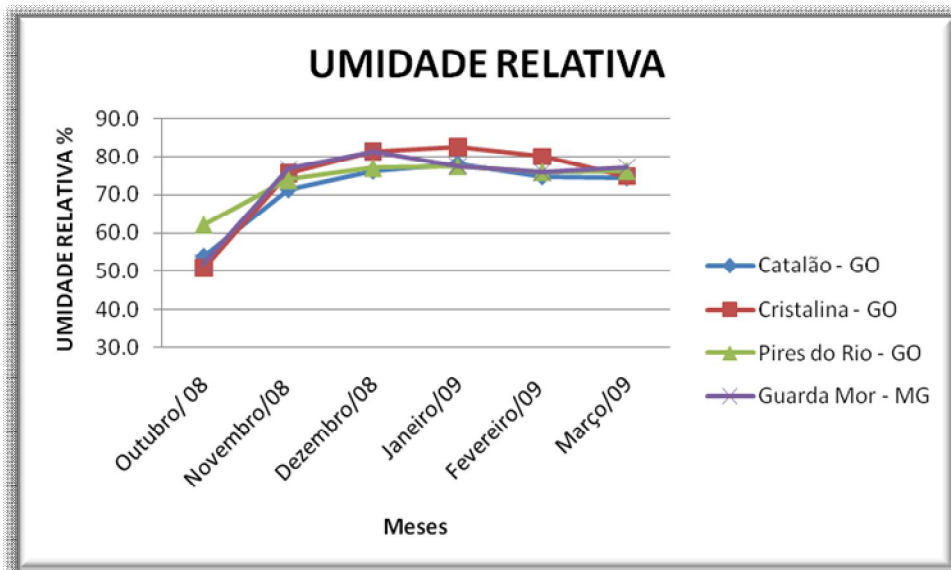


Figura 41: Umidade Relativa estação chuvosa 2008-2009
 Fonte: INMET

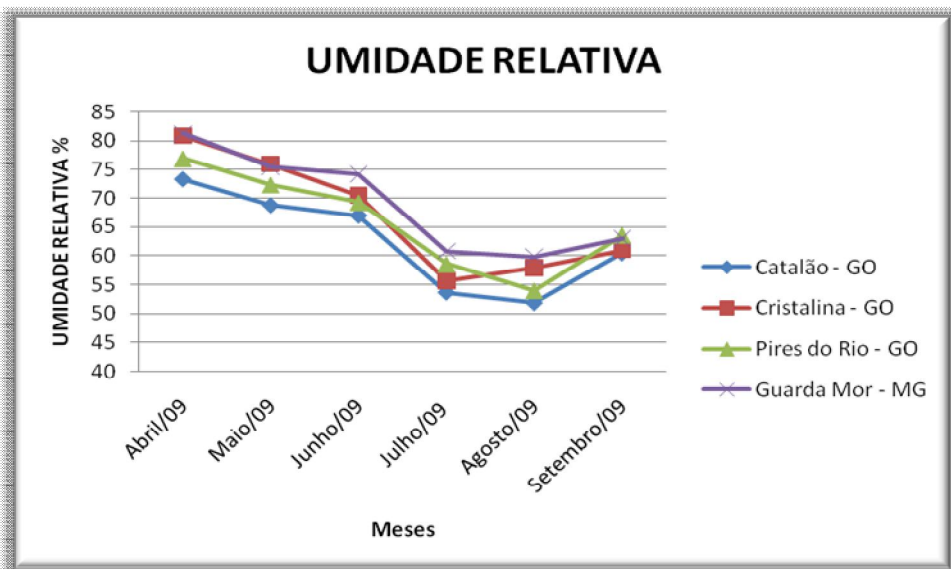


Figura 42: Umidade Relativa estação seca 2009
 Fonte: INMET

A figura 43 descreve a umidade relativa da estação chuvosa da região analisada no ano 2009/2010. São observados altos valores de umidade relativa que estão relacionados ao início das primeiras chuvas na região. É importante ressaltar que a umidade relativa do ar sofre variações ao longo do dia de acordo com a temperatura do ar. A umidade relativa é menor durante o dia e maior durante a noite devido ao movimento aparente do sol durante o dia atingindo o seu zênite ao meio dia, ou seja, com o nascer do sol e com os acréscimos de temperatura, a umidade relativa inicia sua marcha decrescente, indo alcançar o valor mínimo devido a ocorrência da temperatura máxima. Nota-se que o menor valor de umidade relativa 71,2% ocorre nas cidade de Catalão – GO e Pires do Rio – GO respectivamente, no mês de novembro/09. O maior valor 84,1 % é observado no mês de dezembro/09 na cidade de Guarda Mor – MG.

Como demonstrado na Figura 44 são observados valores de umidade relativa do ar na estação seca inferiores a 37%, na cidade de Catalão – GO no mês de agosto/10 e valores máximos de 72,3% no mês de abril/10. Notadamente é percebido um decréscimo nos valores de umidade relativa de abril/10 a setembro/10, caindo de valores de 72,3% a 39,5%.

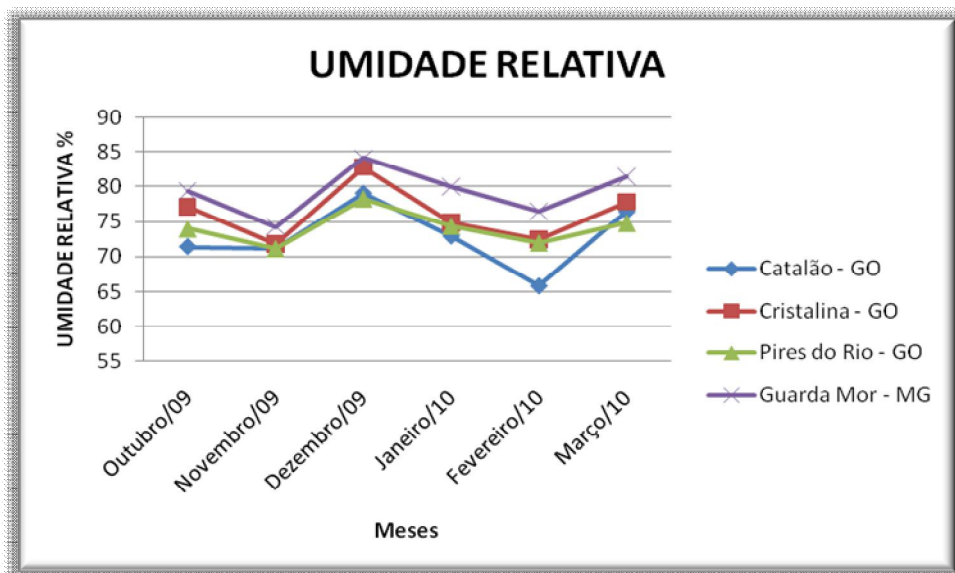


Figura 43: Umidade Relativa estação chuvosa 2009-2010
Fonte: INMET

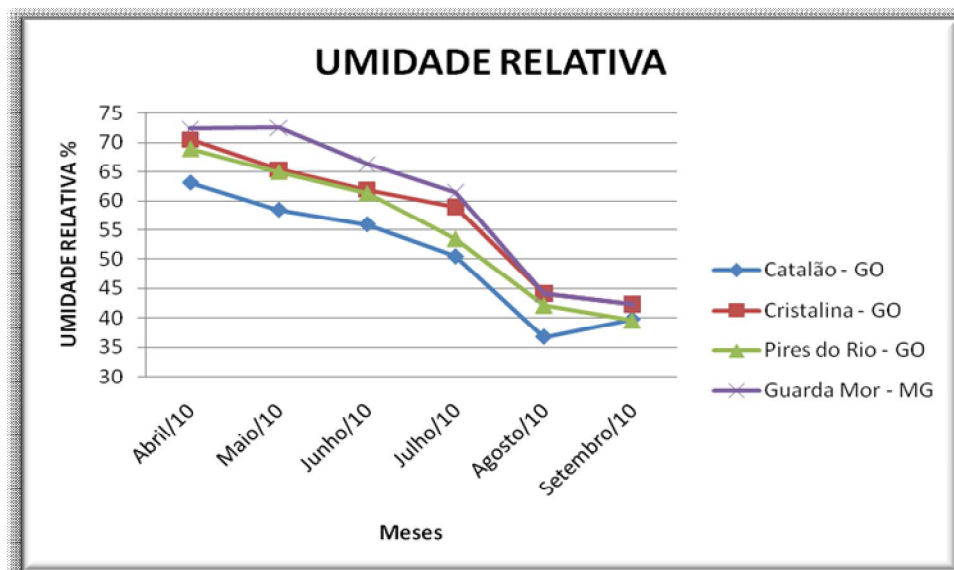


Figura 44: Umidade Relativa estação seca 2010
 Fonte: INMET

6.3 Análise Mapas Isoietas, Isotermas e Isoígras

6.3.1 Mapas Isoietas

No mapa de Isoietas do período de outubro a março de 2008/2009 Figura 45 é possível perceber que os maiores índices de precipitação se concentram a noroeste com máximas de 220,0 mm na cidade de Cristalina – GO, sendo observado uma diminuição nas médias de precipitação no sentido norte – sul , a cidade de Catalão – GO apresenta médias de 192,1 mm de precipitação e Pires do Rio – GO que apresenta a menor altura pluviométrica 189,5.

No período de análise de abril a setembro de 2009 a Figura 46 demonstra que os maiores índices pluviométricos novamente são notados a noroeste na cidade de Cristalina – GO 57,7 mm, ocorrendo uma diminuição das médias pluviométricas de norte a sul, Pires do Rio – GO 43,6 mm e Catalão apresentando o menor valor de precipitação 40,3, porém é possível notar que a diferença entre as médias de precipitação das cidades analisadas não é muito significativa.

Na estação chuvosa de outubro a março 2009/2010, Figura 47, é notado que a cidade de Cristalina a noroeste apresenta o maior valor de precipitação 234,8mm , Catalão- GO ao sul apresenta o valor de 183,4mm e a cidade de Pires do Rio – GO apresenta o menor altura pluviométrica 173,2mm , na período chuvoso verificamos entre as cidades uma maior diferença entre valores de precipitação.

Ao analisarmos a distribuição das chuvas no período de abril a setembro de 2010 de acordo com a Figura 48 é possível notar que as alturas pluviométricas são muito baixas, fato esse devido a análise compreender o período seco. As maiores alturas pluviométricas são verificadas na cidade de Cristalina – GO , 18,3 mm, porém em Pires do Rio – GO a leste são observadas médias muito próximas 18,1mm e em Catalão a sul o menor valor de precipitação 11,8 mm.

Em todos os mapas de Isoietas analisados foi possível verificar que a cidade de Cristalina- GO apresenta os maiores valores de precipitação , fato esse que pode ser justificado pela influência da topografia pois a cidade apresenta a maior altitude dentre as cidades analisadas 1.189 m , enquanto Catalão se encontra a 840 m de altitude e Pires do Rio a 752 m de altitude. De acordo Nimer (1979) o mecanismo atmosférico constitui o fator regional que assegura certa homogeneidade climática a Região Centro - Oeste, enquanto que o relevo, através da variação da altitude e a variação latitudinal, levam a heterogeneidade.

6.3.2 Mapas Isotermas

Observamos na Figura 49 que no período de outubro a março de 2008/2009 a cidade de Pires do Rio – GO apresentou a maior temperatura média na estação chuvosa 24,1°C, verifica-se também que ocorre uma diminuição das médias de temperatura no sentido de leste a oeste, e posteriormente de oeste a norte, onde Catalão – GO apresenta valores de 23,5°C, Guarda Mor – MG 23,2 °C e Cristalina – GO apresenta nesse período a menor temperatura verificada 21,9 °C.

Na Figura 50 é possível verificar o comportamento das temperaturas médias de abril a setembro de 2009, ou seja, na estação seca. É percebido que as cidades de Pires do Rio – GO e Catalão GO apresentam as maiores temperaturas , 21,6 °C e 21,3 °C respectivamente . As cidades de Guarda Mor-MG e Cristalina – GO apresentam as menores temperaturas médias , sendo também muito próximas 19,7 °C e 19,6°C.

As temperaturas médias de outubro a março 2009/2010 , como demonstrado na Figura 51 , são maiores nas cidades de Pires do Rio – GO e Catalão – GO , 24,2°C e 23,8°C respectivamente, já nas cidades de Guarda Mor – MG a leste e Cristalina- GO a norte são observadas as menores temperaturas, 22,2°C e 21,7°C respectivamente.

Ao analisarmos a estação seca do ano de 2010 , abril a setembro na Figura 52 novamente observamos comportamento das temperaturas médias verificados na estação seca do ano 2009, onde Pires do Rio – GO e Catalão – GO apresentam as maiores temperaturas médias, 22,0°C em ambas e Guarda Mor – MG e Cristalina – GO apresentam as menos temperaturas médias, 19,8 °C e 19,7°C.

Foi possível observar um aumento gradual de temperatura de leste para oeste. De acordo com Monteiro (1951) essa variação tem relação com as características do relevo diferenciado que possibilita tal distribuição heterogênea. A altitude possui influência considerável na temperatura da região, explicando inclusive o aumento térmico de leste para oeste devido a queda das cotas altimétricas.

6.3.3 Mapa de Isoígras

A Figura 53 possibilita visualizar o comportamento da Umidade relativa do ar na estação chuvosa outubro a março 2008/2009, onde é notado que os valores de decrescem de norte a sul, os maiores valores de umidade são verificados nas cidades de Cristalina e Pires do Rio – GO, 74,1 %, e 73,8% respectivamente, Guarda Mor – MG apresenta média de 73,4% e Catalão o menor valor 71,5%.

As análises realizadas no período de abril a setembro de 2009, estação seca, Figura 54, demonstram que o maior valor observado ocorreu a leste na cidade de Guarda Mor – MG 69,1 % de umidade relativa do ar, Cristalina – GO e Pires do Rio – GO apresentam valores de 67% e 65,8% respectivamente, sendo que Catalão apresentam o menor valor 62,5%.

De acordo com a Figura 55, de outubro a março 2010 é notado novamente a maior média de umidade relativa do ar na cidade de Guarda Mor – MG 79,2% e a menor média na cidade de Catalão – GO 72,2%, sendo que Pires do Rio - GO apresenta média de 74,2% e Cristalina – GO 76,1%.

No período de abril a setembro de 2010 de acordo com a Figura 56 é confirmada a tendência das maiores médias de umidade relativa do ar na cidade de Guarda Mor – MG 63,3%, bem como os menores valores em Catalão – GO, 50,7%. As cidades de Pires do Rio – Go e Cristalina apresentam valores de 55,0% e 57,0% de umidade relativa do ar. É notado nessa análise que ocorre uma maior variação dos valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar entre as cidades.

As devidas oscilações nos períodos secos e chuvosos estão em grande parte associadas a atuação da Massa Polar Atlântica no inverno e os sucessivos avanços das frentes frias durante o verão proporcionando maior disponibilidade de vapor d'água na atmosfera.

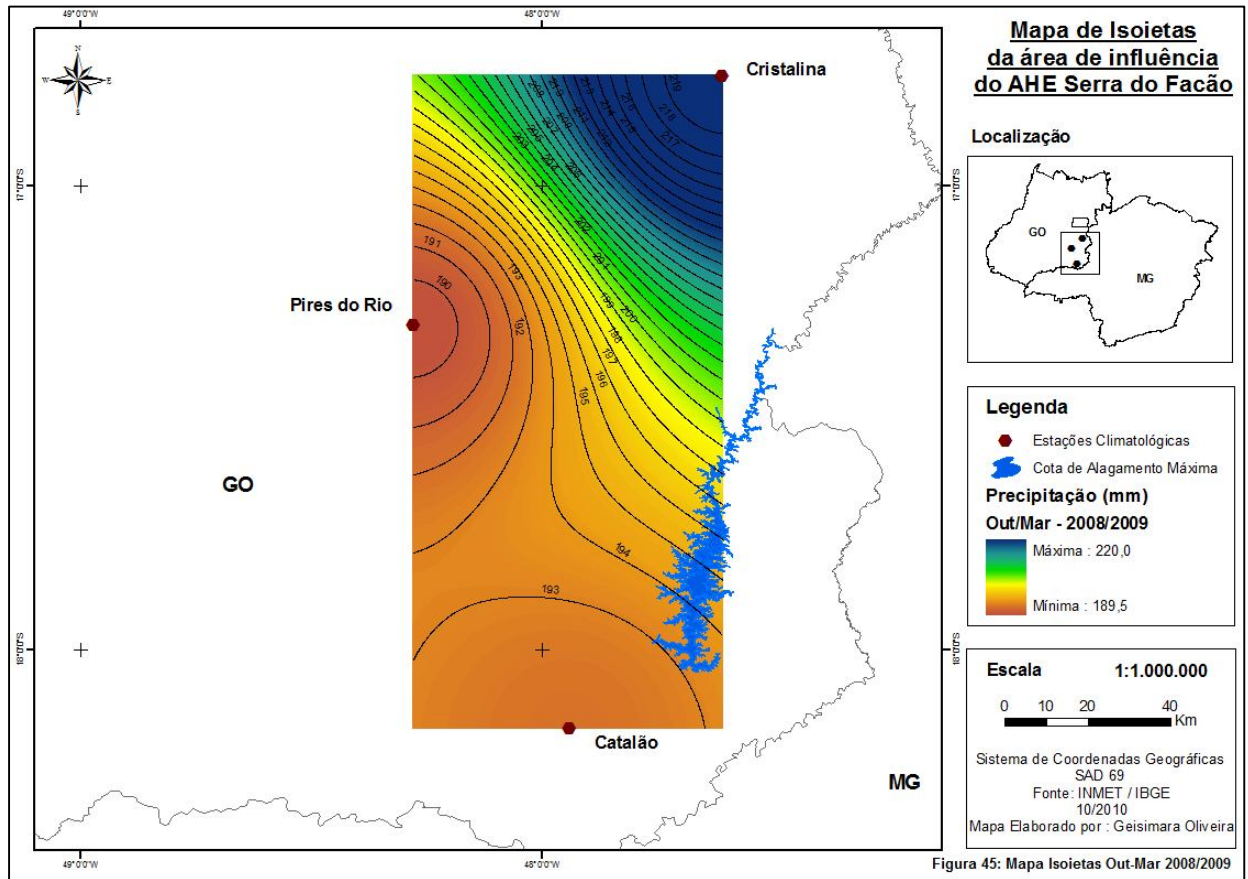
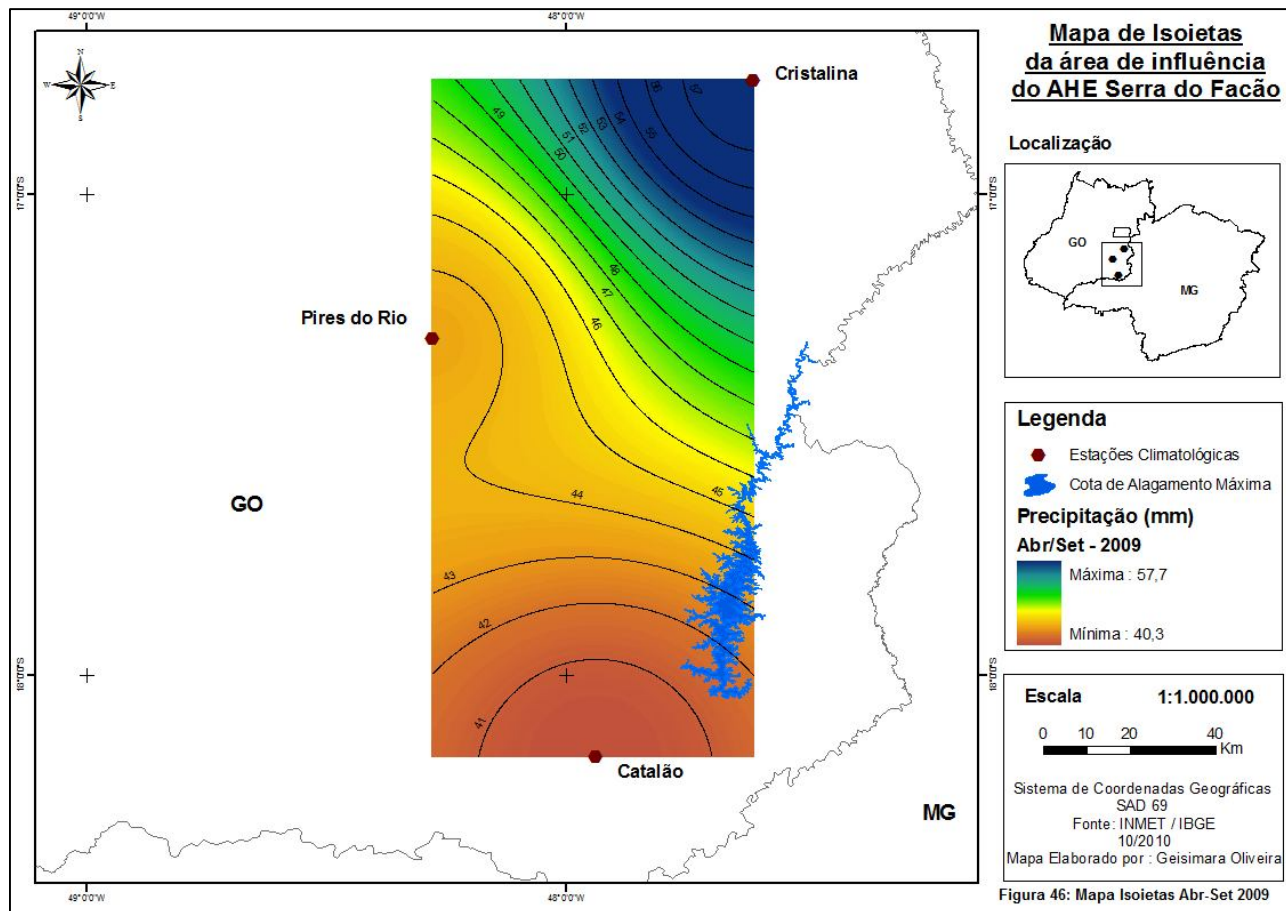


Figura 45: Mapa Isoietas Out-Mar 2008/2009



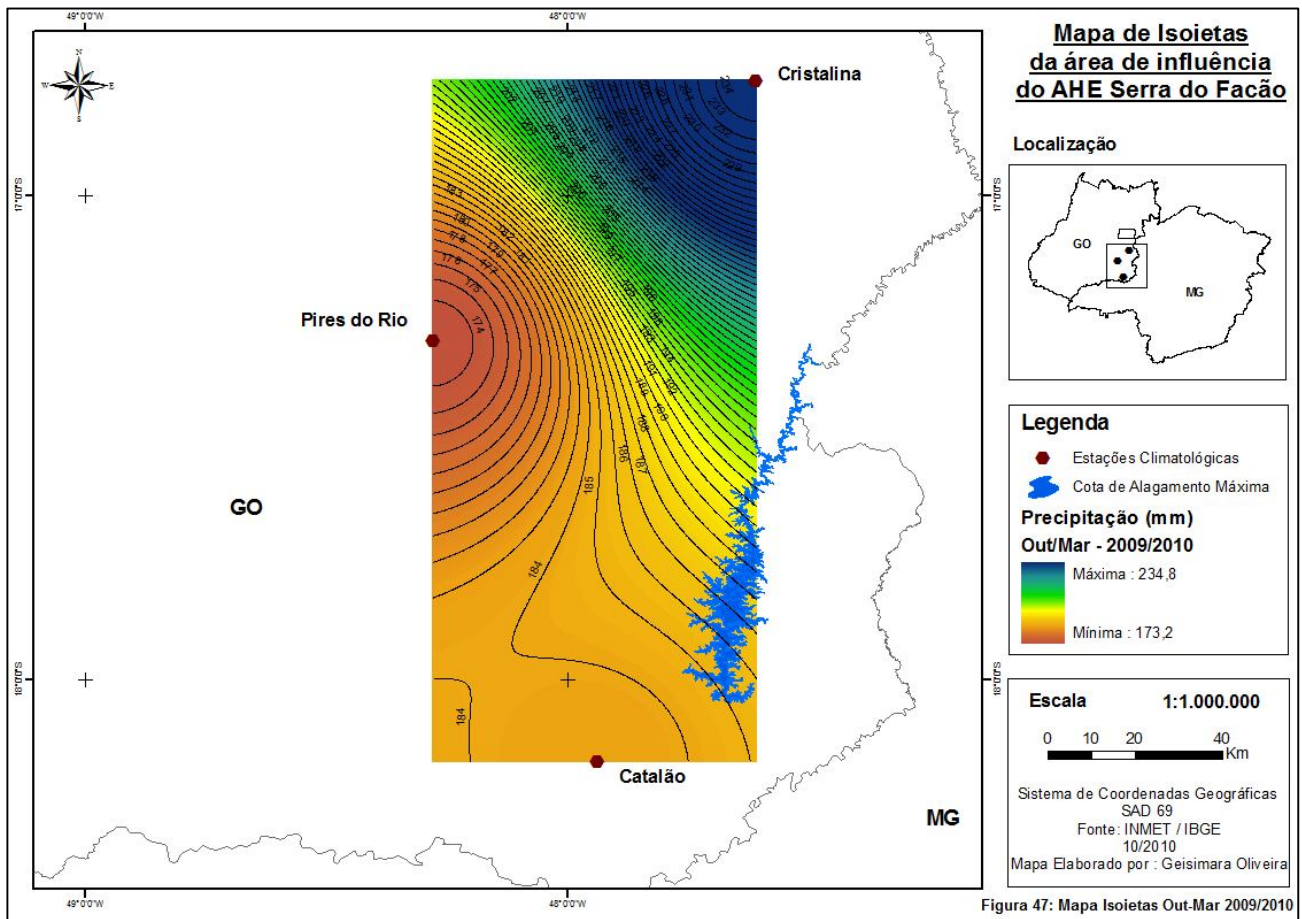
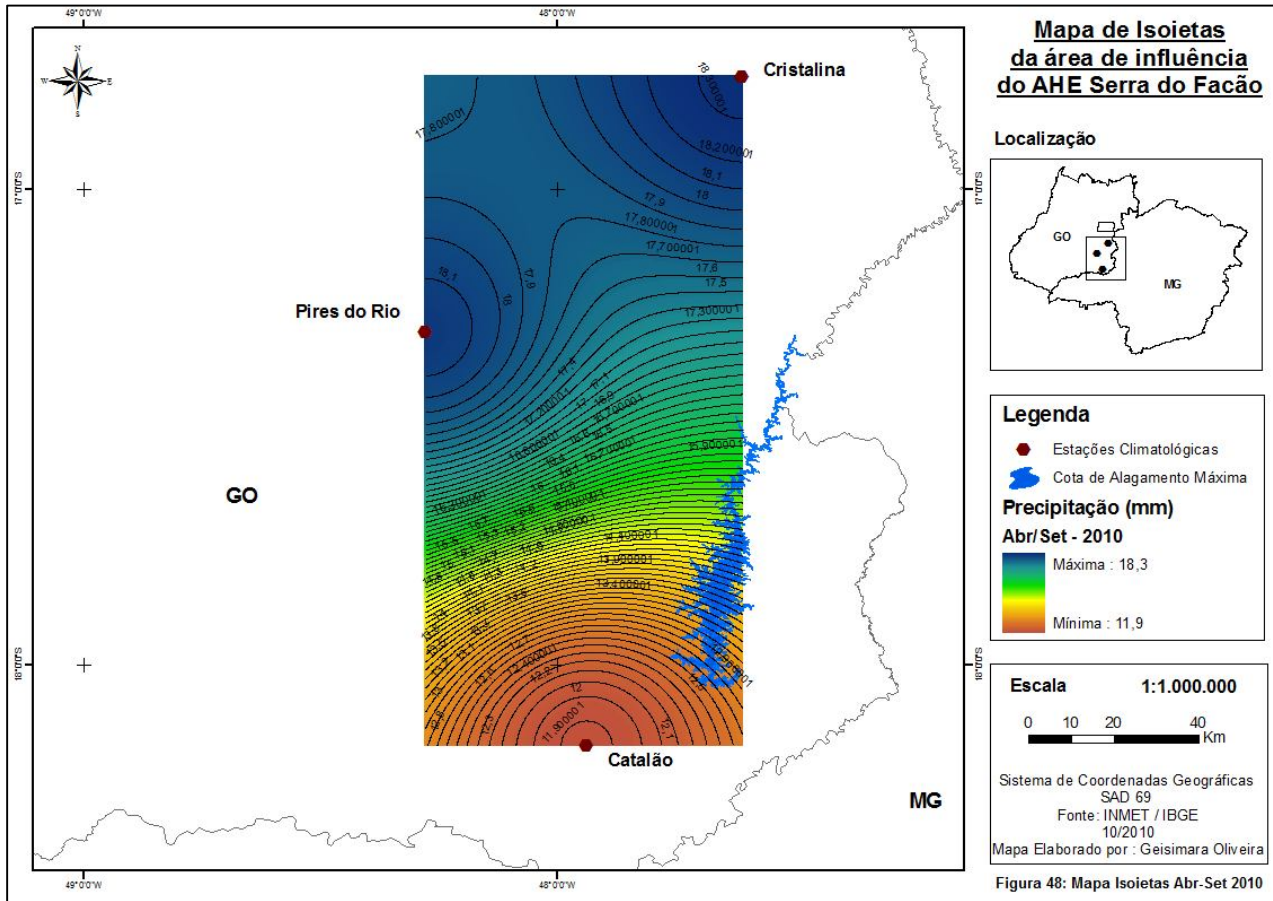
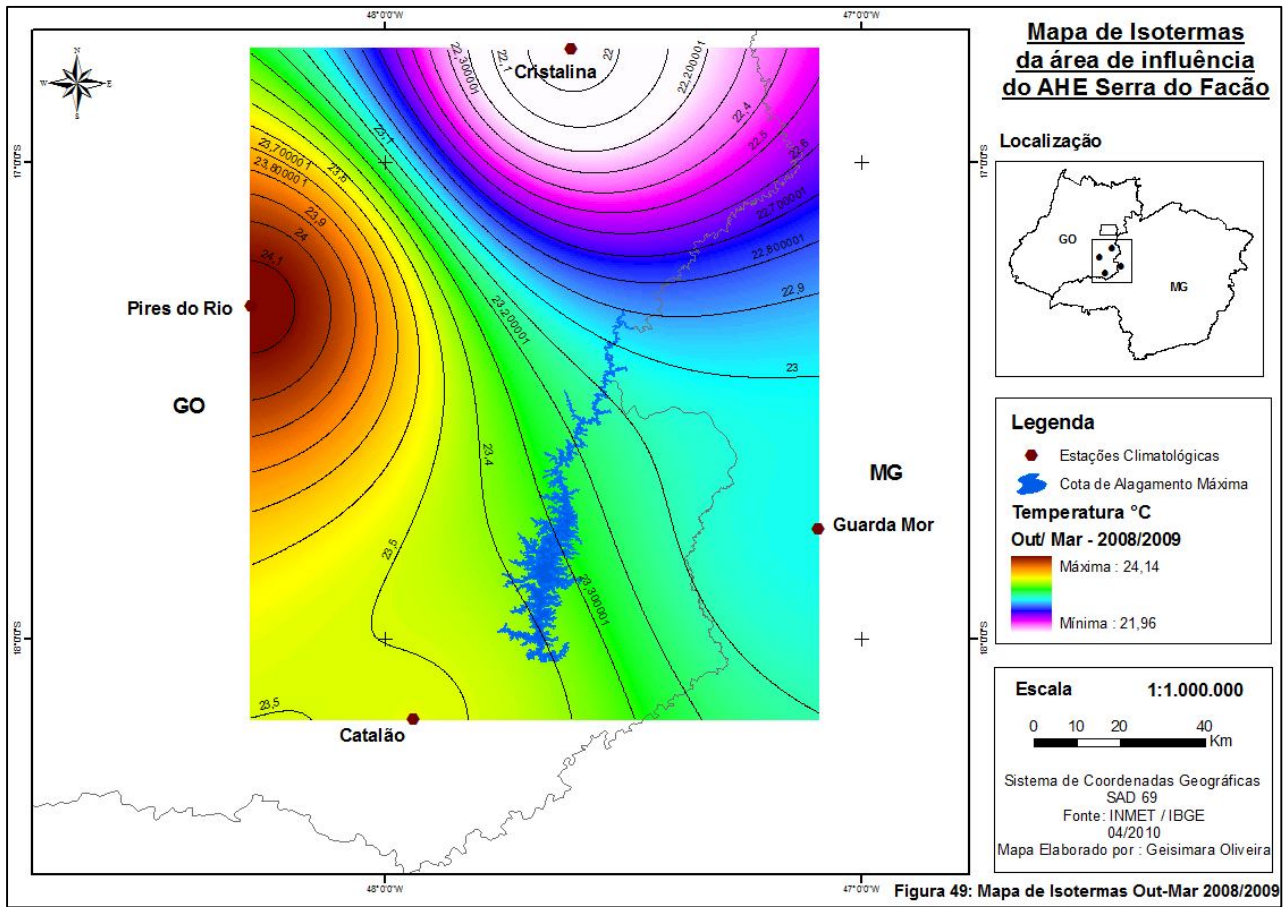
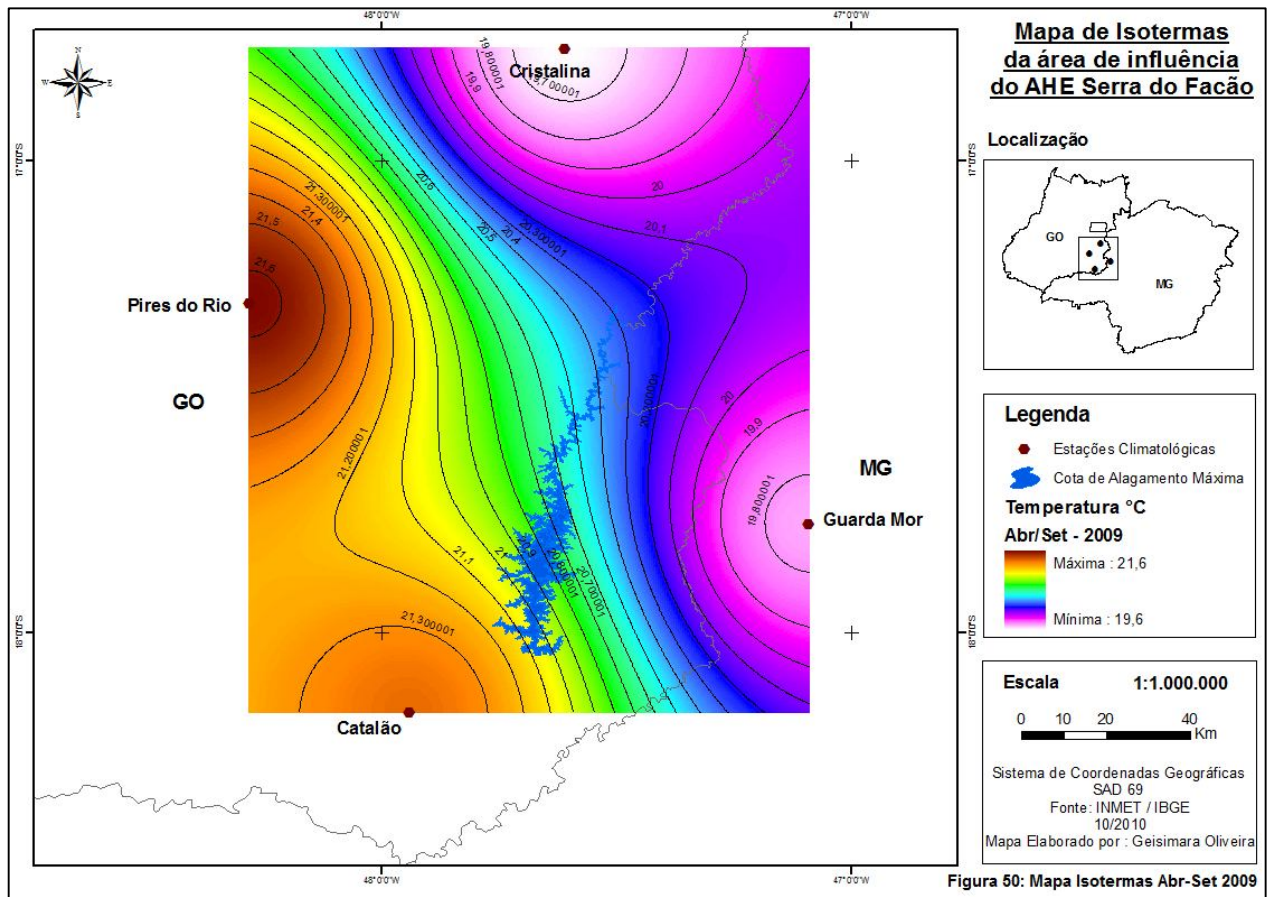
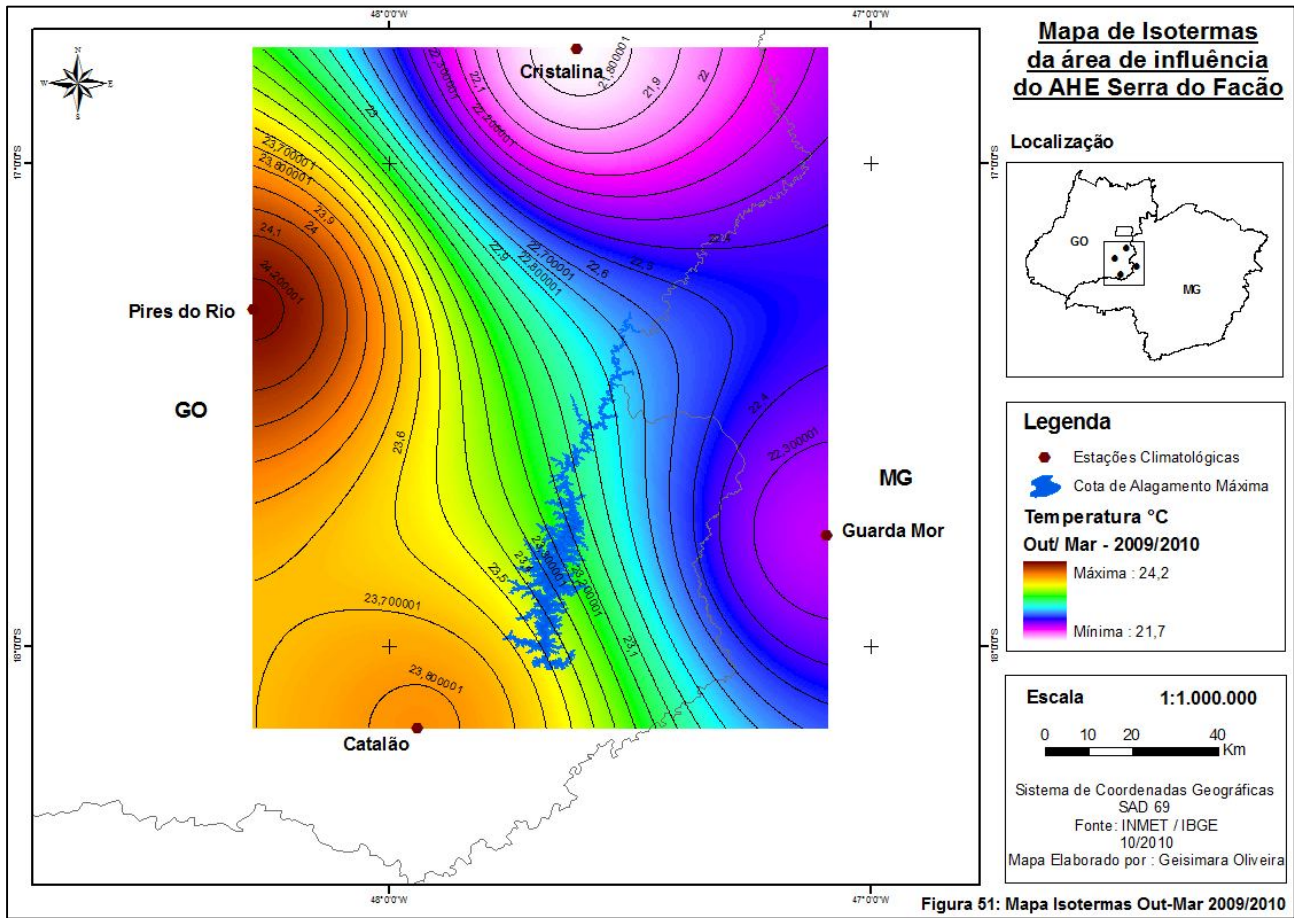


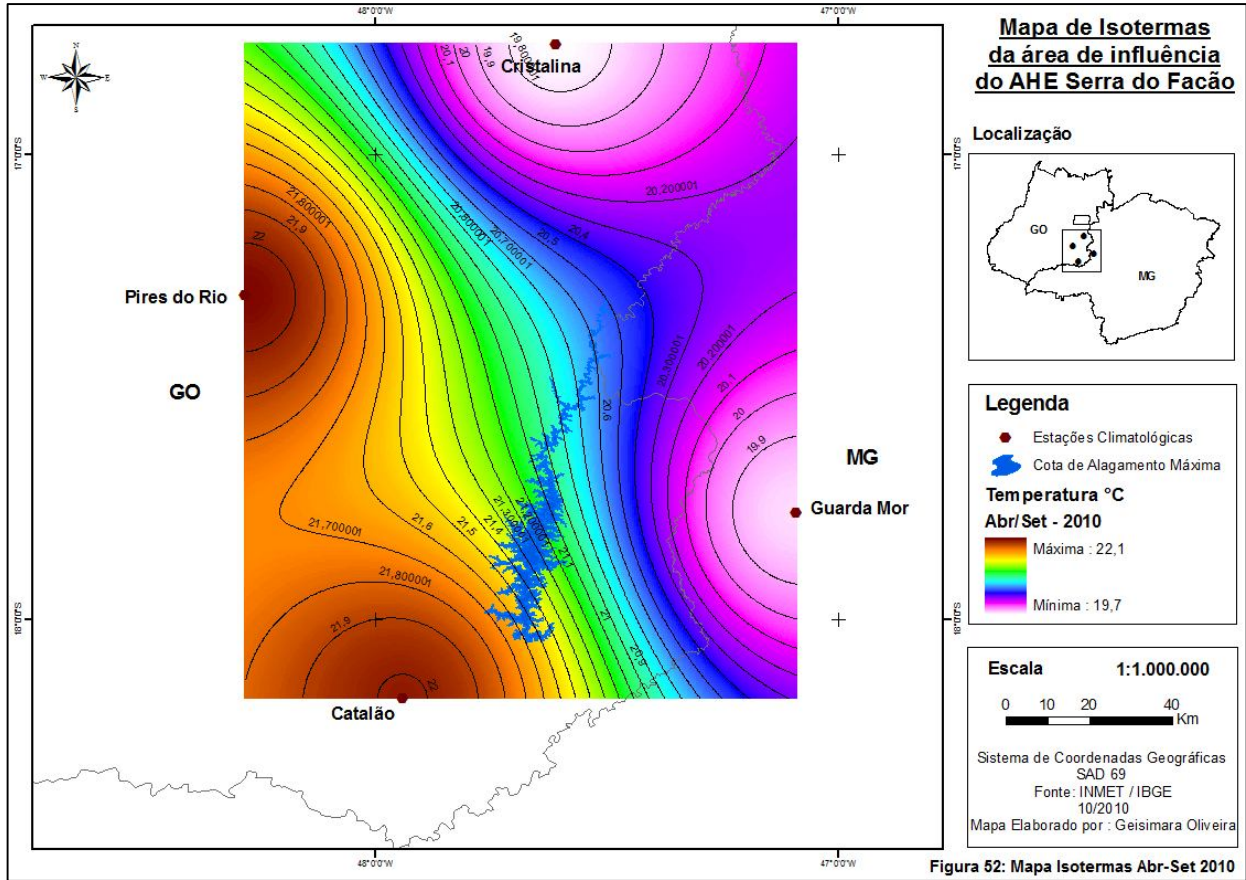
Figura 47: Mapa Isoietas Out-Mar 2009/2010

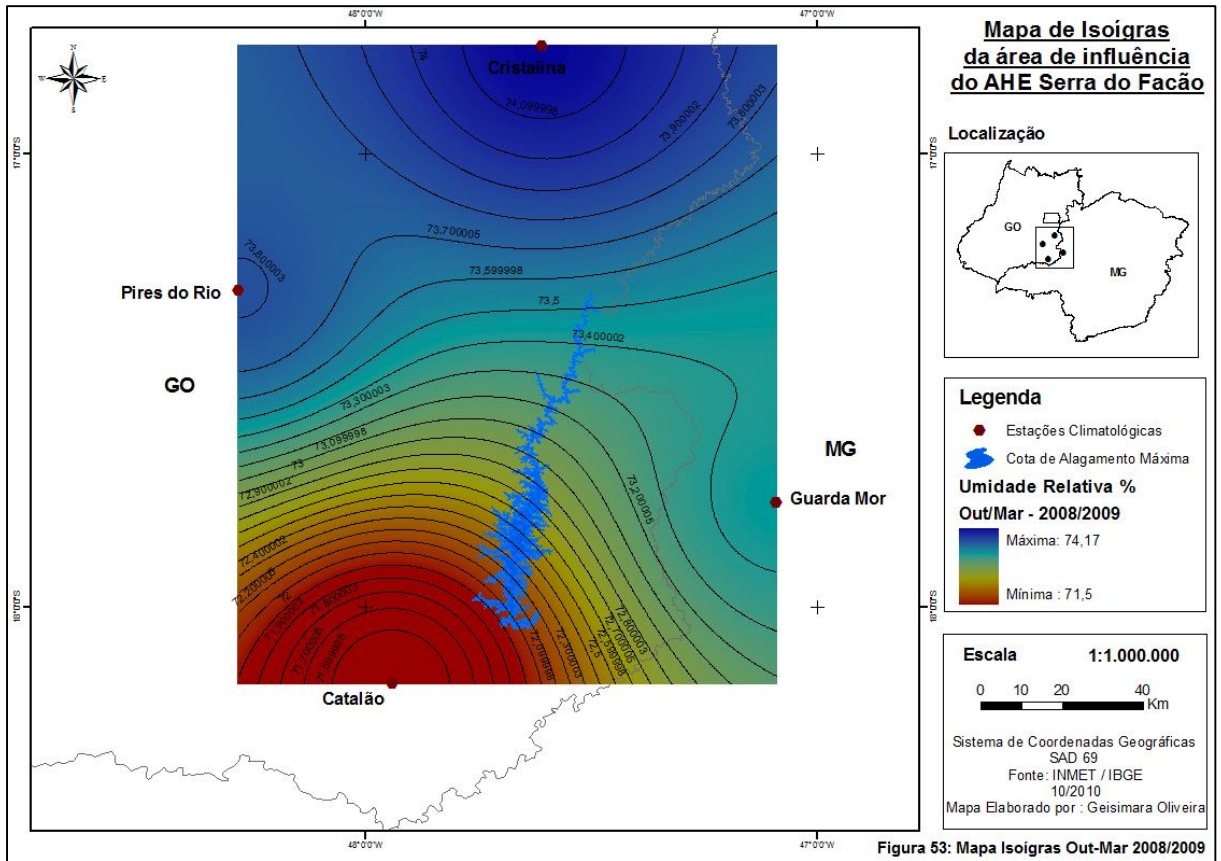


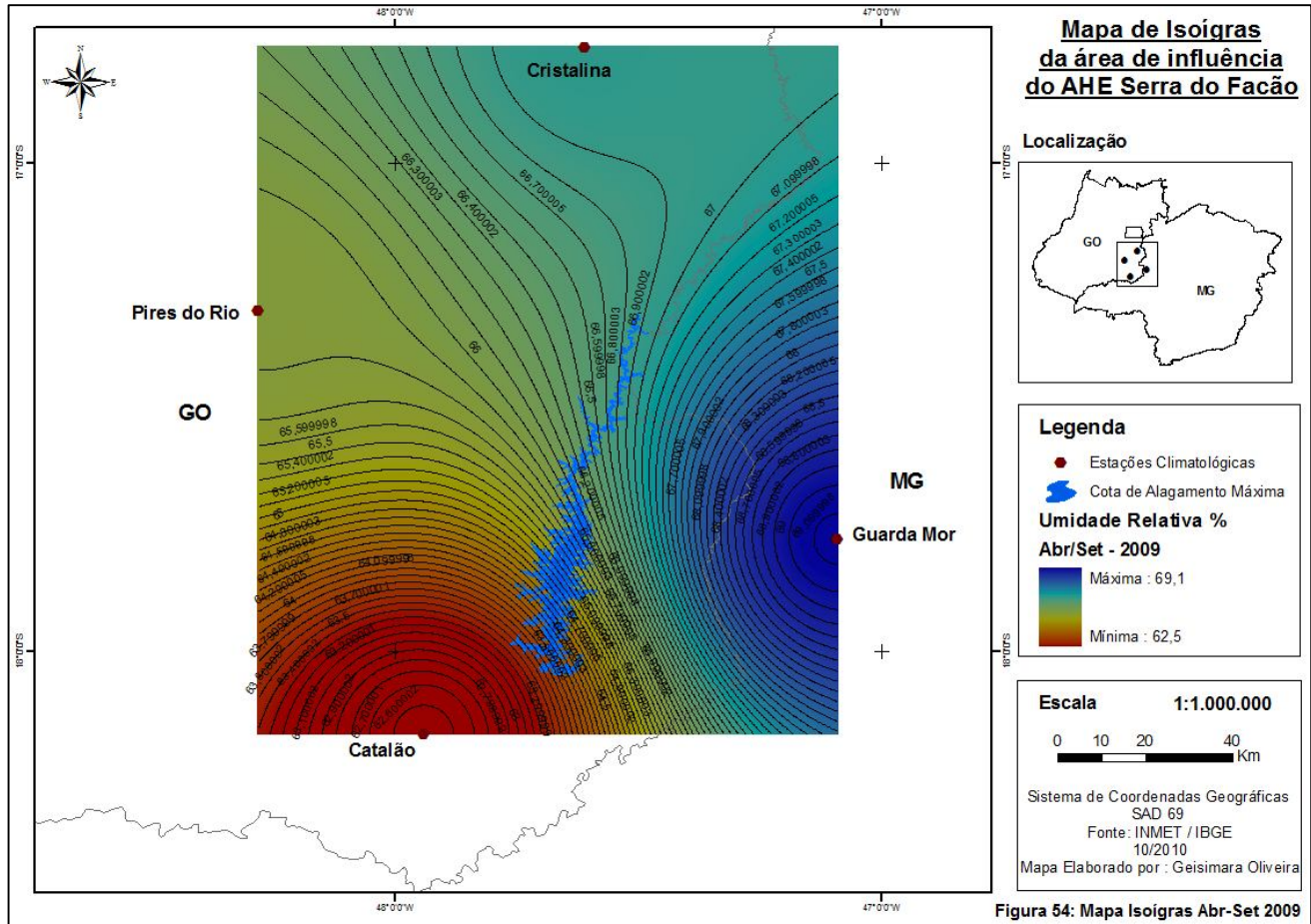


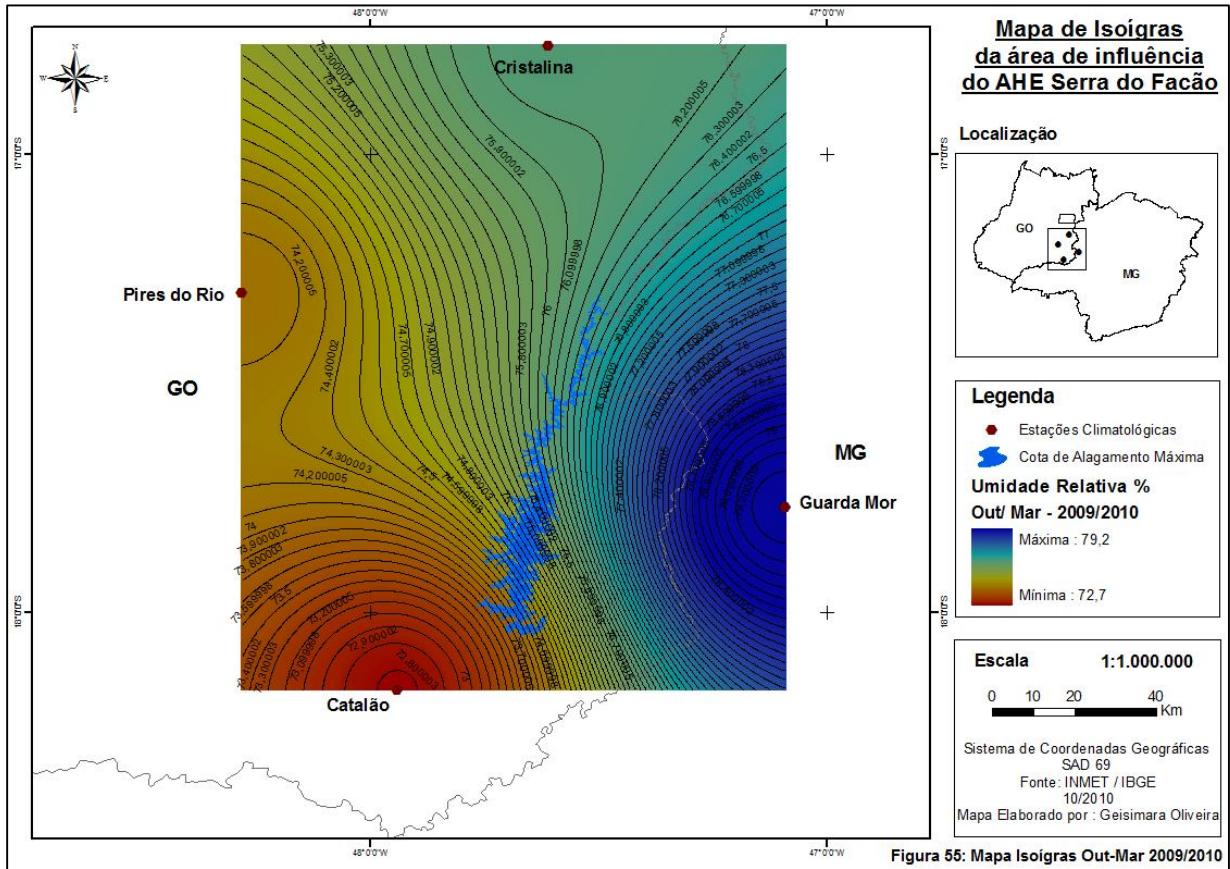












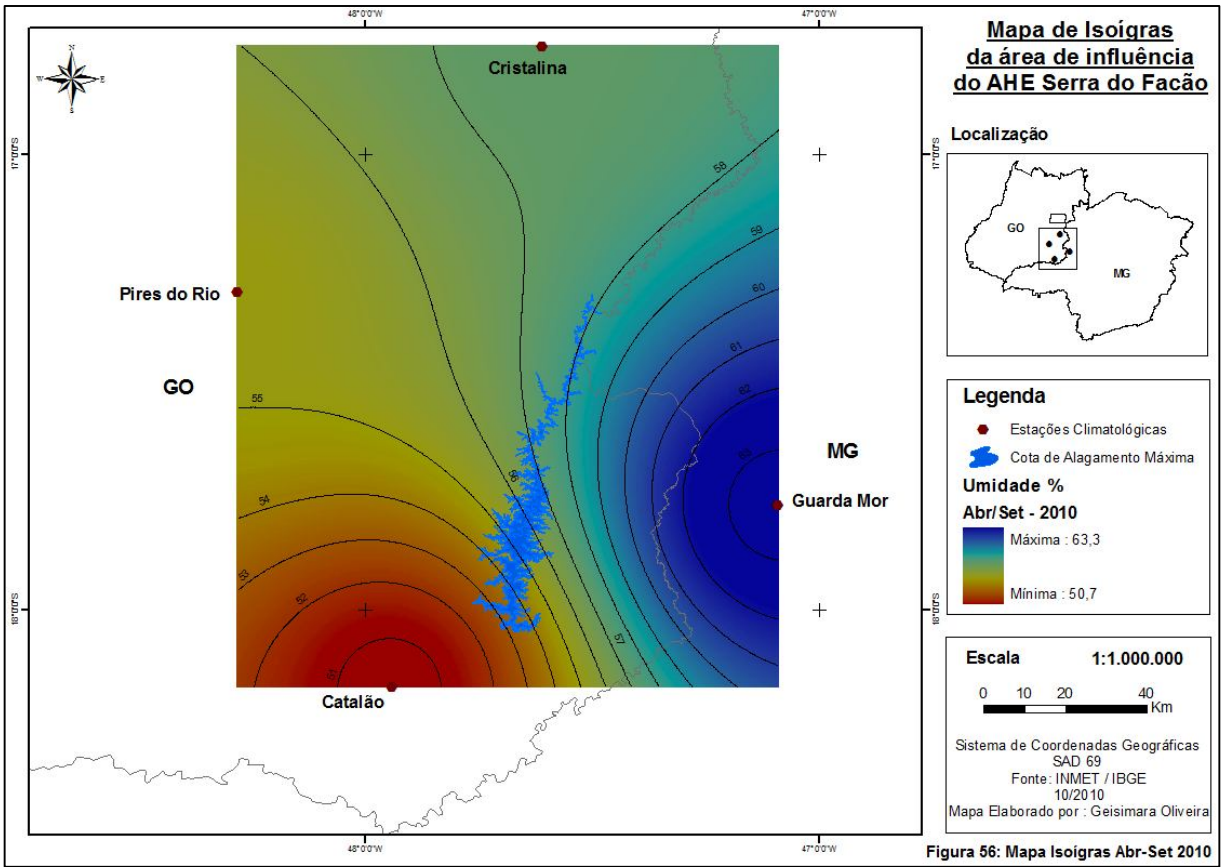


Figura 56: Mapa Isoígras Abr-Set 2010

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto nas discussões destacamos que a coleta de dados meteorológicos efetuados até o presente momento pelas Estações Automáticas do INMET com as respectivas análises cumprem a função inicial no que tange a aquisição de dados no período anterior e posterior ao enchimento do reservatório.

Através das análises, observou-se que a distribuição dos elementos climáticos analisados foi heterogênea. Referente à temperatura média do ar, observou-se que os maiores índices foram registrados nas cidades de Catalão-GO e Pires do Rio - GO e as cidades de Cristalina-GO e Guarda Mor-MG apresentam as menores temperaturas registradas, essa situação é verificada tanto na estação seca quanto chuvosa. Tal fato tem relação com as características diferenciadas do relevo da região que possibilitam essa distribuição heterogênea das temperaturas.

Em relação a pluviosidade as mesmas concentram-se no entorno da cidade de Cristalina - GO e diminuem em direção a Catalão - GO , sendo notado em Pires do Rio - GO os menores índices pluviométricos. Destacamos que a estação automática da cidade Guarda Mor - MG não apresentou valores das alturas pluviométricas condizentes com a realidade pluviométrica dos meses analisados, demonstrando dessa forma alguma irregularidade. Devido a tal fato essa estação não foi utilizada para a elaboração dos mapas de Isoietas para que não houvesse um comprometimento da integridade dos dados.

Os maiores índices pluviométricos verificados na cidade de Cristalina - GO são justificados pela sua maior altitude perante as outras estações 1189 m, enquanto Catalão - GO se encontra a 840 m de altitude e Pires do Rio – GO 752 m de altitude. Dessa forma o relevo atua mais uma vez como fator determinante para a heterogeneidade dos elementos analisados.

No que tange a umidade relativa do ar a distribuição da mesma obedeceu a um comportamento onde foram notados os maiores índices na cidade de Guarda Mor – GO e menores índices na cidade de Catalão – GO, sendo que Pires do Rio - GO e Cristalina – GO apresentaram valores intermediários. Nos meses de outubro e dezembro as Isoígras tiveram registros

com tendência de aumento da umidade relativa do ar. A umidade relativa do ar das cidades analisadas está ligada à estação chuvosa, onde seus valores apresentam-se mais elevados sendo que nos meses mais secos ela apresenta uma queda significativa. As devidas oscilações nos períodos secos e chuvosos estão em grande parte associadas a atuação da Massa Polar Atlântica no inverno e os sucessivos avanços das frentes frias durante o verão proporcionando maior disponibilidade de vapor d'água na atmosfera.

As análises climáticas efetuadas no intuito de fornecer suporte no entendimento das variações climáticas no reservatório, considerando o período pré e pós enchimento foram constatadas, porém essas fazem parte das variações climáticas naturais devido ao deslocamento dos sistemas atmosféricos durante os anos. Com o passar dos anos as análises serão refinadas e teremos maior embasamento teórico e estatístico para verificar essas variações.

De qualquer forma como é sabido que as variações climáticas só são percebidas em períodos bastante longos, acima de dez anos, desse modo fica comprovada a importância de estender-se o monitoramento por tempo indeterminado, o que permitirá, futuramente, uma comparação para a verificação de possíveis mudanças.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1991.

AZEVEDO, R.J.G. **Geoprocessamento na análise da ocupação e uso da terra em áreas de expansão urbana: Estudo de caso da Sub-Bacia do Ribeirão Dos Pires, Município de Limeira (SP)**. 2008, 139f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

AVELINO, P.H.M. **A Trajetória da Tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Pesquisa Geográfica**. Disponível no site: http://www.ceul.ufms.br/agbt/artig_prof_patricia.pdf. >Acesso em: 09 julho. 2010.

Brasília. Ministério do Meio Ambiente. IBAMA. **Estudo de Impacto Ambiental - UHE Serra do Facão**. Brasília, 2009.

CÂMARA, G. et. al. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001. 2ª edição, revista ampliada, Disponível no site: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Acesso em 06 set. 2010.

CÂMARA, G. et al. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Disponível no site: <<http://mtcm12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.14.45/doc/cap1-intro.pdf>> . Acesso em: 04 Julho. 2010.

CARVALHO, A. L et al. **Geografia do Brasil: Região Centro Oeste**. Vol. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 268p.

CASTRO, A.F.; AMARO, V.E.; VITAL, H. **Desenvolvimento de um banco de dados geográficos em um ambiente SIG e sua aplicação na elaboração de mapas de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras do estado do Rio Grande do Norte**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, 2003, INPE, p. 1533 - 1540.

CONAMA, Resolução CONAMA, nº 001 de 23 de janeiro de 1986. (Regulamenta a exigência de estudo de Impacto Ambiental para Licenciamento Ambiental de projetos).

DIAS, E.G.C.S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração do estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**. 2001, Tese (Doutorado) , Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001, São Paulo

DIAS, José Eduardo; GOMES, Olga V.O; GOES, Maria H.B. **ÁREAS DE RISCOS DE EROÇÃO DO SOLO: UMA APLICAÇÃO POR GEOPROCESSAMENTO**. Disponível no site:

<<http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id=488...>>. Acesso em: 04 Julho. 2010.

DONHA, A.G; SOUZA, L.C.P;SUGAMOSTO,M.L. A Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.175–181, 2006.
DONN, W.L. **Meteorologia**. Barcelona: Editorial Reverté, 1978. 619 p.

FOLHES, M, T; FISCH, G. **Caracterização Climática e Estudo de Tendências na séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté SP**. *Jornal Ambiente e Água*, v.1, n.1, p.61-71, 2006.

GALLARDO, A.L.C.F. **Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da rodovia dos imigrantes**. 2004, 295 f.(Tese Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004, São Paulo

GUENA, Ana Maria de Oliveira. **Avaliação Ambiental de diferentes formas de Geração de Energia Elétrica**. São Paulo, 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Energia Nuclear – Materiais), IPEN, Universidade de São Paulo, 2007.

IBAMA (1995). **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

LACRUZ, M.S.P;SOUSA JÚNIOR, M.A. Desastres Naturais e Geotecnologias. Sistemas de Informação Geográfica. Caderno didático 4, INPE.Santa Maria, 2009.

LIMA, A.L. **Impactos Ambientais Associados à Usina Hidrelétrica de Três Irmãos: O fenômeno de Ação e Reação**. 2003, 115f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, 2003, Campinas.

LIMBERGUER, L. **O clima do oeste do Paraná: análises da presença do Lago de Itapu**. . 2007, 136 f. Dissertação (Mestrado Geografia), Universidade Estadual Paulista,2007, Rio Claro.

MATIAS, L.F. SISTEMAS PARA IN [FORM] AÇÃO. **Espaço & Geografia**, Vol.5, n. 1, 2002, 101-118.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.

MENDES, Noeli Aparecida Serafim. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista**. Presidente Prudente, 222 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente, 2005.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Notas para o Estudo do Clima do Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p.3-46, 1951.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.

NIMER, E. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, W. **Os Impactos Socioambientais motivados pela UHE Porto Primavera no município de Anaurilândia – MS**. Presidente Prudente, 171 f. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente, 2004.

RANIERI, V. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e processo histórico**. Disciplina de pós-graduação: Avaliação de impactos ambientais. Notas de aula. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

SANCHES, Fábio; FISCH, Gilberto. As possíveis alterações microclimáticas devido à formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí - PA. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005.

SANT'ANNA, João Lima; NERY, Jonas Teixeira. Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus Impactos Regionais. In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia. et al. (org). **Quaternário do Brasil**. São Paulo: Holos, 2005. cap.2, p.28-50.

SILVEIRA, Raquel Lima. **Avaliação dos Métodos de Levantamento do Meio Biológico Terrestre em Estudos de Impacto Ambiental para a Construção de Usinas Hidrelétricas na Região do Cerrado**. Piracicaba, 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2006.

SOUZA, M.B ; GALVANI, E. **Formação de Lagos Artificiais e Influências em Microclimas**: Revisão Bibliográfica.

Disponível em:

<www.egal2009.easyplanners.info/area07/7653_Souza_Marcos_Barros_de.doc> . Acesso em: 10 ago. 2010.