



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA AMBIENTAL,
HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS**

Mário Jorge de Souza Gonçalves

**GESTÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARAGUAÇU NO ESTADO DA BAHIA – BRASIL**

Salvador
2014

Mário Jorge de Souza Gonçalves

**GESTÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARAGUAÇU NO ESTADO DA BAHIA – BRASIL**

Tese apresentada à câmara de Ensino de Pesquisa e de Pós-Graduação, da Universidade Federal da Bahia, do Curso de Pós Graduação em Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, Hidrologia e Recursos Hídricos, submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências – Geologia.

Salvador
2014

Gonçalves, Mário Jorge de Souza
G635 Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do
Rio Paraguaçu no Estado da Bahia – Brasil / Mário Jorge de Souza
Gonçalves. - 2014.
168f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo da Silva Vilas Bôas.
Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia. Instituto de
Geociências, Salvador, 2014.

1. Paraguaçu, Rio, Bacia (BA) – hidrologia. 2. Jacuípe, Rio, Bacia
(BA) – hidrologia. 3. Recursos hídricos – Desenvolvimento. I. Vilas
Bôas, Geraldo da Silva. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de
Geociências. III. Título.

CDD: 551.48

CDU: 556

MARIO JORGE DE SOUZA GONÇALVES

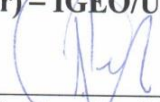
**“Gestão Quantitativa das Águas Superficiais da
Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu no Estado da
Bahia – Brasil”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia na área de concentração em Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos hídricos em 01/09/2014.

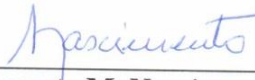
TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



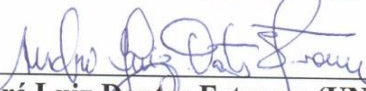
Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz (Representante do Orientador) – IGEO/UFBA



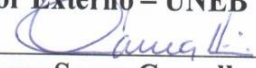
**Dr. Antônio Puentes (UFBA)
Examinador Interno – IGEO/UFBA**



**Dr. Sérgio Augusto M. Nascimento
Examinador Interno – IGEO/UFBA**



**Dr. André Luiz Dantas Estevam (UNEB)
Examinador Externo – UNEB**



**Dr. José Jorge Sousa Carvalho
Examinador Externo – UNIVASF**

Salvador – BA
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Pós-Graduação em Geologia pela oportunidade de concretizar este trabalho.

A banca examinadora pelas contribuições que muito contribuíram para a conclusão e qualidade final deste trabalho.

Ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos_INEMA pela liberação para assistir as aulas das disciplinas e poder participar das atividades acadêmicas.

Aos amigos pela paciência e compreensão da minha ausência em muitas datas comemorativas.

Aos colegas Marcos Dias, Altamirano Lordelo, Fernando Fernandes e outros que foram fundamentais em etapas distintas deste trabalho.

Dedico esta Tese a minha família.

RESUMO

O Fator Hidrológico é uma metodologia desenvolvida, nesta tese, para se avaliar de maneira quantitativa os recursos hídricos permitindo a melhor compreensão dos dados hidrológicos de uma bacia hidrográfica. Para este estudo se utilizou a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu e do seu maior tributário o rio Jacuípe, que estão localizadas no Estado da Bahia como bacias experimentais. O Fator Hidrológico permitiu correlacionar as barragens de Bandeira de Melo e Apertado, no rio Paraguaçu, e as barragens do França e São José do Jacuípe, no rio Jacuípe, com os efeitos da sua implantação nas regiões de jusante. Neste trabalho foi avaliada a capacidade de armazenamento, os volumes armazenados, as restrições de volumes, a dinâmica das precipitações e suas alterações em função das anomalias de temperatura no Oceano Pacífico (a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO: El Niño e La Niña), além da interferência nas vazões de jusante aos barramentos. A dinâmica do rio e o desenvolvimento de suas vazões puderam ser observados de maneira simples e clara, onde as vazões existentes numa série histórica foram comparadas ano a ano apresentando o diagnóstico da evolução hidrológica no período analisado. Tendo em vista que a análise realizada mostra o comportamento das vazões no ano hidrológico, esta nova metodologia permitiu avaliar os períodos de anos hidrológicos deficitários (seca hidrológica), anos normais hidrológicos e anos com excedentes hídricos (cheias e enchentes). As conclusões da análise das barragens demonstraram que houve redução das vazões na calha do rio Paraguaçu e que as vazões mínimas extremas na calha do rio Jacuípe aumentaram evidenciando a existência de uma regularização.

Palavras Chaves: 1) Rio Paraguaçu; 2) Rio Jacuípe; 3) Fator Hidrológico; 4) ENSO.

ABSTRACT

The Hydrologic Factor is a methodology developed in this thesis to evaluate quantitatively the water allowing a better understanding of hydrological data of a watershed. For this study we used the watershed of Paraguaçu River and its largest tributary river Jacuípe located in the State of Bahia and experimental basins. The Hydrologic Factor allowed correlates dams Bandeira de Melo and Apertado in Paraguaçu River and dams of France and St. Jose Jacuípe in Jacuípe River with the effects of its implementation in the regions downstream. This work evaluated the storage capacity the stored volumes the volume restrictions the dynamics of rainfall and its changes due to temperature anomalies in the Pacific Ocean as interferences in flows downstream of the dams (frequency and intensity of occurrence of the phenomenon ENSO: El Niño and La Niña). The dynamics of the river and the development of its flow could be observed in a simple and clear way where existing flows in a historical series were compared year to year presenting a diagnosis of hydrological evolution in the analyzed period. Given that the analysis shows the behavior of the flow in the hydrological year this new methodology enabled the evaluation of the periods of hydrological deficit years (hydrological drought) of normal hydrological years and of the years with excess of water (floods and floods). Conclusions of the analyses of dams showed that there was a reduction of flow in the channel of the Paraguaçu River and an increase of extreme low flows in the channel of the Jacuípe river evidencing the existence of regularization.

Key Words: 1) Paraguaçu River; 2) Jacuípe River; 3) Hydrologic Factor; 4) ENSO.

LISTA DAS FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	21
FIGURA 2 - Bacia hidrográfica do rio Paraguaçu_BA com destaque para as sub-regiões do alto, médio e baixo curso.....	22
FIGURA 3 - Tipologias climáticas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	26
FIGURA 4 - Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	31
FIGURA 5 - Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	42
FIGURA 6 - Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	51
FIGURA 7 - Mapa Hidrográfico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	55
FIGURA 8 - Delimitação das zonas hidrogeodinâmicas de recarga, erosão e sedimentação, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	60
FIGURA 9 - Mapa de vegetação na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	61
FIGURA 10 - Áreas oneradas por requerimento mineral, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu em 2008.....	66
FIGURA 11 - Áreas oneradas por requerimento mineral, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu em 2012.....	66
FIGURA 12 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2001 a 2005.....	80
FIGURA 13 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2006 a 2010.....	80
FIGURA 14 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2011 a 2015.....	81

FIGURA 15 -	Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2016 a 2020.....	81
FIGURA 16 -	Valores Extremos Máximos e Mínimos Anuais acima das médias extremas máximas e mínimas anuais: Ano Hidrológico Excedente.....	83
FIGURA 17 -	Valor Extremo Máximo Anual acima da média extrema máxima e valor Extremo Mínimo Anual menor do que a média extrema mínima anual: Ano Hidrológico Normal.....	83
FIGURA 18 -	Valor Extremo Máximo Anual abaixo da média extrema máxima e valor Extremo Mínimo Anual maior do que a média extrema mínima anual: Ano Hidrológico Normal.....	83
FIGURA 19 -	Valores Extremos Máximos e Mínimos Anuais abaixo das médias extremas máximas e mínimas anuais: Ano Hidrológico Deficitário.....	83
FIGURA 20 -	Estações pluviométricas e fluviométricas existentes dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu.....	85
FIGURA 21 -	Precipitações Médias Históricas para Janeiro.....	108
FIGURA 22 -	Vazões Médias Históricas para Janeiro.....	108
FIGURA 23 -	Precipitações Médias Históricas para Fevereiro.....	109
FIGURA 24 -	Vazões Médias Históricas para Fevereiro.....	109
FIGURA 25 -	Precipitações Médias Históricas para Março.....	110
FIGURA 26 -	Vazões Médias Históricas para Março.....	110
FIGURA 27 -	Precipitações Médias Históricas para Abril.....	111
FIGURA 28 -	Vazões Médias Históricas para Abril.....	111
FIGURA 29 -	Precipitações Médias Históricas para Maio.....	112
FIGURA 30 -	Vazões Médias Históricas para Maio.....	112
FIGURA 31 -	Precipitações Médias Históricas para Junho.....	113
FIGURA 32 -	Vazões Médias Históricas para Junho.....	113
FIGURA 33 -	Precipitações Médias Históricas para Julho.....	114
FIGURA 34 -	Vazões Médias Históricas para Julho.....	114

FIGURA 35 -	Precipitações Médias Históricas para Agosto.....	115
FIGURA 36 -	Vazões Médias Históricas para Agosto.....	115
FIGURA 37 -	Precipitações Médias Históricas para Setembro.....	116
FIGURA 38 -	Vazões Médias Históricas para Setembro.....	116
FIGURA 39 -	Precipitações Médias Históricas para Outubro.....	117
FIGURA 40 -	Vazões Médias Históricas para Outubro.....	117
FIGURA 41 -	Precipitações Médias Históricas para Novembro.....	118
FIGURA 42 -	Vazões Médias Históricas para Novembro.....	118
FIGURA 43 -	Precipitações Médias Históricas para Dezembro.....	119
FIGURA 44 -	Vazões Médias Históricas para Dezembro.....	119
FIGURA 45 -	Mapa com a localização das Barragens do França, João Durval Carneiro, Apertado, Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo.....	124

LISTA DOS GRÁFICOS

	Página
GRÁFICO 1 - Proporções entre as percentagens dos tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	27
GRÁFICO 2 - Status das áreas requeridas junto ao DNPM, situadas dentro do limite da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu para os anos de 2008 e 2012.....	66
GRÁFICO 3 - Quantidade e status das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	68
GRÁFICO 4 - Quantidade e uso das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	68
GRÁFICO 5 - Comparação entre o número de outorgas em manancial superficial e subterrâneo, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	69
GRÁFICO 6 - Localização das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	69
GRÁFICO 7 - Variações das anomalias de temperatura oceânica no período de 1880 a 2013.....	88
GRÁFICO 8 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as vazões mínimas médias históricas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, sem correção do tempo de retardo.....	94
GRÁFICO 9 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as vazões mínimas médias históricas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com correção do tempo de retardo.....	95
GRÁFICO 10 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as vazões médias máximas históricas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, sem correção do tempo de retardo.....	96
GRÁFICO 11 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as vazões médias máximas históricas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com correção do tempo de retardo.....	96
GRÁFICO 12 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as precipitações médias históricas na Estação São Felix, sem correção do tempo de retardo.....	98

GRÁFICO 13 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as precipitações médias históricas na Estação São Felix, com correção do tempo de retardo.....	99
GRÁFICO 14 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as precipitações médias históricas na Estação laçu, sem correção do tempo de retardo, sem correção do tempo de retardo.....	99
GRÁFICO 15 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico, no período de 2000 a 2009, e as precipitações médias históricas na Estação laçu, no período 1964 a 1983, com correção do tempo de retardo.....	100
GRÁFICO 16 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as precipitações médias históricas Estação Barra da Estiva, sem correção do tempo de retardo.....	101
GRÁFICO 17 - Relação entre as médias das diferenças de temperaturas no Oceano Pacífico e as precipitações médias históricas Estação Barra da Estiva, com correção do tempo de retardo.....	101
GRÁFICO 18 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, sem correção do tempo de retardo.....	102
GRÁFICO 19 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com correção do tempo de retardo.....	103
GRÁFICO 20 - Correlação entre as precipitações e as vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu – BA, sem a correção do tempo de retardo. Período de coleta de dados de precipitação 1934 a 2005 e de vazão 1935 a 2005, nas estações 51120000, 51135000, 51166000, 51170000, 51190000, 51280000, 51310000, 51330000, 51350000, 51410000, 51440000, 51460000, 1139001, 1140010, 1140018, 1239010, 1239012, 1239018, 1239021, 1240010, 1241006, 1241033, 1340015, 1340024, 1341014.....	105

GRÁFICO 21 - Curva genérica do tempo de retardo < 30 dias, para a Entrada da Precipitação (mm) e a Saída em forma de Vazão (m ³ /s).....	106
GRÁFICO 22 - Avaliação dos valores de vazão máxima em relação a média máxima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	125
GRÁFICO 23 - Avaliação dos valores de vazão mínima em relação a média mínima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	126
GRÁFICO 24 - Avaliação dos valores de vazão máxima em relação a média máxima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	127
GRÁFICO 25 - Avaliação dos valores de vazão mínima em relação a média mínima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	127
GRÁFICO 26 - Avaliação dos anos com seca hidrológica, normais e com excedentes hídricos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	129
GRÁFICO 27 - Avaliação dos anos com seca hidrológica, normais e com excedentes hídricos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.....	129
GRÁFICO 28 - Balanço hídrico normal mensal na estação Barra da Estiva_BA, no período de 1943 a 1981.....	131
GRÁFICO 29 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem do Apertado	132
GRÁFICO 30 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem de Bandeira de Melo.....	133
GRÁFICO 31 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem de Pedra do Cavalo	134
GRÁFICO 32 - Balanço hídrico normal mensal na estação Morro do Chapéu_BA, no período de 1961 a 1990	134
GRÁFICO 33 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem do França	135
GRÁFICO 34 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem João Durval Carneiro.....	136

GRÁFICO 35 - Avaliação dos Anos com Seca Hidrológica, Normais e com excedentes Hídricos no Período de 1930 a 2011, na estação 51280000 no rio Paraguaçu.....	137
GRÁFICO 36 - Avaliação dos anos com seca hidrológica, normais e com excedentes hídricos no período de 1966 a 2005, na estação 51440000 no rio Jacuípe.....	138
GRÁFICO 37 - Relação entre Geração e Volume Útil Disponível para Usos Múltiplos na Hidrelétrica de Pedra do Cavalo_BA (Período: Julho/2011 a Março/2012).....	139
GRÁFICO 38 - Relação entre as vazões turbinadas e de montante, com o volume útil do reservatório na hidrelétrica de Pedra do Cavalo_BA (período: julho/2011 a março/2012).....	139
GRÁFICO 39 - Distribuição da precipitação média anual ao longo da calha principal da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	141
GRÁFICO 40 - Distribuição da precipitação média anual ao longo da calha principal da bacia hidrográfica do Rio Jacuípe.....	141
GRÁFICO 41 - Distribuição da precipitação média anual nas estações Barra da Estiva, Itaetê e São Felix.....	142
GRÁFICO 42 - Curvas comparativas de vazão histórica média máxima, média e mínima no rio Paraguaçu, no trecho Andaraí-laçu.....	143
GRÁFICO 43 - Comparação entre curvas de precipitação e vazão no rio Paraguaçu (totais históricos mensais).....	144
GRÁFICO 44 - Curva de tendência da vazão (período 1935_2011), na Estação 51280000, em função da precipitação (período 1964_1983), na estação laçu_BA.....	144
GRÁFICO 45 - Razão entre a precipitação média (período 1964_1983) e a vazão média (período 1935_2011), na estação 51280000 em laçu_BA.....	145

LISTA DOS QUADROS

	Página
QUADRO 1 - Percentagem dos tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	26
QUADRO 2 - Continentes e países representados, na Assembleia Geral Mundial da Rede Internacional de Organismos de Bacias Hidrográficas (RIOB , 2013).....	52
QUADRO 3 - Alguns exemplos de organismos ou entidades de bacias hidrográficas no planeta.....	57
QUADRO 4 - Exemplos de comitês de bacia hidrográficas existente no Brasil e suas jurisdições.....	64
QUADRO 5 - Legislação de Gestão de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal do Brasil, com ano e mês de publicação.....	73
QUADRO 6 - Resumo do fator hidrológico.....	74
QUADRO 7 - Resumo dos dados hidrológicos da bacia do rio Paraguaçu.....	77
QUADRO 8 - Balanço hídrico anual da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.....	79
QUADRO 9 - Principais Agrotóxicos utilizados nas culturas plantadas nos Municípios da Bacia de contribuição da Barragem do São José do Jacuípe.....	83
QUADRO 10- Séries históricas contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña) comparando sete metodologias de autores e/ou instituições para o período de 1868 a 2000.....	90
QUADRO 11- Correlação entre as precipitações e as vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu – BA.....	104
QUADRO 12- Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, no rio Paraguaçu em laçu_BA.....	121
QUADRO 13- Dados hidrológicos no período de 1966 a 2005, na Estação 51440000 no rio Jacuípe, em Riachão do Jacuípe_BA.....	123

LISTA DE FOTOS

	Página
FOTO 1 - Barragem do Apertado.....	131
FOTO 2 - Barragem de Bandeira de Melo.....	132
FOTO 3 - Barragem de Pedra do Cavalo.....	133
FOTO 4 - Barragem do França.....	135
FOTO 5 - Barragem João Durval Carneiro.....	136

LISTA DOS ANEXOS

	Página
ANEXO A - Valores médios históricos das estações fluviométricas.....	160
ANEXO B - Valores médios históricos das estações pluviométricas.....	166
ANEXO C - Coletânea da legislação federal brasileira, estadual do Estado da Bahia e do município de Mucugê, relativas a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraguçu.....	167

SUMÁRIO

	Página
1.0 - INTRODUÇÃO.....	20
1.1 - OBJETIVOS.....	24
1.1.1 - OBJETIVO PRINCIPAL.....	24
1.1.2 - OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	24
1.2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E ANTRÓPICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.....	25
1.2.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....	25
1.2.1.1 - Clima.....	25
1.2.1.2 - Geologia.....	27
1.2.1.2.1 - Embasamento Arqueano.....	28
1.2.1.2.2 - Supergrupo Espinhaço.....	28
1.2.1.2.3 - Supergrupo São Francisco.....	29
1.2.1.2.4 - Bacia Sedimentar do Recôncavo.....	30
1.2.1.2.5 - Grupo Barreiras.....	31
1.2.1.3 - Geomorfologia.....	32
1.2.1.3.1 - Anticlinais Aplanados e Esvaziados, Sinclinais Suspensos, Blocos Deslocados por Falhas da Chapada Diamantina.....	32
1.2.1.3.2 - Formas de Dissecção e Aplanamentos Embutidos....	36
1.2.1.3.3 - Patamares e Serras do Rio de Contas do Planalto Sul-Baiano.....	36
1.2.1.3.4 - Pedimentos Funcionais ou Retocados por Drenagem Incipiente.....	36
1.2.1.3.5 - Pediplano Cimeiro da Chapada Diamantina.....	37
1.2.1.3.6 - Pediplano Sertanejo.....	37
1.2.1.3.7 - Planaltos Kársticos.....	39
1.2.1.3.8 - Região de Acumulação.....	39
1.2.1.3.9 - Serras e Maciços Residuais.....	39
1.2.1.3.10- Serras, Alvéolos e Depressões Intramontana.....	40
1.2.1.3.11- Tabuleiros Interioranos.....	40
1.2.1.4 - Pedologia.....	43
1.2.1.4.1 - Latossolo Amarelo.....	43
1.2.1.4.2 - Latossolo Vermelho.....	44
1.2.1.4.3 - Latossolo Vermelho-Amarelo.....	44
1.2.1.4.4 - Argissolo.....	45
1.2.1.4.5 - Chernossolo.....	45
1.2.1.4.6 - Planossolo Solódico.....	46
1.2.1.4.7 - Cambissolo.....	46
1.2.1.4.8 - Neossolo – Quartzarênico.....	47
1.2.1.4.9 - Neossolo – Regolítico.....	47
1.2.1.4.10- Neossolo – Flúvicos.....	48
1.2.1.4.11- Vertissolo.....	48
1.2.1.4.12- Espodossolo – Hidromórfico.....	48
1.2.1.4.13- Neossolo – litólicos.....	49
1.2.1.4.14- Gleissolos.....	50
1.2.1.5 - Hidrologia.....	52

1.2.2.6	- Vegetação.....	60
1.2.3	- CARACTERIZAÇÃO ANTRÓPICA.....	62
1.2.3.1	- Atividades econômicas.....	64
1.2.3.1.1	- Agricultura.....	64
1.2.3.1.2	- Pecuária.....	64
1.2.3.1.3	- Extrativismo.....	65
1.2.3.1.4	- Indústria, Comércio e Serviços.....	67
1.2.3.1.5	- Outorgas.....	67
1.2.3.1.6	- Saneamento.....	70
2.0	- PANORAMA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	71
2.1	- GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO.....	72
2.2	- GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	74
2.3	- GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BAHIA.....	80
3.0	- MATERIAIS E MÉTODOS.....	82
4.0	- EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.....	88
4.1	- EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NAS VAZÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.....	94
4.2	- EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NA PRECIPITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.....	97
5.0	- RESULTADOS.....	104
6.0	- INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	141
7.0	- CONCLUSÕES.....	148
8.0	- RECOMENDAÇÕES.....	150
	- REFERÊNCIAS.....	152

1.0 INTRODUÇÃO

Para se realizar uma avaliação quantitativa visando a gestão de recursos hídricos superficiais, deve-se investigar a vazão existente na calha do rio e a capacidade de armazenamento natural e artificial na bacia hidrográfica. A investigação deve ser realizada através dos aspectos físicos e socioeconômicos existentes na bacia.

As vazões dos rios em regiões semiáridas estão diretamente relacionadas às precipitações pluviométricas nestas regiões e ao tipo de aquífero associado. A maneira como estas águas chegam até as drenagens devem ser estudadas e avaliadas para que se evitem catástrofes naturais, ou para que se possa tirar um maior proveito das águas superficiais ou subterrâneas existentes nestas regiões, carentes de recursos hídricos. Desta maneira foi escolhida a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, localizada 63,7% em região semiárida, para se avaliar o armazenamento das águas superficiais e projetar sua gestão através da dinâmica sazonal das precipitações e das vazões existentes.

Na avaliação das vazões existentes é necessário medir uma seção do rio e sua velocidade no trecho. Entretanto, a análise sem interpretação dos dados obtidos pode conduzir a erros grosseiros no que diz respeito à avaliação final da quantidade da água num determinado manancial (adaptado de GONÇALVES, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu está localizada entre as coordenadas $-11^{\circ} 11'$ a $-13^{\circ} 42'$ de latitude sul e $-38^{\circ} 48'$ a $-42^{\circ} 07'$ de longitude oeste, situada na região centro-leste do Estado da Bahia, totalmente em território baiano. Dentro do sistema de codificação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), está incluída na Bacia 5 - Bacias do Atlântico Sul - Trecho Leste, estando codificada sob o número 51. Ao nível do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a bacia faz parte da Região de Planejamento e Gestão das Águas – X, Paraguaçu.

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu apresenta os seguintes limites naturais:

- Ao Norte faz limite com as bacias dos rios São Francisco e Itapicuru;

- Ao Sul faz limite com as bacias dos rios de Contas e bacia do Recôncavo Sul (rios Jiquiriçá e Jaguaribe);
- Ao Oeste faz limite com as bacias dos rios São Francisco e de Contas;
- Ao Leste faz limite com as bacias do Recôncavo Norte, rio Inhambupe e a Baía de Iguape.

O mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia pode ser observado na FIGURA 1.

FIGURA 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

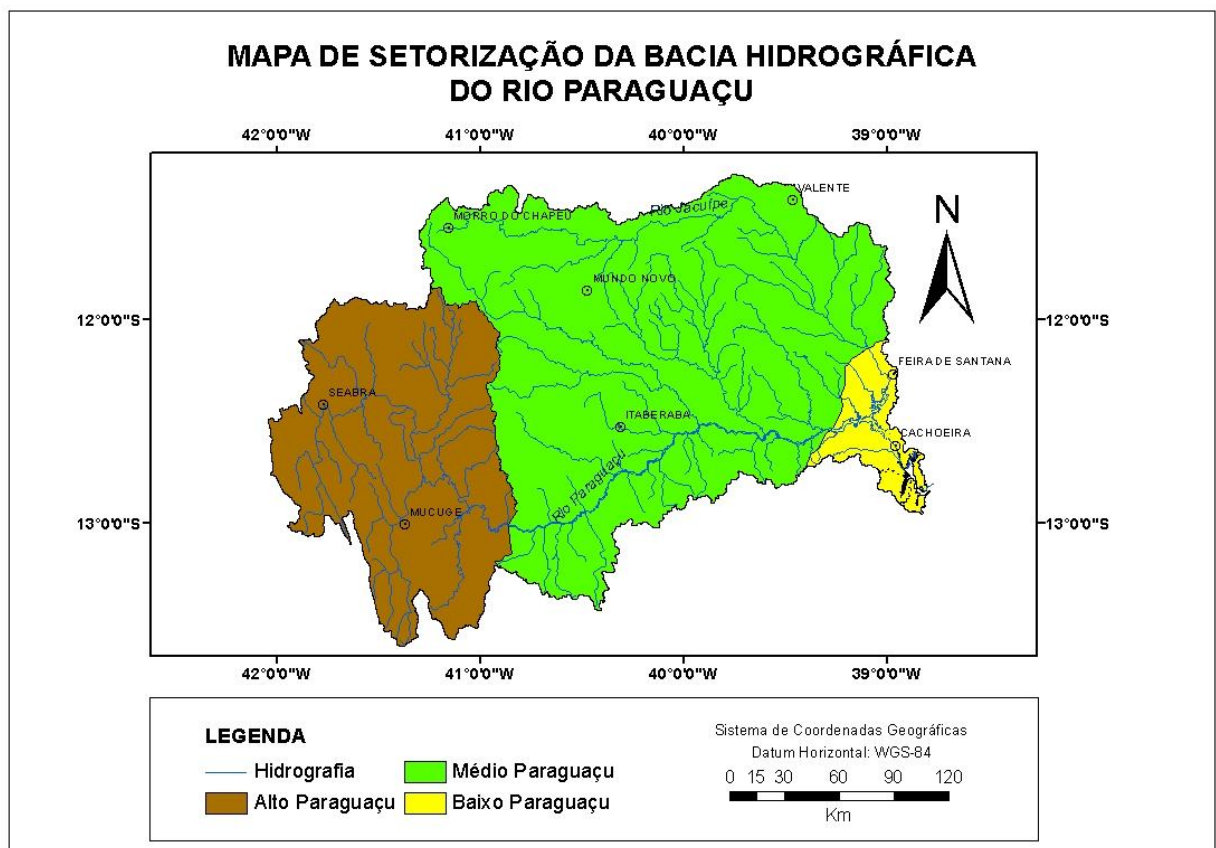


Fonte: O autor

O canal principal do rio Paraguaçu se orienta de sul a norte, a partir de sua nascente em Barra da Estiva, até o município de Andaraí e segue no sentido oeste – leste, até a sua foz na Baía de Iguape. Apresenta um regime perene, em toda sua extensão e totaliza uma superfície de 54.873 km². A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu possui cinco grandes barragens, sendo que, duas localizadas no tributário denominado rio

Jacuípe (Barragens do França, localizada nos municípios de Piritiba/Miguel Calmon, e João Durval Carneiro, localizada nos municípios de São José do Jacuípe e Várzea da Roça), e as outras três, localizadas na calha do rio Paraguaçu (Barragens do Apertado, localizada no município de Mucugê, Bandeira de Melo, localizada nos municípios de Itaeté e Boa Vista do Tupim, e Pedra do Cavalo, localizada nos municípios de Mangabeira e Cachoeira). O plano diretor da bacia do rio Paraguaçu, para facilitar o desenvolvimento de projetos e pesquisas, dividiu a bacia hidrográfica em três regiões: Alto Paraguaçu, que compreende a região de nascentes na qual o rio passa por clima tropical de altitude e rochas quartzíticas e calcárias; Médio Paraguaçu, que compreende a região intermediária na qual o rio passa por clima semiárido e rochas granulíticas; e o Baixo Paraguaçu, que compreende a região final e da foz, na qual o rio passa por clima tropical chuvoso de floresta e rochas granulíticas (BAHIA, 1992) (FIGURA 2).

FIGURA 2 - Bacia hidrográfica do rio Paraguaçu_BA, com destaque para as sub-regiões do Alto, Médio e Baixo curso.



Fonte Adaptado de BAHIA, 1992.

O conhecimento das condições quantitativas das águas fluviais, a compreensão da sua evolução e a previsão num cenário futuro, é premissa para a gestão de recursos hídricos e de sua outorga. Tendo este objetivo, vários pesquisadores definiram parâmetros para avaliar a qualidade e a quantidade das águas e a sua disponibilidade para consumo. No Brasil a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nos fornece os padrões de potabilidade. A vazão média com noventa por cento de probabilidade que está presente na calha do rio Paraguaçu (vazão Q_{90}) nos indica a garantia de volume a ser outorgado por adução (captação) ou conduzido (lançamento).

As crescentes urbanizações, industrialização, além de outras atividades antrópicas causam uma grande demanda de recursos hídricos. Desta maneira, o monitoramento das águas torna-se necessário para se poderem elencar medidas de prevenção e convivência com a seca, buscando a manutenção de um ambiente em equilíbrio. No caso da determinação de impactos negativos num determinado rio, devem-se realizar trabalhos visando a sua revitalização, a qual consiste na adoção de medidas em busca da minimização dos impactos causados na sua dinâmica.

Existem outras 6 (seis) barragens projetadas para ser construída na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu (Alto Paraguaçu), são elas: a) Barragem de Encantado (na calha do rio Paraguaçu, no município de Mucugê); b) Barragem de Ponte do Roxo (Mucugê); c) Barragem de Integral (Mucugê/Ibicoara); d) Barragem de Riachão (na calha do rio Riachão a montante do lago de Apertado); e) Barragem de Casa Branca (na calha do rio Capãozinho) e f) Barragem de Capão do Mel (na calha do rio Alpercatas) (BAHIA, 2005 e BAHIA, 2013)

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu está localizada numa região semiárida brasileira. O semi-árido brasileiro é composto por 1.133 municípios dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Norte de Minas Gerais e Bahia. A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu foi escolhida, no ano de 2002, como área piloto para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNMA II) no estado da Bahia, por ser citada várias vezes no Diagnóstico da Gestão Ambiental nas unidades da federação do ano de 2001 (BRASIL, 2001).

Segundo o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), “a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu possui alto risco de estiagens e um potencial conflito do uso da água em função da diversidade dos seus usos”, a exemplo de: a) geração de energia; b) abastecimento humano; c) pesca; d) dessedentação animal; e) lazer, etc...

As fortes estiagens que acontecem na bacia devem ser estudadas para avaliar a influência das anomalias de temperatura no Oceano Pacífico sobre a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. Desta maneira a capacidade de armazenamento das rochas existentes na bacia hidrográfica pode ter influência direta na manutenção do fluxo d'água nas calhas dos rios tributários e na drenagem principal da bacia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Principal

Este trabalho tem a seguinte hipótese: É possível criar novos métodos de utilização dos dados hidrológicos, facilitando a compreensão das informações, para auxiliar a gestão quantitativa de águas superficiais das bacias hidrográficas?

Desta maneira o objetivo principal foi criar novos métodos e buscar um formato de apresentação de resultados, que possibilite a fácil compreensão de dados hidrológicos de bacias hidrográficas.

1.1.2 Objetivos Secundários

Este trabalho possui os seguintes objetivos secundários: **i)** a avaliação quantitativa das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu; **ii)** demonstrar a importância do estudo do tempo de retardo para avaliar a porosidade/permeabilidade das rochas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu; **iii)** analisar a influência do El Niño e de La Niña na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

1.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICA E ANTRÓPICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

1.2.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.

Na caracterização física foram descritos os aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

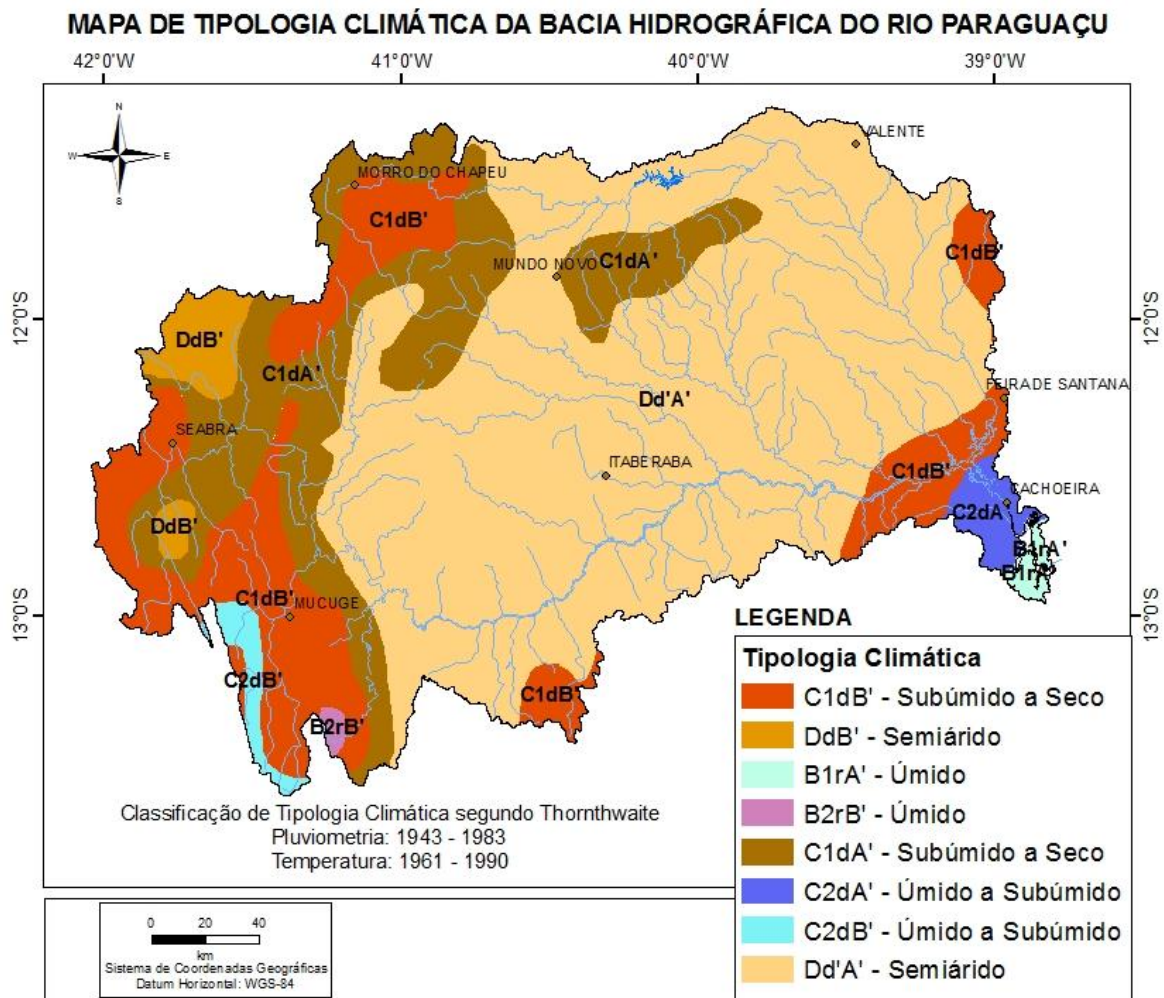
1.2.1.1 Clima

A bacia do rio Paraguaçu possui 8 (oito) tipologias climáticas distribuídas em 4 (quatro) domínios climáticos principais segundo BAHIA, 1998, são eles: a) Tipo Climático Úmido, representado pelos subdomínios B1r'A' e B2rB'; b) Tipo Climático Úmido a Subúmido, representado pelos subdomínios C2d'A e C2dB'; c) Tipo Climático Subúmido a Seco, representado pelos subdomínios C1dB' e C1d'A' e d) Tipo Climático Semiárido, representado pelos subdomínios Dd'A' e DdB' (FIGURA 3).

O clima predominantemente é o semiárido, seguido de grandes manchas de clima subúmido a seco, bordejando quase toda a bacia. Os climas úmido e úmido a subúmido, também presentes na bacia se localizam na foz do rio Paraguaçu (região litorânea) e na região de nascente do rio Paraguaçu (região da Chapada Diamantina).

A presença de climas úmidos e subúmidos na foz do rio Paraguaçu (região litorânea) não contribui de maneira significativa para a formação de vazões na calha principal do rio Paraguaçu. Entretanto a presença destes climas na região de nascente do rio Paraguaçu (região da Chapada Diamantina), favorecem a formação das vazões e manutenção das mesmas.

FIGURA 3 - Tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu



Fonte Adaptado de BAHIA, 2007.

No QUADRO 1 é possível observar a presença e distribuição dos tipos climáticos na bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu.

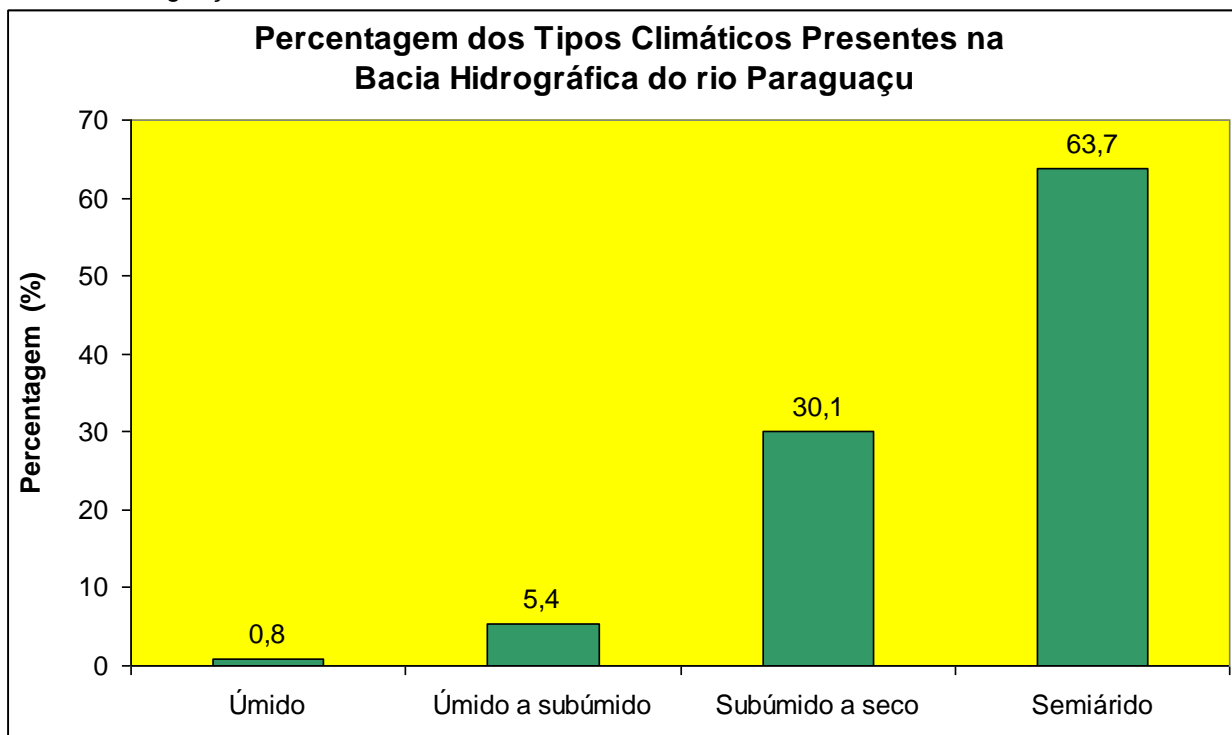
QUADRO 1: Percentagem dos tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

Clima	Tipologia	Percentagem
Úmido	B1rA' + BRrB'	0,8
Úmido a subúmido	C2dB' + C2dA'	5,4
Subúmido a seco	C1dB' + C1dA'	30,1
Semiárido	DbB' + Dd'A'	63,7

Fonte: O autor.

O GRÁFICO 1 facilita a visualização das proporções entre as percentagens dos tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

O GRÁFICO 1: Proporções entre as percentagens dos tipos climáticos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte: O Autor.

1.2.1.2 Geologia

O embasamento geológico da bacia hidrológica do rio Paraguaçu está representado por rochas de idades que variam desde o Arqueano até o Quaternário recente, todos fazendo parte do contexto geológico do Cráton do São Francisco. Na caracterização da geologia da bacia hidrográfica foi utilizado o Mapa Geológico Digital do Estado da Bahia, confeccionado pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral_CBPM (BAHIA, 2000).

Uma breve descrição dos principais domínios litológicos existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu foi realizado de maneira que se tenha a visão geral das rochas existentes nesta bacia.

1.2.1.2.1 Embasamento Arqueano

As rochas do Embasamento estendem-se deste a falha de Maragogipe, na foz, até a borda da região da Chapada Diamantina, próximo às áreas de nascentes. Os principais tipos litológicos presentes na bacia são: anfibolitos, charnockitos, enderbitos, ortognaisses, granulitos, gnaisses kinzigíticos e granitos (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.2 Supergrupo Espinhaço

O Supergrupo Espinhaço de idade Proterozóica Média é representado por rochas dos Grupos Chapada Diamantina e Paraguaçu, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

1.2.1.2.2.1 Grupo Chapada Diamantina

O Grupo Chapada Diamantina ocorre na região oeste da área, formando as serras e planaltos que constituem os divisores de água da bacia hidrográfica. O Grupo Chapada Diamantina está dividido da base para o topo nas Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu, estas Formações estão presentes na bacia hidrográfica (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.2.2 Formação Tombador

A Formação Tombador é composta por uma sequência de arenitos de coloração clara (na maioria das vezes rosada ou branca), com granulometria variando de fina a grossa, mal selecionados, por vezes arcóseos, apresentando por vezes níveis conglomeráticos e níveis ferruginosos (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.2.3 Formação Caboclo

A unidade litológica está representada predominantemente por uma sequência composta por intercalações de níveis de arenitos, de granulometria variando de fina a grosseira, siltitos, argilitos e calcário oolítico silicificado (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.2.4 Formação Morro do Chapéu

A Formação Morro do Chapéu é constituída por siltitos, argilitos, arenitos silticoargilosos e conglomerados de matriz arenosa e arenitos róseos, estes últimos predominantes, possuem granulometria média a grosseira, bem selecionados, com estruturas primárias bem conservadas, exibindo estratificações cruzadas de amplitudes diversas, marcas de corrente e truncamentos de camadas (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.3 Supergrupo São Francisco

O Supergrupo Espinhaço de idade Proterozóica Superior é representado por rochas dos Grupos Macaúbas e Una, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

1.2.1.2.3.1 Grupo Macaúbas

O Grupo Macaúbas, na área da bacia, está representado por metassiltitos com níveis de metarenitos grossos e argilosos, conglomeráticos e diamictitos (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.3.2 Grupo Una

O Grupo Una ocorre na região oeste/sudoeste da bacia, ora bordejando as litologias do Grupo Chapada Diamantina, ora bordejando as litologias do embasamento arqueano. O grupo encontra-se dividido da base para o topo nas Formações Bebedouro e Salitre, todas as Formações estão presentes na bacia (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.3.3 Formação Bebedouro

A Formação Bebedouro, na área da bacia, está representada por sedimentos siltico-argilosos de coloração avermelhada ou amarelada, por diamictitos, ardósias laminadas, arenitos de granulação grossa, paraconglomerados com seixos mal selecionados de filitos, quartzitos verdes, quartzito leitoso e dolomitos (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.3.4 Formação Salitre

A Formação Salitre, na área da bacia, está representada por calcarenitos de coloração cinza, calcissiltitos, calcilutitos, margas e calcários dolomíticos das unidades Nova América, Lapão e Gabriel (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.4 Bacia Sedimentar do Recôncavo

Os sedimentos da Bacia Sedimentar do Recôncavo estão representados, na área da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, por pequenos afloramentos situados próximo a faixa litorânea pertencentes ao Grupo Brotas e ao Grupo Barreiras.

1.2.1.2.4.1 Grupo Brotas

Essa unidade lito estratigráfica, de idade Jurássica, é composta, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, por siltitos, folhelhos e arenitos das Formações Aliança e Sergi (BAHIA, 2000).

1.2.1.2.4.2 Formações Aliança (BAHIA, 2000).

A Formação Aliança é constituída por dois membros: Boipeba (inferior) e Capianga (superior). O Membro Boipeba consiste de arenitos cinza esbranquiçados, vermelhos púrpura, marrons, vermelho amarelados, finos a médios, argilosos, feldspáticos, micáceos, com algumas estratificações cruzadas planares, finamente acamados. Próximo à base, ocorrem camadas de arenitos conglomeráticos, com seixos e grânulos de rochas metamórficas. O Membro Capianga compõe-se de folhelhos vermelhos, localmente manchados de verde e cinza esbranquiçado, micáceos, com intercalações esporádicas de calcário microcristalino (Viana et al, 1971).

1.2.1.2.4.3 Formações Sergi.

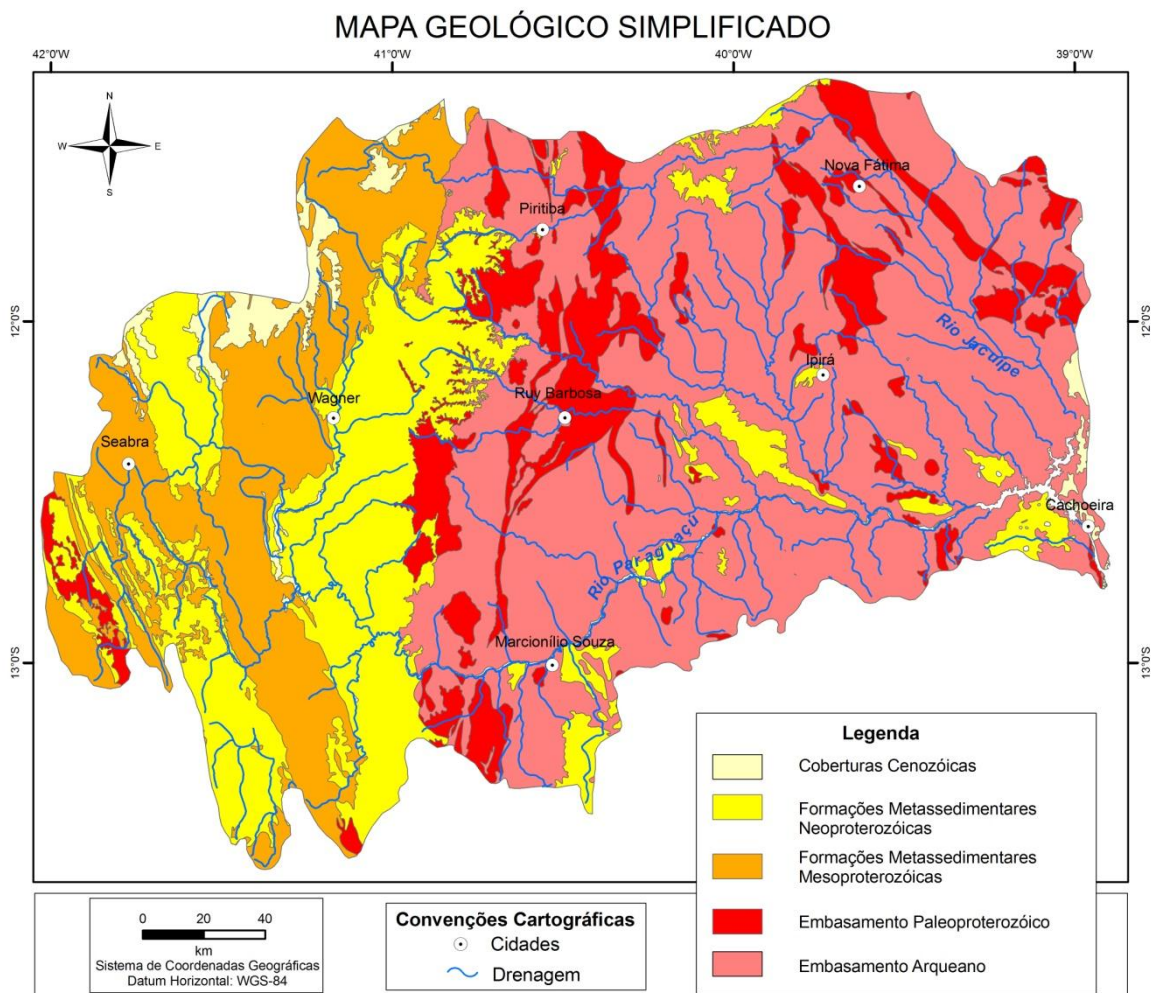
A Formação Sergi é constituída de arenitos finos a conglomeráticos, de coloração pardo amarelado, cinza esverdeado, vermelho pálido e vermelho amarronzado. Estão presentes marcas onduladas e estratificações cruzadas (Viana et al. 1971).

1.2.1.2.5 Grupo Barreiras

O Grupo Barreiras, a exemplo do Grupo Brotas, ocorre de forma discreta na bacia do rio Paraguaçu, sendo pouco representativa em termos de área de afloramento. São constituída por sedimentos terrígenos, arenitos e conglomerados imaturos.

As litologias presentes na bacia podem ser observadas no mapa geológico (FIGURA 4).

FIGURA 4- Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte: Adaptado de BAHIA, BRASIL, 2003. O Autor.

1.2.1.3 Geomorfologia

A caracterização geomorfológica da área da Bacia do rio Paraguaçu, destaca-se pelas feições características, tipos de modelado e dinâmica atual do relevo. Predominam na área desta bacia hidrográfica, modelados de aplanamento e dissecação, onde foram identificadas onze unidades geomorfológicas distintas, de caráter regional, descritas no Plano Estadual de Recursos Hídricos_PERH (BAHIA, 2003), cuja caracterização foi realizada com base no Plano Diretor de Recursos Hídricos (BAHIA, 2003) e no Projeto RADAM (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.1 Anticlinais Aplanados e Esvaziados, Sinclinais Suspensos, Blocos Deslocados por Falhas da Chapada Diamantina.

São regiões de topos côncavos e convexos, suavemente dobradas, abauladas ou irregulares, apresentando feições estruturais nítidas. Ocorrem na região centro-sul e noroeste da Chapada Diamantina, envolvendo os municípios de Rio de Contas, Paramirim-Água Quente, Abaíra, Ibityara ao sul, Gentio do Ouro ao norte, Andaraí, Lençóis, Palmeiras e Morro do Chapéu entre outros que compõem a Chapada Diamantina. As principais unidades geomorfológicas presentes na Bacia hidrográfica do rio Paraguaçu são: Pediplano Central; Planalto do Rio Bonito; Encostas Orientais e Chapadas de Morro do Chapéu.

1.2.1.3.1.1 Pediplano Central

Esta unidade é representada principalmente pelos altiplanos e relevos residuais da parte central da Chapada Diamantina, estendendo-se diagonalmente no sentido NNO-SSE. Compreende grandes extensões de planaltos elevados, com altimetria sempre superior a 1.000 m e residuais de mais de 1.200 m e 1.400 m de altitude. Os relevos dissecados que ocorrem nas bordas sul e norte correspondem às áreas mais baixas (BRASIL, 1981).

O Pediplano Central se caracteriza pela topografia quase totalmente plana no conjunto, com relevos residuais que se salientam sobre a superfície aplanada. Trata-se de um Pediplano que apresenta diferentes níveis altimétricos, relativos a diferentes

estágios de preservação. Os interflúvios mais conservado estão em posição superior a 1.200 m de altitude, localizando-se principalmente a leste da serra do Bastião e a oeste da localidade de Cascavel. Configuram topos tabulares extensos e uniformes, com vegetação às vezes bastante rala, deixando o solo quase descoberto sob tufo de gramíneas e acumulações espessas de areia de diversas colorações, pertencentes a latossolos e, eventualmente, fragmentos de couraça e de quartzo. Os interflúvios menos conservados constituem a maior parte destes planaltos; correspondem a áreas mais baixas e modeladas em amplas vertentes, planos de inclinação muito pequena, com um a dois quilômetros de extensão, elaborados durante fases sucessivas de aplanamento e de dissecação (BRASIL, 1981).

A drenagem na área do Pediplano Central é pouco densa, em padrão dendrítico, de modo geral, fazendo incisões fracas na superfície aplanada. A maior parte dos cursos de água é intermitente. Muitos riachos e rios correm perpendicularmente ao alinhamento de relevos residuais formando gargantas de superimposição. Os vales geralmente têm a forma de “U” (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.1.2 Planalto do Rio Bonito

Trata-se de uma unidade com altitudes entre 600 m e 1200 m, constituída de quartzitos e conglomerados da Formação Tombador – Lavras e siltitos com intercalações de arenitos da Formação Caboclo, ambas do Grupo Chapada Diamantina, do Proterozóico Médio, além de trechos de cobertura detrítica do Terciário-Quaternário. Apresenta-se como um planalto com setores mais conservados de relevos tabulares e outros já dissecados em intensidades diferentes, mapeados como fácies de dissecação diferencial. Nas áreas mais dissecadas o relevo configura formas convexizadas de grande porte, outeiros e morros separados por vales geralmente muito profundos, com encostas de inclinação forte, cobertas por vegetação de mata que chega até as margens dos cursos de água (BRASIL, 1981).

Pode ser observada em alguns pontos a existência de ravinas antigas e atuais que entalham as vertentes das colinas e outeiros (pequenos montes), assim como as bordas do relevo tabular. O trabalho da erosão se manifesta ainda nas encostas recortadas em terracetes, visíveis também nas bordas de rios, sendo que localmente

observam-se marcas de deslizamentos de terra. Nas áreas onde predominam os topos tabulares os glaciais estão sendo dissecados em lombas e os vales são rasos e largos. A drenagem da área dirige-se para o rio Utinga, obedecendo a certo controle estrutural. Alguns rios exibem trechos retelinizados ou curvas anômalas e foram mapeados como adaptados à estrutura. Destaca-se o rio Bonito, inteiramente retelinizado e com margens desniveladas e assimétricas devido a falhamento que levantou o bloco correspondente à sua margem esquerda (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.1.3 Encostas Orientais

Constitui uma unidade situada no extremo oeste da área da bacia, representando o relevo impresso sobre o flanco oriental da Chapada Diamantina. Destaca-se por ser uma área de relevo montanhoso onde as altitudes encontram-se quase sempre acima dos 800 metros, e as cotas mais elevadas superam os 1.200 metros (BRASIL, 1981).

O substrato rochoso é composto por metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina, caracterizados principalmente pelos quartzitos e metarenitos da Formação Tombador, que devido à sua resistência à ação do intemperismo, forma as cristas e alinhamentos de rocha nos topos das serras. Os solos predominantes em quase toda a área são os solos Litólicos (BRASIL, 1981).

Esta unidade é constituída principalmente por interflúvios representados por planos estruturais inclinados e desnudados, onde a rocha aflora ou encontra-se próxima a superfície. Os interflúvios são separados por vales de origem tectônica os quais cortam profundamente a estrutura em várias direções, ladeados por paredões desnudados e escarpas íngremes muito profundas. As vertentes têm geralmente inclinações superiores a 45° e desníveis que chegam a 200m, apresentando frequentemente talus detríticos com matacões originados pela fragmentação da rocha. As partes mais conservadas são sustentadas pelas camadas resistentes de quartzitos, resultando em formas de aspecto pontiagudo (BRASIL, 1981).

A drenagem da área é feita por rios e riachos cujas nascentes encontram-se na própria serra, o que configura um padrão de drenagem retangular. Estes entalham vales

profundos e estreitas gargantas ao longo das fraturas e falhas, correndo sobre a rocha exposta ou sobre um leito pedregoso ou entulhado por seixos e matacões, sendo o curso d'água caracterizado por saltos e cachoeiras, frequentemente próximo as nascentes. Considerando a predominância de afloramentos de metassedimentos consolidados, o forte escoamento superficial confere aos rios um caráter torrencial e de pesada carga detrítica, o que pode ser observado na saída da garganta do rio Paraguaçu, próximo a cidade de Andaraí (BRASIL, 1981).

Definida como uma área montanhosa, onde os elementos estruturais condicionam o relevo, a ocorrência generalizada de solos litólicos determina a grande limitação destes terrenos para o uso agrícola (BRASIL, 1981).

A presença de cursos d'água em sulcos estruturais, apesar da situação topográfica favorável à implantação de barramentos, mostra uma situação geológica problemática, com a possibilidade da existência de pontos de fuga, através da rocha dobrada e fraturada, onde está presente a macro porosidade das diaclases e juntas abertas. É também problemático o aspecto referente à carga elevada de sedimentos dos rios, o que provoca, em curto prazo, o assoreamento dos reservatórios (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.1.4 Chapadas de Morro do Chapéu

O Planalto de Morro de Chapéu está localizado na porção noroeste da área da bacia, formando um patamar elevado, com altimetria variando entre 700 m e 1.100 metros, correspondendo à região de afloramento das rochas metassedimentares do Grupo Chapada Diamantina, representado pelas Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu. Trata-se de um planalto estrutural desnudado, localmente inumado, onde se destacam na paisagem, morros rochosos isolados e grandes afloramentos na forma de lajedos, em um relevo predominantemente plano a suave ondulado. Os vales são amplos e abertos, com vertentes suaves e fundo colmatados. Na região das bordas do Planalto, formas de dissecação são fortemente controladas pela litologia e pela estrutura, apresentando vales encaixados e com leito rochoso, onde se formam corredeiras e cachoeiras (BRASIL, 1981).

Os solos são rasos e pedregosos, predominantemente litólicos e, secundariamente, de areias quartzosas, que impõem restrições ao uso agrícola. Nas áreas de afloramento de rochas metapelíticas, as características litológicas e condições climáticas condicionaram a ocorrência de formações superficiais espessas, onde as condições pedogenéticas desenvolveram solos do tipo Latossolos, que inumaram parcialmente a superfície do Planalto (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.2 Formas de Dissecação e Aplanamentos Embutidos

Ocorrem nas bacia de Almada, Recôncavo e Tucano. São formas de dissecação e aplainamento que correspondem, em geral, aos topos e mesas elevadas, trabalhadas pela erosão diferencial, onde em sua maioria, nas bacias do Recôncavo e Tucano, afloram rochas sedimentares da Formação Barreiras (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.3 Patamares e Serras do Rio de Contas do Planalto Sul-Baiano

São áreas ao Sudeste do estado onde predominam relevos serranos ocorrentes no entorno da bacia do médio Rio de Contas, estendendo-se de sul desde Caatiba até Brejões (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.4 Pedimentos Funcionais ou Retocados por Drenagem Incipiente

São vastas áreas de modelados de desnudação ocorrentes em regiões de rochas cristalinas predominante no quadrante norte do estado, entre as cidades de Milagres e Curaçá, associadas a relevos planos e clima semiárido com índices pluviométricos abaixo de 600 mm/ano (BAHIA, 2003).

Trata-se de uma unidade de relevo dissecada, esculpida sobre rochas do Embasamento Cristalino, onde os entalhes, em geral, são pouco profundos, e os interflúvios, convexos e côncavo-convexos, são formados por colinas, outeiros e morros, cujas diferenças de cota entre os topos e os fundos de vale, variam de 50 até mais de 100 metros (BRASIL, 1981).

Nas vertentes, que apresentam uma cobertura coluvial de coloração amarelada ou avermelhada de cerca de 1m de espessura, a qual aumenta na base das encostas, as declividades mais comuns são da ordem de 20° a 30°. A erosão atua através do escoamento superficial difuso e concentrado, formando o modelado destes terrenos (BRASIL, 1981).

A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico, em cursos de água que são geralmente pequenos e de regime temporário, verificando-se na área a ocorrência de sulcos retilinizados adaptados à estrutura, principalmente nos sentidos NO-SE e SO-NE. Os vales são largos e simétricos, geralmente em forma de “U” e com fundo plano (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.5 Pediplano Cimeiro da Chapada Diamantina

Regiões altas, aplainadas, já descritas anteriormente no Planalto Sul-baiano, localizadas no topo do planalto da Chapada Diamantina, onde se destacam as regiões de Morro da Chapéu, Seabra, Boninal e Piatã (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.6 Pediplano Sertanejo

São superfícies de erosão, localizadas preferencialmente nas bordas leste e oeste do planalto Central da Chapada Diamantina, caracterizadas por formas de aplainamento retocadas, apresentando formações superficiais que indicam remanejamentos sucessivos do material. Estas formas apresentam-se rampeadas e dissecadas francamente, com feições de lombas de inclinação inferior a 5° (RADAMBRASIL, 1983) (Apud em BAHIA, 2003).

A unidade do Pediplano Sertanejo possui uma grande representatividade na área em estudo, predominando com grande extensão em toda a porção central da bacia do Paraguaçu. Corresponde a uma superfície deprimida, com altitudes que variam entre 200 m e 600 metros, cercada em parte por relevos planálticos de unidades adjacentes. São grandes extensões de topografia quase plana, onde o modelado corresponde a rampas, com declividades inferiores a 5%, que se sucedem. Os solos são jovens e pouco espessos, representados principalmente por Planossolos e solos

Litólicos, havendo comumente afloramentos rochosos na forma de lajedos (BRASIL, 1981).

As formas de relevo mais comuns e notáveis nesta unidade são os “dorsos de baleia” e os inselbergs, que são mais representativos na região de Milagres. Sobre estas formas predominam processos de desagregação mecânica, formando depósitos de talus e caos de blocos ao pé das encostas íngremes (BRASIL, 1981).

Nos trechos mais conservados da unidade, o escoamento se faz em lençol e a erosão é pelicular. Os rios e riachos têm regime intermitente, apresentando vales largos, pouco profundos, de fundo plano e colmatados com areia, sendo que quase todos elaboram terraços. São áreas com baixa energia de dissecação linear, embora sujeitos a forte ablação superficial. Nos trechos desnudados, predominam os processos de desagregação e fragmentação sobre os relevos residuais rochosos, formando depósitos de talus no sopé das vertentes geralmente íngremes. Nas áreas onde a vegetação original de caatinga densa foi conservada, o escoamento concentrado é dificultado prevalecendo o escoamento difuso, já nas áreas desprotegidas, o escoamento concentrado fornece areias e cascalhos para os leitos dos rios temporários (BRASIL, 1981).

Os vales são simétricos e largos, em forma de “U” e comportam cursos d’águas intermitentes e de pequeno gradiente (BRASIL, 1981).

A previsão adequada de obras que se referem a aproveitamento de recursos hídricos ou que interferem no curso normal das drenagens passa necessariamente por uma avaliação do volume de água escoado e da carga sedimentológica dos rios e riachos intermitentes, visto que as características litológicas dos terrenos e a pouca espessura dos solos condicionam uma taxa de escoamento superficial elevada. Estudos devem ser orientados no sentido de suportar projetos de viabilidade de construção de obras para aproveitamento dos recursos hídricos, principalmente no que se refere a previsão de cheias e estimativa da carga sedimentológica dos cursos d’água (BRASIL, 1981).

A cobertura predominantemente arenosa e pedregosa, aliada a um processo contínuo de destruição da cobertura vegetal e as intervenções antrópicas, condiciona uma fragilidade alta para esta unidade morfológica (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.7 Planaltos Kársticos

São extensas áreas de planaltos rebaixados, localizados no centro-norte do estado, onde se destaca a região de Irecê. São modelados de dissolução em um conjunto de formas cársticas, geralmente cobertas de materiais argilosos e resíduos silicosos das rochas calcárias sobre planaltos ou em depressões; as formas de detalhe mais frequentes encontradas na superfície são: dolinas, cavernas, vales cegos, e raros pináculos, torres e patamares retalhados por sulcos (lápiez) (BAHIA, 2003).

As formas de relevo mais comuns são os interflúvios de topo plano e feições de karst coberto em exumação, apresentando sumidouros e pequenas depressões fechadas, além de grutas calcárias, a exemplo do “poço encantado” na região de Itaetê, assim como os paredões entalhados pelo rio Una, próximo à sua confluência com o Paraguaçu (BRASIL, 1981).

Esta unidade apresenta como formação superficial, uma cobertura relativamente espessa, de coloração vermelha a vermelho-amarelada, geralmente coluvial, onde se desenvolvem solos do tipo Latossolos, formado pela alteração das rochas calcárias, com boa aptidão para a agricultura irrigada (BRASIL, 1981).

1.2.1.3.8 Região de Acumulação

São áreas onde predominam os processos de acumulação, que ocorrem nos vales mais importantes e ao longo do litoral, sobre depósitos quaternários (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.9 Serras e Maciços Residuais

São relevos serranos, restritos em extensão, dispersos sobre o quadrante norte do Pediplano Sertanejo e borda nordeste da Chapada Diamantina. São resultantes da erosão diferencial (inselbergs) sobre conjuntos de rochas quartzosas do

Embasamento Cristalino e de Complexos Metassedimentares. Suas maiores expressões no estado são as serras das Figueiras, Saúde e Itiúba (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.10 Serras, Alvéolos e Depressões Intramontana.

Localizadas em uma extensa faixa de Itanhém, no extremo sul do estado, até Anguera, na região do Planalto de Feira de Santana. Corresponde a modelados de desnudação dos tipos: colina, forma de meia laranja, monoclinal, meseta, feições convexas ou tabulares separados por vales chatos ou agudos formando drenagem dendritica com desníveis da ordem de 20 m a 50 metros; lombada, morro, monte; feições geralmente convexas ou convexo-côncavas, separadas por vales chatos ou agudos, formando uma drenagem dendritica ou ramificada com desníveis da ordem de 50 m a 100 metros; serra, montanha, elevações alinhadas ou grupadas em maciços, encostas convexas, convexo-côncavas e às vezes retilíneas, separadas por vales agudos e raramente chatos (BAHIA, 2003).

1.2.1.3.11 Tabuleiros Interioranos

Correspondentes a coberturas sedimentares aplainadas do Tercio-quadernário, localizadas nas regiões de Feira de Santana, Santo Estevão e Cruz das Almas. São depósitos de planície de acumulação de sedimentos detríticos, resultantes das ações fluviais, contendo aluviões e terraços (BAHIA, 2003).

Constitui-se em uma unidade geomorfológica de pouca representatividade na área da bacia, ocorrendo nas regiões de Feira de Santana e Santo Estevão. É caracterizada pela ocorrência de planos inclinados, correspondentes a rampas de espraio, com topos concordantes e pouco elevados, e altitudes mais frequentes em torno de 200 metros (BRASIL, 1981).

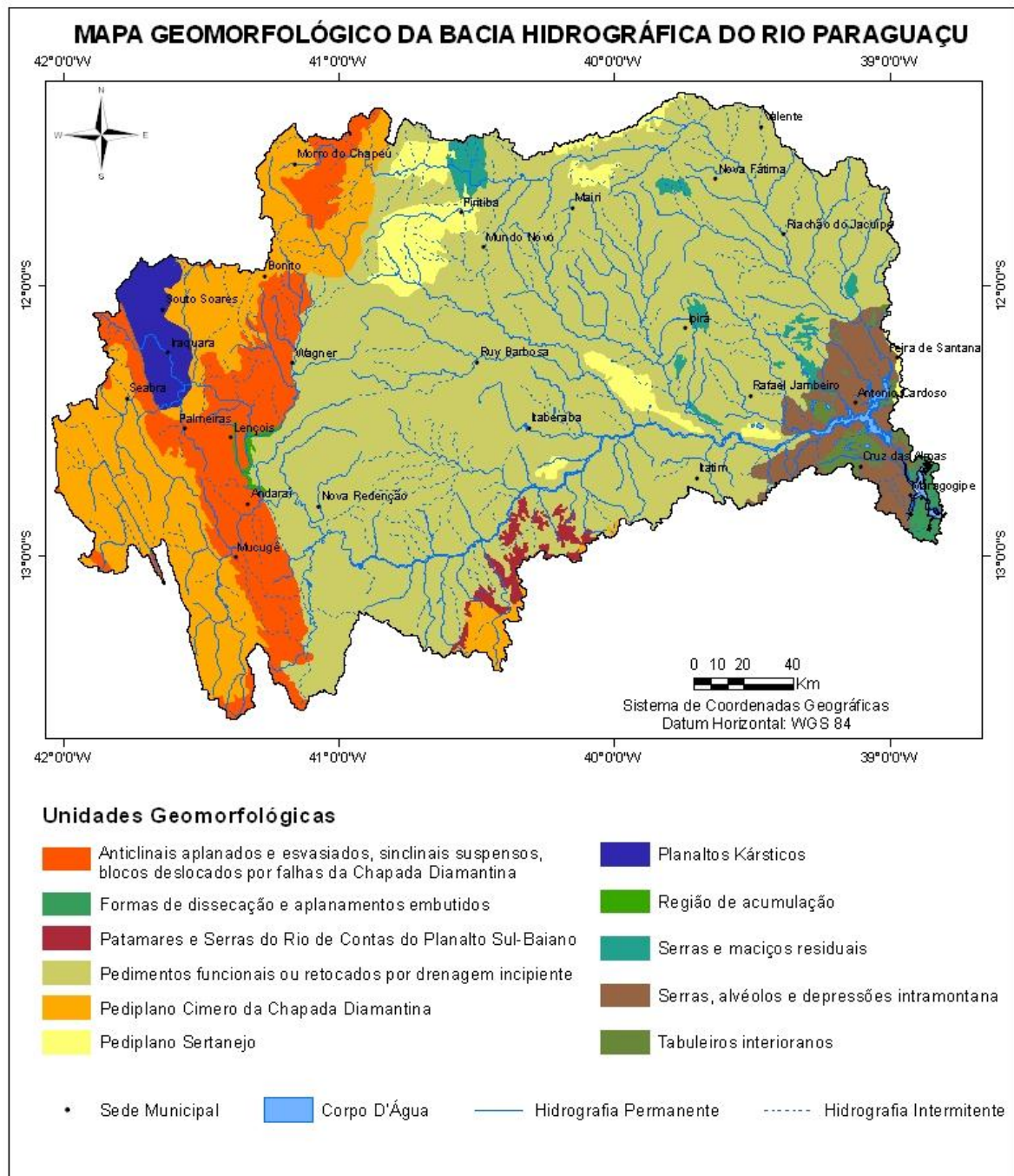
Trata-se de um Pediplano que se encontra parcialmente conservado, onde os interflúvios são extensos e a drenagem pouco entalhada, o relevo caracteriza-se por apresentar uma cobertura de alteração arenosa relativamente espessa, onde se observa a ocorrência comum de depressões fechadas, geralmente circulares ou alongadas que formam lagoas, cobertas com uma vegetação rasteira, típica de áreas

inundadas, como pode ser observado próximo à região de Feira de Santana (BRASIL, 1981).

A drenagem fracamente entalhada resulta na configuração de um relevo de lombadas com topografia suave, onde a erosão superficial atua na forma de escoamento difuso e concentrado. Os vales quase sempre são largos, em forma de “U”, e de fundo chato, geralmente preenchidos (BRASIL, 1981).

A dissecação é homogênea e pouco profunda, variando de 20 m a 40 metros entre os topos e os fundos de vale. Os interflúvios são largos, separados por vertentes com inclinações entre 18° e 27°, que evoluem por processo de coluvionamento com fenômenos de erosão localizados (BRASIL, 1981). O mapa geomorfológico pode ser observado na FIGURA 5.

FIGURA 5 – Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte: Adaptado de BAHIA, 2003. O autor.

1.2.1.4 Pedologia

Devido à sua grande extensão geográfica e à grande variedade de condições climáticas e geomorfológicas, a bacia do rio Paraguaçu apresenta uma grande diversificação de tipos de solos. Na escala de trabalho utilizada, foram identificadas 15 classes de solos de expressão regional, constituídas por diversas subclasses, que individualizam as unidades de mapeamento. Uma descrição das características físico-químicas e agrológicas destes solos é apresentada a seguir, baseada no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu elaborado pela Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia_SRH (BAHIA, 2003), no Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983 e BRASIL, 1981) atualizado com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária_EMBRAPA (BRASIL, 2013).

1.2.1.4.1 Latossolo Amarelo

Estes solos ocorrem de maneira concentrada nos tabuleiros próximos à cidade de Governador Mangabeira e na região de Ibiquera. São solos minerais, não hidromórficos, com horizontes B latossólico, que corresponde em parte ao horizonte óxico da classificação americana.

Apresentam geralmente boa permeabilidade, são profundos a muito profundos, forte a moderadamente drenados, tem boa porosidade e característica física propícia ao bom desenvolvimento das raízes das plantas. Esses solos não apresentam cerosidade revestindo os elementos estruturais, possuem baixa relação textural, tem pouca diferenciação entre os horizontes e apresentam sequências de horizontes A, B, C com transições difusas.

Na bacia apresentam-se, na maioria dos casos, com texturas argilosa e muito argilosa, estando relacionados com fase de relevo plano e suave ondulado. Apesar de possuírem fertilidade natural baixa, podem ser corrigidos e adubados para que se tenha um bom desenvolvimento das culturas selecionadas. Podem também ser fa-

cilmente mecanizáveis, devido às suas características físicas e pelas fases de relevo, onde geralmente são encontrados.

1.2.1.4.2 Latossolo Vermelho

O Latossolo Vermelho eutrófico ocorre na região que fica entre a cidade de Iramaia e vai até ao norte da cidade de Ibiquera e na região entre Souto Soares e Seabra. Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos e apresenta horizonte B latossólico. São solos que têm sequência de horizontes A, B e C, variando de profundos a muito profundos, forte a moderadamente drenados, com boa permeabilidade, boa porosidade e tendo, como característica diferenciadora das outras classes de Latossolos, sua cor mais avermelhada. Apresentam um bom potencial agrícola, tendo no clima o seu maior impedimento.

1.2.1.4.3 Latossolo Vermelho-Amarelo

Predominam os solos com caráter distrófico com uma distribuição variável, contudo tem uma maior concentração na parte oeste da bacia, nas regiões de Tapiramutá, Morro do Chapéu e Andaraí. São solos minerais, não hidromórficos, comumente profundos a muito profundos, forte a moderadamente drenados, com boa porosidade e sequência de horizontes A, B e C, com pouca diferenciação entre eles, e cores variando do vermelho ao amarelo com tons intermediários.

Foram observadas as classes texturais média, argilosa e muito argilosa, horizonte A fraco, moderado e proeminente, e relevo variando de plano até forte ondulado. As fases de relevo plano e suave ondulado estão associadas principalmente a coberturas detríticas relacionadas ao Terciário-Quaternário, e apresentam-se na maioria das vezes com caráter e distrófico.

O potencial agrícola destes solos é bom, sendo que os problemas relativos ao caráter álico podem ser minimizados com calagem e a baixa fertilidade, com adubações.

1.2.1.4.4 Argissolo

Os Argissolos Vermelho-Amarelos álicos ocorrem a leste da Barragem de Pedra do Cavalo; o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico aparece em duas manchas a sudeste da cidade de Tanquinho, no limite da bacia e na região entre Ibicoara e Barra da Estiva. Os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos estão mais concentrados na região do médio Paraguaçu, tendo como referência de localização as cidades de Baixa Grande, Rui Barbosa e Boa Vista do Tupim.

Esta classe de solos apresenta B textural, não hidromórfico, podendo ser álicos, distróficos e eutróficos. Apresentam sequência de horizontes A, Bt e C, com valores de relação textural que satisfazem aos parâmetros atualmente estabelecidos. Neste solos o horizonte A pode ter textura arenosa, média e argilosa e o horizonte Bt, média, argilosa e muito argilosa. As classes de relevo variam do plano ao montanhoso, com caracteres abrupto, plintico, com fragipan, raso e concrecionário.

Os solos que se localizam em relevos de plano a suave ondulado, tem bom potencial agrícola necessitando de calagens e adubações quando apresentarem fertilidade baixa; já os eutróficos necessitam apenas de adubações de reposição.

1.2.1.4.5 Chernossolo

Estes solos ocupavam grande extensão a leste da cidade de Santo Estevão, contudo após o enchimento da Barragem de Pedra do Cavalo, boa parte destes solos foi recoberta pelas águas. São solos minerais, não hidromórficos, caracterizados por apresentar horizonte B textural, A do tipo chernozêmico, argila de atividade alta (Ta), saturação de bases superior a 50% e altos valores para a soma de bases trocáveis. Apresentam sequência de horizontes A, Bt e C, com nítido contraste entre os horizontes A e Bt, devido a diferença de cor e/ou estrutura. O horizonte Bt é pouco espesso, possuindo cutans de iluviação revestindo os elementos estruturais. Contém boa reserva de minerais facilmente decomponíveis, devido ao baixo grau de intemperização.

Ocorrem em relevos que variam de plano a ondulado, com textura média e argilosa, apresentando, em alguns solos, textura cascalhenta e caráter litólico. São solos que

tem potencial agrícola dependente de profundidade e relevo, ficando a questão do clima num nível mais elevado.

1.2.1.4.6 Planossolo Solódico

Encontra-se concentrado na região denominada Depressão Sertaneja, estendendo-se de norte a sul da bacia. Ocupam uma superfície que vai desde a região de Valente e Pintadas até a região de Milagres e Castro Alves, passando por Pé de Serra e Anguera. São solos minerais, imperfeitamente a mal drenados, de textura superficial arenosa ou média, que contrasta de forma abrupta com o horizonte imediatamente subjacente Bt, adensado, de elevada concentração de argila. A permeabilidade do horizonte Bt é muito lenta ou mesmo inexistente, em oposição a do horizonte superior, o que provoca nos períodos de chuvas rápidas, saturação com água facilitando o arraste das partículas do solo.

A saturação com sódio trocável no horizonte Bt ou no topo do C, está entre 6 e 15%, configurando o caráter solódico. É comum a presença de mosqueados ou cores acinzentadas.

Estes solos são mais utilizados para pecuária extensiva por oferecerem menores riscos. Os fatores que limitam o uso destes solos são a espessura do horizonte A, a elevada saturação com sódio trocável e a drenagem imperfeita que pode causar o encharcamento da camada superficial ocasionando a morte das plantas.

1.2.1.4.7 Cambissolo

Os solos que predominam na área tem o caráter eutrófico e ocorre basicamente entre as cidades de Ibiquera e Itaetê, além da região próxima a Utinga. São solos minerais, não hidromórficos, que apresentam como horizonte diagnóstico, um B incipiente, isto é, um horizonte que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, mas suficiente para a formação de cor ou de estrutura, onde mais da metade do volume de todos os sub-horizontais não deve ser constituída de estrutura da rocha matriz. Apresentam sequência de horizontes A, Bi e C, são bem a moderada-

mente drenados, com textura predominantemente argilosa, ocorrendo também média. O horizonte A é moderado.

O aproveitamento agrícola destes solos é limitado em grande parte pelo tipo de relevo onde se situam, ondulado e forte ondulado. Onde o relevo permite e devido aos seus bons níveis de fertilidade são bem aproveitados. Nestes casos, a limitação são as condições climáticas da região onde ocorrem.

1.2.1.4.8 Neossolo – Quartzarênico

Apresentam pouca expressão com relação à superfície ocupada, ocorre nas proximidades da foz do rio Paraguaçu. Compreendem solos minerais pouco desenvolvidos devido ao material de origem ser de constituição areno-quartzosa que impede a evolução pedogenética do perfil. Os teores de argila estão abaixo de 15%, com isso o nível de fertilidade e a capacidade de retenção de umidade são muito baixos. São muito profundos, fortemente a extremamente ácidos, apresentando sequência de horizontes A e C.

São solos de textura grosseira e muito susceptíveis a erosão por isso não são recomendados para a utilização agrícola.

1.2.1.4.9 Neossolo - Regolítico

Esta classe de solo ocorre a nordeste da bacia, tendo como referência a cidade de Conceição do Coité. São solos minerais, pouco desenvolvidos, que possuem sequência de horizontes A e C e apresentam teores médio e alto de minerais primários de fácil intemperização, principalmente feldspato. Ocorrem em áreas degradadas a partir da alteração de rochas do embasamento cristalino.

As principais limitações ao uso agrícola destes solos são a drenagem excessiva, a textura grosseira e as baixas precipitações nas áreas de ocorrência dos mesmos.

1.2.1.4.10 Neossolo – Flúvicos

Ocorrem apenas em uma mancha mapeável, que se localiza na confluência do rio Santo Antônio com o rio Paraguaçu, no município de Andaraí. São solos minerais pouco desenvolvidos, constituídos por deposição de sedimentos fluviais recentes, que formam camadas estratificadas de diferentes composições granulométricas, sem nenhuma relação pedogenética entre si. Ocupam as várzeas dos rios, apresentando drenagem em geral moderada e imperfeita, com sinais de gleização em profundidade. São utilizados para a agricultura, principalmente horticultura, mas devem-se tomar algumas precauções com relação às inundações.

1.2.1.4.11 Vertissolo

Este solo tem pouca expressividade na bacia, ocorrendo como mancha mapeável a leste da cidade de Macajuba. São solos minerais, argilosos, que apresentam pronunciadas mudanças em volume, decorrentes de diferentes teores de umidade.

São solos mal drenados, de permeabilidade muito lenta, muito plásticos e muito pegajosos, quando molhados, e altamente susceptíveis à erosão, características que os tornam de difícil manejo. Quimicamente apresentam alta capacidade de troca de cátions, alta saturação de bases, teores elevados de cálcio e magnésio e pH próximo da neutralidade.

Quanto ao potencial agrícola, estes solos apresentam bom potencial na parte química, contudo, devido ao alto teor de argilas expansivas, têm restrições na parte física, necessitando assim, para a sua utilização, manejo muito cuidadoso.

1.2.1.4.12 Espodossolo – Hidromórfico

Em toda bacia, este solo ocorre apenas como uma mancha na região entre o Rio Tijuco e o Rio Santo Antônio.

Compreende solos do tipo mineral, com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Apre-

sentam, usualmente, sequência de horizontes A, E, Bh, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes.

São solos cuja profundidade é bastante variável, havendo constatações de horizonte E com três a quatro metros de espessura. A textura é predominantemente arenosa, sendo menos comumente textura média e raramente argilosa (tendente para média ou siltosa) no horizonte B. A drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do B e a drenagem do solo. São solos muito pobres, moderada a fortemente ácidos, normalmente com saturação por bases baixa, podendo ocorrer altos teores de alumínio extraível.

1.2.1.4.13 Neossolo –litólicos

Na bacia ocorrem solos de caráter, distrófico e eutrófico. Os Litólicos distróficos predominam na região da Chapada Diamantina, a oeste da cidade de Iramaia, na região de Morro do Chapéu, na região de Andaraí e Mucugê e na região de Seabra e Boninal. Os solos eutróficos ocorrem por toda a bacia, concentrando-se na região da sub-bacia do rio Jacuípe, geralmente associados a Afloramentos de Rochas.

São solos minerais, pouco desenvolvidos, rasos, que possuem sequência de horizontes A, C e R ou A e R, podendo apresentar em alguns perfis o início de formação de um horizonte B incipiente. O horizonte A pode variar de fraco a chernozêmico, sendo mais comuns solos com A fraco e moderado.

Ocorrem em relevos variáveis, desde suave ondulado a escarpado, com textura argilosa e média com e sem cascalho, podendo apresentar caráter álico, distrófico ou eutrófico. Os de caráter álico estão em geral associados a Afloramentos de Rochas. Devido as fortes restrições que apresentam como pouca profundidade, relevo movimentado, presença de cascalho ou de pedregosidade e/ou rochosidade, estes solos não têm condições de utilização agrícola, sendo recomendado seu uso como área de preservação.

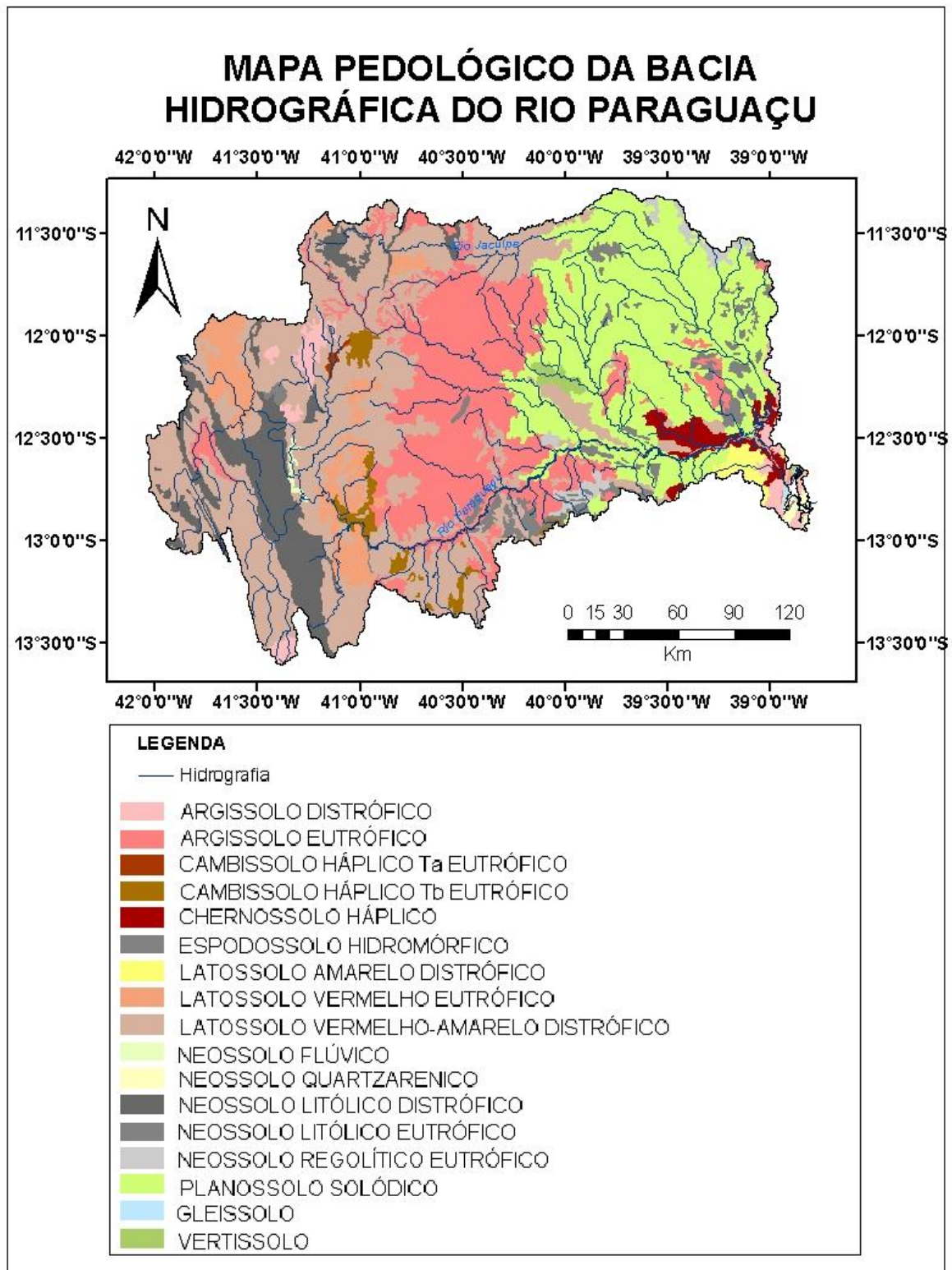
1.2.1.4.14 Gleissolos

São solos de pouca expressividade com relação a superfície ocupada, contudo tem muita importância no aspecto ambiental, pois ocorrem ao redor da Baía do Iguape, onde deságua o rio Paraguaçu, na região de Maragogipe.

São solos gleizados, muito mal drenados, com alto conteúdo em sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre, que se formam em áreas sedimentares baixas e alagadas do litoral, geralmente nas proximidades de desembocaduras de rios, principalmente onde existe acúmulo de matéria orgânica.

O aproveitamento agrícola não é recomendável devido às sérias restrições que apresentam, tais como: excesso de sais e inundações constantes. Além disso, são áreas protegidas por leis ambientais, que impedem sua utilização. O mapa pedológico pode ser observado na FIGURA 6.

FIGURA 6 - Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu



Fonte: Adaptado de BAHIA, 2011. O autor.

1.2.1.5 Hidrologia

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu ocupa 9,78% dos 561.026 km² do território baiano e se encontra disposta na direção Leste-Oeste. Apresenta uma forma aproximadamente retangular, possuindo um comprimento de cerca de 250 km e largura média de cerca de 125 km, o que lhe confere um índice de forma de 8,96 ($IF = A/L^2$, onde IF é o índice de forma, A é a área, e L é o comprimento da bacia), possuindo desta maneira variedades morfológicas, climáticas, geológicas e hidrológicas, decorrentes da grande extensão da bacia. A rede de drenagem principal é constituída pelo rio Paraguaçu, e seus tributários, sendo os mais importantes o rio Una na margem direita, e o rio Jacuípe na margem esquerda. Os principais dados hidrológicos da bacia podem ser observados no QUADRO 2 (Adaptado de BAHIA, 1992). Ainda no QUADRO 6 pode ser observada a vazão média diária c/ 90% de garantia afluente ao exutório da Bacia ($Q_{90d.exu}$), a vazão regularizada pelos pequenos reservatórios ($Q_{r.p}$) e a vazão regularizada por grandes reservatórios (Q_{rg}).

QUADRO 2: Resumo dos dados hidrológicos da bacia do rio Paraguaçu

Parâmetro	Valor do Parâmetro
Área da bacia	54.873 km ²
Vazão específica	2,11 L/s.km ²
Vazão média	115,78 m ³ /s
Descarga de base	16,40 m ³ /s
$Q_{90d.exu}$	16,23 m ³ /s
$Q_{r.p}$	2,36 m ³ /s
Q_{rg}	83,71 m ³ /s

Fonte dos dados: Bahia, 1992.

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu possui cinco grandes barragens construídas (FIGURA 2), as barragens do Apertado (município de Mucugê), Bandeira de Melo (entre os municípios de Boa Vista do Tupim e Itaetê) e Pedra do Cavalo (município de Cachoeira) na calha principal do rio Paraguaçu e as barragens do França (município de Piritiba) e João Durval Carneiro (no município de São José do Jacuípe) na calha do rio Jacuípe. Existem estudos em andamento para a construção de outras barragens na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, a exemplo das Barragens de Casa Branca, no rio Capãozinho no município de Mucugê, e Licurioba, no rio Santo An-

tônio no município de Lençóis. A necessidade de construção de novas barragens é fundamentada na baixa capacidade de armazenamento e consequente necessidade de regularização das vazões existentes, uma vez que a vazão média diária com 90% de garantia afluente ao exutório da Bacia ($Q_{90d.exu}$) não passa de 16,23 m³/s, num rio onde se registram vazões máximas anuais de 1561 m³/s (Estação 51280000 no ano de 1957, em laçu) e vazões mínimas anuais de 0,4 m³/s (Estação 51280000 no ano de 1998, em laçu).

O rio Paraguaçu nasce na Serra do Sincorá, nas Fazendas Farinha Molhada, Paraguaçu e Brejões, no município de Barra da Estiva, aproximadamente a 1.200 metros de altitude em relação ao nível do mar (BAHIA, 2003). Percorre cerca de 450 Km até a sua foz, hidrológica, na Baía de Iguape. Sua área de drenagem ocupa 54.873 km², abrangendo 85 (oitenta e cinco) municípios localizados principalmente no centro – leste do Estado. Os seguintes municípios estão incluídos na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu (total ou parcialmente): Andaraí, Anguera, Antônio Cardoso, Baixa Grande, Boninal, Boa Vista do Tupim, Barrocas, Barra da Estiva, Barro Alto, Bonito, Cabaceiras do Paraguaçu, Capim Grosso, Cachoeira, Candéal, Capela Alto Alegre, Castro Alves, Conceição da Feira, Conceição do Coité, Cruz das Almas, Canarana, Feira de Santana, Gavião, Governador Mangabeira, laçu, Ibicoara, Ibiquera, Ichu, Ipecaetá, Ipirá, Iraquara, Iramaia, Itaberaba, Itaetê, Itatim, Lajedinho, Lençóis, Lamarão, Macajuba, Mairi, Maracás, Maragogipe, Marcionílio Souza, Miguel Calmon, Milagres, Morro do Chapéu, Mundo Novo, Mulungu do Morro, Muritiba, Mucugê, Nova Itarana, Nova Fátima, Nova Redenção, Palmeiras, Pé de Serra, Piatã, Pintadas, Piritiba, Planaltino, Quixabeira, Rafael Jambeiro, Retirolândia, Riachão do Jacuípe, Ruy Barbosa, Santa Bárbara, Santaluz, Santa Terezinha, Santo Estevão, São Domingos, São Félix, São Gonçalo dos Campos, São José do Jacuípe, Sapeaçu, Saubara, Serra Preta, Serrolândia, Seabra, Serrinha, Souto Soares, Tanquinho, Tapiramutá, Utin-ga, Valente, Várzea da Roça, Várzea do Poço, Wagner. O Comitê de bacia do Rio Paraguaçu admite a foz (administrativa) até a Baía de Todos os Santos, desta maneira a área da bacia é aumentada para 54.877 km² e os municípios de Jaguaripe, Nazaré e Salinas das Margaridas passam a fazer parte da bacia hidrográfica, totalizando 88 municípios.

Segundo o relatório de 2000 do Programa de Monitoração da Qualidade das Águas Superficiais e Costeiras da Bahia, os principais afluentes do rio Paraguaçu (Bahia, CRA, 2000) são: Margem Direita - Rio Una e seus afluentes (córrego da Jiboia, riacho Santo Antônio e rio do Jegue); riacho Pau-a-pique; riacho Caatinga do Miranda e seus afluentes (riacho da Paloma e Tanque da Cancela); riacho Santo Antônio e riacho Fundo, e na Margem Esquerda - rio Alpercata; rio Santo Antônio e seus afluentes (rio Tijuco, riacho Preto, riacho do Cerco, rio Pratinha, rio Cocho, rio Mucugêzinho, rio Utinga e seus afluentes (córrego Bom Sucesso e riacho dos Patis)); riachos Canoa Brava, Grande, e Tupim e seus afluentes (Canoa e Cotia); rio Santa Isabel, rio Capivari com seus afluentes (rio Saracura e seu contribuinte riacho da Cana Brava e riacho Águia Branca); rio do Peixe com seus afluentes (riachos: Seco, Vitória, Congonha, rios Cairu, Imbé, Jitirana, Paulista e Jundiá); rio Paratigi e seus afluentes (rio Zabelê, rio Curimataí, Ribeirão do Cavaco) e finalmente o rio Jacuípe e seus afluentes (riacho do Maia e rio Principal) (FIGURA 7).

FIGURA 7: Mapa Hidrográfico da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu



Fonte: O autor.

O balanço hídrico da bacia hidrográfica mostra que existe recarga do aquífero, ou seja, a precipitação existente é suficiente para haver excedente e reposição hídrica, todavia existe também um pronunciado período de retirada e deficiência hídrica em função da baixa capacidade de campo, evapotranspiração elevada, grandes vazões em pequenos períodos e pequeno armazenamento, resultando num total do armazenamento negativo.

O armazenamento menor do que o valor da vazão indica que a água armazenada não é suficiente para manter a perenidade dos rios, causando a intermitência de suas águas. A precipitação foi calculada usando para isso as médias das médias das precipitações, em metros, das estações: 51120000; 51135000; 51166000;

51170000; 51190000; 51280000; 51310000; 51330000; 51350000; 51410000; 51440000; 51460000; 1139001; 1140010; 1140018; 1239010; 1239012; 1239018; 1239021; 1240010; 1241006; 1241033; 1340015, internas à bacia (ANEXO C), multiplicando-se pela área da bacia em metros quadrados.

A evaporação real foi calculada no balanço hidrológico normal utilizando o método de Thornthwaite & Mather (1955). O volume foi calculado fazendo o somatório das vazões no período de 1973 a 2005 nas estações fluviométricas 51460000 (Riachão do Jacuípe) e 5135000 (Rafael Jambeiro) e multiplicando pelo tempo anual, em segundos, este período foi escolhido por falta de dados anteriores a 1973 (na estação 51460000) e para minimizar os efeitos das barragens no cálculo da vazão (ano de inauguração das Barragens: França, 1996; João Durval Carneiro, 1985; Apertado, 1998; Bandeira de Melo, 2006; Pedra do Cavalo, 1985 e início da geração de energia, 2005).

As estações 51460000 e 5135000 foram escolhidas para o cálculo da vazão na foz, por não existir uma estação de jusante a Pedra do Cavalo. O armazenamento aparece como resposta da equação do balanço hídrico. As demandas outorgadas em água superficial foram retiradas da evaporação e somados ao volume medido, corrigindo-os. Considerando que 20 estações utilizadas no cálculo estão localizadas em clima semiárido e apenas 03 em clima subúmido a seco, num total de 23 estações internas à bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, se optou por utilizar a média simples para o cálculo dos volumes precipitados.

O QUADRO 3 nos mostra a avaliação quantitativa das vazões existentes na foz do rio Paraguaçu, através da equação simplificada do balanço hídrico ($P-ET-Q \pm \Delta S = 0$), onde: P é a precipitação, ET é a evapotranspiração, Q é a vazão na calha do rio e $\pm \Delta S$ a variação do armazenamento.

QUADRO 3: Balanço hídrico anual da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, para o período de 1973 a 2005.

Período	Precipitação (m³)	Volume na Foz (m³)	Evaporação real (m³)	Armazenamento (m³)
Janeiro	5099555150	402566346,6	5169413400	-472424596,6
Fevereiro	5025763411	488513856,9	4381013833	156235720,7
Março	5750895517	395410852,2	4865760667	489723998,1
Abril	4666520578	304023440,9	4459670867	-97173729,5
Maio	3475283142	196019059,8	3603589667	-324325584,4
Junho	3329021727	137899689,1	3276156900	-85034862,1
Julho	3068501823	120898418,3	2687143767	260459638,1
Agosto	2232159976	97701668,5	2692631467	-558173159,2
Setembro	1921810527	73009175,8	2630437533	-781636182,1
Outubro	2923071846	107179819,1	3749928333	-934036306,5
Novembro	5809406445	218501798,0	4518206333	1072698314,0
Dezembro	6201604536	485704632,5	5376116767	339783136,8
Total anual	49503594678	3027428758,0	47410069533	-933903613,1
Total em Per-				
centagem	100	6,12	95,77	-1,89
Outorgas (m³)	-	-	338267400	-
Correção	49503594678	3365696158	47071802133	-933903613,1
Porcentagem corrigida	100	6,8	95,09	-1,89

Fonte: O autor

Utilizando os dados de geologia, geomorfologia, hidrologia e pedologia da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu foi possível construir o mapa de zonas hidrogeodinâmica. O mapa foi dividido em três zonas (baseado no trabalho de SOUZA & FERNANDES – 2000): Zona de recarga; Zona de erosão e a Zona de sedimentação/várzea.

Zona de recarga: locais de relevo suave com solos profundos e permeáveis. São áreas situadas em topos de morros e chapadas, fundamentais para o abastecimento dos lençóis freáticos;

Zona de erosão: situada imediatamente abaixo das áreas de recarga, neste local o escoamento superficial tende a predominar sobre o processo de infiltração;

Zona de sedimentação/várzea: planícies fluviais, que constituem a zona de deposição nas bacias hidrográficas.

Na bacia do rio Paraguaçu a **zona de recarga** possui grande influência na regulação da vazão, uma vez que os solos existentes nesta zona são em sua maioria **Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólicos** (segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA, 2013) cuja caracterização implica em solos profundos sobrepostos a rochas magmáticas e metamórficas distribuídas na região da Chapada Diamantina, a oeste da região de Seabra e Boninal (caracterização para os latossolos). Estes solos (latossolos e neossolo) ocorrem em relevos variáveis, desde suave ondulado a escarpado. Existem duas grandes zonas de recarga estão localizadas em regiões semiáridas e que são responsáveis pela regulação das vazões das drenagens temporárias, principalmente nos meses do verão chuvoso que acontece na bacia.

A partir da análise dos dados sobre o solo e relevo acima e do conceito da zona de recarga, observa-se que esta zona na bacia possui similaridades conceituais quando se comparam a permeabilidade e o posicionamento geomorfológico (topos de serras e morros), não divergindo no aspecto mais importante que é a capacidade de abastecimento dos aquíferos freáticos, uma vez que são extremamente profundos em função das imposições das ações do intemperismo. Desta maneira a zona das nascentes nesta bacia é dependente das precipitações para manter um fluxo contínuo destes aquíferos para as calhas dos rios possuindo grande influência na regulação da vazão, uma vez que a maioria das nascentes seca no período de estiagem (inverno seco).

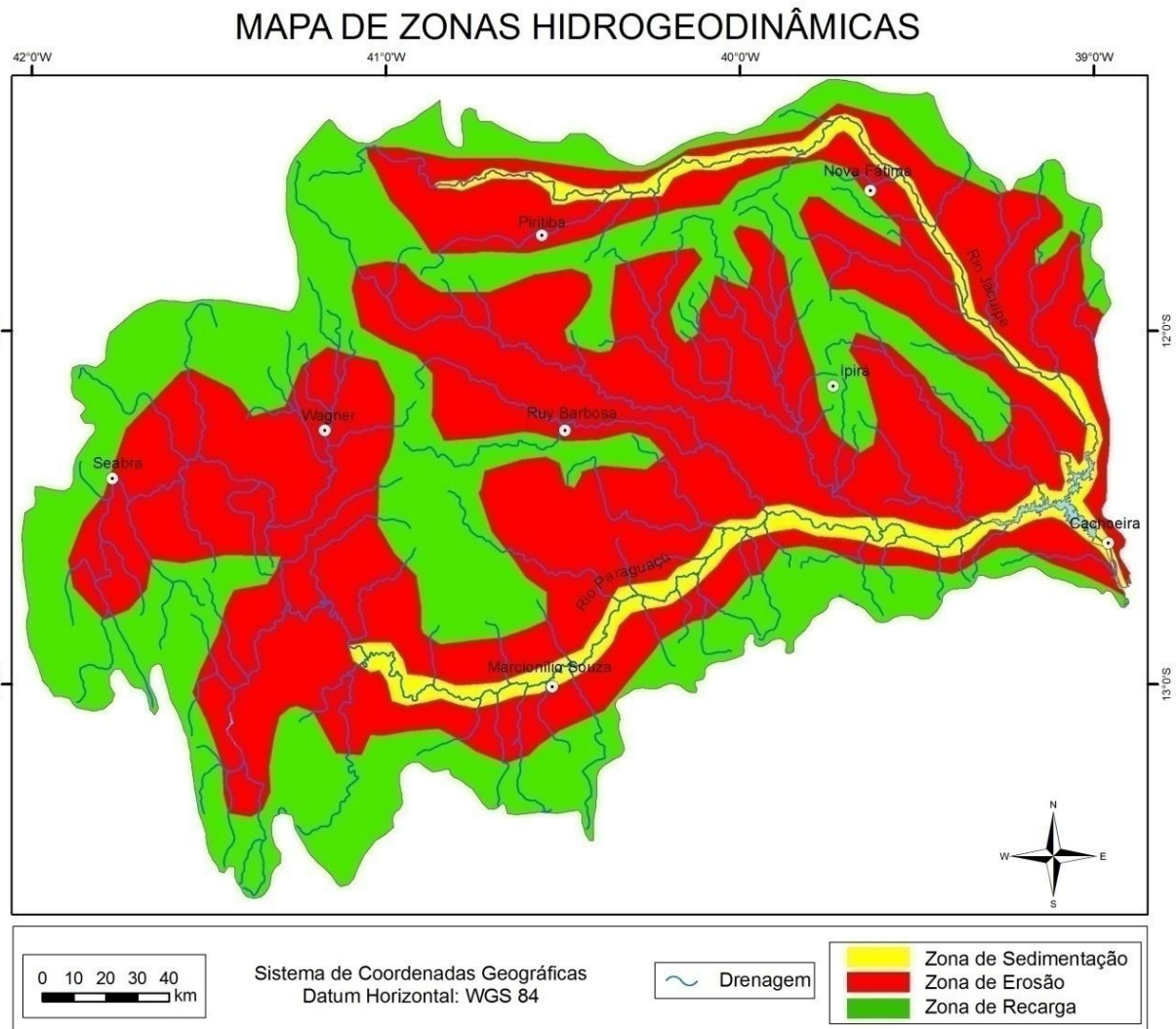
A zona de erosão similarmente às zonas de recarga possui solos **Neossolo Litólicos**, porém possui também **Argissolo**, os quais possuem importante capacidade de abastecimento dos aquíferos freáticos, uma vez que são profundos e moderadamente drenados liberando a água acumulada de forma controlada, embora tenha limitações de armazenamento em função da topografia acentuada.

A zona de sedimentação/várzea é caracterizada por dois tipos de solos, o **Neossolo Quartzarêmico** e o **Neossolo Flúvicos**, o primeiro não possui grande importân-

cia na regulação e na qualidade das águas da bacia, por ocorrer nas proximidades da foz do rio Paraguaçu. O segundo ocorre apenas em uma mancha mapeável, que se localiza na confluência do rio Santo Antônio com o rio Paraguaçu, no município de Andaraí. São solos minerais pouco desenvolvidos, constituídos por deposição de sedimentos fluviais recentes, que formam camadas estratificadas de diferentes composições granulométricas, sem nenhuma relação pedogenética entre si. Ocupam as várzeas dos rios, apresentando drenagem em geral moderada e imperfeita, com sinais de gleização em profundidade, dando origem por vezes a áreas embrejadas e lagoas temporárias as quais tem suas águas drenadas para a calha principal na época do período de estiagem.

Como podem ser observados, os escassos recursos da bacia utilizados para a sua regulação se localizam preferencialmente na zona de recarga, a qual é a principal responsável pela regulação da vazão, nesta bacia. A existência de climas úmidos e subúmidos, na zona de recarga, representam o principal fator responsável pela manutenção das vazões, tendo em vista o baixo potencial de armazenamento, revelado no capítulo da hidrologia. O mapa da delimitação das zonas hidrogeodinâmicas pode ser observado na FIGURA 8.

FIGURA 8 - Delimitação das zonas hidrogeodinâmicas de recarga, erosão e sedimentação, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte: O autor

1.2.1.6 Vegetação

Ao longo do seu curso o rio Paraguaçu atravessa variados cenários de vegetação, incluindo desde as zonas da floresta ombrófila, nas áreas de clima úmido do baixo curso, onde existem áreas com espécies florestais secundárias da Mata Atlântica, às zonas de floresta estacional decidual, que ocorre a leste nos limites com a caatinga e na região centro-oeste na vertente oriental da Chapada Diamantina, onde ocorrem também remanescentes campos rupestres, e indo até as regiões semiáridas da caatinga, que domina grande parte da região central da bacia. Na região oeste da bacia apreciam manchas de vegetação semidecidual (cerrado). Embora a vegetação de

caatinga seja dominante na bacia sua antropização é notada, com grande área deste bioma desmatado e substituído por vegetação cultivada (agricultura) e pastagens para pecuária. A distribuição da vegetação na bacia hidrográfica pode ser observada no mapa temático adaptado da vegetação em BAHIA, 2001 (FIGURA 9).

FIGURA 9 - Mapa de vegetação na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte: Adaptado de BAHIA, 2011. O autor.

1.2.3 CARACTERIZAÇÃO ANTRÓPICA

A caracterização antrópica foi elaborada utilizando os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística_IBGE (BRASIL, 2008) e do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu elaborado pela Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia_SRH (BAHIA, 2003).

Logo após a descoberta do Brasil, em 1557, D. Álvaro da Costa obteve a sesmaria da porção oriental da bacia, transformada mais tarde em Capitânicas do Paraguaçu. A partir de 1563, sob o governo de Mem de Sá, o movimento de colonização da região recebeu grande impulso, principalmente com o desenvolvimento do “ciclo do açúcar”, no Baixo Rio Paraguaçu. Dezenas de engenhos e vastas áreas plantadas deram à Bahia posição de destaque entre os exportadores do açúcar.

Com Paulo Dias Adorno, vindo com a expedição de Martin Afonso de Souza, nasceu em Cachoeira, que se tornou o centro interiorano de maior importância do Estado. Seu porto e as estradas que aí desembocava vindas do sertão, trazendo gente e coisas de outros Estados, deram ao Paraguaçu a primazia de grande entreposto de trocas e comercialização.

A ocupação do trecho superior da bacia foi decorrente das expedições de bandeirantes paulistas e portugueses às minas de ouro e diamantes na Chapada Diamantina. A abertura de rotas de transporte do Recôncavo para a Chapada Diamantina possibilitou o povoamento da região central da bacia, onde se iniciou o desenvolvimento da criação de gado.

O processo de ocupação espacial da bacia foi intensificado com a abertura e com a expansão dos sistemas de transporte. A implantação do sistema ferroviário na segunda metade do século XIX e início do século XX criaram as condições para a progressiva ocupação das partes sul e leste da bacia. O principal ramal ferroviário ligava Salvador a Santo Amaro, Conceição de Feira, Cachoeira, e Castro Alves, aonde chegavam em 1881. A partir daí foi estendido até Iaçú, prolongando-se por todo o sudoeste baiano até atingir Montes Claros, em Minas Gerais, onde se interligou com o sistema sudeste.

A Viação Férrea Federal Leste Brasileiro possuía ainda um importante ramal, interligando laço a Senhor do Bomfim, acompanhando a escarpa ocidental da Chapada Diamantina, possibilitando o desenvolvimento de grande parte da região oriental da bacia, onde a mineração e a agropecuária eram as principais atividades.

Na segunda metade do século XX, foram implantadas as grandes vias rodoviárias que cortam a bacia, onde se destacam as rodovias BR 116 - Rio - Bahia, BR 242 - Salvador - Barreiras - Brasília, e BR 101 - Rio - Bahia Litorânea, que possibilitaram a intensificação da ocupação de extensas áreas ao longo destes eixos rodoviários.

Em função da expansão do povoamento e do desenvolvimento econômico, verificou-se o conseqüente aumento da divisão municipal na bacia. Em 1827 existem apenas três grandes municípios: Cachoeira, Jacobina e Minas do Rio de Contas. Em 1889 já existem 26 municípios na bacia, que se transformaram em 72 em 1974. Na década de 80, com uma nova fase de desmembramentos, a bacia alcançou um total de 85 municípios.

Devido à sua localização geográfica privilegiada, o rio Paraguaçu desempenhou um papel fundamental no processo de ocupação do território baiano. A partir do seu trecho baixo, que possibilitou o acesso fluvial pela Baía de Todos os Santos, foi desenvolvido todo o processo de povoamento do Recôncavo baiano, com a expansão da cultura de cana-de-açúcar e do fumo, dando origem aos primeiros povoamentos de Maragogipe, Cachoeira e Santo Amaro.

Até o ano de 2007 os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu possuíam juntos 2.136.872 habitantes, o que significa dizer 15,18% da população baiana estimada em 14.076.212 habitantes. O município mais populoso da bacia era Feira de Santana com 571.997 habitantes e o menos populoso Lajedinho com 2.986 habitantes (BRASIL_IBGE, 2008). A população estimada para 2014 dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu juntos será de 2.434.954 habitantes, o que significa dizer 16,1% da população baiana estimada em 15.126.371 habitantes. O município mais populoso que integra a bacia continuará sendo Feira de Santana com 612.00 habitantes e o menos populoso ainda será Lajedinho com 3.993 habitantes (BRASIL_IBGE, 2010).

A maior concentração de municípios, e também de população, se encontra na porção ocidental da bacia, nas regiões entre Feira de Santana até a foz do rio, na Baía de Iguape.

1.2.3.1 Atividades econômicas

1.2.3.1.1 Agricultura

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu apresenta uma diversificada atividade agrícola em seus municípios, sendo que os produtos de maior expressão econômica regional observadas em campo são o abacaxi (Itaberaba e Coração de Maria), café (Barra da Estiva, Piatã, Boninal, Bonito, Wagner, Mucugê), sisal (Valente, Santaluz), morango (Morro do Chapéu), batata do reino (Mucugê) e laranja (Sapeaçu, Cruz das Almas) (IBGE, 2014). Porém esta diversidade de culturas também carrega seus problemas, no QUADRO 4 podem ser observados os principais agrotóxicos utilizados nas culturas à montante da Barragem João Durval Carneiro ou de São José do Jacuípe.

QUADRO 4 - Principais Agrotóxicos utilizados nas culturas plantadas nos Municípios da Bacia de contribuição da Barragem do São José do Jacuípe.

Agrotóxico	Princípio Ativo	Grupo Químico
Folissuper	Inseticida	Organofosforados
Tamaron	Inseticida	Organofosforados
Match CE	Inseticida	Acilureia
Dithane	Fungicida	Ditiocarbamatos
Tracer	Inseticida	Organofosforados
Cupravite Azul Br	Fungicida	Cúpricos
Actara10 Gr	Inseticida	Neonicotinoides
Neoron 500 CE	Acaricida	Benzilatos
Curacrom 500	Inseticida, Acaricida	Organofosforado
Pirate	Inseticida, Acaricida	Organofosforado

Fonte: SEMARH/SRH (2003) (in PEREIRA, 2008).

1.2.3.1.2 Pecuária

A pecuária representa uma das principais atividades econômicas na maioria dos municípios da bacia, estando presentes rebanhos de bovinos (Andarai, Antonio cardoso, Barra da Estiva, Marcionilio Souza), equinos (Barra da Estiva,), caprinos (Antonio cardoso), ovinos (Itatim, Marcionilio Souza), suínos (Antonio cardoso, Barra da

Estiva, Cruz das Almas), muares (Barra da Estiva,) e frango (Feira de Santana, Barra da Estiva, Cruz das Almas, Marcionilio Souza, Antonio cardoso) (IBGE, 2014).

1.2.3.1.3 Extrativismo

As atividades de extrativismo vegetal são representadas pela extração de madeira para fabricação de carvão, em locais isolados da bacia, bem como a extração de madeiras para a produção de estacas e lenha, porém esta atividade tem diminuído com a exaustão das áreas de mata.

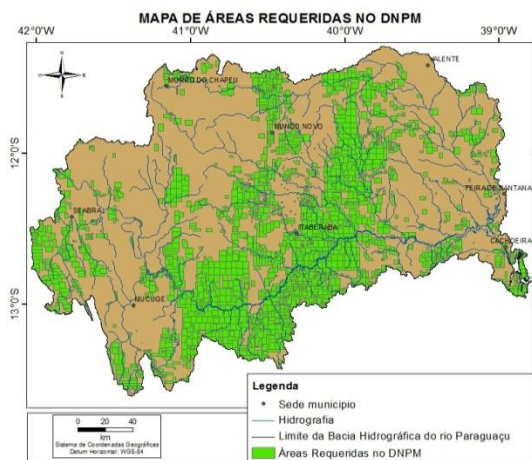
Os principais produtos alimentícios são o umbu e o licuri, extraídos de modo geral em todas as áreas de predomínio de caatinga. Verifica-se também, em menor escala, a extração de folhas, raízes e cascas de vegetais para uso na medicina caseira.

As atividades extrativistas animais são representadas basicamente pela pesca artesanal, no baixo curso do Paraguaçu, e pela extração de mariscos, crustáceos e camarões nas áreas estuarinas. O extrativismo mineral é representado pela exploração de diamantes, rocha ornamental, areias, argilas, diatomito, barita, quartzo entre outras substâncias minerais. A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, em setembro de 2008, possuía 2059 áreas oneradas, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, para a pesquisa/exploração mineral, representando 40,10% do total da área da bacia. O status das áreas, até 26/09/2008, era o seguinte: a) Requerimento para Pesquisa Mineral, 615; b) Disponibilidade, 123; c) Autorização de Pesquisa, 1127; d) Licenciamento, 19; e) Concessão de Lavra, 32; f) Requerimento de Lavra, 129; g) Registro de Extração, 14; h) Lavra Garimpeira, 0; (FIGURA 15). Em dezembro de 2012 a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu sofreu uma grande redução de áreas oneradas passando de 2059 para 1703 áreas, representando 31,11% do total da área da bacia. O status das áreas, até 23/12/2012, era o seguinte: a) Requerimento para Pesquisa Mineral, 235; b) Disponibilidade, 327; c) Autorização de Pesquisa, 905; d) Licenciamento, 77; e) Concessão de Lavra, 33; f) Requerimento de Lavra, 125; g) Requerimento de Registro de Extração, 8; h) Lavra Garimpeira, 24; (FIGURA 16). A maior parte das áreas oneradas se destina a retirada de material para uso na construção civil. Para facilitar a análise das áreas oneradas, as FIGURAS 10 e 11 foram colocadas lado a lado.

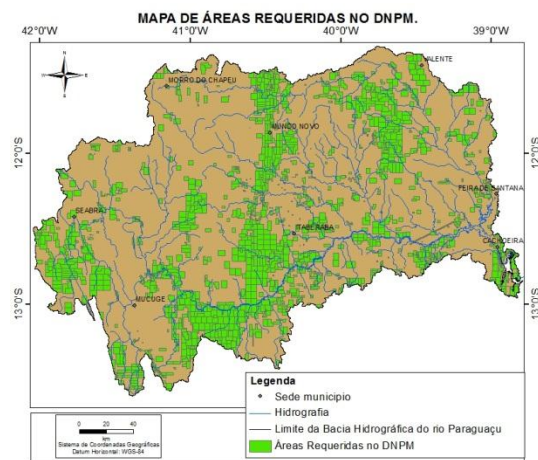
A comparação do status das áreas oneradas por requerimento mineral, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, para os anos de 2008 e 2012, pode ser observada também no GRÁFICO 2.

FIGURA 10 - Áreas oneradas por requerimento mineral, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu em 2008

FIGURA 11 - Áreas oneradas por requerimento mineral, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu em 2012

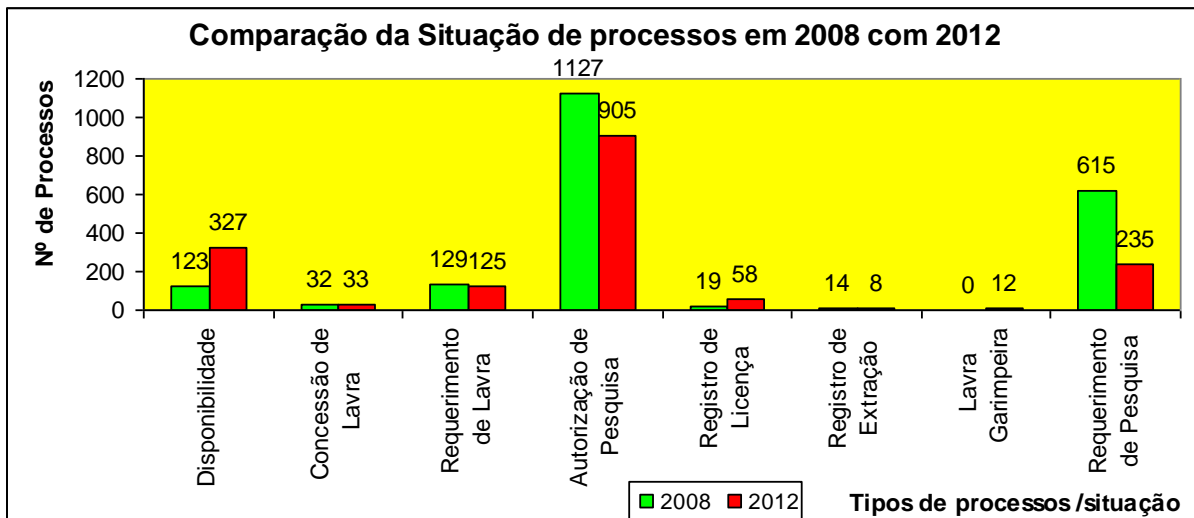


Fonte dos dados: BRASIL, 2008. O autor



Fonte dos dados: BRASIL, 2012. O autor

GRÁFICO 2 - Status das áreas requeridas junto ao DNPM, situadas dentro do limite da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu para os anos de 2008 e 2012.



Fonte dos dados: BRASIL, 2008 e BRASIL, 2012. O autor

1.2.3.1.4 Indústria, Comércio e Serviços.

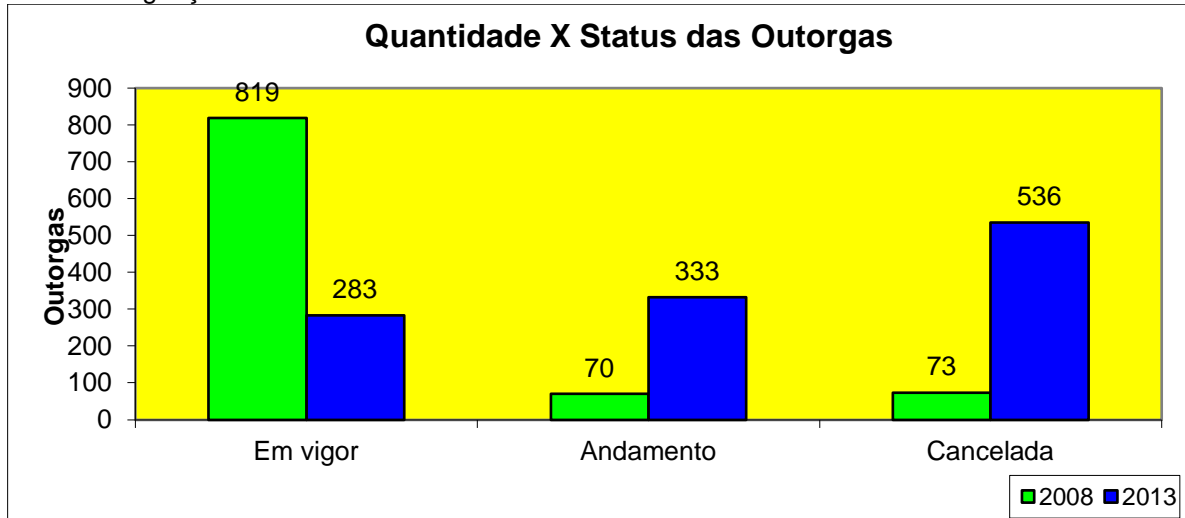
De acordo com IBGE, 2014, no ano de 2012 município de Feira de Santana, com 15.250 empresas atuantes, possui a maior concentração de indústrias e comércio, empregando a maior parte da mão de obra da bacia hidrográfica, entretanto vale ressaltar que parte do município se encontra inserido na bacia hidrográfica do rio Subaé. Além de Feira de Santana, os municípios de Cruz das Almas com 1.338 empresas atuantes, Conceição do Coité com 1.234 empresas atuantes, Itaberaba com 1383 empresas atuantes, Morro do Chapéu com 408 empresas atuantes, Riachão do Jacuípe com 640 empresas atuantes, Seabra com 861 empresas atuantes e Serrinha com 1616 empresas atuantes, também concentram a mão de obra existente na bacia evidenciando uma tendência de crescimento em outros municípios da bacia.

1.2.3.1.5 Outorgas

Na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu foi cadastrado 819 outorgas d'água em manancial superficial e subterrâneo, até maio de 2008, sendo que destas 776 são outorgas para captação, em usos diversos, e 43 para lançamento de efluentes, domésticos e industriais. Os principais conflitos pelo uso da água, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, são observados nas seguintes atividades: a) mineração; b) abastecimento humano; c) abastecimento animal; d) abastecimento industrial; e) irrigação; f) geração de energia; g) pesca e h) diluição de efluentes domésticos e industriais. A quantidade de outorga aumentou quando comparada com os registros de outubro de 2013, entretanto a quantidade de outorgas validas reduziu de forma preocupante. Quando se tem 1152 outorgas, em usos diversos, e 13 para lançamento de efluentes e apenas 283 outorgas em vigor. O número de outorgas de lançamento de efluentes que era considerado pequeno e até mesmo alarmante diminuiu se observarmos o tamanho da bacia hidrográfica e o número de municípios que possuem sua sede dentro dos limites da bacia.

O número de outorgas em vigor sofreu uma forte redução, talvez influenciado pela forte seca que atinge a bacia (GRÁFICOS 3).

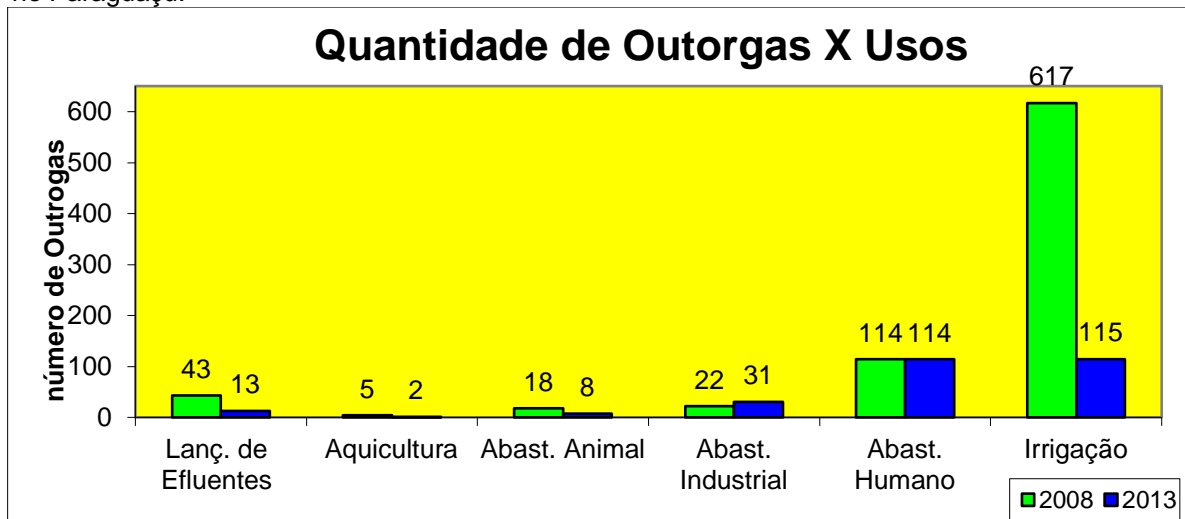
GRÁFICO 3 - Quantidade e status das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: BAHIA, 2008 e BAHIA, 2013. O autor

A quantidade de outorga relacionada à irrigação foi a que teve uma maior redução, enquanto que o abastecimento industrial teve um ligeiro aumento e o abastecimento humano se manteve constante. Porém o item que mais preocupa é a redução de outorgas para lançamento de efluentes que reduziu de 43 para 13 (GRÁFICOS 4).

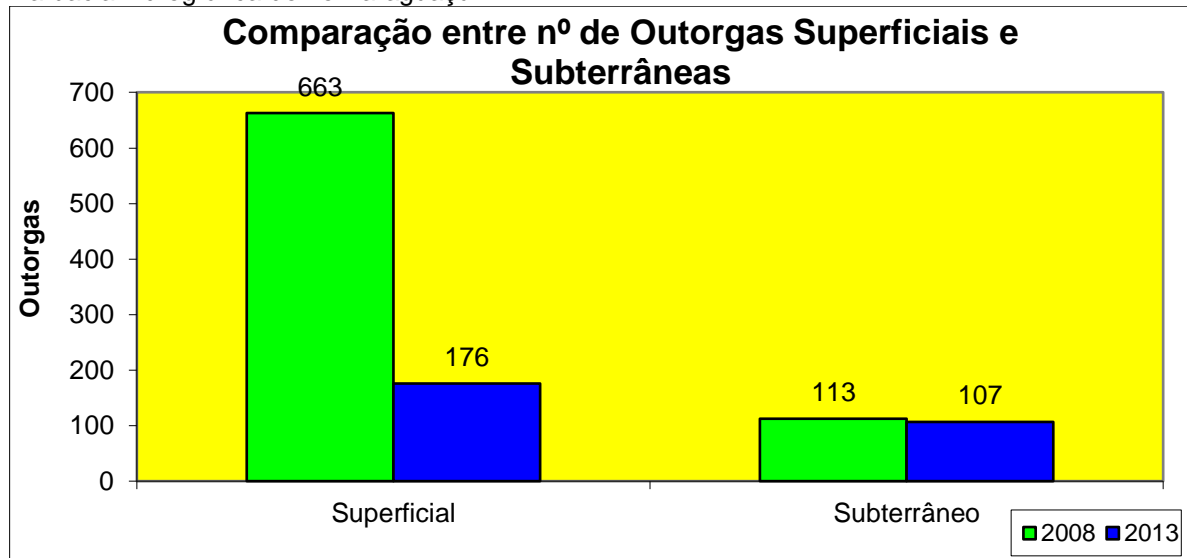
GRÁFICO 4 - Quantidade e uso das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: BAHIA, 2008 e BAHIA, 2013. O autor

As outorgas superficiais tiveram também uma grande redução e as outorgas subterrâneas se mantiveram praticamente constantes (GRÁFICOS 5).

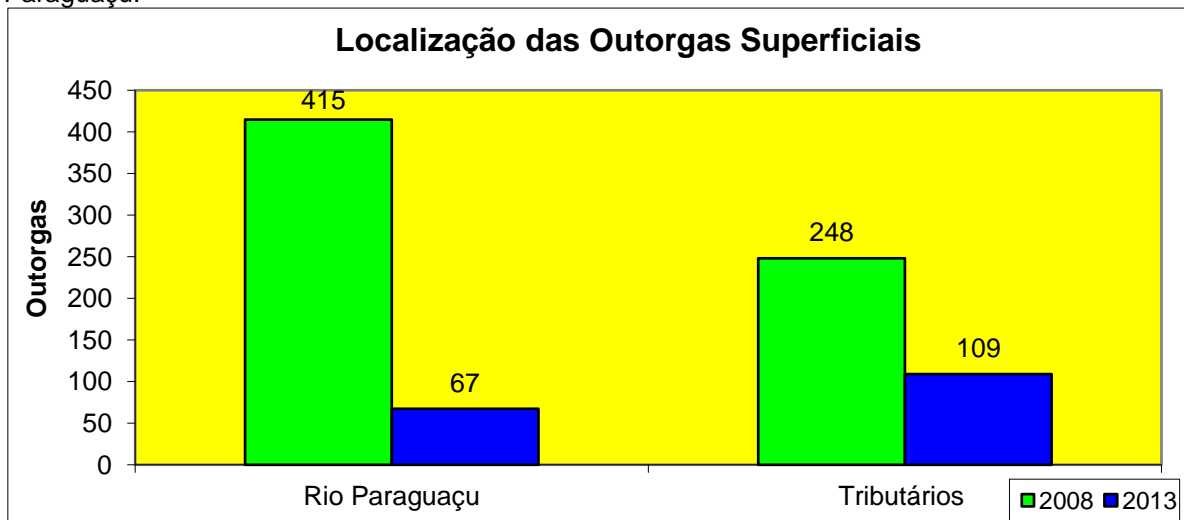
GRÁFICO 5 - Comparação entre o número de outorgas em manancial superficial e subterrâneo, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: BAHIA, 2008 e BAHIA, 2013. O autor

Das outorgas superficiais, as localizadas na calha do rio Paraguaçu foram as que sofreram a maior redução (GRÁFICOS 6).

GRÁFICO 6 - Localização das outorgas em manancial superficial, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: BAHIA, 2008 e BAHIA, 2013. O autor.

Atualmente o número significativo de outorgas em andamento (333 outorgas) deve melhorar a situação de controle da bacia, mas mesmo que todas as outorgas sejam concedidas o número de outorgas em vigor ainda será menor que aqueles contabilizados em maio de 2008. O volume outorgado na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu-

çu até 21 de outubro de 2013 é de 926.760 m³/dia, com demanda pontual menor que 20% da Q₉₀ e demanda acumulada menor que 80% da Q₉₀.

1.2.3.1.6 Saneamento

O número de outorgas para abastecimento humano muito maior do que o de lançamento de efluentes revela a necessidade de um programa de saneamento básico, com esgotamento sanitário. Este último praticamente inexistente em toda a bacia até poucos anos atrás. Em 2008 na bacia começam a se implantar sistemas de coleta e de tratamento a exemplo das unidades de Lençóis, Palmeiras e Feira de Santana. Ainda em 2008, os municípios de Andaraí, Baixa Grande, Cachoeira, Castro Alves, Gavião, Iaçú, Ipirá, Itaberaba, Lajedinho, Macajuba, Mairi, Maragogipe, Miguel Calmon, Mundo Novo, Pintadas, Piritiba, Riachão do Jacuípe, Rui Barbosa, São Félix, São José do Jacuípe e Serrinha dispõem de redes públicas de coleta, porém sem o devido tratamento do efluente lançado.

Para instruir o leitor deste trabalho foi organizada uma coletânea da legislação federal brasileira, estadual do Estado da Bahia e do município de Mucugê, uma vez que este município possui uma unidade de preservação ambiental municipal dentro da área da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, referente à gestão de recursos hídricos em área continental não marinha que são aplicadas à gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu (ANEXO A).

2.0 PANORAMA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O gerenciamento de recursos hídricos é o conjunto de técnicas, normas operacionais e administrativas utilizadas para atender os usos dos recursos hídricos de uma região. Do ponto de vista da autossustentabilidade, o melhor gerenciamento será obtido a partir de uma visão integrada de todos os recursos hídricos disponíveis na área em estudo, a exemplo da chuva, neve, águas superficiais e águas subterrâneas.

A conservação dos recursos hídricos é fundamental para atender as demandas atuais e futuras de uma determinada região. As medidas de conservação a serem adotadas podem ser: a) conservação das nascentes; b) reflorestamento ou proteção das matas ciliares; c) reuso e reciclagem de águas; d) recarga artificial dos aquíferos; e) medidas que aumentem ou mantenham a infiltração da água no solo; f) represas de infiltração ao longo da drenagem; g) represas acumuladoras de grandes volumes de água; h) barreiras subterrâneas; i) tratamentos de efluentes domésticos e industriais; j) estrito controle da exploração dos aquíferos evitando seu esgotamento ou intrusão de água salgada; l) controle do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos; m) educação e legislação ambiental adequada aos fins sociais propostos e n) poder público capaz de fazer cumprir a legislação existente.

A água é um bem público que possui valor econômico. Por ser um bem, pode ser tarifada, mas por pertencer a todos, o seu acesso não pode ser vetado, é um direito, pois objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana.

A importância da gestão de recursos hídricos poderia ser simplificada na execução de medidas de prevenção, de preservação e de recuperação. i) Prevenção de: a) poluição das águas, deixando-as em condições para uso quando necessário; b) assoreamento com controle de erosão, evitando a redução das vazões nos rios; c) impactos das secas, com ações que minimizem os efeitos da deficiência hídrica; d) enchentes, com ações que proporcionem o controle de cheias; ii) Preservação de: a) nascentes e mananciais; iii) Recuperação de: a) mata ciliar; b) mananciais contaminados.

As duas principais vertentes da gestão hídrica, dentro de uma bacia, se baseiam na quantidade e na qualidade do recurso hídrico. Todas as ações desenvolvidas na gestão visam integrar estas vertentes em função dos diferentes usos existentes. Embora a gestão de recursos hídricos cuide das vertentes quantitativas e qualitativas, neste trabalho será abordada apenas a vertente quantitativa, como instrumento de gestão em função da complexidade da diversidade de abordagens inseridas nos temas.

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO

Na maioria dos países que possuem um sistema de gerenciamento de recursos hídricos avançado, a bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

A gestão de recursos hídricos tendo como unidade de gerenciamento a bacia hidrográfica esta muito difundida no planeta. A Rede Internacional de Organismos de Bacias Hidrográficas (RIOB) em sua Assembleia Geral Mundial da Rede Internacional de Organismos de Bacias Hidrográficas (**RIOB**, 2013) realizada no Brasil (Fortaleza -CE) contou com a participação de 62 (sessenta e dois) países, de 6 (seis) continentes, demonstrando a importância do tema de gerenciamento de recursos hídricos no planeta.

O continente africano enviou o maior número de países representantes. Os continentes representados e os países representantes, na Assembleia Geral Mundial da Rede Internacional de Organismos de Bacias Hidrográficas (**RIOB**, 2013) podem ser observados no QUADRO 5.

QUADRO 5 - Continentes e países representados, na Assembleia Geral Mundial da Rede Internacional de Organismos de Bacias Hidrográficas (RIOB, 2013).

CONTINENTE	PAÍS
África (24)	Argélia, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camarões, Chade, Congo, Tunísia, Guiné, Gabão, Gana, Líbia, Lesoto, Madagascar; Senegal, Nigéria, Marrocos, Mali, Mauritânia, Moçambique, Niger, Quênia, Togo, Zimbábwe.
América do Norte (3)	Canadá, Estados Unidos da América, México.
América Central (2)	Panamá, Martinica.
América do Sul (9)	Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Uruguai,
Ásia (10)	Comores, Camboja, Cazaquistão, Índia, Iraque, Quirguistão, Laos, Rússia, Tajiquistão, Uzbequistão.
Europa (14)	Alemanha, Bélgica, Bulgária, Espanha, França, Itália, Portugal, Reino Unido, Romênia, Estônia, Finlândia, Geórgia, Países Baixos, Turquia.

Fonte dos dados: RIOB, 2013. O autor.

Distribuídas em todos os continentes as entidades de bacias hidrográficas possuem um papel importante para a manutenção da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos. Estas entidades estão distribuídas em associações, comitês, redes, conselhos, etc., que fazem a gestão interna das águas de uma bacia e por vezes influenciam na elaboração de acordos e tratados que promovem o uso sustentável de recursos hídricos compartilhados, no caso de bacias hidrográficas federais ou internacionais, respectivamente. Alguns exemplos de organismos ou entidades de bacias hidrográficas no planeta podem ser observados no QUADRO 6.

QUADRO 6 - Alguns exemplos de organismos ou entidades de bacias hidrográficas no planeta.

PAÍS	ENTIDADES DE BACIA HIDROGRÁFICA
Argentina	Comité Interjurisdiccional del Río Colorado; Comité Ejecutor del Plan de Gestión Ambiental; Comisión Regional del Río Bermejo; Comité de Cuenca del Río Salí Dulce; Comité de Cuenca del Río Juramento-Salado; Autoridad de Cuenca del Río Azul; Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca de la Laguna La Picasa; Comité de Cuenca del Río Senguerr; Región Hídrica Bajos Submeridionales; Comité de la Región Hídrica del Noroeste de la Llanura Pampeana; Comité de Cuenca del Río Desaguadero.
Bolívia	Red Boliviana de Manejo Integral de Cuencas
Brasil	CBH do Rio São Francisco; CBH do Rio Urucuia; CBH Vertentes do Rio Grande.
Colômbia	Comité de Cuentas Ambientales - ST-Cica-Dane
França	Comité de Bassin de l'Agence de l'Eau Adour Garonne; Comité de Bassin de l'Agence de l'Eau Seine Normandie; Comité de Bassin de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie; Comité de Bassin de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne; Comité de bassin Rhône-Méditerranée; Comité de Bassin de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.
México	Consejos de Cuenca.

Fonte dos dados: ANA, 2014. O autor.

2.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Segundo POMPEU (2002) A gestão de recursos hídricos no Brasil tem início como o Alvará de 1804, anterior à independência do Brasil, que foi confirmado pelo Alvará de 1819 e que ficou em vigor até 10 de julho de 1934, com o DECRETO Nº 24.643 - Código das Águas, o qual classificava as águas em públicas, comuns e particulares.

Em 8 de agosto de 1945 é publicado o DECRETO-LEI Nº 7.841 - Código de Águas Minerais, faz a classificação das águas minerais por: a) critério químico; b) quanto ao gases; c) quanto a temperatura; e também faz a distinção das mesmas com as águas potáveis de mesa.

As primeiras legislações estaduais, de gestão de recursos hídricos, sugeriram no Brasil na década de 1990, ou seja, quase 5 (cinco) décadas após o Código das Águas. Isso se deu como consequência da Constituição de 1988 estabeleceu uma distinção entre águas controladas pelo governo federal através de fronteiras estaduais (art. 20), assim se um rio corta mais de um estado sua jurisdição é federal a exemplo dos rios Jequitinhonha e São Francisco, e águas controladas pelo governo estadual (art. 26),

rios e águas subterrâneas que permanecem completamente dentro das fronteiras do estado. Desta maneira em 1997 é publicada a Lei 9.433 da Política Nacional de Recursos Hídricos, que revoga o DECRETO Nº 24.643 - Código das Águas e que regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal (“instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”).

No Art. 5º da Lei 9.433/97 são definidos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Plano Nacional de Recursos Hídricos – tem a função de consolidar todos os planos diretores de recursos hídricos das bacias hidrográficas, existentes no País.

Enquadramento dos corpos d’água em classe, segundo os usos preponderantes da água – tem a responsabilidade de vigiar a qualidade das águas, através do seu monitoramento.

Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos – tem a função de fornecer instrumento autorização, concessão ou permissão para uso da água.

Cobrança pelo uso de recursos hídricos – mecanismo que tem a função de equilibrar a oferta e a demanda da água.

Compensação a municípios – é um benefício pago em dinheiro que um município recebe pelo uso de suas águas e alagamento de terras férteis a exemplo da construção de barragens.

Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – consiste na coleta, organização, publicidade de base de dados capaz de munir os usuários e gestores com informações que viabilizem o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

O Comitê de Bacias Hidrográficas é um órgão colegiado criado pelo Art. 37 da Lei 9433/1997 com participação dos usuários, da sociedade civil organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federal. A Resolução nº 05, de 10 abril de 2000, estabelece as normas e diretrizes para formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, representando um avanço na participação da sociedade civil nos Comitês. Exemplos de comitês de bacia hidrográfica existentes no Brasil, criados a partir da Lei 9.433/97, e a sua jurisdição pode ser observado no QUADRO 7.

No QUADRO 8 estão listadas as legislações estaduais, de gestão de recursos hídricos, mostrando a evolução do tema e de sua regulação. A legislação federal de gestão de recursos hídricos também data da década de 1990, sendo publicada em Janeiro de 1997 (Lei nº 9.433). Por este ser um tema muito recente em nosso País, o desconhecimento do público em geral é muito grande e acaba causando muitos conflitos. Ainda mais tarde, na década de 2000, foram publicadas as legislações dos estados do Piauí, Rondônia, Amapá, Tocantins e Roraima, além do Distrito Federal. Na última década, nada menos que 8 (oito) estados atualizaram sua política de recursos hídricos, ou seja, 13 (catorze) estados e o Distrito Federal tiveram suas legislações publicadas ou atualizadas na década passada.

Muitas vezes a gestão dos recursos hídricos atravessam fronteiras, como é o caso no Brasil, das bacias dos Rios Amazonas e da Prata, dentre outras. Desta maneira o País vem assinando tratados que promovem o uso sustentável de recursos hídricos que são compartilhados. Desta maneira temos: a) O Tratado de Cooperação Amazônica, assinado entre o Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela em 1978; b) Tratado do Rio da Prata, assinado entre o Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai em 1977.

Na Bahia o Comitê da Bacia Hoidrográfica do Rio Paraguaçu foi criado em pelo Decreto 9938/06 de 22 de março de 2006.

QUADRO 7 – Exemplos de comitês de bacia hidrográficas existente no Brasil e suas jurisdições.

JURISDIÇÃO	COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA
Federal	CBH do Rio Doce; CBH do Rio Paraíba do Sul – Ceivapo; CBH do Rio Paranaíba; CBH do Rio Piranhas-Açu; CBH do Rio Verde Grande; CBH do Rio Paranaíba; CBH do Rio São Francisco; CBH dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.
Distrito Federal	CBH do Rio Paranoá; CBH dos Afluentes do Rio Preto; CBH dos Afluentes do Rio Maranhão.
Estadual	
Alagoas	CBH do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba; CBH Coruripe; CBH Piauí; CBH Pratagi; CBH São Miguel.
Amazonas	CBH do Rio Tarumã-Açu
Bahia	CBH do Entorno do Lago do Sobradinho; CBH do Itapicuru; CBH do Leste; CBH do Recôncavo Norte e Inhambupe; CBH do Rio Corrente; CBH do Rio das Contas; CBH do Rio Grande; CBH do Rio Paraguaçu; CBH dos Rios Salitre; Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Verde e Jacaré.
Ceará	CBH das Metropolitanas; CBH do Acaraú; CBH do Alto Jaguaribe; CBH do Baixo Jaguaribe; CBH do Banabuiú; CBH do Coreau; CBH do Curu; CBH do Litoral; CBH do Médio Jaguaribe; CBH do Salgado.
Espírito Santo	CBH do Litoral Centro Norte; CBH do Rio Benevente; CBH do Rio Itapemirim; CBH do Rio Guandu; CBH do Rio Itaúnas; CBH do Rio Jucu; CBH do Rio Novo; CBH do Rio Santa Maria da Vitória; CBH do Rio Santa Maria do Doce; CBH do Rio São José; CBH do Rio São Mateus; CBH Itabapoana.
Goiás	CBH do Rio Meia Ponte; CBH do Rio Paranaíba.
Minas Gerais	CBH do Rio Mosquito e demais afluentes mineiros do Rio Pardo; CBH Águas do Rio Manhuaçu; CBH do Rio Paraopeba; CBH do Rio Pará; CBH do Rio Piranga; CBH do Rio Santo Antonio; CBH do Rio Sapucaí; CBH do Rio Suaçui; CBH do Rio Verde; CBH dos Afluentes do Alto São Francisco; CBH dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande; CBH dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande; CBH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba; CBH dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba; CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Verde Grande; CBH dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé; CBH dos Rios Preto e Paraibuna; CBH dos Rios Jequitaiá e Pacu; CBH dos Piracicaba e Jaguarí; CBH Mineira do Rio Paracatu; CBH do Rio São Mateus; CBH do Rio Urucuia; CBH Vertentes do Rio Grande.
Mato Grosso do Sul	CBH do Rio Ivinhema; CBH do Miranda.
Mato Grosso	CBH dos R. Várzea Grande e Sapé; CBH do Rio Sepotuba; CBH dos Afluentes da Margem Esquerda do Baixo Teles Pires ; CBH do Rio São Lourenço; CBH dos Afluentes do Alto Araguaia; CBH dos Afluentes das Margens Esquerda do Rio Cuiabá.
Paraíba	CBH do Litoral Norte; CBH do Litoral Sul; CBH do Rio Paraíba.
Pernambuco	CBH do Capibaribe; CBH do Rio Ipojuca; CBH do Rio Jaboatão e Pirapama; CBH do Rio Pajeú; CBH do Rio Una; CBH do Rio Goiana.
Piauí	CBH dos Rios Canindé e Piauí
Paraná	CBH do Rio Pirapó, Rio Paranapanema 3 e Rio Paranapanema 4; CBH do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira; CBH do Paraná III; CBH do Rio Jordão; CBH Rio Tibagi.

Fonte dos Dados: ENCOB, 2013. O autor.

QUADRO 7 – Exemplos de comitês de bacia hidrográficas existente no Brasil e suas jurisdições (continuação).

Rio de Janeiro	CBH da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá; CBH das Lagoas de Araruama, Saquarema e dos Rios São João e Uma; CBH Lagos São João; CBH do Baixo Paraíba do Sul; CBH do Macaé e das Ostras; CBH do Médio Paraíba do Sul; CBH do Rio dois Rios; CBH do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto; Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, Da Guarda e Guandu Mirim.
Rio Grande do Norte	CBH do Rio Pitimbu.
Rio Grande do Sul	CBH Apuaê-Inhandava; CBH Butuí-Icamaquã; CBH da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo; CBH do Alto Jacuí; CBH do Baixo Jacuí; CBH do Lago Guaíba; CBH do Rio Caí; CBH do Rio Camaquã; CBH do Rio da Várzea; CBH do Rio Gravataí; CBH do Rio Ibicui; CBH do Rio Ijuí; CBH do Rio Pardo; CBH do Rio Passo Fundo; CBH Negro; CBH do Rio Piratinim; CBH do Rio Santa Maria; CBH do Rio Tramandaí; CBH dos Rios Turvo, Santa Rosa, Santo Cristo; CBH dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim; CBH Hidrográfica do Rio dos Sinos – Comitesinos; CBH Quarai; CBH Mampituba; CBH Litoral Médio; CBH Taquari-Antas.
Santa Catarina	CBH do Rio Araranguá; CBH do Rio Camboriú; CBH do Rio Canoas; CBH do Rio Canoinhas; CBH do Rio Cubatão Do Sul; CBH do Rio Cubatão Norte; CBH do Rio Das Antas e Bacias Contíguas; CBH do Rio do Peixe; CBH do Rio Itajaí; CBH do Rio Itapocu; CBH do Rio Jacutinga e Bacias Hidrográficas Contíguas; CBH do Rio Timbó; CBH do Rio Tijucas; CBH do Rio Tubarão e Complexo Lagunar; Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.
Sergipe	CBH do Rio Japarutuba; CBH do Rio Piauí; CBH do Rio Sergipe.
São Paulo	CBH do Alto Paranapanema; CBH do Alto Tietê; CBH da Baixada Santista; CBH do Baixo Pardo/Grande; CBH do Baixo Tietê; CBH do Litoral Norte; Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piranga - CBH PIRANGA; CBH do Médio Paranapanema; CBH do Pardo; CBH do Pontal do Paranapanema; Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul- CBH-RB; CBH do Rio Paraíba do Sul; CBH do Rio Mogi-Guaçu; CBH do Rio São José dos Dourados; CBH do Rio Sorocaba e Médio Tietê; CBH do Rio Turvo/Grande; CBH dos Rios Aguapei e Peixe; CBH dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; Comitê da Bacia Hidrográfica do Sapucaí Mirim/Grande; CBH da Serra da Mantiqueira; CBH do Tietê Batalha; CBH do Tietê Jacaré.
Tocantins	CBH do Rio Formoso; CBH do Entorno do Lago da UHE Luis Eduardo Magalhães; CBH do Rio Manuel Alves.

Fonte dos Dados: ENCOB, 2013. O autor.

QUADRO 8 – Legislação de Gestão de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal do Brasil, com ano e mês de publicação.

Estado / Distrito Federal	Lei n°	Ano e mês de publicação da Lei Estadual e do Distrito Federal de Gestão de Recursos Hídricos
São Paulo	7.663	1991, Dezembro
Ceará	11.996	1992, Julho
Para	5.793 6.381	1994, Janeiro (revogada) 2001, Junho (atual)
Santa Catarina	9.748	1994, Novembro
Acre	1.117 1.500	1994, Janeiro (revogada) 2003, Julho (atual)
Minas Gerais	11.504	1994, Junho
Rio Grande do Sul	10.530 11.560	1994, Dezembro (revogada) 2000, Dezembro (atual)
Bahia	6.855 11.612	1995, Maio (revogada) 2009, Outubro (atual)
Rio Grande do Norte	6.908	1996, Julho
Paraíba	6.308	1996, Julho
Pernambuco	11.426 12.984	1997, Janeiro (revogada) 2005, Dezembro (atual)
Goiás	13.123	1997, Julho
Sergipe	3.870	1997, Setembro
Mato Grosso	6.945	1997, Novembro
Alagoas	5.965	1997, Novembro
Maranhão	7.052 8.149	1997, Dezembro (revogada) 2006, Junho (atual)
Espírito Santo	5.818	1998, Dezembro
Rio de Janeiro	3.239 4.247	1999, Agosto (revogada) 2003, Dezembro (atual)
Paraná	12.726	1999, Novembro
Piauí	5.165	2000, Agosto
Distrito Federal	2.725	2001, Junho
Rondônia	255	2002, Janeiro
Mato Grosso do Sul	2.406	2002, Janeiro
Tocantins	1.307	2002, Março
Amapá	686	2002, Junho
Roraima	547	2006, Junho
Amazonas	2.712 3.167	2001, Dezembro (revogada) 2007, Agosto (atual)

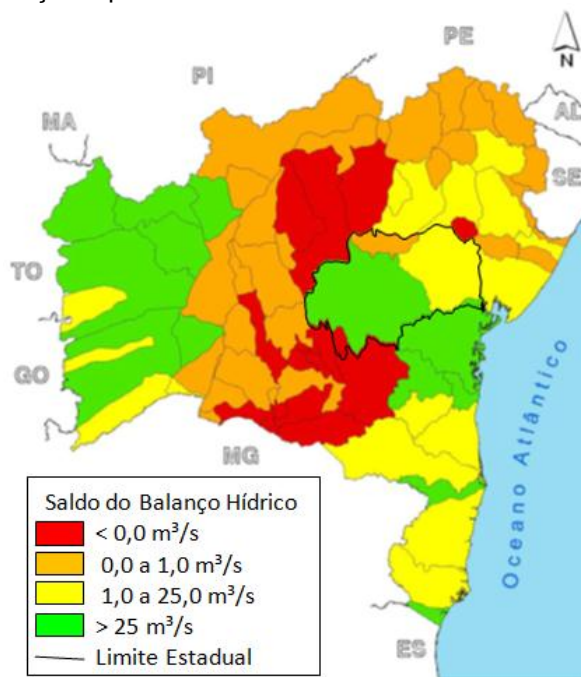
Fonte: O autor.

2.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BAHIA

Desde 2012 a gestão dos recursos hídricos no estado da Bahia é feito pela Secretaria de Meio Ambiente_SEMA, através de sua Autarquia denominada Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos_INEMA. O INEMA possui uma Diretoria de Águas a qual é responsável pela gestão.

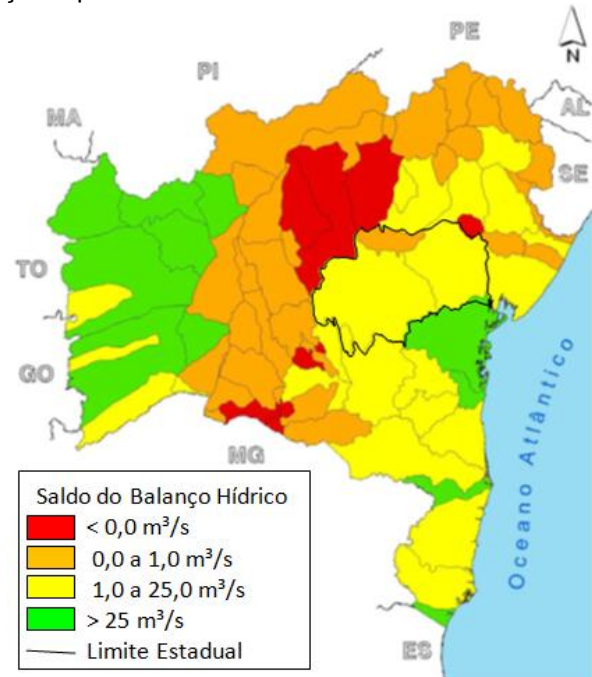
O saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2001 a 2005, segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, pode ser visto na FIGURA 12, a qual nos mostra uma grande área verde com saldo hídrico $> 25,1 \text{ m}^3/\text{s}$ na bacia do rio Paraguaçu, a qual desaparece no período 2006 a 2010 (FIGURA 13) e nos cenários futuros (FIGURAS 14 e 15), sendo um indicativo da previsão de uso das águas da bacia e o motivo que preocupa os usuários das águas desta bacia.

FIGURA 12 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2001 a 2005.



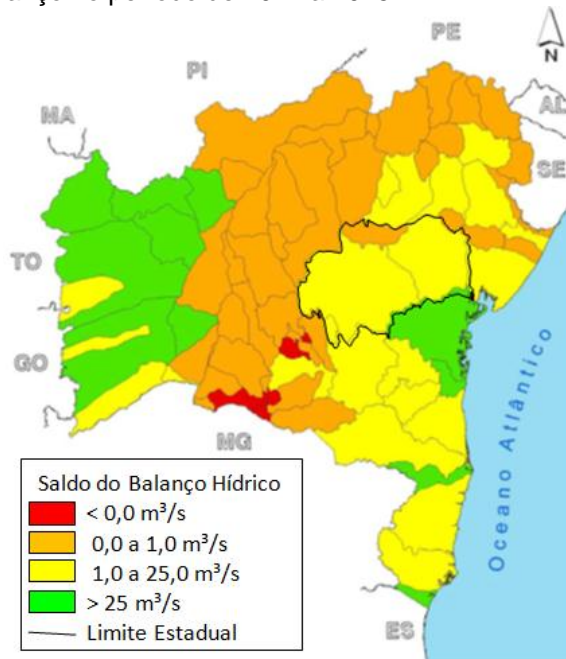
Fonte: (BAHIA, 2003_A).

FIGURA 13 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2006 a 2010.



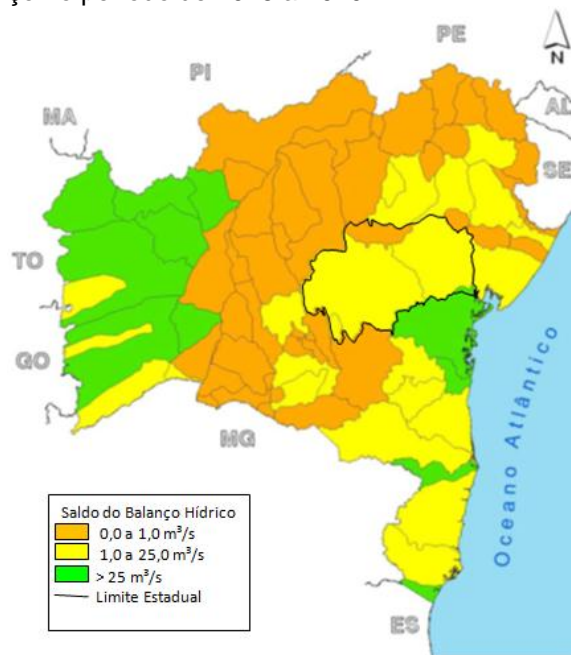
Fonte: (BAHIA, 2003_A).

FIGURA 14 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2011 a 2015.



Fonte: (BAHIA, 2003_A).

FIGURA 15 - Saldo hídrico por unidade de balanço no período de 2016 a 2020.

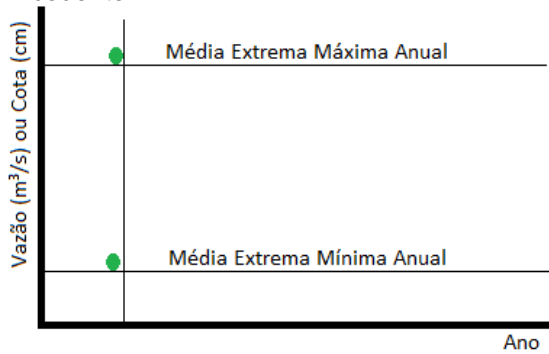


Fonte: (BAHIA, 2003_A).

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

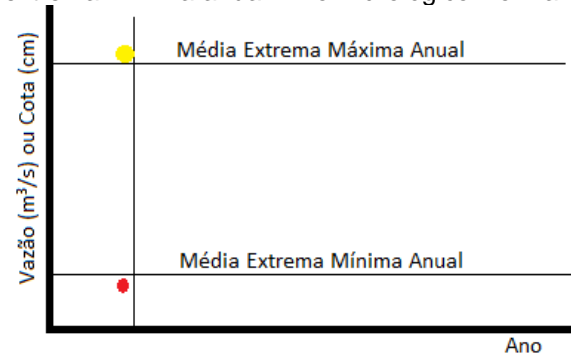
A metodologia empregada consistiu no levantamento dos dados existentes da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu com posterior tratamento estatístico, para realizar o diagnóstico das características físicas da área e a avaliação da disponibilidade hídrica, e na criação de novas metodologias para auxiliar na interpretação e na apresentação das variáveis hidrológicas. Desta maneira foram criados os gráficos do fator hidrológico, onde se atribuiu valor 1 (um) para cada valor de vazão extrema anual máxima ou mínima acima da média máxima ou mínima do período analisado, respectivamente, e 0 (zero) para valores extremos anuais máximos ou mínimos abaixo da média máxima ou da média mínima do período analisado, respectivamente: a) Fator hidrológico com valor 2 (dois) possui os valores extremos anuais máximos e mínimos acima das médias máximas e mínimas (ano hidrológico excedente, FIGURA 16; b) Fator hidrológico com valor 1 (um) possui pelo menos um valor extremo anual máximo ou mínimo acima das médias, (ano hidrológico normal, FIGURAS 17 e 18); c) Fator hidrológico com valor 0 (zero) possui valores extremos anuais máximos e mínimos abaixo das médias máxima ou mínima (ano com hidrológico deficitário, FIGURA 19). No caso de valores extremos anuais máximos ou mínimos igual à média máxima ou mínima, respectivamente, pode-se considerar: a) o valor do fator hidrológico igual a 1 (um) se a outra medida for $\geq 70\%$ da média anual máxima ou mínima e 0 (zero) no caso do outro valor do fator hidrológico for $< 70\%$ da média anual máxima ou mínima. A mediana não foi utilizada, nos cálculos, por se entender que não oferece os cenários mais críticos. O gráfico do fator hidrológico pode ser confeccionado com cotas, da seção de medição, ou vazões, obtendo-se o mesmo resultado. Aconselha-se usar um período amostral maior ou igual a 30 anos na análise. O resumo do Fator Hidrológico pode ser observado no QUADRO 9.

FIGURA 16 – Valores Extremos Máximos e Mínimos Anuais acima das médias extremas máximas e mínimas anuais: Ano Hidrológico Excedente.



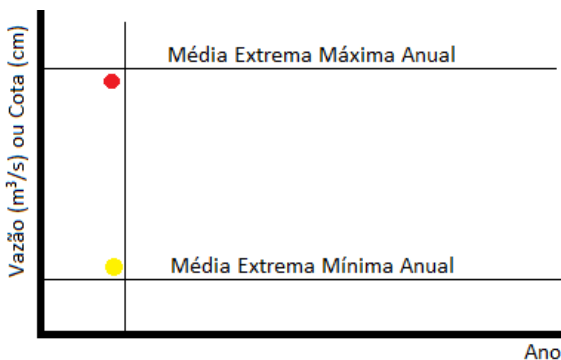
Fonte: O autor

FIGURA 17 – Valor Extremo Máximo Anual acima da média extrema máxima e valor Extremo Mínimo Anual menor do que a média extrema mínima anual: Ano Hidrológico Normal.



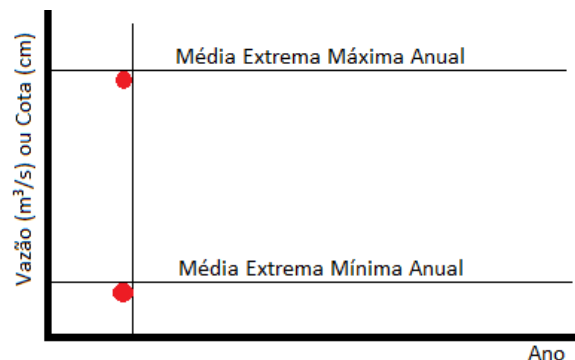
Fonte: O autor

FIGURA 18 – Valor Extremo Máximo Anual abaixo da média extrema máxima e valor Extremo Mínimo Anual maior do que a média extrema mínima anual: Ano Hidrológico Normal.



Fonte: O autor

FIGURA 19 – Valores Extremos Máximos e Mínimos Anuais abaixo das médias extremas máximas e mínimas anuais: Ano Hidrológico Deficitário.



Fonte: O autor

QUADRO 9: Resumo do fator hidrológico

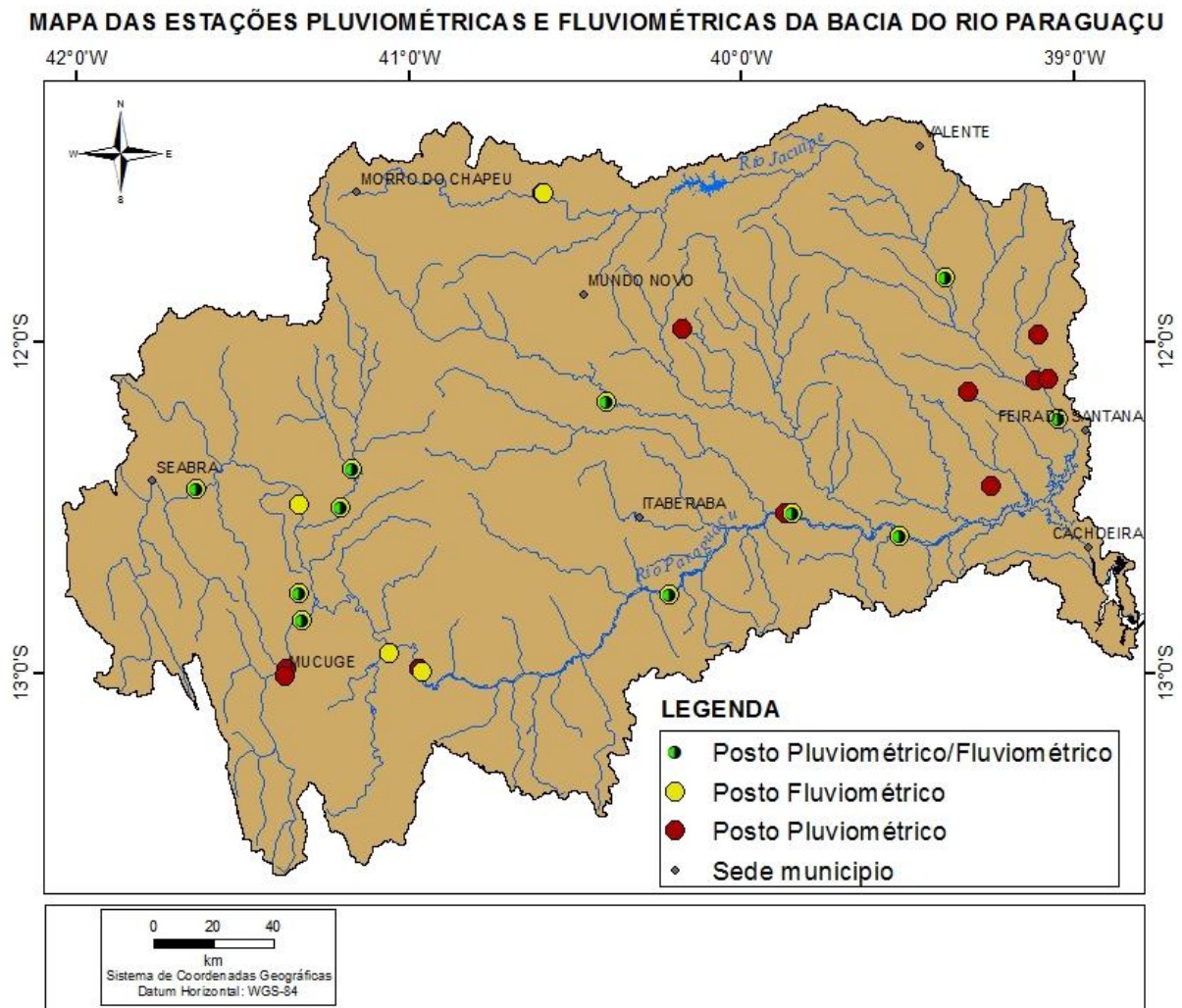
Valores Extremos Anuais	Média máxima < valor extremo máximo anual	Média máxima > valor extremo máximo anual	Média mínima < valor extremo mínimo anual	Média mínima > valor extremo mínimo anual	Valor do Fator Hidrológico	Classificação do Ano Hidrológico
Valor Máximo	1	-	-	-	1+1=2	Ano Excedente
Valor Mínimo	-	-	1	-		
Valor Máximo	1	-	-	-	1+0=1	Ano Normal
Valor Mínimo	-	-	-	0		
Valor Máximo	-	0	-	-	0+1=1	Ano Normal
Valor Mínimo	-	-	1	-		
Valor Máximo	-	0	-	-	0+0=0	Ano Deficitário
Valor Mínimo	-	-	-	0		

Fonte: O autor

Na realização deste trabalho foram utilizados os dados da Agência Nacional das Águas (ANA) de 14 (quatorze) estações fluviométricas internas à bacia hidrográfica do rio Paraguaçu: 51120000; 51135000; 51140000; 51166000; 51170000; 51190000; 51230000; 51240000; 51280000; 51310000; 51330000; 51410000; 51440000; 51460000, e 13 (treze) estações fluviométricas externas à bacia: 46295000; 50420000; 50430000; 50520000; 50620000; 50720000; 51650000; 51685000; 51840000; 52090000; 52570000; 47236000; 51430000. Foram utilizados também os dados da Agência Nacional das Águas (ANA) de 23 (vinte e três) estações pluviométricas internas à bacia hidrográfica do rio Paraguaçu: 51120000; 51135000; 51166000; 51170000; 51190000; 51280000; 51310000; 51330000; 51350000; 51410000; 51440000; 51460000; 1139001; 1140010; 1140018; 1239010; 1239012; 1239018; 1239021; 1240010; 1241006; 1241033; 1340015, e 15 (quinze) estações pluviométricas externas à bacia: 1340024; 1341014; 46295000; 50420000; 50430000; 50520000; 50620000; 50720000; 51650000; 51685000; 51840000; 52090000; 52570000; 47236000; 51430000. Os ANEXOS B e C representam os valores médios nas estações fluviométricas e pluviométricas.

Muitos dos postos pluviométricas são fluviométricas, desta maneira a identificação em mapa não pode ser realizada pela sobreposição de informações. As estações fluviométricas e pluviométricas foram listadas no ANEXO B e C. A FIGURA 20 nos mostra a localização das estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo.

FIGURA 20 - Estações pluviométricas e fluviométricas existentes dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu.



Fonte: O autor

A avaliação das vazões e precipitações médias históricas na bacia do rio Paraguaçu foi o caminho escolhido para se compreender a variação da quantidade das águas. A coleta de dados, de vazão e precipitação, no banco de dados da Agência Nacional das Águas – ANA permitiu a espacialização e uma melhor compreensão da problemática envolvida. Os dados de vazão tiveram que ser consolidados através do método da média aritmética o que demandou muito tempo e esforço. Os mapas foram gerados com coordenadas Geográficas e *Datum* WGS 84.

Os dados foram tratados por geoestatística no interpolador Inverso do Quadrado da Distância - IQD, do programa ARC GIS 9 da ESRI e o produto final do trabalho consistiu numa regionalização, representação geoestatística, das vazões médias históricas e precipitações médias históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

Na confecção dos mapas de isoietas ou isopletas de vazão média histórica foram utilizados os dados das 27 (vinte e sete) estações, sendo 14 (quatorze) estações dentro da bacia hidrográfica e 13 (treze) estações fora da bacia. Para uma melhor compreensão dos mapas as vazões médias históricas Mensais $\leq 10 \text{ m}^3/\text{s}$, foram pintadas em vermelho, as vazões $>10 \text{ m}^3/\text{s}$ e $<50 \text{ m}^3/\text{s}$ de amarelo e as vazões $\geq 50 \text{ m}^3/\text{s}$ de verde. Por se entender que as vazões médias mensais se encontram fiéis aos valores encontrados no semiárido nordestino.

Na confecção dos mapas de isopletas de precipitação média histórica foram utilizados os dados das 38 (trinta e oito) estações, sendo 23 (vinte e três) estações dentro da bacia hidrográfica e 15 (quinze) estações fora da bacia. Os dados existentes foram tratados por geoestatística no interpolador Inverso do Quadrado da Distância, do programa ARC GIS 9 da ESRI. Para uma melhor compreensão dos mapas as precipitações médias históricas mensais $\leq 30 \text{ mm}$, foram pintadas em vermelho, as precipitações $> 30 \text{ mm}$ e $< 60 \text{ mm}$ de amarelo e as precipitações $\geq 60 \text{ mm}$ de verde. Por se entender que as precipitações máximas anuais se encontram próximas a 800 mm, valor máximo de precipitação no semiárido nordestino.

Para facilitar a discussão e interpretação dos dados, os mapas confeccionados de precipitação e de vazão foram dispostos lado a lado por período. Com o intuito de comparar os mapas, cada conjunto de dois mapas foi disposto numa única página, onde se pode observar o mês e o ano da análise realizada.

Na elaboração dos cenários futuros foram utilizados os dados pré-existentes de precipitação, vazões máxima e mínima, na bacia do rio Paraguaçu, e de monitoramento dos volumes armazenados nos lagos formados pelas principais barragens, utilizamos: a) as médias históricas mensais das precipitações nas regiões de nascentes; b) os volumes armazenados e suas curvas de tendência, por se entender que os primeiros parâmetros são diretamente responsáveis pelos segundos; c) as vazões máximas e mínimas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

Os dados de precipitação forneceram subsidio pra a elaboração dos balanços hídricos normais mensais nas estações Morro do Chapéu e Barra da Estiva. Enquanto

que os dados de armazenamento foram utilizados como indicativo da tendência do armazenamento num cenário futuro.

A avaliação da porosidade/permeabilidade das rochas presentes na bacia hidrográfica foram utilizados as precipitações e as vazões médias mensais e avaliado se há coincidência ou não entre os maiores valores de precipitação com os maiores valores de vazão, e se existe também coincidência ou não entre os menores valores de precipitação com os menores valores de vazão.

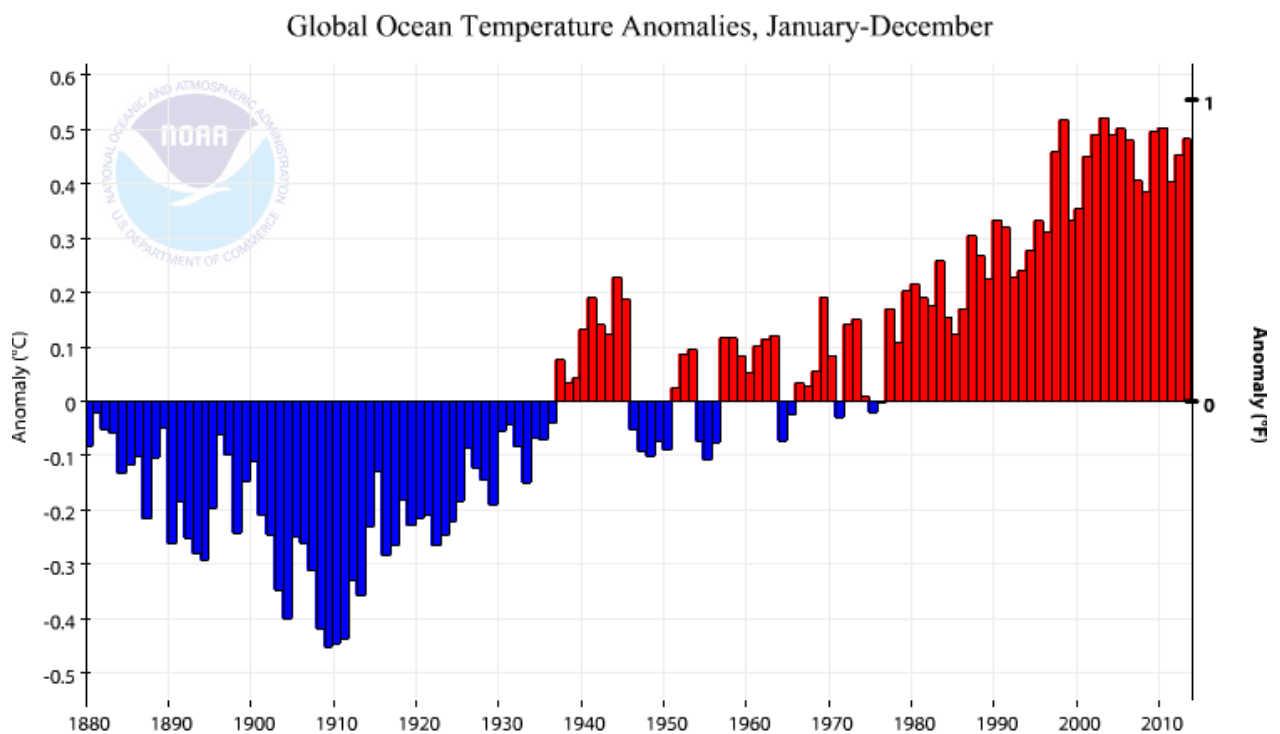
A influência das anomalias de temperatura média mensal no Oceano Pacífico foi correlacionado com a precipitação média mensal na bacia hidrográfica para se avaliar a interferência destas anomalias na distribuição das precipitações.

As dúvidas sobre conceitos empregados foram dirimidas com o uso do dicionário **online** (UNESCO, 2012) e do Glossário de Hidrologia (GONÇALVES, 2002).

4.0 EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

O aumento da temperatura no globo terrestre, no mar ou na terra, tem causado variações climáticas e a intensificação dos fenômenos climáticos EL NIÑO e LA NIÑA). O GRÁFICO 7 mostra as variações das anomalias de temperatura oceânica no período de 1880 a 2013.

GRÁFICO 7 - Variações das anomalias de temperatura oceânica no período de 1880 a 2013.



Fonte: NOAA, 2014.

Hoje se sabe que o fenômeno climático EL NIÑO possui um caráter atmosférico-oceânico, em que ocorre o aquecimento fora do normal das águas superficiais e subsuperficiais do Oceano Pacífico Equatorial ($>+0,5$ °C, por pelo menos 5 meses consecutivos). Este fenômeno altera vários fatores climáticos regionais e globais como, o índice pluviométrico e consequente as vazões dos rios (em regiões tropicais

com latitudes médias). O período de duração do El Niño varia entre 10 e 18 meses e ele acontece de forma irregular (em intervalos de 2 a 7 anos). No nordeste brasileiro seu maior efeito está na intensificação da seca. Por sua vez o fenômeno climático LA NIÑA é um fenômeno oceânico-atmosférico que ocorre também nas águas do Oceano Pacífico (equatorial, central e oriental). A principal característica deste fenômeno é o resfriamento ($>-0,5^{\circ}\text{C}$, por pelo menos 5 meses consecutivos, chegando até a média de 2° a 3°C) fora do normal das águas superficiais nestas regiões do oceano Pacífico. O período de duração de LA NIÑA é aproximadamente de 9 a 12 meses e sua frequência de 2 a 7 anos. No nordeste brasileiro seu maior efeito está na intensificação das chuvas (NOOA, 2014). Desta maneira optou-se por fazer dois estudos comparativos, o primeiro entre as vazões na bacia hidrográfica do rio Paraguauçu com as anomalias de temperatura do pacífico e o segundo entre as precipitações da bacia hidrográfica do rio Paraguauçu com as anomalias de temperatura do pacífico para compreender a formação das vazões e a distribuição das chuvas naquela região pertencente ao nordeste brasileiro.

ZAMPIERE, BRAGA e LOCH (2014), Confeccionaram um quadro comparando sete metodologias de autores e/ou instituições com os principais eventos de El Niño e de La Niña. Neste quadro é possível observar uma série histórica contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña), para o período de 1868 a 2000. O resultado deste trabalho pode ser verificado no QUADRO 10.

QUADRO 10: Séries históricas contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña) comparando sete metodologias de autores e/ou instituições para o período de 1868 a 2000.

Fonte	JMA Japão	Kiladis & Dias	Galvani & Pereira	Fontana & Berlato	NOOA CIRES	CPC	Meyers & O'Brien
Ano	1998	1989	1997	1997	2000	2001	1995
1868	1868						
1869	1869						
1870	1870						
1871	1871						
1872	1872						
1873	1873						
1874	1874						
1875	1875						
1876	1876						
1877	1877	1877					
1878	1878	1878					
1879	1879	1879					
1880	1880	1880					
1881	1881	1881					
1882	1882	1882	1882+				
1883	1883	1883	1883+				
1884	1884	1884	1884+				
1885	1885	1885	1885+				
1886	1886	1886	1886+				
1887	1887	1887	1887+				
1888	1888	1888	1888++				
1889	1889	1889	1889				
1890	1890	1890	1890+				
1891	1891	1891	1891+				
1892	1892	1892	1892+				
1893	1893	1893	1893				
1894	1894	1894	1894				
1895	1895	1895	1895				
1896	1896	1896	1896++				
1897	1897	1897	1897+				
1898	1898	1898	1898+				
1899	1899	1899	1899				
1900	1900	1900	1900+				
1901	1901	1901	1901				

LEGENDA:	
	Anos de El Niño
	Anos de La Niña

Simbologia:	
Galvani & Pereira (1997)	
Padrão	Intensidade
Ano	Ausência do evento
Ano+	Fraco
Ano++	Moderado
Ano+++	Forte

Simbologia:	
NOOA /CIRES (2000)	
Sete maiores ENSOs	
(a)	= aquecimento 1 ano
(b)	= Pico aquecimento 2 ano

Simbologia:	
CPC (2001)	
Padão	Intensidade
*	Fraco
**	Moderado
***	Forte

Simbologia:	
Meyers & O'Brien 1995	
Padão	Época do evento
ano/ano	Verão (nov/mar)
ano*	Inverno (mai/set)

Fonte: Adaptado de ZAMPIERE, BRAGA e LOCH, 2014.

QUADRO 10: Séries históricas contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña) comparando sete metodologias de autores e/ou instituições para o período de 1868 a 2000 (continuação).

Fonte	JMA Japão	Kiladis & Dias	Galvani & Pereira	Fontana & Berlato	NOOA CIRES	CPC	Meyers & O'Brien
Ano	1998	1989	1997	1997	2000	2001	1995
1902	1902	1902	1902				
1903	1903	1903	1903+				
1904	1904	1904	1904+				
1905	1905	1905	1905+++				
1906	1906	1906	1906+				
1907	1907	1907	1907				
1908	1908	1908	1908				
1909	1909	1909	1909				
1910	1910	1910	1910++				
1911	1911	1911	1911+	1911			
1912	1912	1912	1912++	1912			
1913	1913	1913	1913+	1913			
1914	1914	1914	1914	1914			
1915	1915	1915	1915	1915			
1916	1916	1916	1916+	1916			
1917	1917	1917	1917+++	1917			
1918	1918	1918	1918	1918			
1919	1919	1919	1919++	1919			
1920	1920	1920	1920	1920			
1921	1921	1921	1921+	1921			
1922	1922	1922	1922+	1922			
1923	1923	1923	1923+++	1923			
1924	1924	1924	1924+	1924			
1925	1925	1925	1925	1925			
1926	1926	1926	1926+++	1926			
1927	1927	1927	1927	1927			
1928	1928	1928	1928+	1928			
1929	1929	1929	1929+	1929			
1930	1930	1930	1930	1930			
1931	1931	1931	1931+	1931			
1932	1932	1932	1932	1932			
1933	1933	1933	1933	1933			
1934	1934	1934	1934	1934			

Fonte: Adaptado de ZAMPIERE, BRAGA e LOCH, 2014.

QUADRO 10: Séries históricas contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña) comparando sete metodologias de autores e/ou instituições para o período de 1868 a 2000 (continuação).

Fonte	JMA Japão	Kiladis & Dias	Galvani & Pereira	Fontana & Berlato	NOOA CIRES	CPC	Meyers & O'Brien
Ano	1998	1989	1997	1997	2000	2001	1995
1935	1935	1935	1935	1935			
1936	1936	1936	1936	1936			
1937	1937	1937	1937	1937			
1938	1938	1938	1938++	1938			
1939	1939	1939	1939	1939			
1940	1940	1940	1940+++	1940			
1941	1941	1941	1941+++	1941			
1942	1942	1942	1942	1942			
1943	1943	1943	1943+	1943			
1944	1944	1944	1944+	1944			
1945	1945	1945	1945+	1945			
1946	1946	1946	1946+	1946			
1947	1947	1947	1947	1947			
1948	1948	1948	1948	1948			
1949	1949	1949	1949	1949	1949/50		
1950	1950	1950	1950+++	1950	1950	1950*	
1951	1951	1951	1951+	1951	1951	1951*	
1952	1952	1952	1952+	1952	1952	1952	
1953	1953	1953	1953+	1953	1953	1953	
1954	1954	1954	1954	1954	1954/55	1954*	
1955	1955	1955	1955++	1955	1955	1955*	
1956	1956	1956	1956++	1956	1956	1956**	
1957	1957	1957	1957+	1957	1957/8 a	1957*	
1958	1958	1958	1958+	1958	1958	1958**	
1959	1959	1959	1959	1959	1959	1959	
1960	1960	1960	1960+	1960	1960	1960	
1961	1961	1961	1961	1961	1961	1961	1961
1962	1962	1962	1962+	1962	1962	1962	1962*
1963	1963	1963	1963+	1963	1963	1963*	1963*
1964	1964	1964	1964+	1964	1964/65	1964/1965*	1964*
1965	1965	1965	1965++	1965	1965/6 a	1965/1966	1965*
1966	1966	1966	1966+	1966	1966	1966	1966
1967	1967	1967	1967+	1967	1967	1967	1967/1968
1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968/1969*	1968/1969

Fonte: Adaptado de ZAMPIERE, BRAGA e LOCH, 2014.

QUADRO 10: Séries históricas contendo o período, a frequência e a intensidade de ocorrência do fenômeno ENSO (El Niño e La Niña) comparando sete metodologias de autores e/ou instituições para o período de 1868 a 2000 (continuação).

Fonte	JMA Japão	Kiladis & Dias	Galvani & Pereira	Fontana & Berlato	NOOA CIRES	CPC	Meyers & O'Brien
Ano	1998	1989	1997	1997	2000	2001	1995
1969	1969	1969	1969+	1969	1969	1969/1970*	1969*
1970	1970	1970	1970	1970	1970/71	1970*/1971*	1970*/1971*
1971	1971	1971	1971++	1971	1971	1971/1972*	1971*
1972	1972	1972	1972++	1972	1972/73 a	1972/1973*	1972*/1973
1973	1973	1973	1973+	1973	1973/74	1973/1974***	1973*/1974
1974	1974	1974	1974++	1974	1974	1974/1975*	1974/1975
1975	1975	1975	1975+++	1975	1975/76	1975/1976**	1975*/1976
1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976*
1977	1977	1977	1977++	1977	1977	1977	1977*
1978	1978	1978	1978+	1978	1978	1978	1978*
1979	1979	1979	1979	1979	1979	1979	1979
1980	1980	1980	1980+	1980	1980	1980	1980
1981	1981	1981	1981	1981	1981	1981	1981
1982	1982	1982	1982+++	1982	1982/83 b	1982/1983***	1982*/1983
1983	1983	1983	1983++	1983	1983	1983/1984*	1983*
1984	1984	1984	1984	1984	1984	1984/1985*	1984/1985*
1985	1985	1985	1985	1985	1985	1985	1985/1986
1986	1986	1986	1986+	1986	1986/87 b	1986/1987**	1986/1987*
1987	1987	1987	1987+++	1987	1987	1987/1988**	1987/1988*
1988	1988	1988	1988+	1988	1988/89	1988/1989***	1988/1989
1989	1989		1989+	1989	1989	1989	1989
1990	1990		1990+	1990	1990	1990/1991*	
1991	1991		1991++	1991	1991/92 b	1991/1992**	
1992	1992		1992++	1992	1992	1992/1993**	
1993	1993		1993++	1993	1993	1993*	
1994	1994		1994++	1994	1994	1994/1995**	
1995	1995				1995	1995*	
1996	1996				1996	1996	
1997	1997				1997/98	1997/1998***	
1998	1998				1998	1998/1999**	
1999					1999	1999/2000*	
2000					2000	2000	

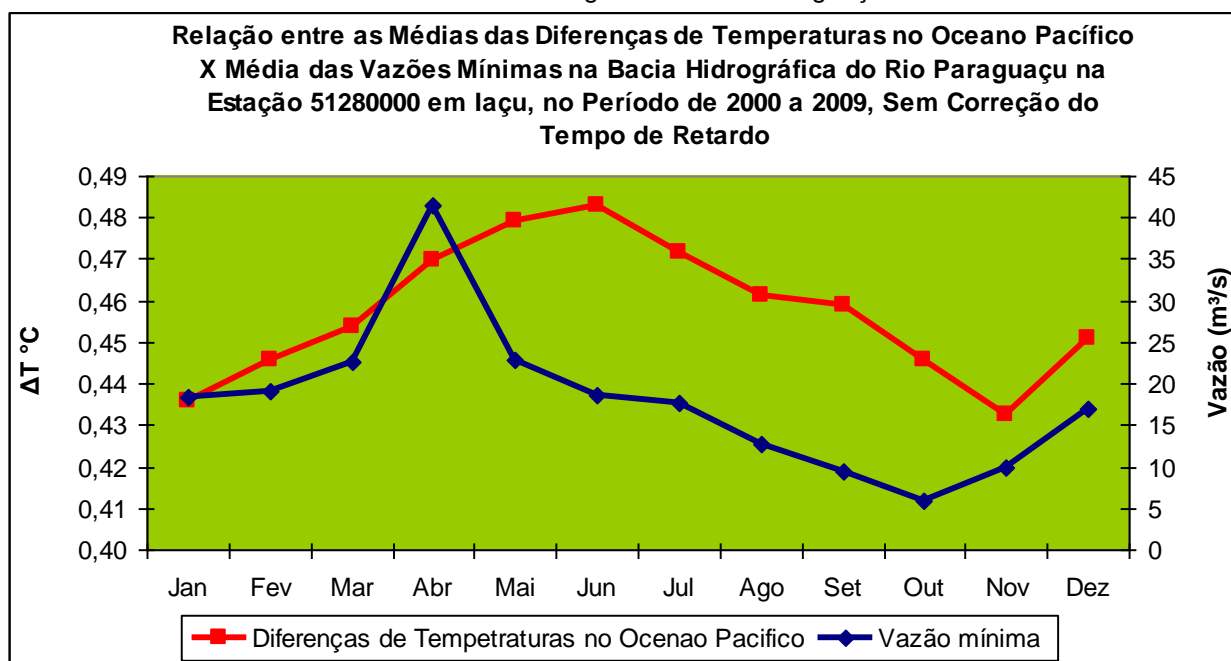
Fonte: Adaptado de ZAMPIERE, BRAGA e LOCH, 2014.

4.1 EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NAS VAZÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu vem passando por forte seca intensificada por um período de anos hidrológicos deficitários que se iniciou em 2006, perdurando nos anos seguintes e se estendendo até o presente ano de 2014. O aumento médio das temperaturas no Oceano Pacífico, previsto para 2014, deverá intensificar os fenômenos EL NIÑO e conseqüentemente a redução das precipitações e das vazões na bacia hidrográfica.

Comparando as médias das diferenças de temperatura no Oceano Pacífico com as vazões médias mínimas na Estação 51280000, em laço, no período de 2000 a 2009, GRÁFICO 8, foi possível observar uma relação direta descontínua nos meses de maio e novembro.

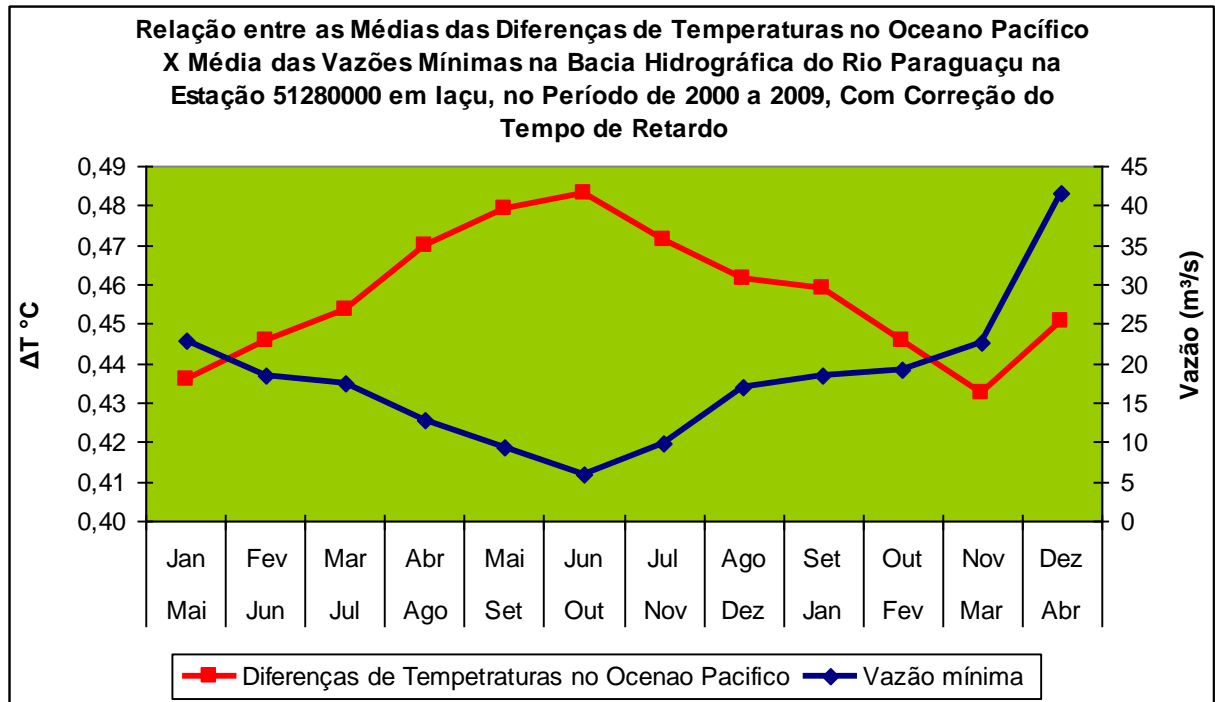
GRÁFICO 8 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Vazões Mínimas Médias Históricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BRASIL, ANA, 2012, na estação 51280000 no período de 2000 a 2009. O autor.

Se correlacionando agora a maior variação de temperatura com a menor vazão, relação típica nos fenômenos ENSO, aparece uma relação inversa que só deixa de existir no mês de dezembro GRÁFICO 9.

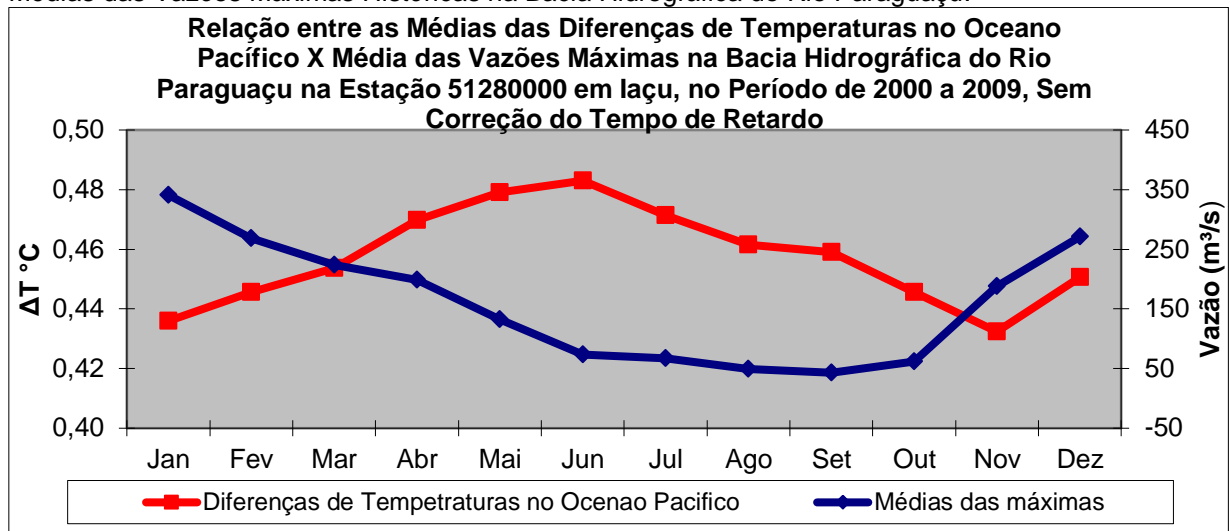
GRÁFICO 9 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Vazões Mínimas Médias Históricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu, com correção do tempo de retardo da vazão.



Fonte dos dados: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BRASIL, ANA, 2012, na estação 51280000 no período de 2000 a 2009. O autor.

Comparando agora as médias das diferenças de temperatura no Oceano Pacífico com as vazões médias máximas, no período de 2000 a 2009, também foi possível observar uma correlação predominante inversa (GRÁFICO 10), com uma descontinuidade no mês de dezembro.

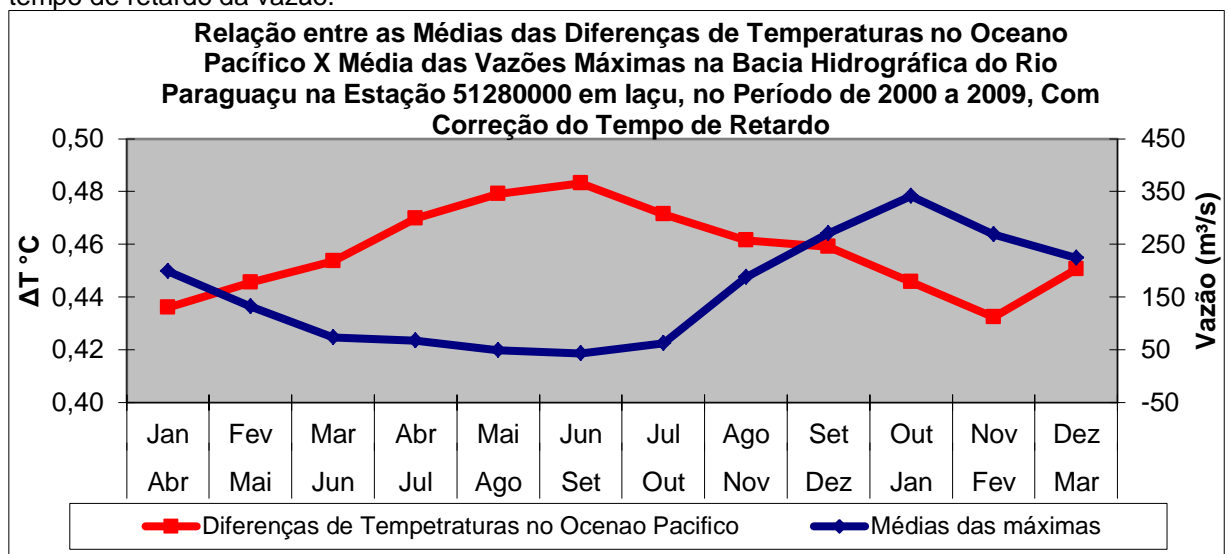
GRÁFICO 10 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Médias das Vazões Máximas Históricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BRASIL, ANA, 2012, na estação 51280000 no período de 2000 a 2009. O autor.

Se correlacionando agora a maior variação de temperatura com a menor vazão, relação típica nos fenômenos ENSO, aparece uma relação inversa que só deixa de existir no mês de novembro GRÁFICO 11.

GRÁFICO 11 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Médias das Vazões Máximas Históricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu com correção do tempo de retardo da vazão.



Fonte dos dados: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BRASIL, ANA, 2012, na estação 51280000 no período de 2000 a 2009. O autor.

Desta maneira podemos observar que o comportamento é diferente nas correlações realizadas para vazões mínimas (três meses de retardo e descontinuidade em novembro da relação inversa) e vazões máximas (quatro meses de retardo e descontinuidade em dezembro da relação inversa). Diante de respostas distintas se procurou trabalhar com as médias de precipitação. Como foi observado que as maiores temperaturas estavam associadas às menores vazões e que isto poderia ser um indicativo da relação entre as variáveis se imaginou que a resposta não foi muito boa, talvez por causa da influência da infiltração (armazenamento) e da evaporação, que estariam mascarando os valores de vazão.

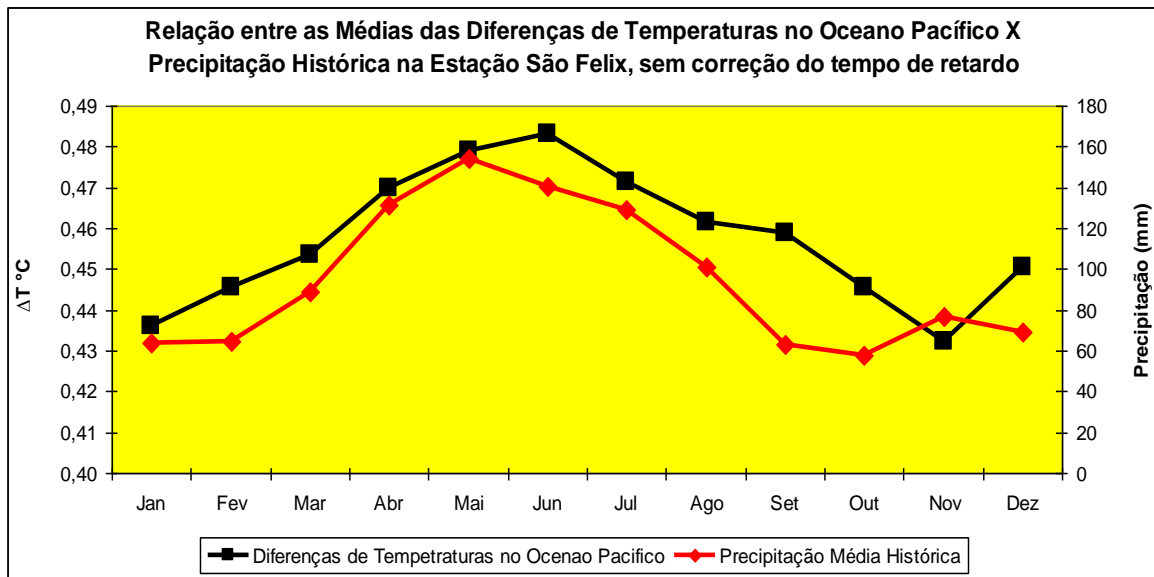
4.2 EFEITO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA NAS ÁGUAS DO OCEANO PACÍFICO NAS PRECIPITAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

Sabendo que as vazões estão diretamente relacionadas às precipitações na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu fez-se um estudo comparando as médias das diferenças de temperatura no Oceano Pacífico com as precipitações médias históricas nas estações São Felix, Iaçú e Barra da Estiva, respectivamente de jusante para montante até a nascente do rio Paraguaçu, e posteriormente com a precipitação média histórica da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, foi possível observar que existe um retardo entre a variação da temperatura no Oceano Pacífico e as precipitações na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu e que esse retardo aumenta do litoral para o continente. Este retardo da precipitação era esperado uma vez que para precipitar primeiro tem que haver evaporação e formação de nuvens.

Na Estação São Felix existe um tempo de retardo de 1 (um) mês, na Estação Iaçú 2 (dois) meses e na Estação Barra da Estiva, o tempo de retardo chega a 3 (três) meses. Desta maneira foram confeccionados gráficos da variação de temperatura x precipitação em cada uma das estações e da precipitação da bacia hidrográfica.

No GRÁFICO 12 é possível observar a variação de temperatura, no período de 2000 a 2009, em função da precipitação na Estação São Felix, no período de 1946 a 1983.

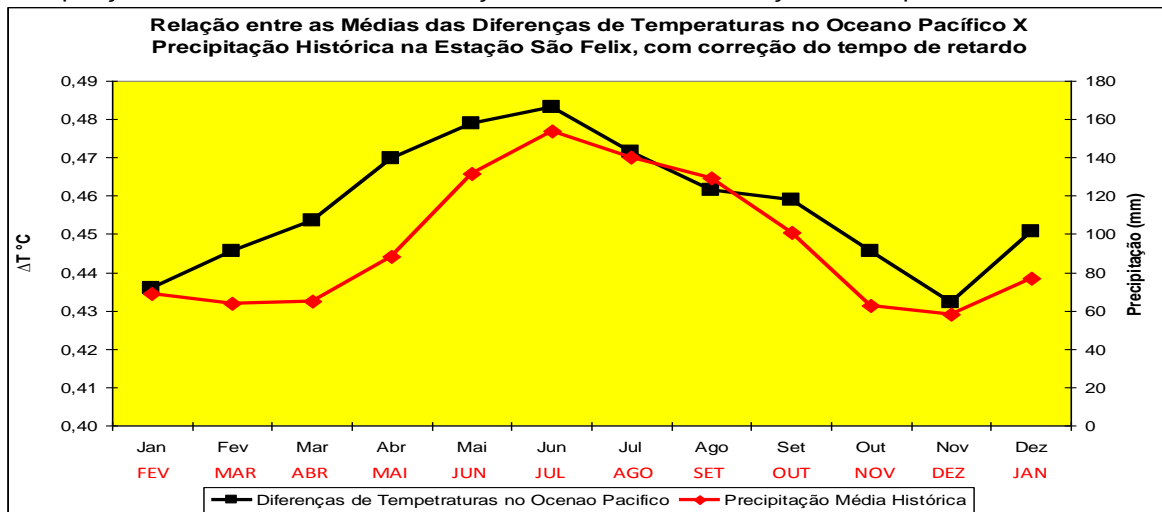
Gráfico 12 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas na Estação São Felix, sem correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação São Felix, no período de 1946 a 1983. O autor.

No GRÁFICO 13 foi realizado a correção do tempo de retardo da precipitação verificado no GRÁFICO 12. A precipitação média histórica na cidade de São Félix, localizada nas proximidades da foz do rio Paraguaçu, nos mostra a influência marinha direta nas precipitações, uma vez que as curvas de precipitação e de variação de temperatura possuem formas semelhantes, ou seja, quando a temperatura aumenta as precipitações também aumentam discordantemente do resto da bacia. A correção do tempo de retardo foi realizada sincronizando a maior variação de temperatura, com a maior precipitação.

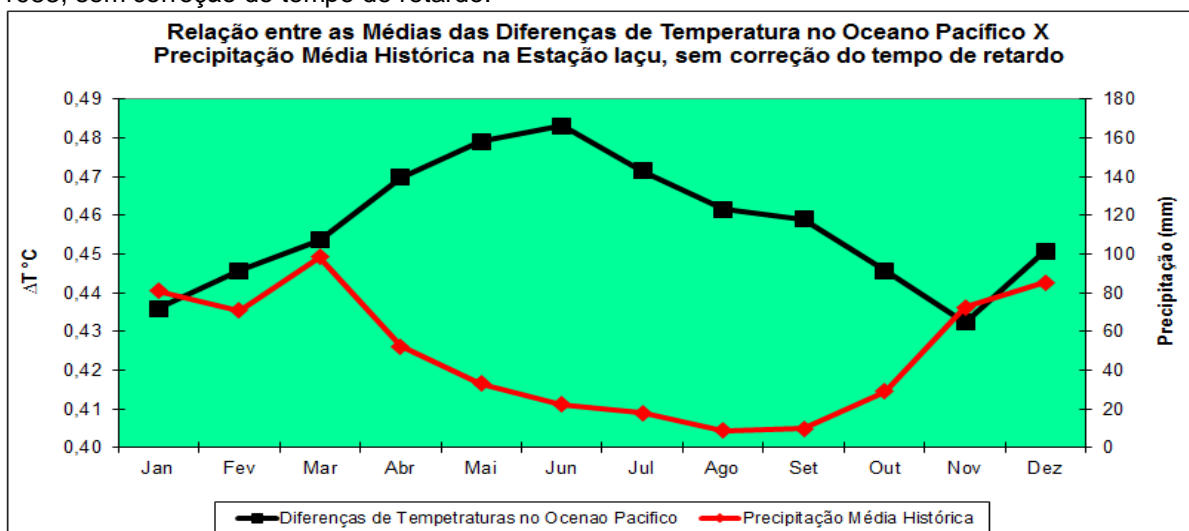
Gráfico 13 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas na Estação São Felix, com correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação São Felix, no período de 1946 a 1983. O autor.

No GRÁFICO 14 é possível observar a variação de temperatura, no período de 2000 a 2009, em função da precipitação na Estação laçu, no período de 1964 a 1983.

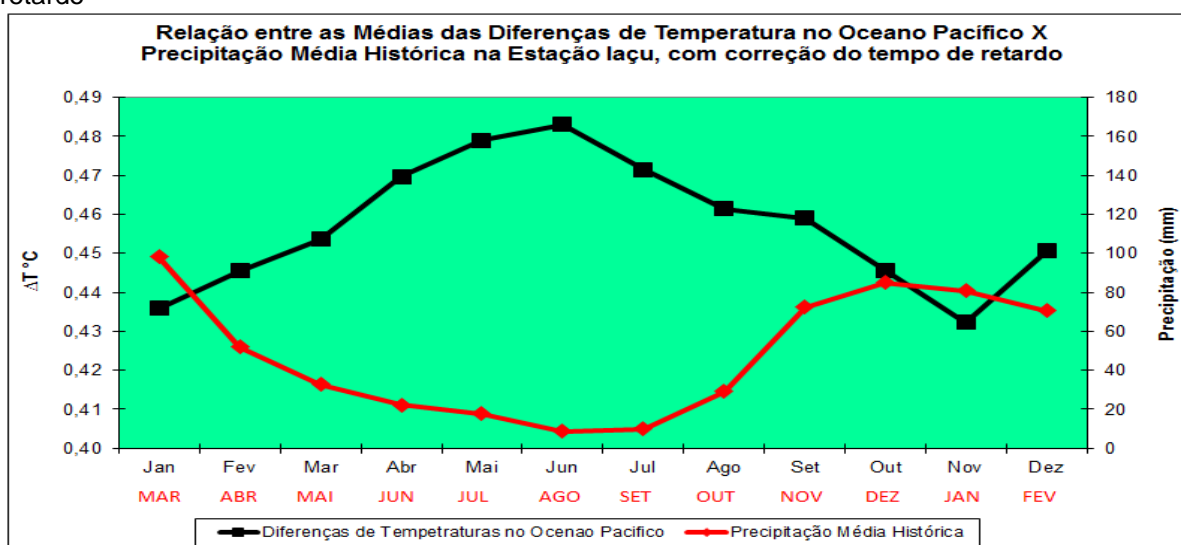
Gráfico 14 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico, no período de 2000 a 2009, e as Precipitações Médias Históricas na Estação laçu, no período 1964 a 1983, sem correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação laçu, no período 1964 a 1983. O autor.

No GRÁFICO 15 foi realizada a correção do tempo de retardo da precipitação verificado no GRÁFICO 14. A correção do tempo de retardo foi realizada utilizando a maior variação de temperatura, com a menor precipitação, indicando que a influência marinha deixa de ser direta para ser indireta a medida que se adentra na bacia hidrográfica.

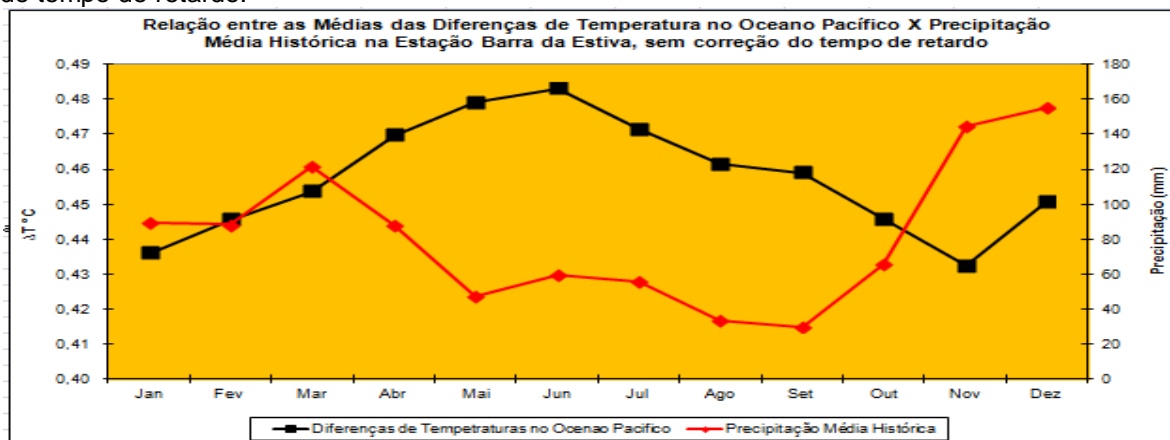
Gráfico 15 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas na Estação laçu, no período 1964 a 1983, com correção do tempo de retardo



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação laçu, no período 1964 a 1983. O autor.

No GRÁFICO 16 é possível observar a variação de temperatura, no período de 2000 a 2009, em função da precipitação na Estação Barra da Estiva, no período de 1943 a 1981.

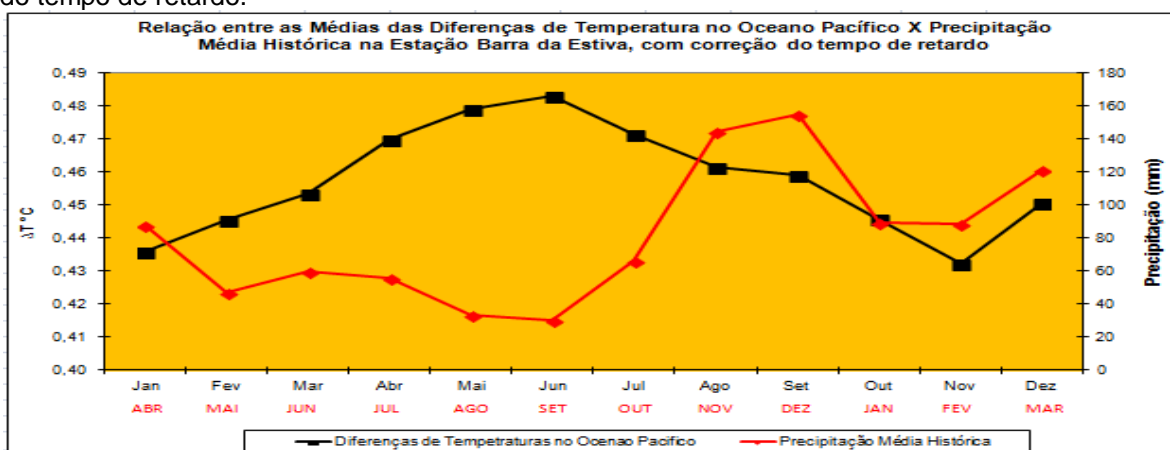
Gráfico 16 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas Estação Barra da Estiva, no período de 1943 a 1981, sem correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 1930 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação Barra da Estiva, no período de 1943 a 1981. O autor.

No GRÁFICO 17 foi possível realizar a correção do tempo de retardo da precipitação verificado no GRÁFICO 16. Uma correlação direta, similar a das precipitações médias históricas na Estação São Felix foi observada na Estação Barra da Estiva, sendo que desta vez a influencia é função do aumento das altitudes na Chapada Diamantina, no período de dezembro a março. A correção do tempo de retardo foi realizada utilizando a maior variação de temperatura, com a menor precipitação.

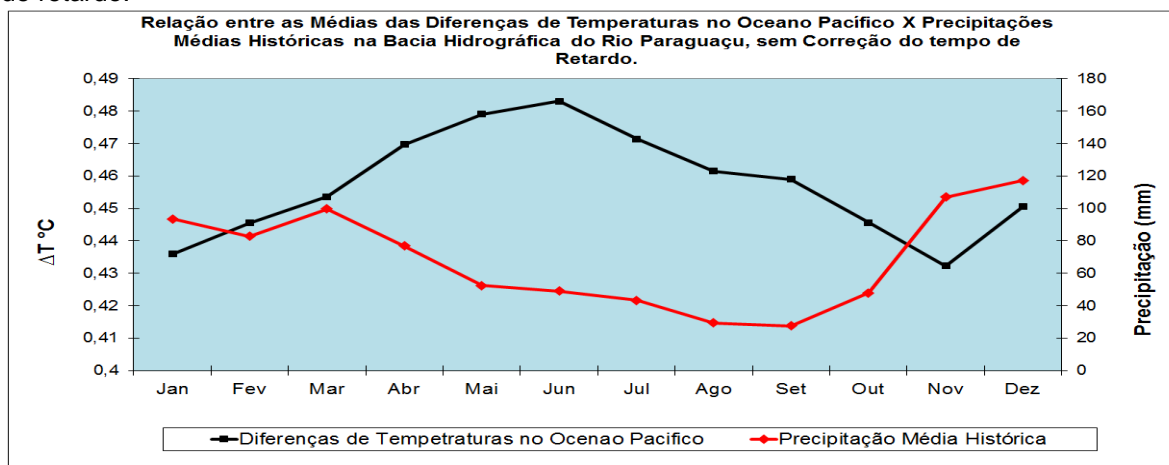
Gráfico 17 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas Estação Barra da Estiva, no período de 1943 a 1981, com correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 1930 a 2009 e BAHIA, 1999, Estação Barra da Estiva, no período de 1943 a 1981. O autor.

No GRÁFICO 18 é possível observar a variação de temperatura, no período de 2000 a 2009, em função da precipitação média histórica na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, no período 1934 a 2005. As precipitações médias históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, como era de se esperar, sofrem também influência local, na foz pela proximidade do oceano, e na região de nascente, das altitudes da Chapada Diamantina no período de setembro a dezembro e no mês de março. A correção do tempo de retardo foi realizada utilizando, como marcador, a maior variação de temperatura com a menor precipitação. O GRÁFICO 18 ratifica que as precipitações na bacia hidrográfica, em sua maioria, possuem uma relação indireta relacionadas a influência das temperaturas do mar além da massa de ar continental Amazônica.

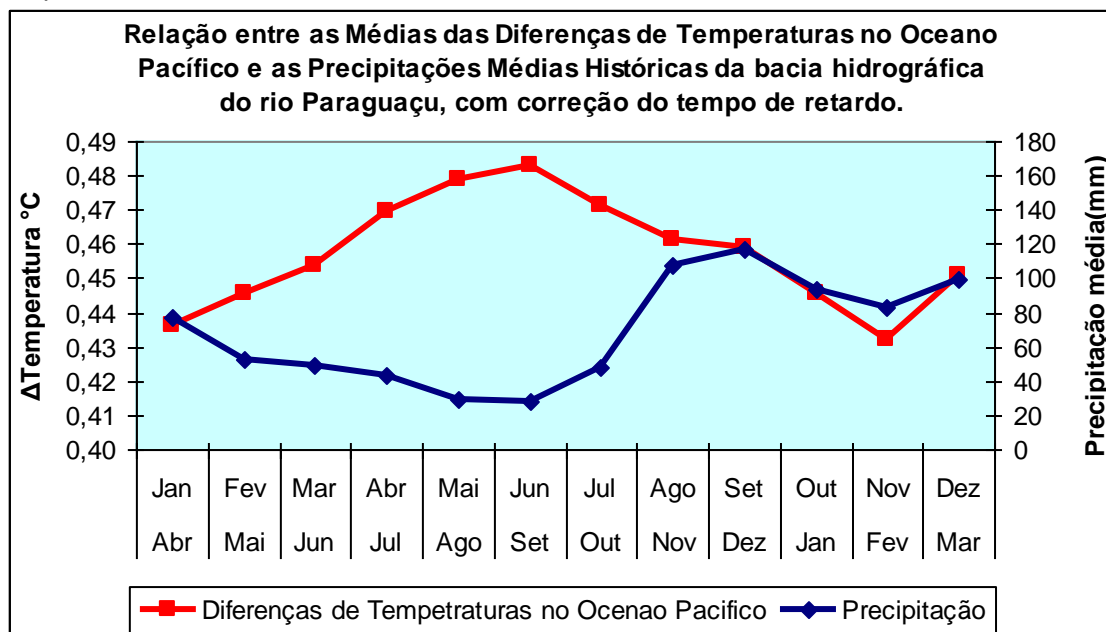
Gráfico 18 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, sem correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Precipitações Médias Históricas, no período de 1934 a 2005. O autor.

No GRÁFICO 19 foi realizada a correção do tempo de retardo da precipitação verificada no GRÁFICO 18. Entretanto o GRÁFICO 19 demonstra que a partir do mês de outubro até o mês de dezembro a influência marinha parece existir, pois existe uma relação direta entre as temperaturas do Oceano Pacífico com as médias de precipitações, fenômeno similar ao que aconteceu na Estação São Felix.

Gráfico 19 - Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico e as Precipitações Médias Históricas da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com correção do tempo de retardo.



Fonte: NOAA, 2012, no período de 2000 a 2009 e BAHIA, 1999, Precipitações Médias Históricas, no período de 1934 a 2005. O autor.

5.0 RESULTADOS

As análises mostram o panorama existente, para que em seguida se possa fazer a integração dos dados da bacia. Os parâmetros utilizados no estudo foram precipitação, vazão e o monitoramento das barragens do Apertado, França, Bandeira de Melo, João Durval Carneiro e de Pedra do Cavalo.

As distribuições de precipitações e vazões (médias históricas mensais) ao longo da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu podem ser observadas através de uma série de mapas de isopletas de distribuição mensal das precipitações (no período de 1934 a 2005) e vazões (no período de 1935 a 2005).

O resultado da correlação entre a precipitação e a vazão na bacia do rio Paraguaçu pode ser observada no QUADRO 11, onde podemos ver a precipitação e sua respectiva resposta de vazão para o período analisado. Não existe tempo de resposta maior do que 30 dias, desta maneira as maiores precipitações coincidem com as maiores vazões (em verde) e as menores precipitações coincidem com as menores vazões (em vermelho).

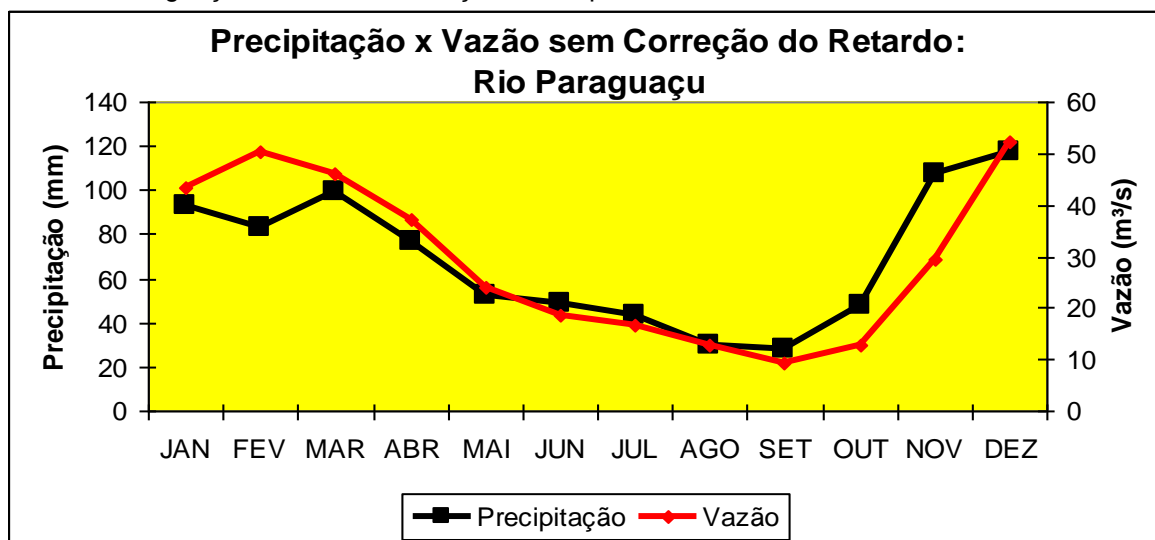
QUADRO 11: Correlação entre as precipitações e as vazões médias mensais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu – BA.

Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL (m³/s)
JAN	93,47	JAN	43,41
FEV	82,85	FEV	50,36
MAR	99,75	MAR	46,22
ABR	76,95	ABR	37,31
MAI	52,47	MAI	24,02
JUN	49,16	JUN	18,64
JUL	43,42	JUL	16,80
AGO	29,38	AGO	12,88
SET	27,63	SET	9,48
OUT	47,80	OUT	12,90
NOV	107,03	NOV	29,50
DEZ	117,22	DEZ	52,34

Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

O GRÁFICO 20 mostra a distribuição da precipitação e da vazão sem correção do tempo de retardo, uma vez que o tempo de resposta é praticamente imediato na bacia, ou seja, não foi observado no estudo com variação mensal. Os dados da correlação entre as precipitações e as vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu – BA, sem a correção do tempo de retardo, tiveram o período de coleta de dados de precipitação de 1934 a 2005, nas estações 51120000, 51135000, 51166000, 51170000, 51190000, 51280000, 51310000, 51330000, 51350000, 51410000, 51440000, 51460000, 1139001, 1140010, 1140018, 1239010, 1239012, 1239018, 1239021, 1240010, 1241006, 1241033, 1340015 e de vazão de 1935 a 2005, nas estações 51120000, 51135000, 51140000; 51166000, 51170000, 51190000, 51280000, 51230000, 51240000, 51310000, 51330000, 51350000, 51410000, 51440000, 51460000.

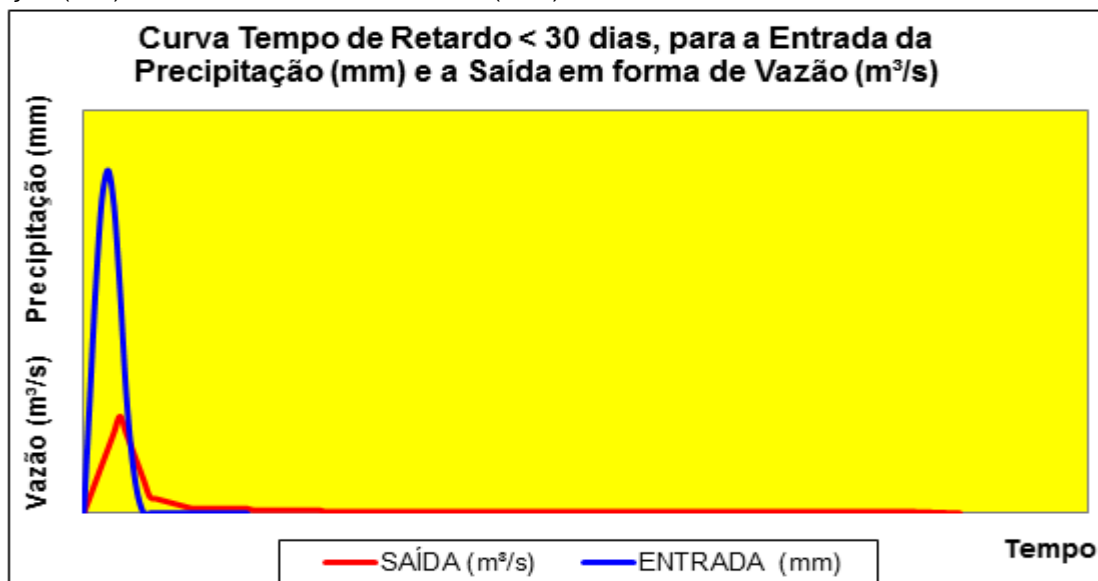
GRÁFICO 20: Correlação entre as precipitações e as vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu – BA, sem a correção do tempo de retardo.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

O GRÁFICO 21 nos mostra uma curva genérica para um tempo de retardo menor que 30 (trinta) dias, exibindo a vazão (m^3/s) em função da precipitação (mm). Esta curva pode ser utilizada para a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, uma vez que não foi verificado tempos de retardo superiores a 30 dias.

GRÁFICO 21: Curva genérica do tempo de retardo < 30 dias, para a Entrada da Precipitação (mm) e a Saída em forma de Vazão (m^3/s).



Fonte: O autor

A Distribuição espacial com regionalização das precipitações e vazões médias históricas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu podem ser observadas nos mapas de precipitação (FIGURAS 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41 e 43) e de vazão (FIGURAS 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42 e 44). A disposição lado a lado para o mesmo período procura mostrar de maneira evolutiva a precipitação e sua influência na recarga dos aquíferos e caudais dos rios na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. Na confecção dos mapas de precipitação foram utilizados os dados das estações fluviométricas internas à bacia hidrográfica do rio Paraguaçu: 51120000; 51135000; 51140000; 51166000; 51170000; 51190000; 51230000; 51240000; 51280000; 51310000; 51330000; 51410000; 51440000; 51460000 e estações pluviométricas internas à bacia hidrográfica do rio Paraguaçu: 51120000; 51135000; 51166000; 51170000; 51190000; 51280000; 51310000; 51330000; 51350000; 51410000; 51440000; 51460000; 1139001; 1140010; 1140018; 1239010; 1239012; 1239018; 1239021; 1240010; 1241006; 1241033; 1340015.

Segundo VALÉRIO & MAMEDIO (2013) as vazões médias regionalizadas para a bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu se situam entre 2 e 110 m^3/s , desconsiderando a bacia do rio Jacuípe e utilizando dez estação fluviométricas. Nesta tese as vazões médias regionalizadas para a bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu ficaram entre 0,05

e 158 m³/s, considerando também o rio Jacuípe totalizando 15 estações fluviométricas.

Um fato que merece destaque é que o período de precipitação no mês de outubro chega primeiro na bacia na calha do rio Paraguaçu, como se este fosse a porta de entrada e o caminho das chuvas na bacia. Nos mapas de precipitação é possível observar que no mês de outubro há um aumento significativo das precipitações, porém não existe este reflexo nas vazões, caracterizando assim um período de recarga dos aquíferos (FIGURAS 39 e 40). A partir do mês de novembro as vazões aumentam uma vez que os aquíferos se encontram saturados e não consegue mais reter água precipitada, esta dinâmica do sistema continua assim até o mês de março, entretanto com o período de estiagem as vazões logo diminuem uma vez que o pequeno reservatório da zona de recarga não consegue manter as vazões dos tributários e estes alimentarem a calha principal da bacia.

FIGURA 21 - Precipitações Médias Históricas para Janeiro.

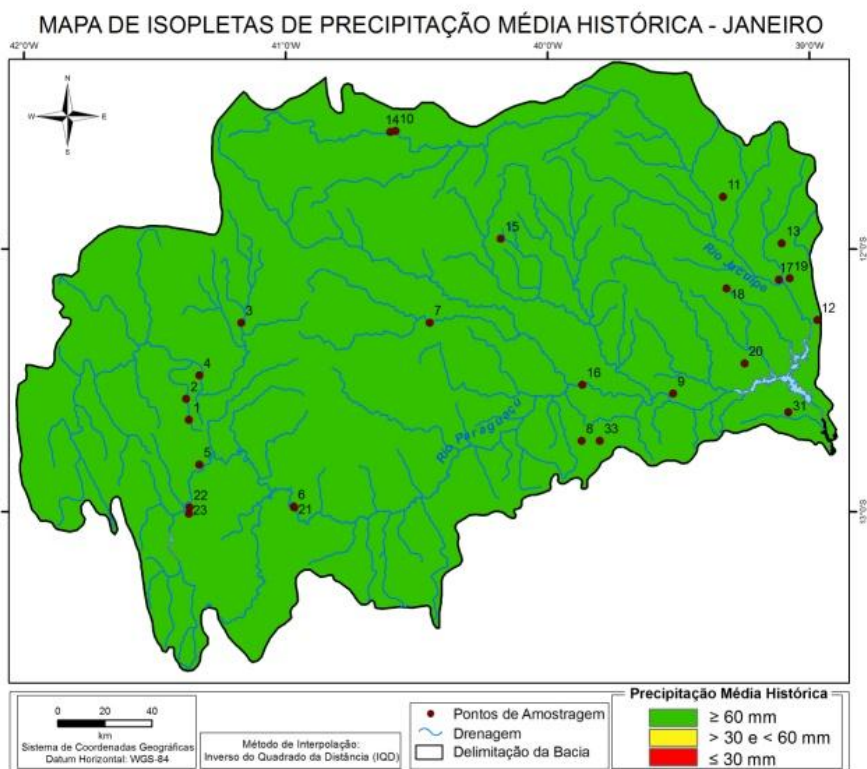


FIGURA 22 - Vazões Médias Históricas para Janeiro.

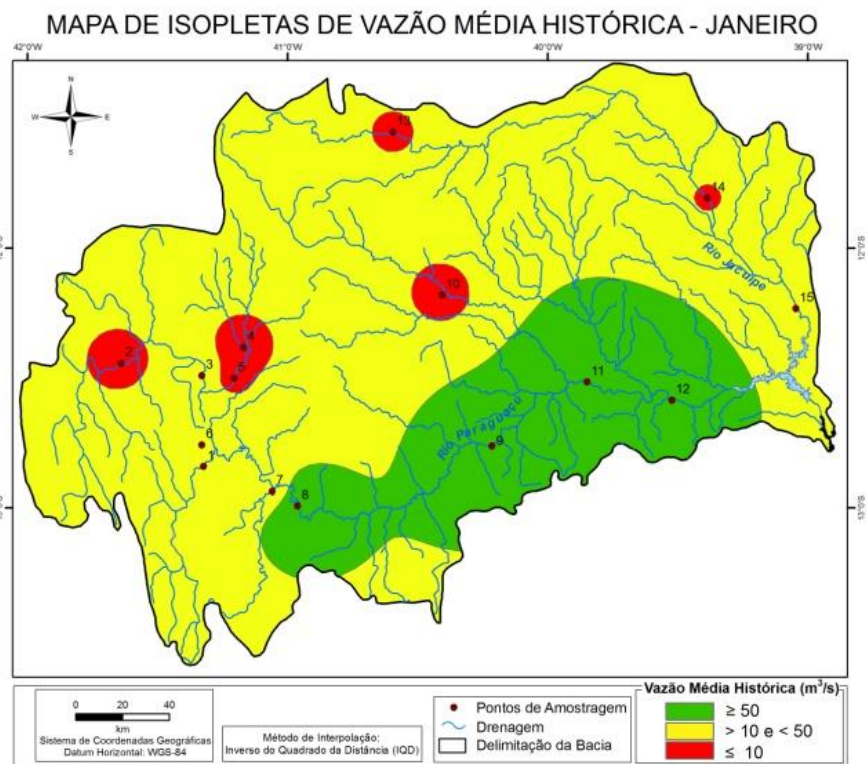
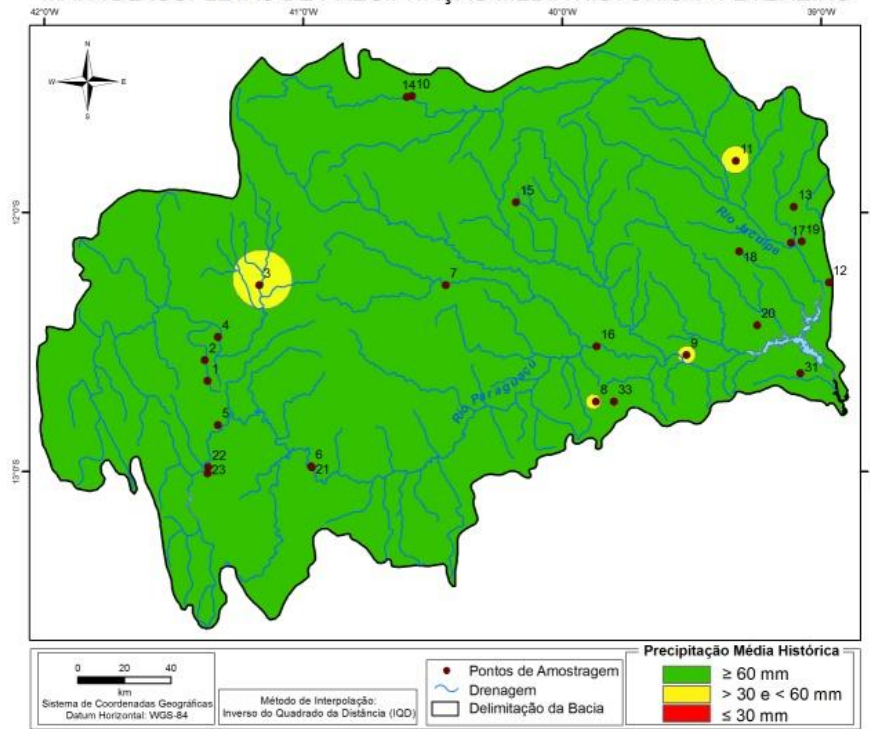


FIGURA 23 - Precipitações Médias Históricas para Fevereiro.

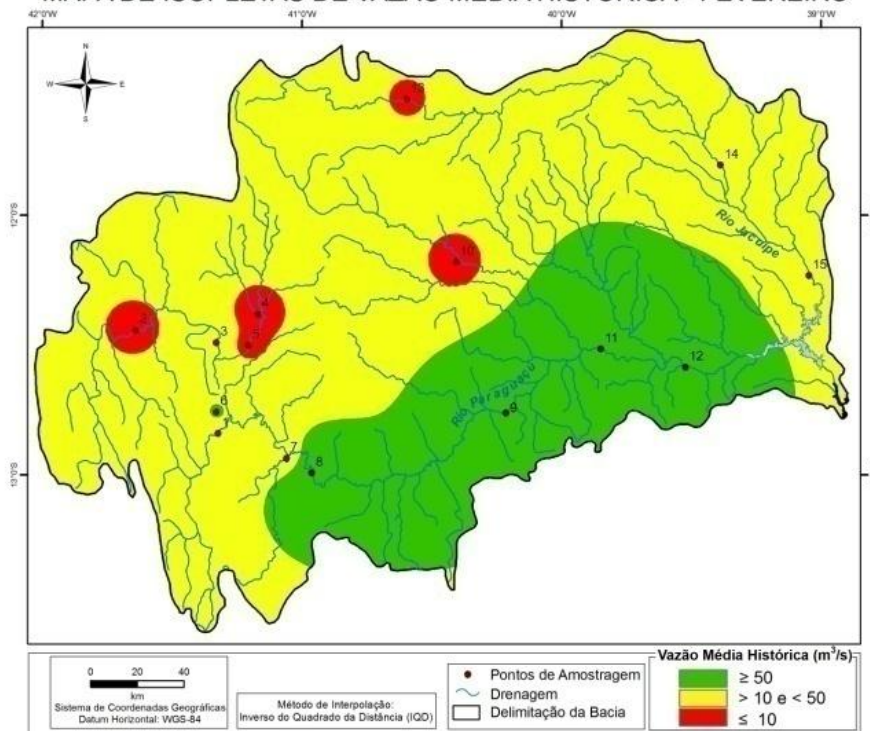
MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - FEVEREIRO



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

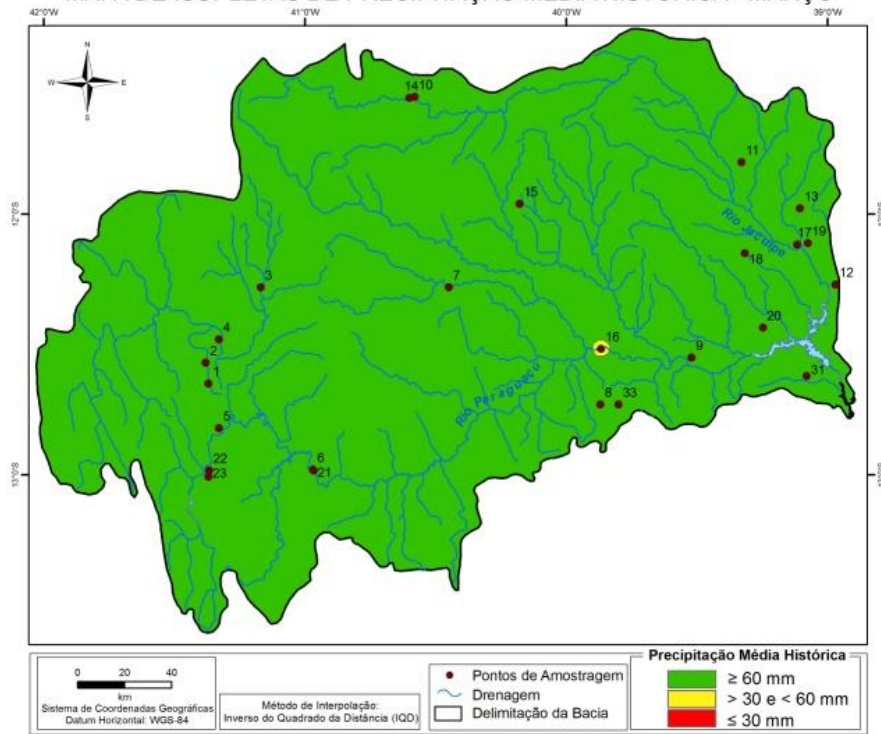
FIGURA 24 - Vazões Médias Históricas para Fevereiro

MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - FEVEREIRO



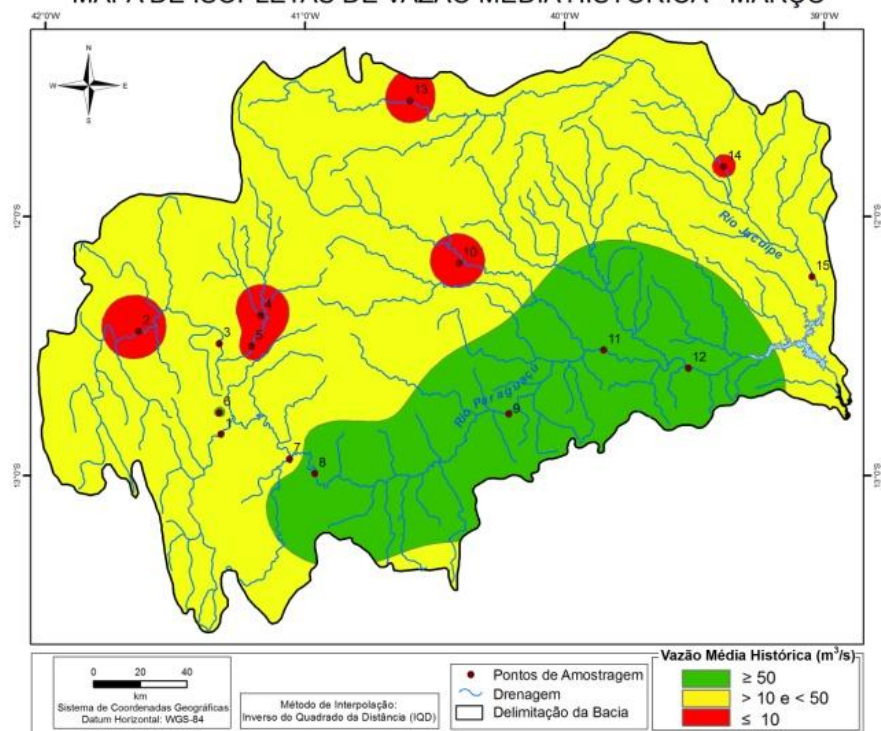
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 25 - Precipitações Médias Históricas para Março
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - MARÇO



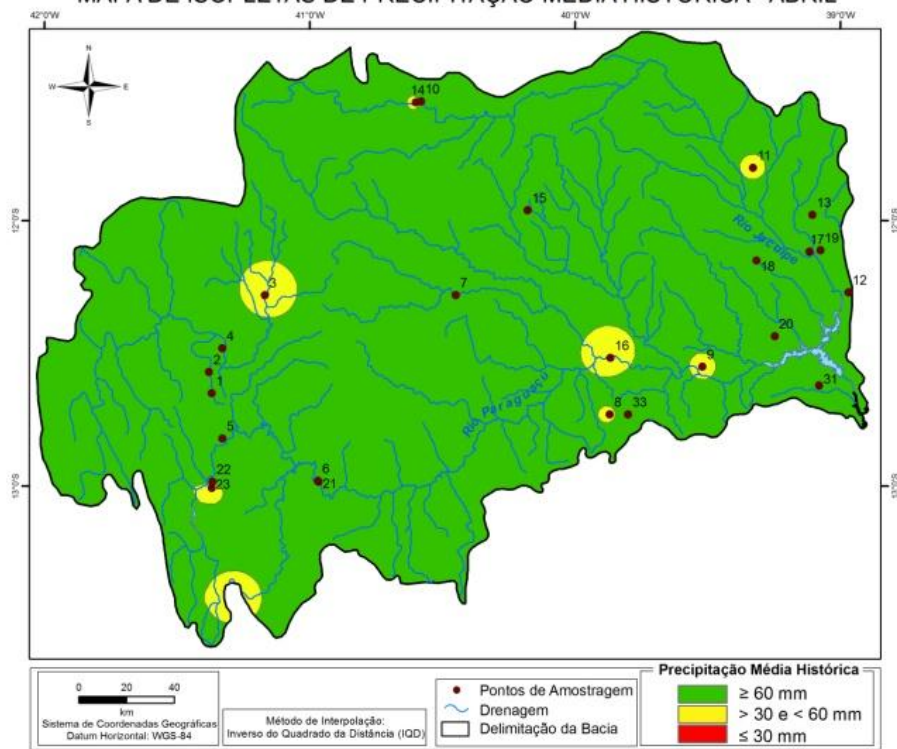
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 26 - Vazões Médias Históricas para Março
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - MARÇO



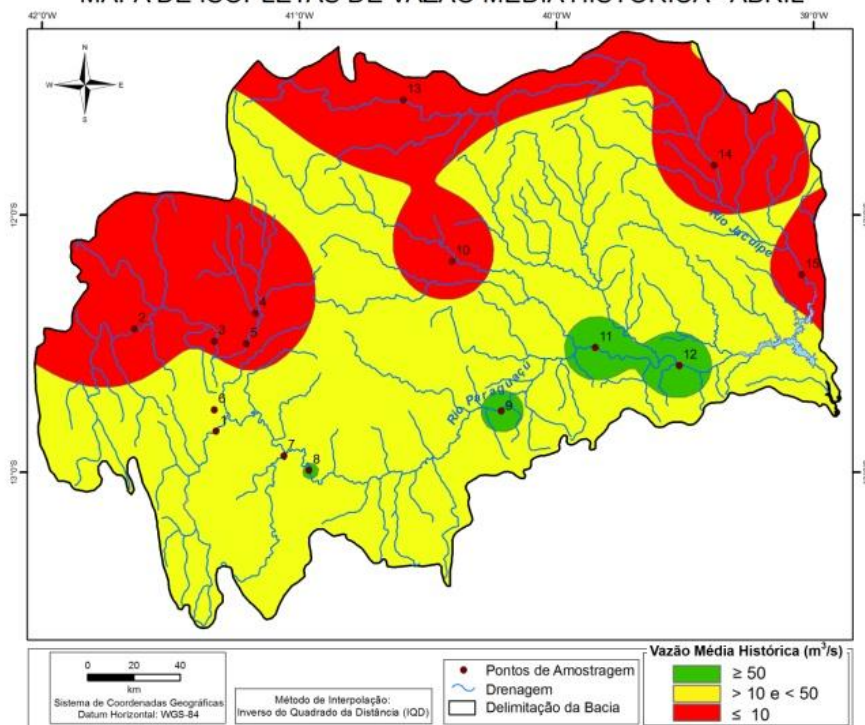
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 27 - Precipitações Médias Históricas para Abril
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - ABRIL



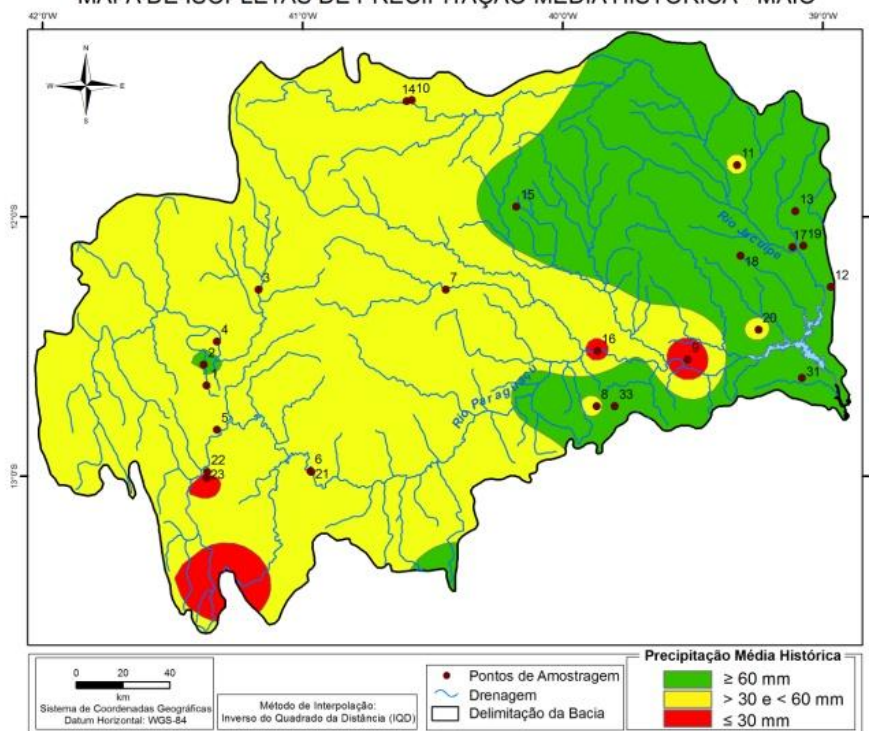
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 28 - Vazões Médias Históricas para Abril
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - ABRIL



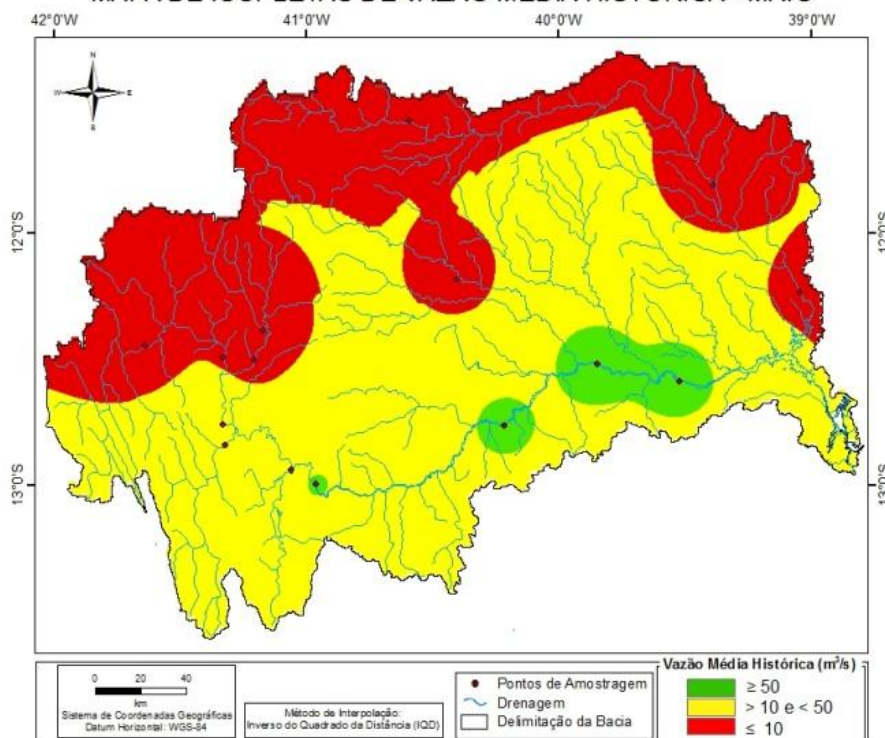
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 29 - Precipitações Médias Históricas para Maio.
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - MAIO



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 30 - Vazões Médias Históricas para Maio
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - MAIO



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 31 - Precipitações Médias Históricas para Junho
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - JUNHO

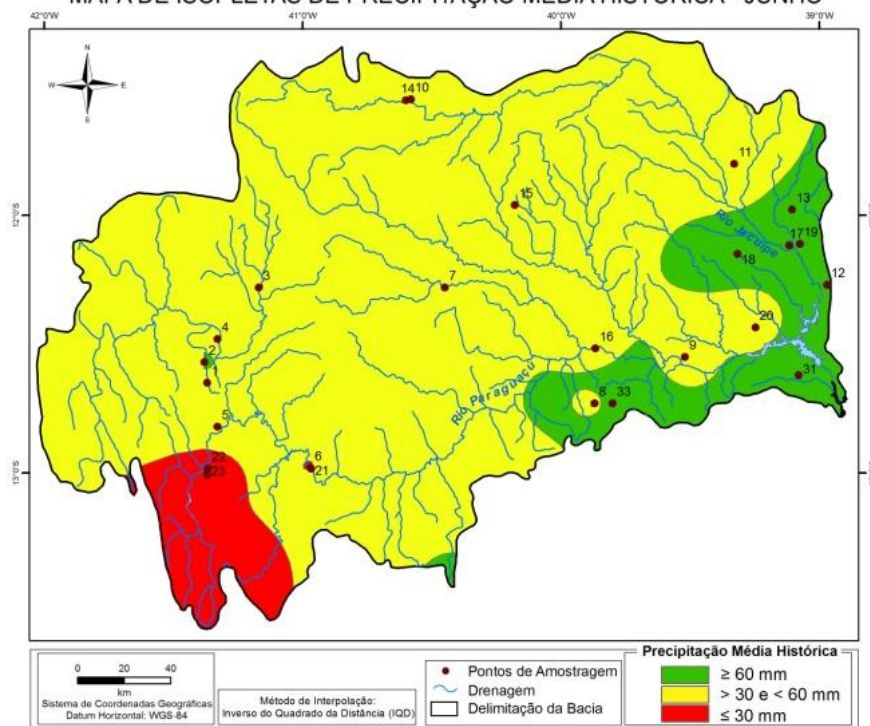


FIGURA 32 - Vazões Médias Históricas para Junho

MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - JUNHO

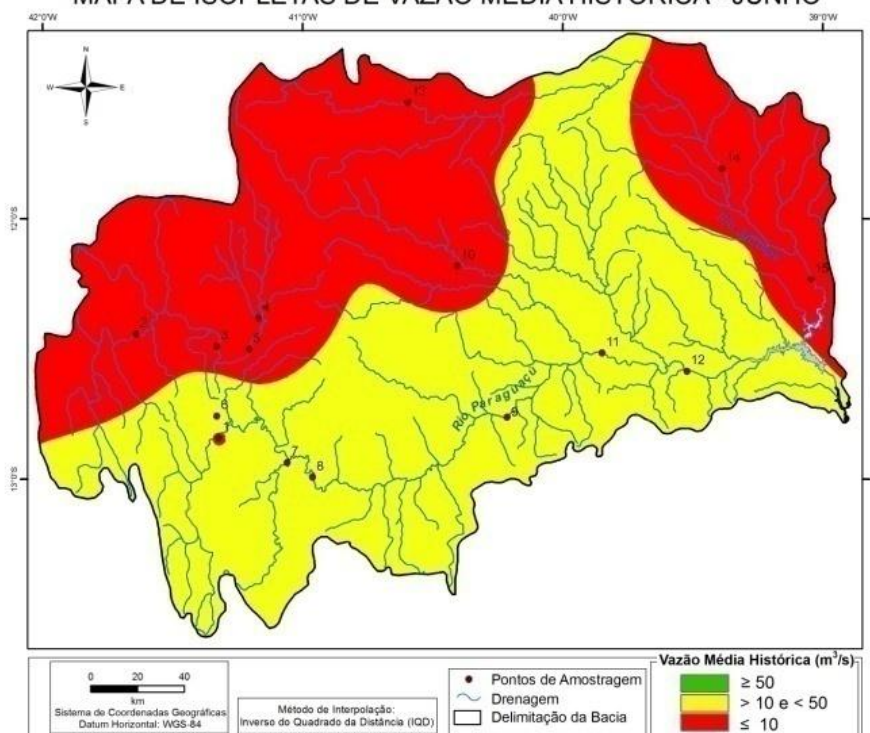
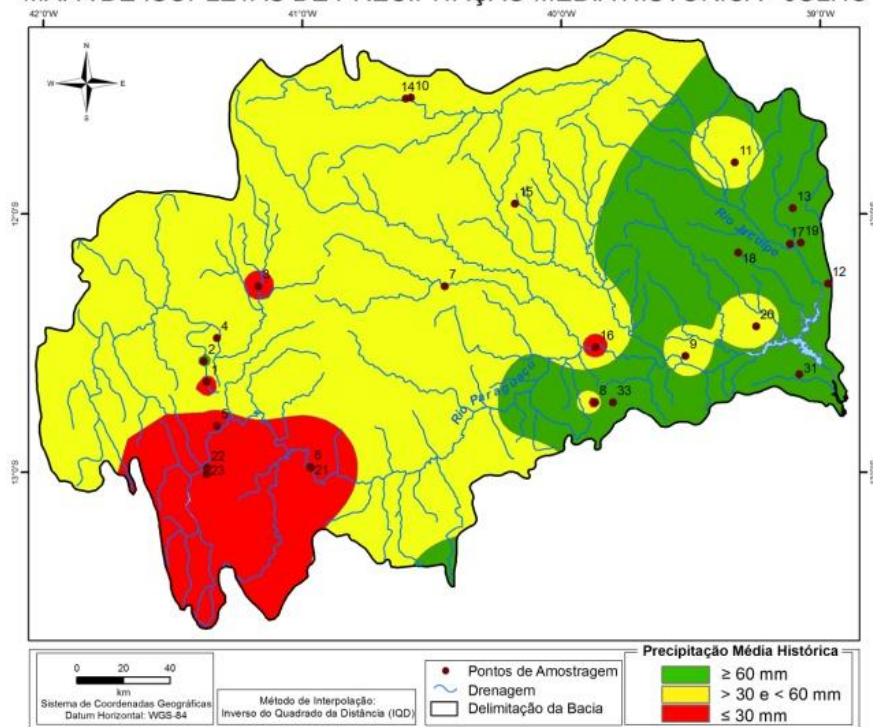


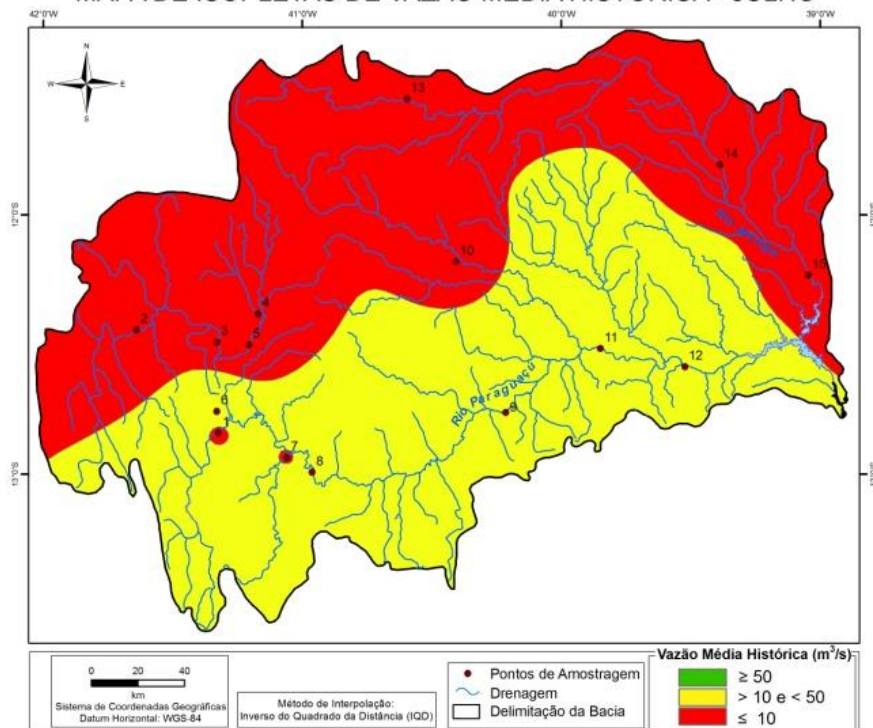
FIGURA 33 - Precipitações Médias Históricas para Julho.
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - JULHO



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

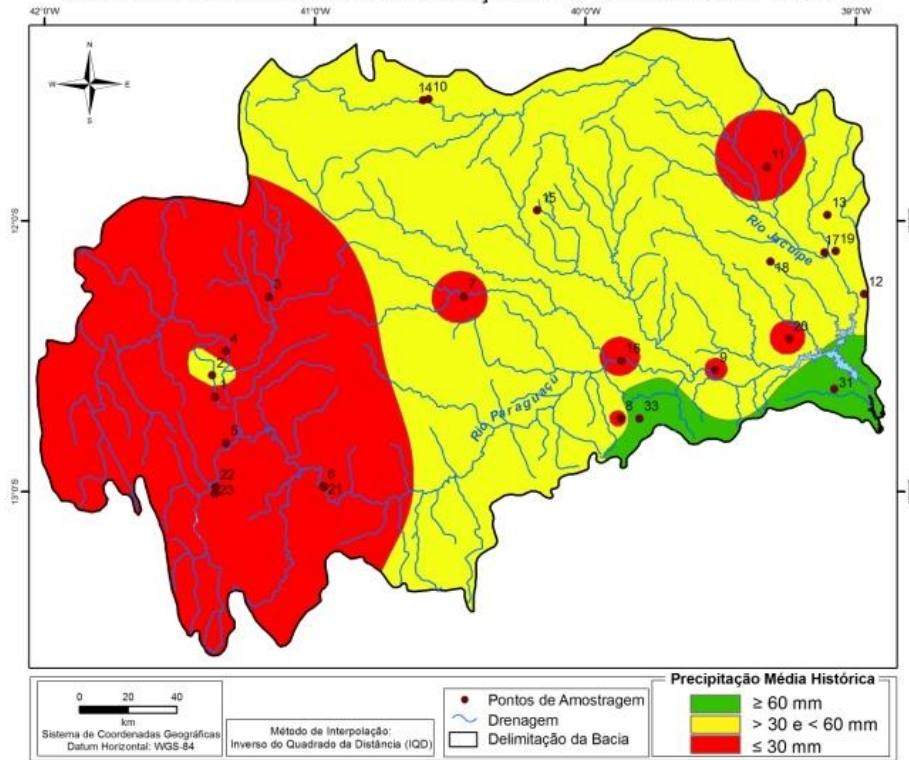
FIGURA 34 - Vazões Médias Históricas para Julho

MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - JULHO



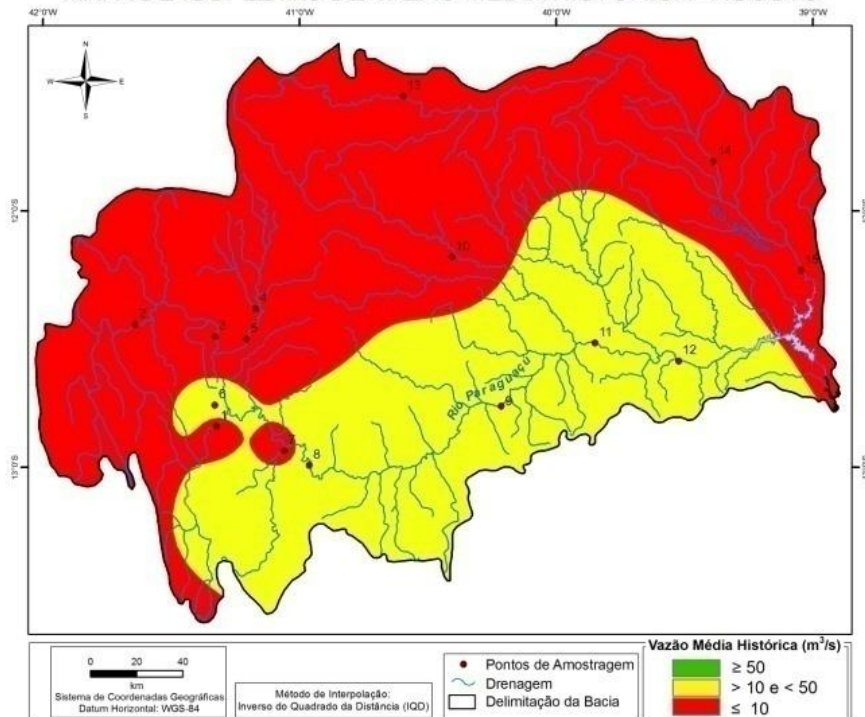
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 35 - Precipitações Médias Históricas para Agosto
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - AGOSTO



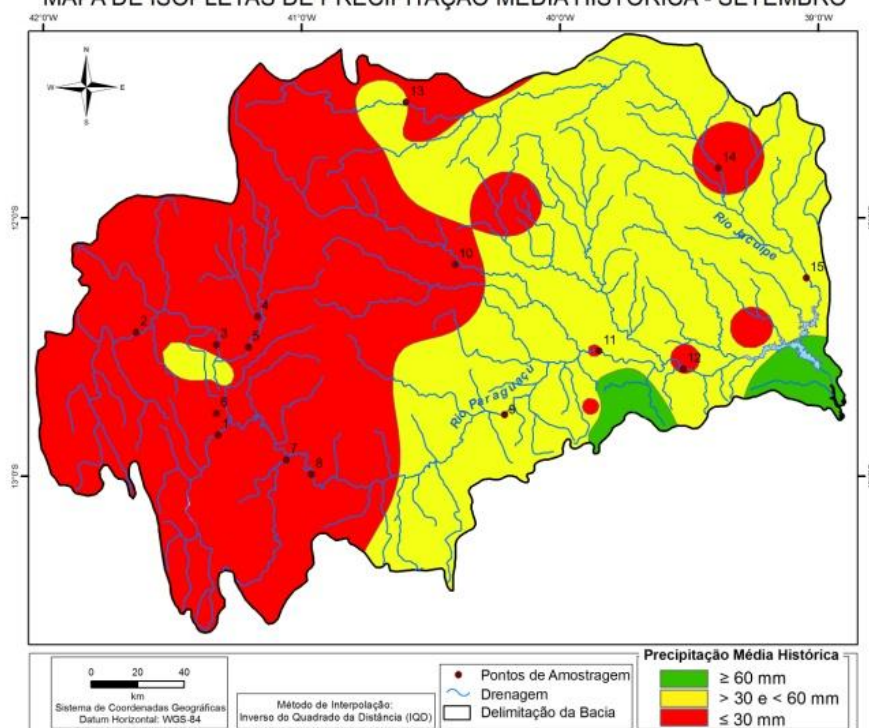
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 36 - Vazões Médias Históricas para Agosto
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - AGOSTO



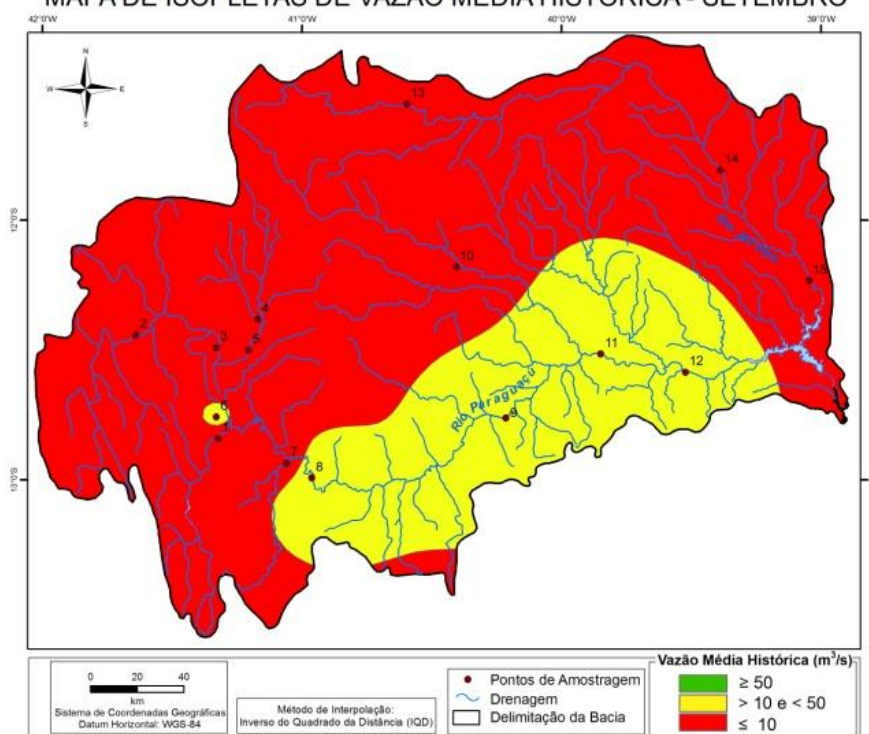
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 37 - Precipitações Médias Históricas para Setembro
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - SETEMBRO



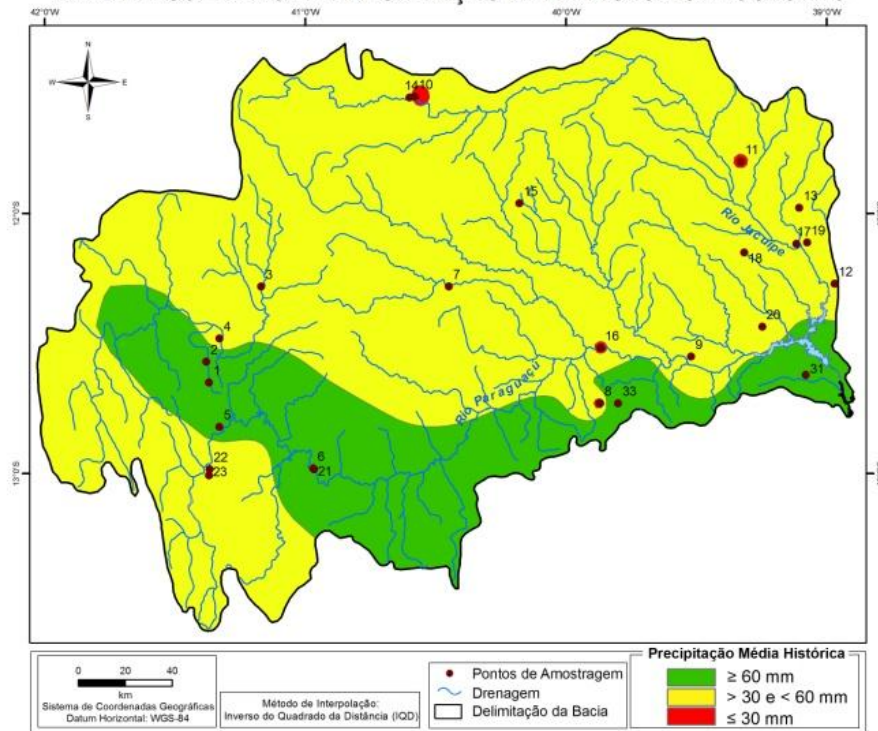
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 38 - Vazões Médias Históricas para Setembro
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - SETEMBRO



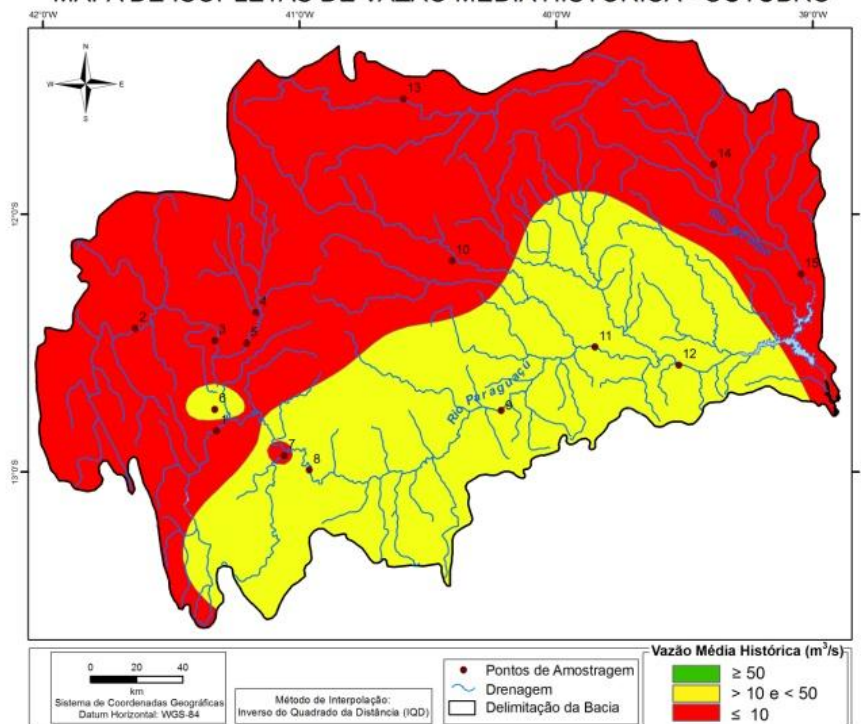
Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 39 - Precipitações Médias Históricas para Outubro
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - OUTUBRO



Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

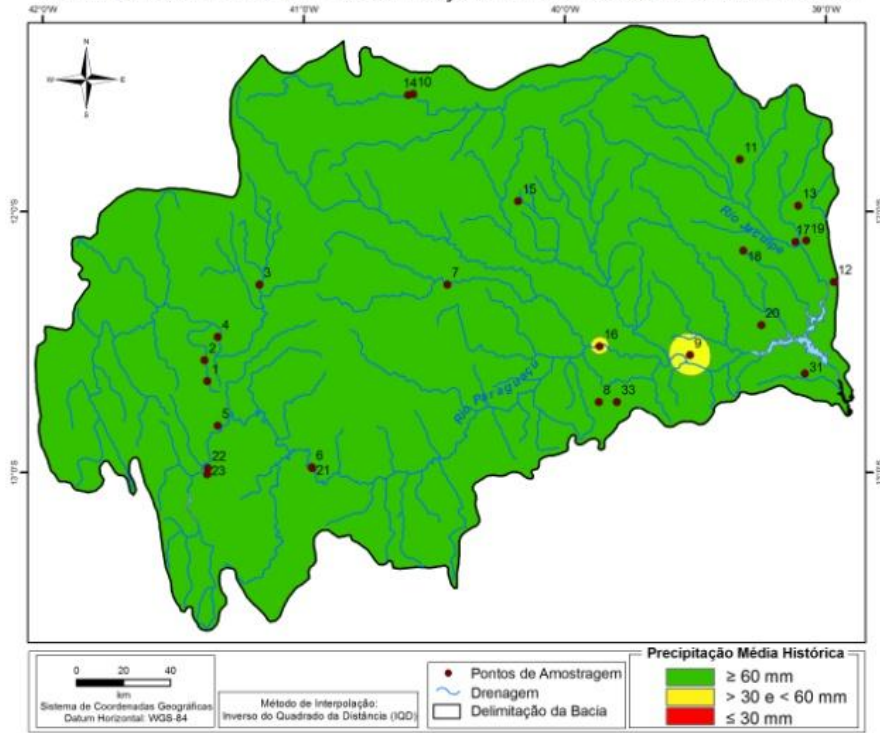
FIGURA 40 - Vazões Médias Históricas para Outubro
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - OUTUBRO



Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 41 - Precipitações Médias Históricas para Novembro

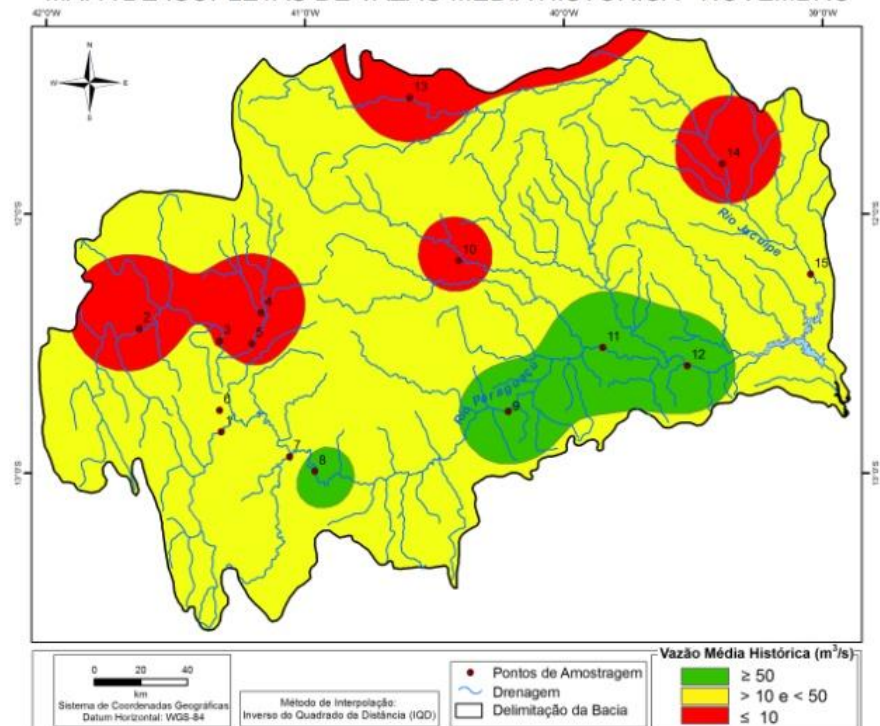
MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - NOVEMBRO



Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

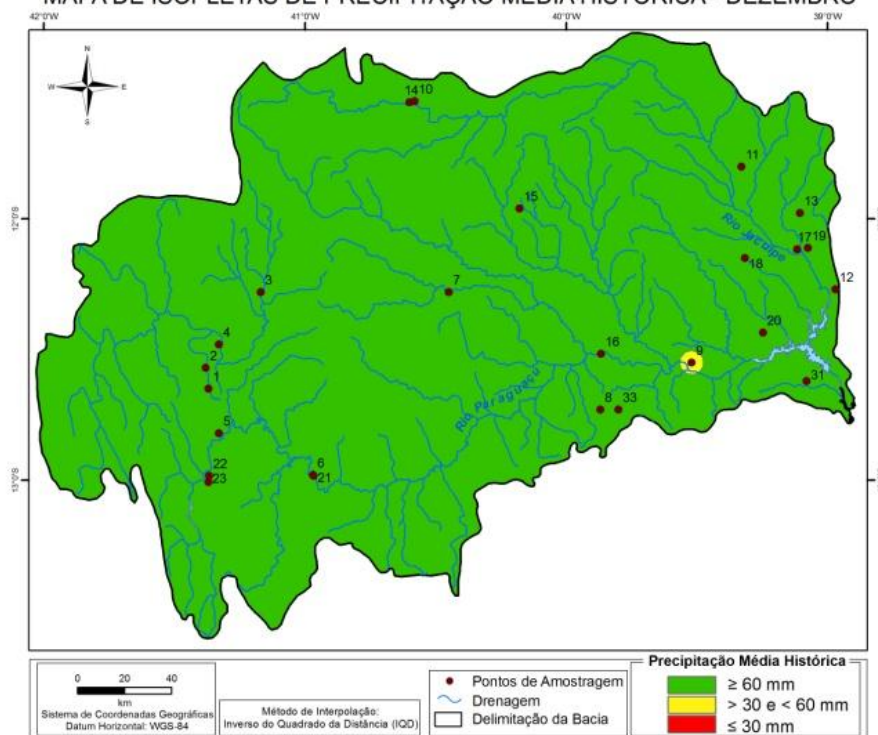
FIGURA 42 - Vazões Médias Históricas para Novembro

MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - NOVEMBRO



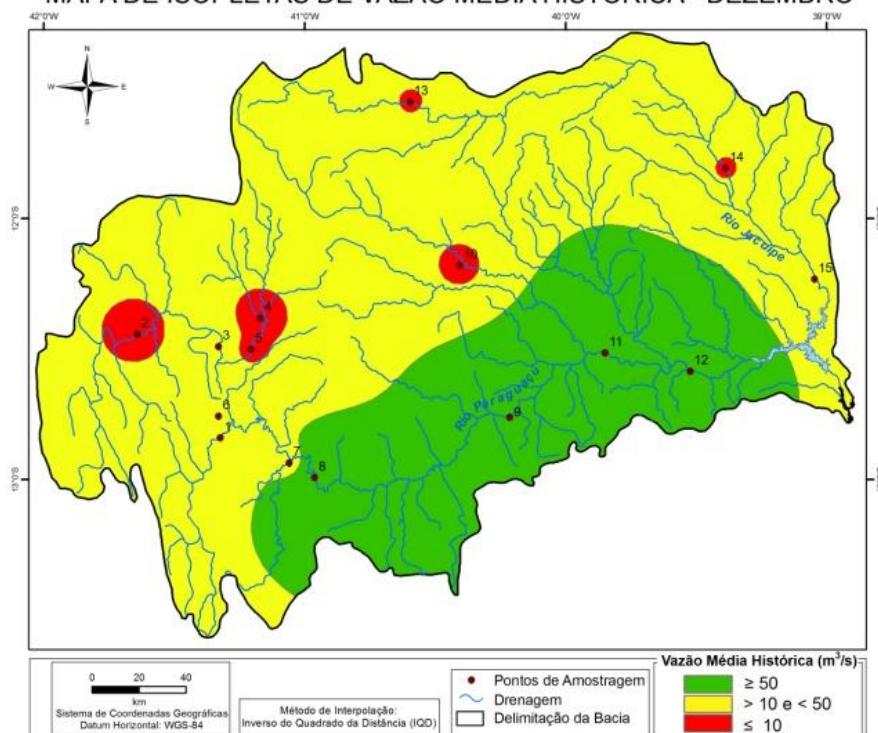
Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 43 - Precipitações Médias Históricas para Dezembro
 MAPA DE ISOPLETAS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA HISTÓRICA - DEZEMBRO



Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

FIGURA 44 – Vazões Médias Históricas para Dezembro
 MAPA DE ISOPLETAS DE VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA - DEZEMBRO



Fonte: BRASIL, ANA, 2012. O autor

Os dados de vazões extremas máxima e mínima anual, média extrema máxima, média mínima e o fator hidrológico para o período 1930-2011, para a estação 51280000 (Iaçu), podem ser observados no QUADRO 12.

Os dados de vazões extremas máxima e mínima anual, médias extremas máxima e mínima e o fator hidrológico para o período 1966-2005, para a Estação 51440000 (Riachão do Jacuípe), podem ser observados no QUADRO 13.

Nos QUADROS 12 e 13, a cor vermelha representa os anos hidrológicos deficitários, a cor amarela os anos hidrológicos normais e a cor verde os anos hidrológicos excedentes.

QUADRO 12 - Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, no rio Paraguaçu em laço_BA.

Ano	Vazão Máxima (m³/s)	Média Máxima (m³/s)	Vazão Mínima (m³/s)	Média Mínima (m³/s)	Fator Hidrológico
1930	650,0	647,8	4,92	7,73	1
1931	564,0	647,8	5,77	7,73	0
1932	173,0	647,8	3,91	7,73	0
1933	322,0	647,8	5,13	7,73	0
1934	113,0	647,8	6,47	7,73	0
1935	541,0	647,8	5,99	7,73	0
1936	472,0	647,8	10,50	7,73	1
1937	634,0	647,8	5,35	7,73	0
1938	242,0	647,8	4,71	7,73	0
1939	296,0	647,8	4,28	7,73	0
1940	1124,0	647,8	10,50	7,73	2
1941	430,0	647,8	5,99	7,73	0
1942	1242	647,8	6,20	7,73	1
1943	695,0	647,8	7,01	7,73	1
1944	1024,0	647,8	6,74	7,73	1
1945	653,0	647,8	17,40	7,73	2
1946	460,0	647,8	5,99	7,73	0
1947	1668,0	647,8	5,56	7,73	1
1948	964,0	647,8	10,10	7,73	2
1949	728,0	647,8	9,68	7,73	2
1950	554,0	647,8	7,82	7,73	1
1951	392,0	647,8	3,76	7,73	0
1952	759,0	647,8	3,13	7,73	1
1953	430,0	647,8	4,71	7,73	0
1954	1067	647,8	2,97	7,73	1
1955	720,0	647,8	4,07	7,73	1
1956	720,0	647,8	5,13	7,73	1
1957	1487	647,8	16,90	7,73	2
1958	548,0	647,8	13,80	7,73	1
1959	457,0	647,8	4,71	7,73	0
1960	918,0	647,8	8,90	7,73	2
1961	254,0	647,8	4,07	7,73	0
1962	259,0	647,8	5,56	7,73	0
1963	356,0	647,8	3,91	7,73	0
1964	682,0	647,8	16,90	7,73	2
1965	322,0	647,8	10,50	7,73	1
1966	650,0	647,8	10,50	7,73	2
1967	763	647,8	11,20	7,73	2

Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

QUADRO 12 - Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, no rio Paraguaçu em laço_BA (continuação).

Ano	Vazão Extrema Máxima (m³/s)	Média Extrema Máxima (m³/s)	Vazão Extrema Mínima (m³/s)	Média Extrema Mínima (m³/s)	Fator Hidrológico
1968	647,0	647,8	10,80	7,73	1
1969	767	647,8	12,40	7,73	2
1970	910,0	647,8	16,40	7,73	2
1971	682,0	647,8	9,00	7,73	2
1972	990	647,8	9,68	7,73	2
1973	345,0	647,8	10,10	7,73	1
1974	783,0	647,8	12,80	7,73	2
1975	554	647,8	15,90	7,73	1
1976	554,0	647,8	7,82	7,73	1
1977	451,0	647,8	10,50	7,73	1
1978	1242,0	647,8	29,20	7,73	2
1979	1003,0	647,8	11,60	7,73	2
1980	883,0	647,8	19,50	7,73	2
1981	1110,8	647,8	14,50	7,73	2
1982	256,0	647,8	9,65	7,73	1
1983	667,0	647,8	10,90	7,73	2
1984	243,0	647,8	6,50	7,73	0
1985	1095,2	647,8	10,91	7,73	2
1986	276,0	647,8	9,65	7,73	1
1987	315,0	647,8	4,30	7,73	0
1988	346,0	647,8	7,20	7,73	0
1989	1028,3	647,8	4,11	7,73	1
1990	657,0	647,8	7,90	7,73	2
1991	1196,5	647,8	4,37	7,73	1
1992	1884,5	647,8	7,79	7,73	2
1993	222,0	647,8	2,74	7,73	0
1994	524,0	647,8	3,14	7,73	0
1995	236,4	647,8	0,73	7,73	0
1996	236,4	647,8	1,86	7,73	0
1997	1153,1	647,8	3,67	7,73	1
1998	221,0	647,8	0,43	7,73	0
1999	521,2	647,8	8,13	7,73	1
2000	1090,0	647,8	3,10	7,73	1
2001	144,5	647,8	5,15	7,73	0
2002	1071,8	647,8	4,37	7,73	1
2003	280,5	647,8	1,75	7,73	0
2004	932,8	647,8	1,64	7,73	1
2005	874,6	647,8	4,02	7,73	1
2006	528,8	647,8	5,21	7,73	0
2007	429,5	647,8	6,30	7,73	0
2008	343,9	647,8	6,89	7,73	0
2009	205,9	647,8	7,20	7,73	0
2010	620,7	647,8	7,20	7,73	0
2011	259,1	647,8	6,01	7,73	0

Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

QUADRO 13 - Dados hidrológicos no período de 1966 a 2005, na Estação 51440000 no rio Jacuípe, em Riachão do Jacuípe_BA.

Ano	Vazão Extrema Máxima (m³/s)	Média Extrema Máxima (m³/s)	Vazão Extrema Mínima (m³/s)	Média Extrema Mínima (m³/s)	Fator Hidrológico
1966	22,9	97,71	0,08	4,03	0
1967	61,5	97,71	0,08	4,03	0
1968	20,1	97,71	0,13	4,03	0
1969	25,9	97,71	0,08	4,03	0
1970	50,3	97,71	0,08	4,03	0
1971	30,9	97,71	0,04	4,03	0
1972	267	97,71	0,02	4,03	1
1973	33,9	97,71	0	4,03	0
1974	136	97,71	0	4,03	1
1975	16,9	97,71	0,15	4,03	0
1976	173	97,71	0	4,03	1
1977	88,2	97,71	0	4,03	0
1978	208	97,71	0,02	4,03	1
1979	283	97,71	0,16	4,03	1
1980	277,63	97,71	0	4,03	1
1981	188	97,71	0	4,03	1
1982	17,35	97,71	0	4,03	0
1983	268,11	97,71	0	4,03	1
1984	15,39	97,71	0	4,03	0
1985	300	97,71	0	4,03	1
1986	26,11	97,71	0	4,03	0
1987	28,09	97,71	0	4,03	0
1988	73,02	97,71	0	4,03	0
1989	503,24	97,71	0	4,03	1
1990	14,69	97,71	0	4,03	0
1991	2,05	97,71	0,15	4,03	0
1992	348	97,71	5	4,03	2
1993	7,81	97,71	0	4,03	0
1994	27,36	97,71	15,56	4,03	1
1995	25,9	97,71	6,15	4,03	1
1996	24,9	97,71	6	4,03	1
1997	81	97,71	14,56	4,03	1
1998	22,2	97,71	14	4,03	1
1999	44,52	97,71	16,2	4,03	1
2000	76,5	97,71	16,53	4,03	1
2001	18,53	97,71	16,04	4,03	1
2002	45,2	97,71	17,51	4,03	1
2003	17,68	97,71	14,28	4,03	1
2004	22	97,71	12	4,03	1
2005	15,62	97,71	6,15	4,03	1

Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

O Mapa com a localização das Barragens do França, e João Durval Carneiro, no rio Jacuípe, e do Apertado, Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo, no rio Paraguaçu, pode ser observadas na FIGURA 45.

FIGURA 45: Mapa com a localização das Barragens do França, João Durval Carneiro, Apertado, Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo.



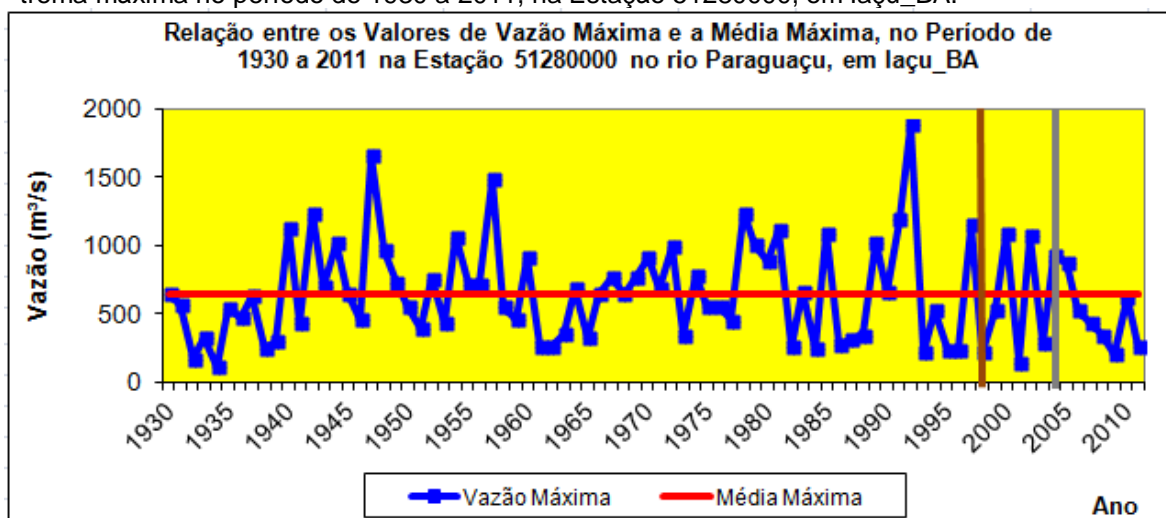
Fonte: O autor

De posse dos dados de vazões extremas máximas e mínimas para o período de 1930 a 2011, na estação 51280000, e dos dados de vazões extremas máximas e mínimas do período 1966 a 2005, na estação 51440000, foi possível confeccionar os gráficos de vazão extrema máxima associada à média das vazões extremas máximas: 647,8 m³/s (GRÁFICO 22) e 97,71 m³/s (GRÁFICO 23), respectivamente.

No rio Paraguaçu, após a construção da Barragem do Apertado (1998), as vazões

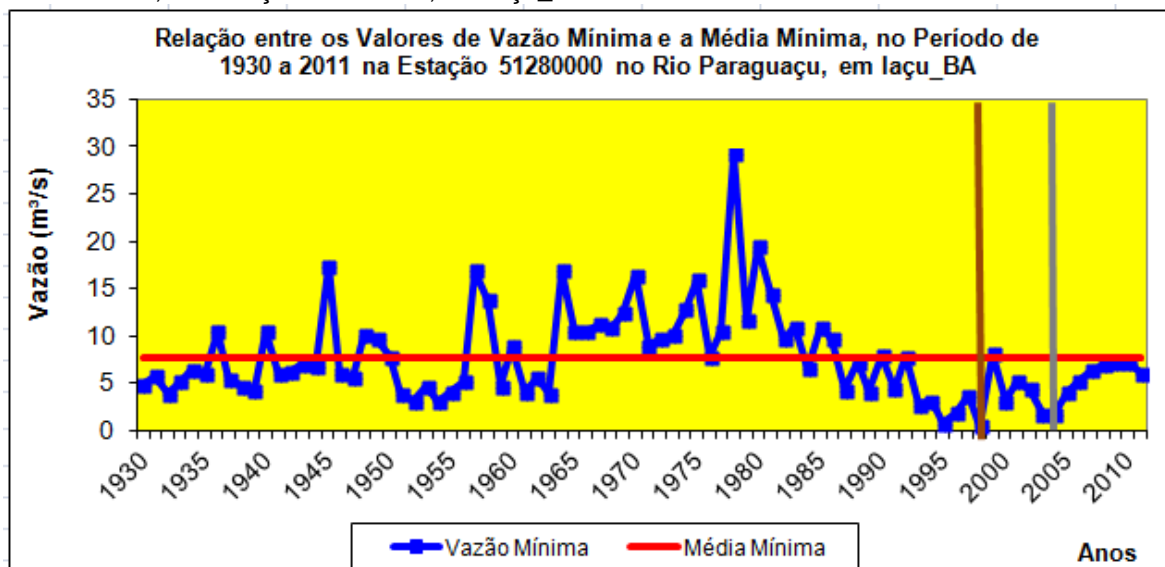
extremas mínimas anuais diminuíram e após a construção da Barragem de Bandeira de Melo (2006) as vazões extremas mínimas anuais voltam a crescer regularizando-as, porém ainda se encontram abaixo da vazão média mínima. Observando agora as vazões extremas máximas nota-se que as vazões não sofreram grande influência da Barragem do Apertado (1998), porém, após a construção de Bandeira de Melo (2006) não atingiram mais a média máxima. Enquanto que na calha do rio Jacuípe, após a construção da Barragem João Durval Carneiro (1985) as vazões extremas mínimas aumentaram e após a construção da Barragem do França (1996) as vazões extremas mínimas voltam a crescer e as vazões extremas máximas diminuem regularizando-as. A linha vertical marrom representa o ano de inauguração da Barragem de Apertado (1998) e a linha cinza da Barragem de Bandeira de Melo (2006), nos GRÁFICOS 22 e 23.

GRÁFICO 22 - Avaliação dos valores de vazão extrema máxima anual em relação à média extrema máxima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

GRÁFICO 23 - Avaliação dos valores de vazão mínima em relação à média mínima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em laçu_BA.

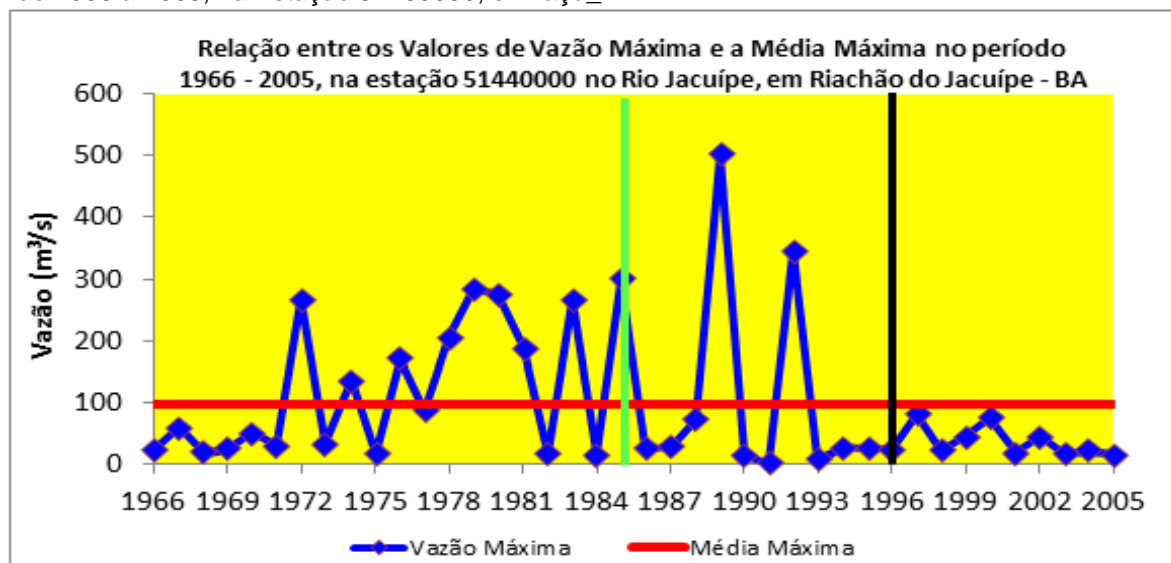


Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

Os gráficos de vazões extremas mínimas associadas à média das vazões extremas mínimas: 7,73 m³/s, na estação 51280000, (GRÁFICO 24) e 4,03 m³/s, na estação 51440000, (GRÁFICO 25).

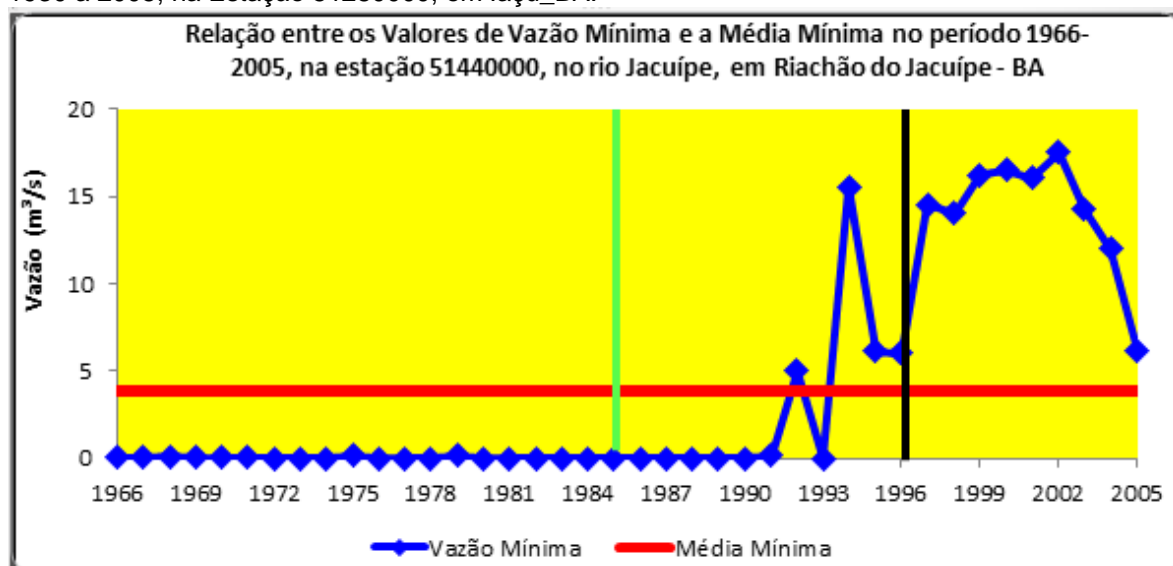
O ano de inauguração das principais barragens de montante foi lançado nos gráficos. A linha vertical verde representa o ano de inauguração da Barragem de João Durval Carneiro (1985) e em preto da Barragem do França (1996), nos GRÁFICOS 24 e 25.

GRÁFICO 24 - Avaliação dos valores de vazão máxima em relação à média máxima no período de 1930 a 2005, na Estação 51280000, em laçu_BA.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

GRÁFICO 25 - Avaliação dos valores de vazão mínima em relação à média mínima no período de 1930 a 2005, na Estação 51280000, em laçu_BA.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012. O autor

A seca hidrológica consiste num período no qual as vazões máximas e mínimas se encontram, respectivamente, abaixo da média histórica máxima e mínima. Este período é suficientemente prolongado para provocar uma considerável diminuição

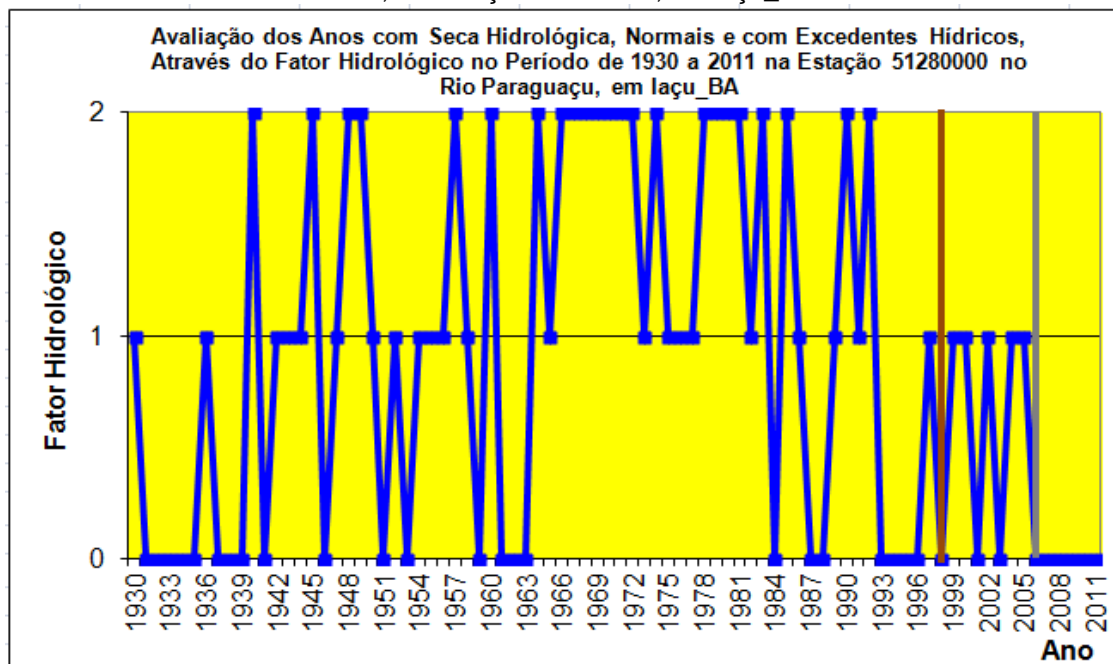
das reservas hídricas dos reservatórios e/ou a descida dos níveis de água no solo e nos aquíferos, culminando na redução significativa das vazões dos rios.

Na análise dos valores máximos e mínimos no período de 1930 a 2011, na estação 51280000, foi possível verificar que o número máximo de anos com seca hidrológica pode ser maior do que 5 (cinco) consecutivos. Os anos normais hidrológicos nunca são maiores do que 4 (quatro) consecutivos. Os anos com excedente hídrico nunca são maiores do que 4 (quatro) consecutivos e nunca iguais a 3 (três) consecutivos, no rio Paraguaçu (GRÁFICO 26).

Na análise dos valores máximos e mínimos no período de 1966 a 2005, na estação 51440000, o número máximo de anos com seca hidrológica pode ser maior do que 6 (seis) consecutivos. Os anos normais hidrológicos podem ser maiores do que 4 (quatro) consecutivos e os anos com excedente hídrico nunca são maiores do que 1 (um), no rio Jacuípe (GRÁFICO 27).

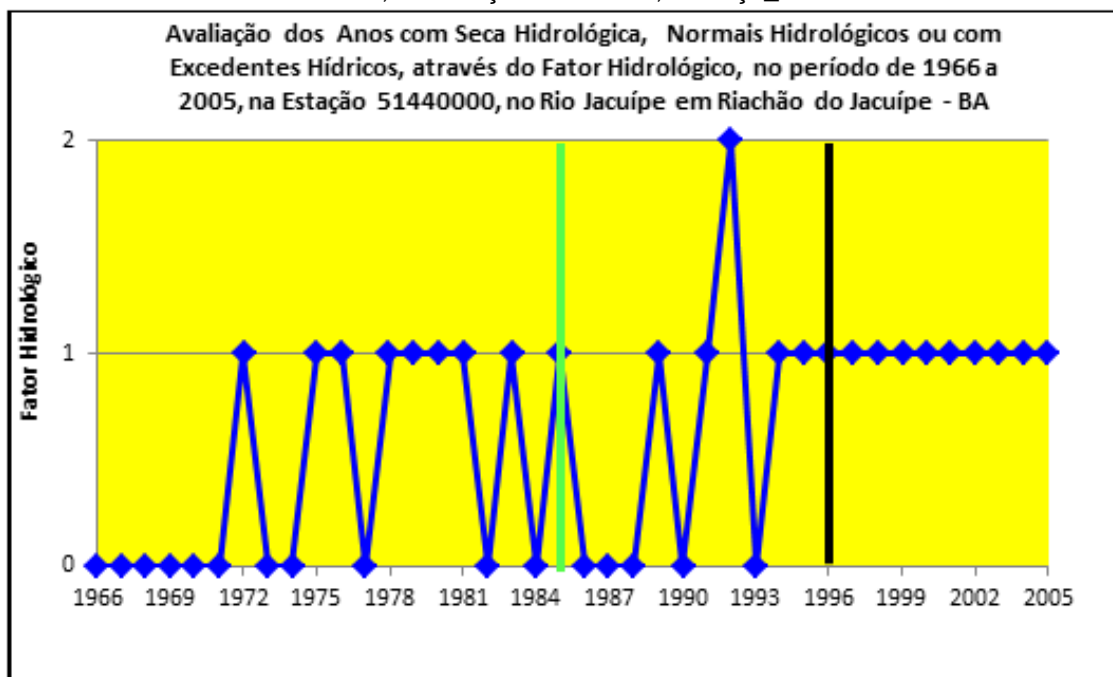
No GRÁFICO 26 do fator hidrológico foi possível observar que após a construção da Barragem do Apertado não houve um significativo impacto na distribuição dos anos com excedentes hídricos, normais hidrológicos ou com seca hidrológica, entretanto após a construção da Barragem de Bandeira de Melo foram registrados apenas anos com déficit hídrico, na estação 51280000 (Estação Iaçú). Enquanto que na estação 51440000 (estação Riachão do Jacuípe) após a construção da Barragem do França não foram observados excedentes e déficits hídricos, evidenciando uma regularização da vazão (GRÁFICO 27).

GRÁFICO 26 - Avaliação dos Anos com Seca Hidrológica, Normais e com Excedentes Hídricos no Período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012: O autor

GRÁFICO 27 - Avaliação dos Anos com Seca Hidrológica, Normais e com Excedentes Hídricos no Período de 1966 a 2005, na Estação 51280000, em Iaçú_BA.

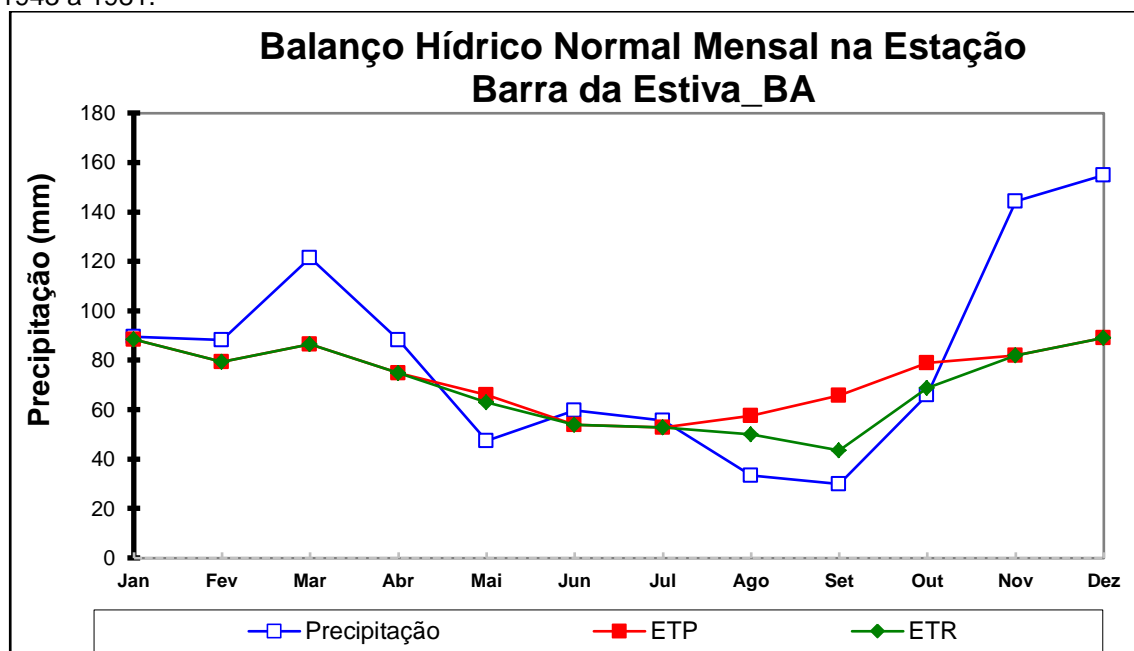


Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012: O autor

O resultado da correlação entre o balanço hídrico normal das regiões de nascentes dos rios Paraguaçu e Jacuípe (GRÁFICO 28 e 32) e sua respectiva resposta no armazenamento nas barragens das bacias hidrográficas podem ser observados nos GRÁFICOS 29, 30, 31, 33 e 34. Nestes gráficos também podem ser observadas a situação atual do armazenamento e suas tendências num cenário futuro, uma vez que as tendências estão associadas à previsão de precipitação para a região de montante aos barramentos, e se o aproveitamento dos recursos hídricos é feito de maneira eficaz na Barragem. Observando os gráficos do monitoramento, parece que a redução do volume armazenado é a tendência nas barragens de Apertado (FOTO 1), Pedra do Cavalo (FOTO 3) e João Durval Carneiro (FOTO 5). A barragem do França (FOTO 4) teve uma recuperação do volume armazenado e Bandeira de Melo (FOTO 2) continua cheia, vertendo por cima do maciço de concreto.

Nos mapas de precipitação é possível observar que no mês de outubro há um aumento significativo das precipitações, porém não existe este reflexo nas vazões, caracterizando assim um período de recarga dos aquíferos (FIGURAS 39 e 40). A partir do mês de novembro as vazões aumentam uma vez que os aquíferos se encontram cheios e não consegue mais reter água precipitada, esta dinâmica do sistema continua assim até o mês de março, entretanto com o período de estiagem as vazões logo diminuem uma vez que o pequeno reservatório da zona de recarga não consegue manter as vazões dos tributários e estes alimentarem a calha principal da bacia.

GRÁFICO 28 - Balanço hídrico normal mensal na estação Barra da Estiva_BA, no período de 1943 a 1981.

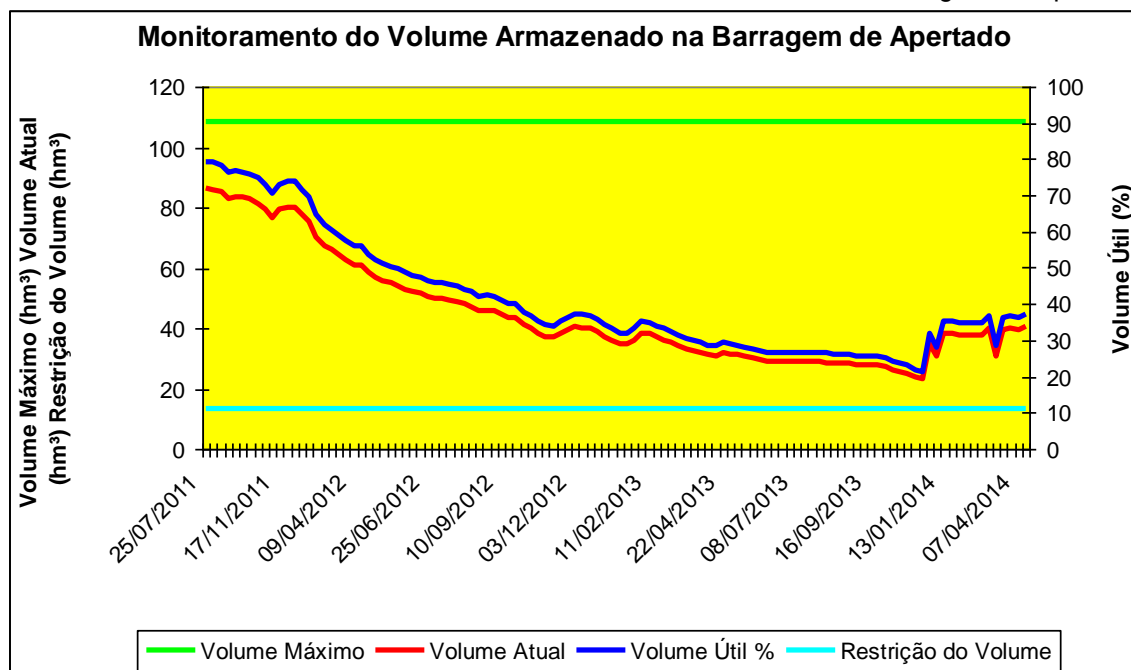


Fonte dos dados: BAHIA, 1999. O autor



FOTO 1: Barragem do Apertado. Fonte: BAHIA_CERB, 2014.

GRÁFICO 29 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem do Apertado.

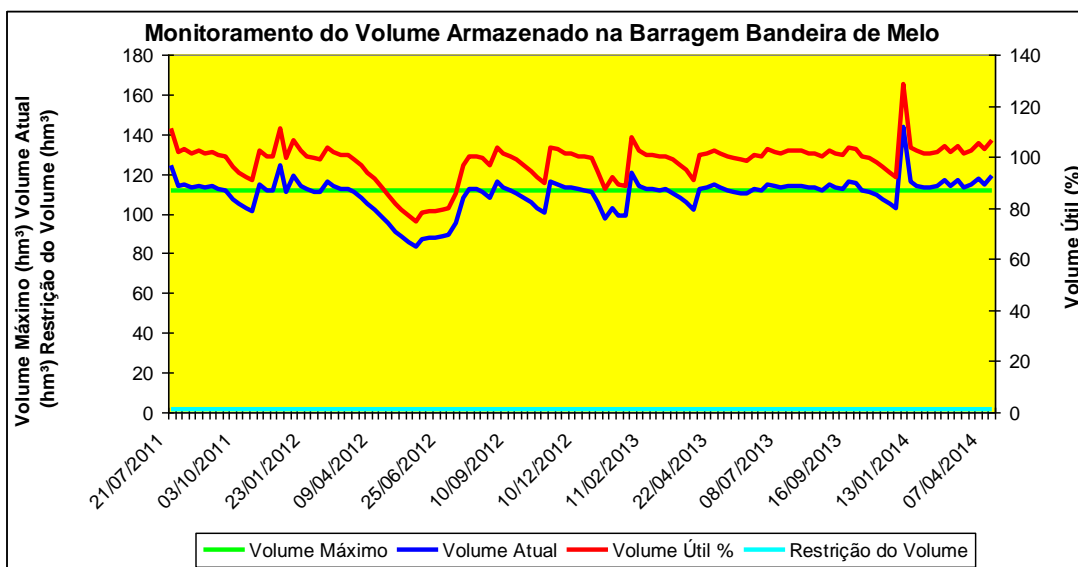


Fonte dos dados: BAHIA, 2011 a 2014. O autor



Foto 2: Barragem de Bandeira de Melo. Fonte. Fonte: BAHIA_CERB, 2014.

GRÁFICO 30 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem de Bandeira de Melo.

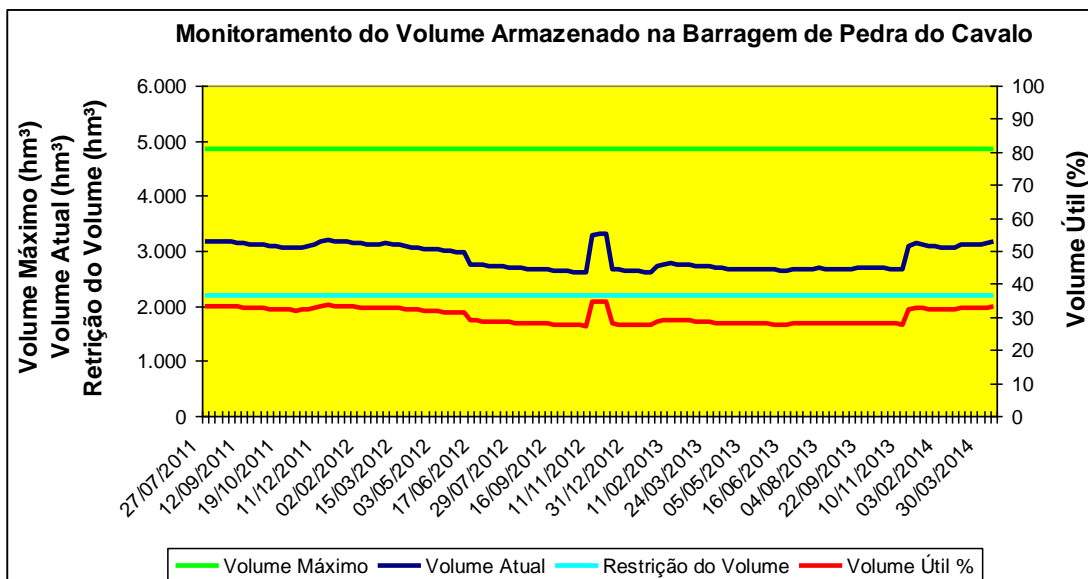


Fonte dos dados: BAHIA, 2011 a 2014. O autor



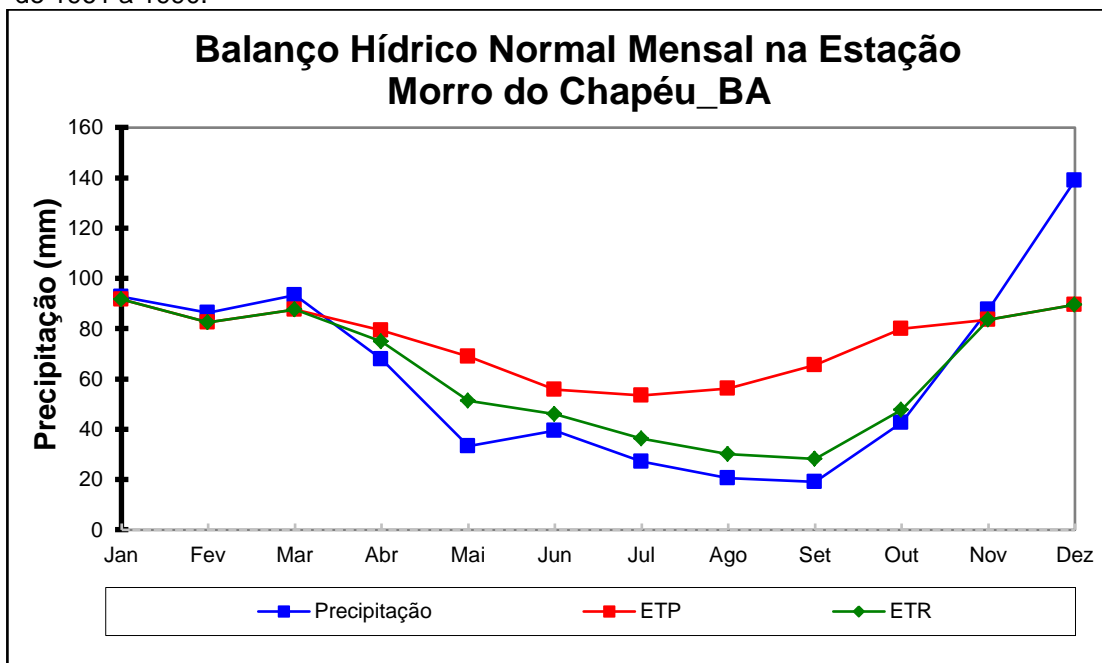
Foto 3: Barragem de Pedra do Cavallo. Fonte: GOOGLE, 2014.

GRÁFICO 31 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem de Pedra do Cavalo.



Fonte dos dados: BAHIA, 2011 a 2014. O autor

GRÁFICO 32 - Balanço hídrico normal mensal na estação Morro do Chapéu_BA, no período de 1961 a 1990.

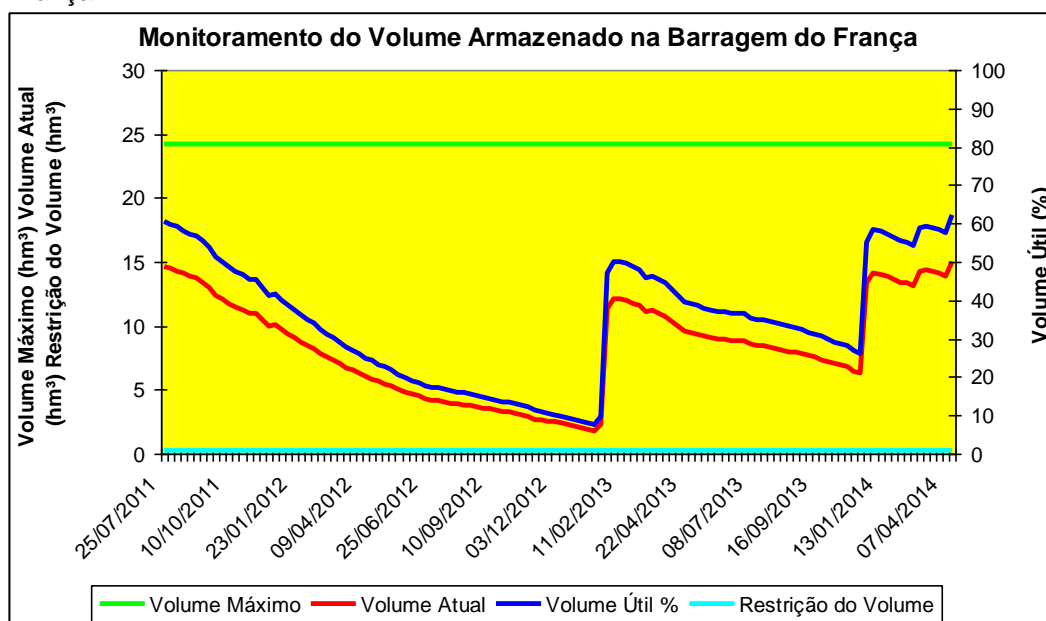


Fonte dos dados: BAHIA, 1999. O autor



Foto 4: Barragem do França. Fonte: CENTRAL ANGICO, 2014.

GRÁFICO 33 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem do França.

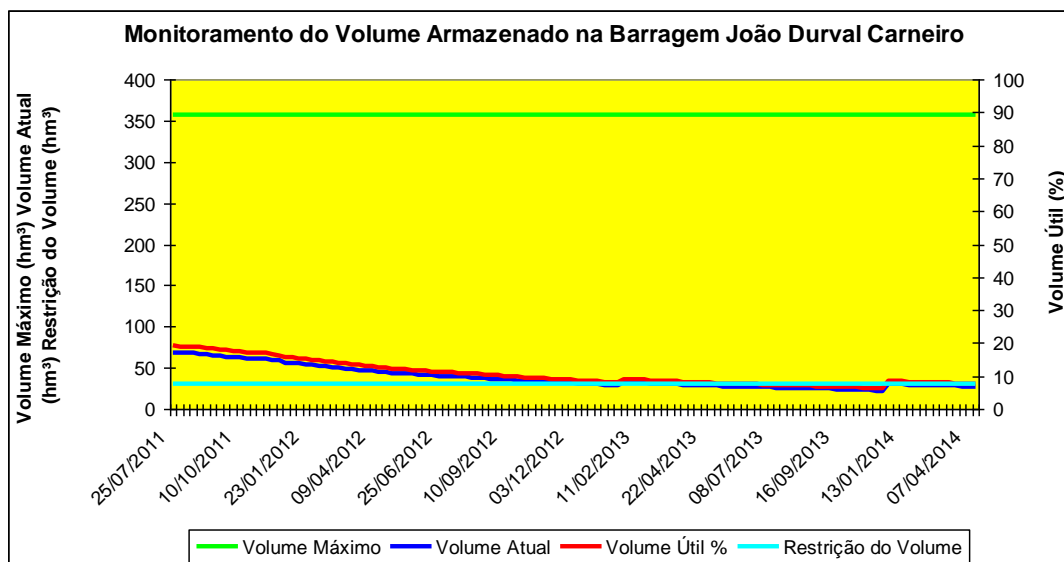


Fonte dos dados: BAHIA, 2011 a 2014. O autor



Foto 5: Barragem João Durval Carneiro. Fonte: CALILA NOTÍCIAS, 2014.

GRÁFICO 34 - Monitoramento com tendência do volume armazenado na Barragem João Durval Carneiro.

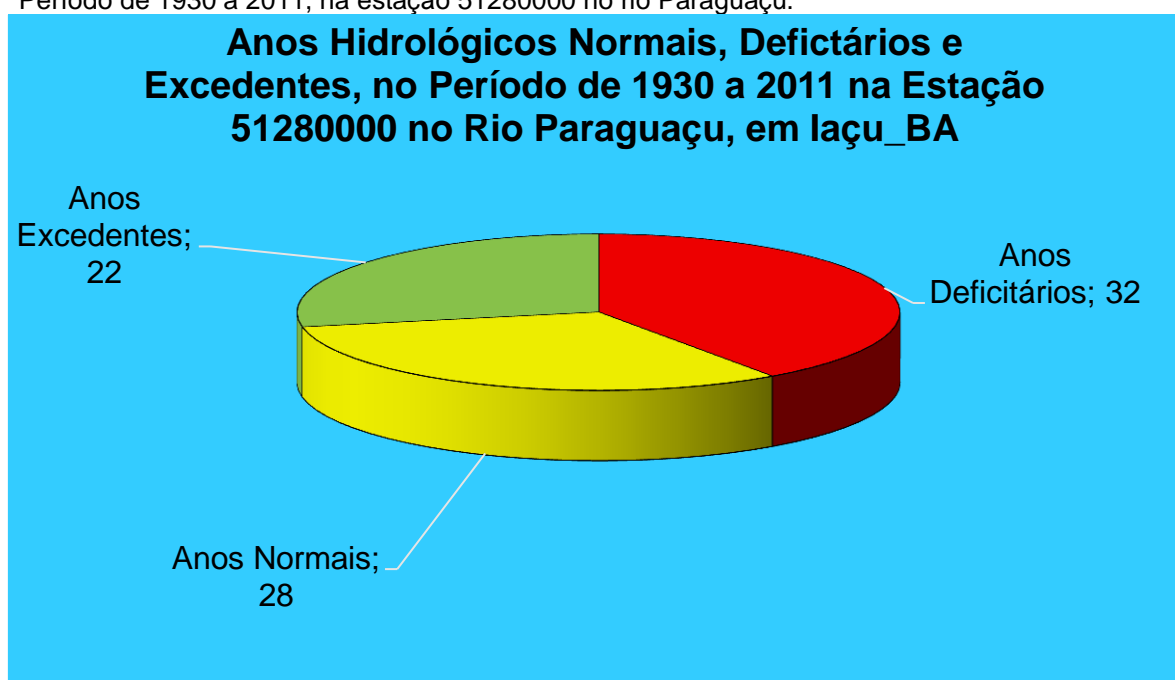


Fonte dos dados: BAHIA, 2011 a 2014. O autor

No total de 82 anos de amostragem, os anos considerados normais somaram 26, os anos com excedentes 23 e os anos de seca hidrológica 33, na estação 51280000 no rio Paraguaçu, e no total de 40 anos de amostragem na estação 51440000 no rio

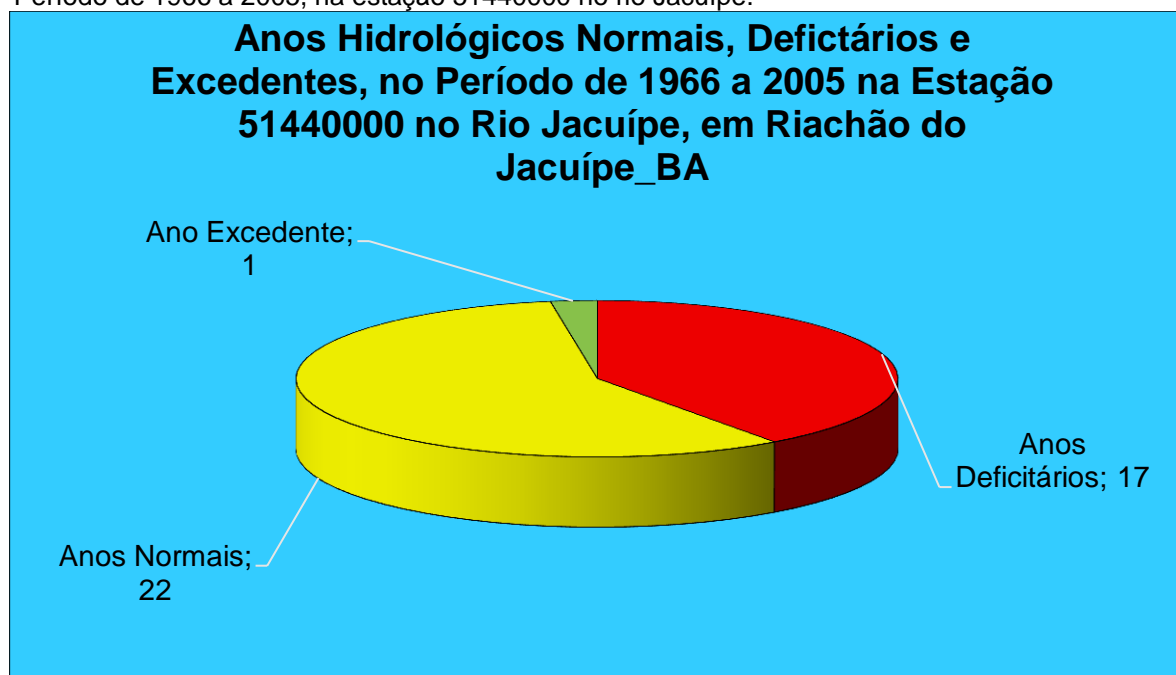
Jacuípe, os anos considerados normais somaram 23, os anos com excedentes 1 e os anos de seca 16. Fica evidente que a seca é fortemente recorrente na bacia e deve ser alvo de gestão e medidas preventivas para minimizar seus efeitos e facilitar a convivência, porém a quantidade de anos com excedentes hídricos e normais hidrológicos, quando somados, ultrapassam os anos com seca hidrológica e por esta razão acabam mascarando esta realidade (GRÁFICOS 35 e 36).

GRÁFICO 35 - Avaliação dos Anos com Seca Hidrológica, Normais e com excedentes Hídricos no Período de 1930 a 2011, na estação 51280000 no rio Paraguaçu.



Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012: O autor

GRÁFICO 36 - Avaliação dos Anos com Seca Hidrológica, Normais e com excedentes Hídricos no Período de 1966 a 2005, na estação 51440000 no rio Jacuípe.

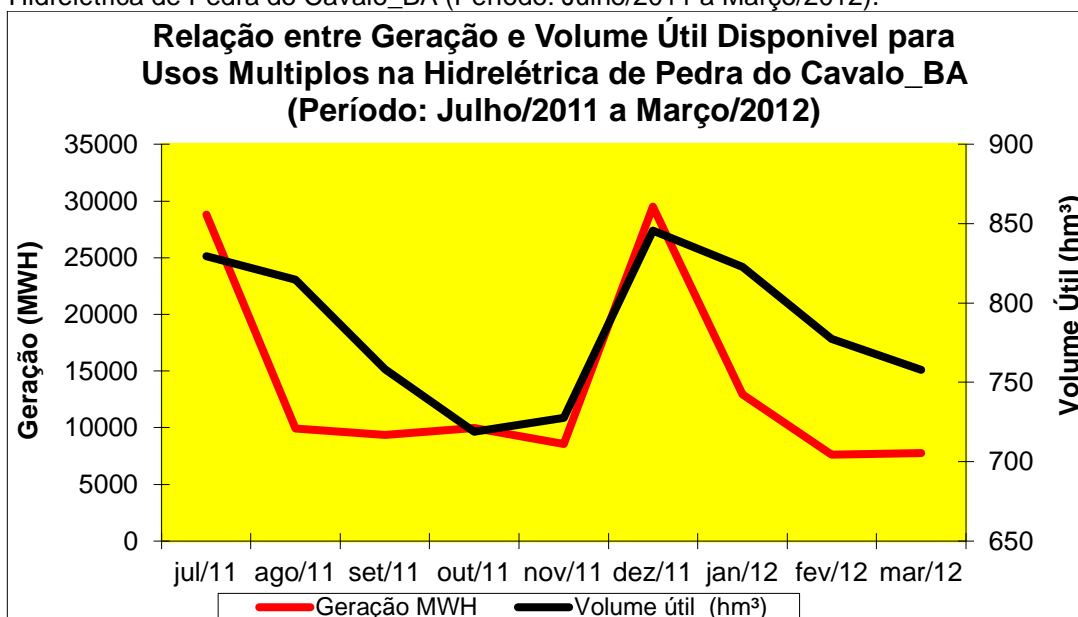


Fonte dos dados: BRASIL, ANA, 2012: O autor

Continuando com a análise da seca e sua influência na Hidroelétrica de Pedra do Cavalo e na Baía do Iguape, observamos que esta última possui 81.175.300 m² de área, mas como 28.312.400 m² são áreas que ficam secas durante as marés baixas, foi utilizada apenas a área de 52.862.900 m², correspondente às águas internas. Para efeito de cálculo tomou-se 2 m como a profundidade média da Baía no período de maré baixa e na sua maré mais alta uma diferença de 3,3 m. Desta maneira obteve-se um volume mínimo de 105.725.800 m³, na menor maré baixa, e um volume máximo de 342.460.650 m³, na maior maré alta (maré de sizígia).

A barragem de Pedra do Cavalo, após sua inauguração, teve sua vazão máxima de 137,52 m³/s, o que corresponde dizer que em 24 horas chegou na Baía de Iguape um volume de 3,5% das águas ali presentes numa maré cheia, mas se esta vazão chegou numa maré baixa, em 24 horas chegou na Baía de Iguape um volume de 11,24% das águas existentes. Ou seja, a operação da hidrelétrica de Pedra do Cavalo tende a deixar as águas da Baía de Iguape num patamar de salinidade muito acima daquela existente no período de cheias e muito abaixo daquela registrada nos períodos de estiagem. Desta maneira os picos de baixa ou de alta salinidade devem deixar de existir, causando um desequilíbrio no sistema. A geração de energia é realizada simplesmente aproveitando o volume útil existente (GRÁFICO 37).

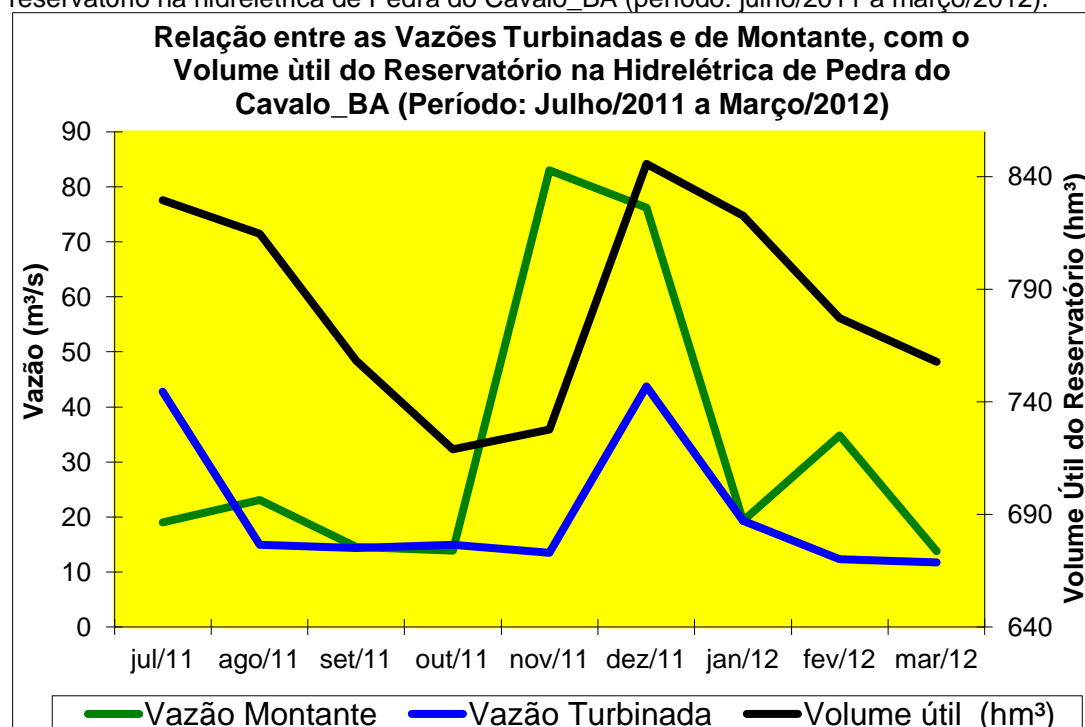
GRÁFICO 37 - Relação entre Geração e Volume Útil Disponível para Usos Múltiplos na Hidrelétrica de Pedra do Cavalto_BA (Período: Julho/2011 a Março/2012).



Fonte dos dados: VOTORANTIM, 2012. O autor.

A relação entre a geração e o volume útil fica mais evidente quando se correlaciona as vazões turbinadas e de montante com o volume útil para usos múltiplos, na barragem de Pedra do Cavalto (GRÁFICO 38).

GRÁFICO 38 - Relação entre as vazões turbinadas e de montante, com o volume útil do reservatório na hidrelétrica de Pedra do Cavalto_BA (período: julho/2011 a março/2012).



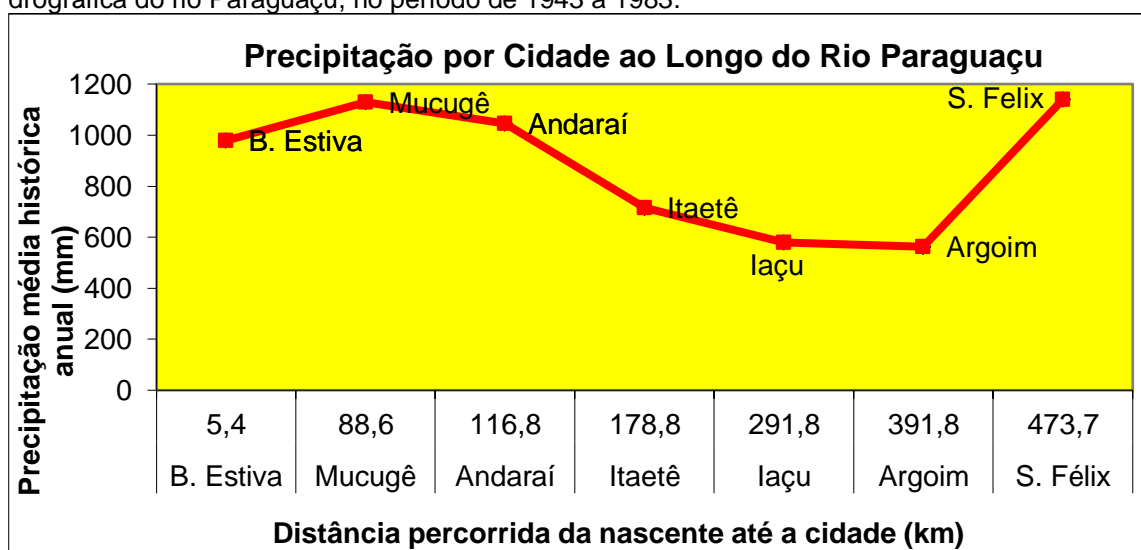
Fonte dos dados: VOTORANTIM, 2012. O autor

As águas do lago formado pela barragem de Pedra do Cavalo possuem usos múltiplos, entre os quais podemos destacar: a) Geração de energia hidrelétrica; b) Abastecimento humano das cidades de Salvador, Feira de Santana, Cachoeira, São Félix e Maragogipe; Conceição da Feira; Cruz das Almas; Antônio Cardoso; Santo Estêvão; Governador Mangabeira; Muritiba; Conceição do Jacuípe e Cachoeira do Paraguaçu; c) Abastecimento Industrial; d) turismo e Lazer; e) Dessedentação animal, na pecuária; f) controle de cheias; g) irrigação; h) piscicultura.

6.0 INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

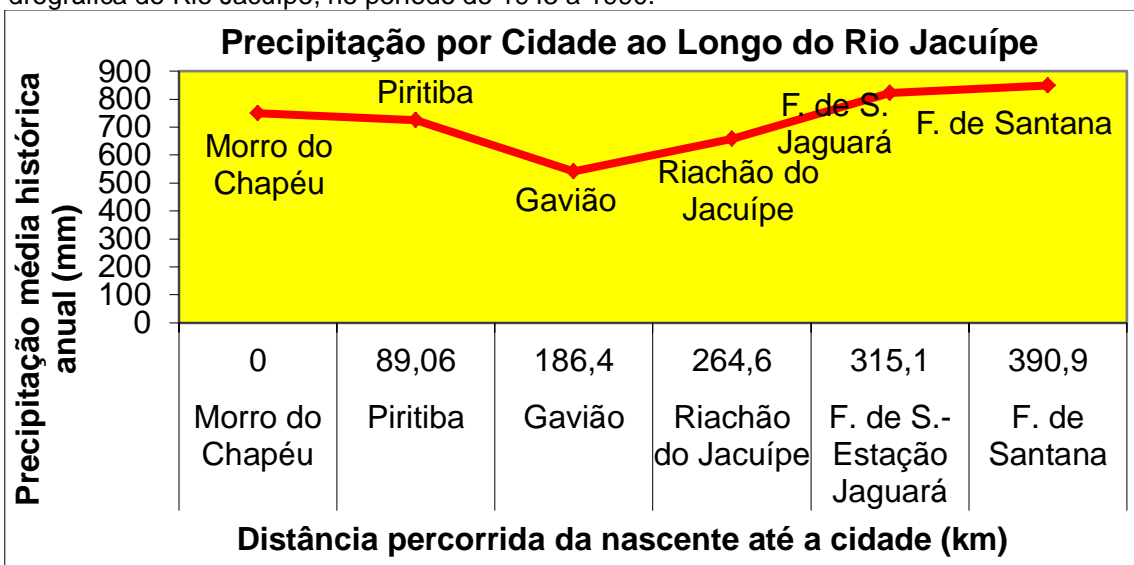
A diversidade climática, em função da extensão da bacia, pode ser observada no GRÁFICO 39, o qual nos mostra a precipitação média anual ao longo da calha principal do rio Paraguaçu (no período de 1943 a 1983), e no GRÁFICO 40, o qual nos mostra precipitação média anual ao longo do rio Jacuípe (no período de 1943 a 1990).

GRÁFICO 39 - Distribuição da precipitação média anual ao longo da calha principal da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, no período de 1943 a 1983.



Fonte dos dados: Bahia, 1999. O autor.

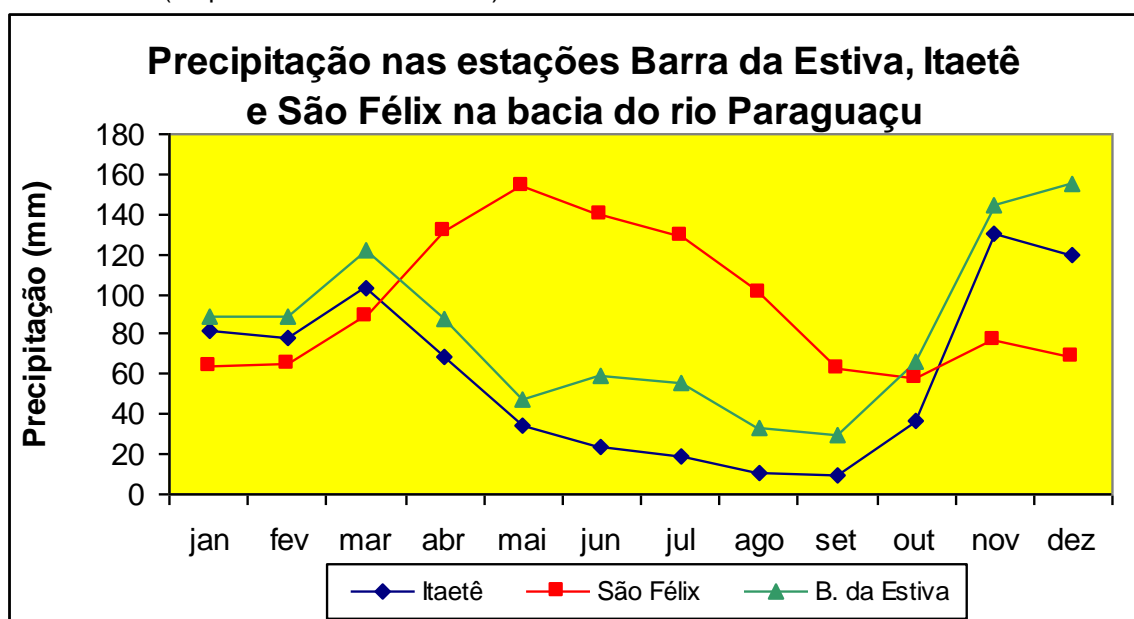
GRÁFICO 40 - Distribuição da precipitação média anual ao longo da calha principal da bacia hidrográfica do Rio Jacuípe, no período de 1943 a 1990.



Fonte dos dados: Bahia, 1999. O autor.

A distribuição das chuvas, ao longo do ano, nas estações de Barra da Estiva (nascente), Itaetê (centro da bacia), são praticamente iguais embora os volumes precipitados sejam diferentes, entretanto na estação São Félix (foz) a distribuição é diferenciada, principalmente no período de abril a setembro, quando nas duas primeiras estações temos um período de baixa precipitação, enquanto que na última estação a região encontra-se em período chuvoso (GRÁFICO 41).

GRÁFICO 41 - Distribuição da precipitação média anual nas estações Barra da Estiva, Itaetê e São Félix (no período de 1943 a 1983).



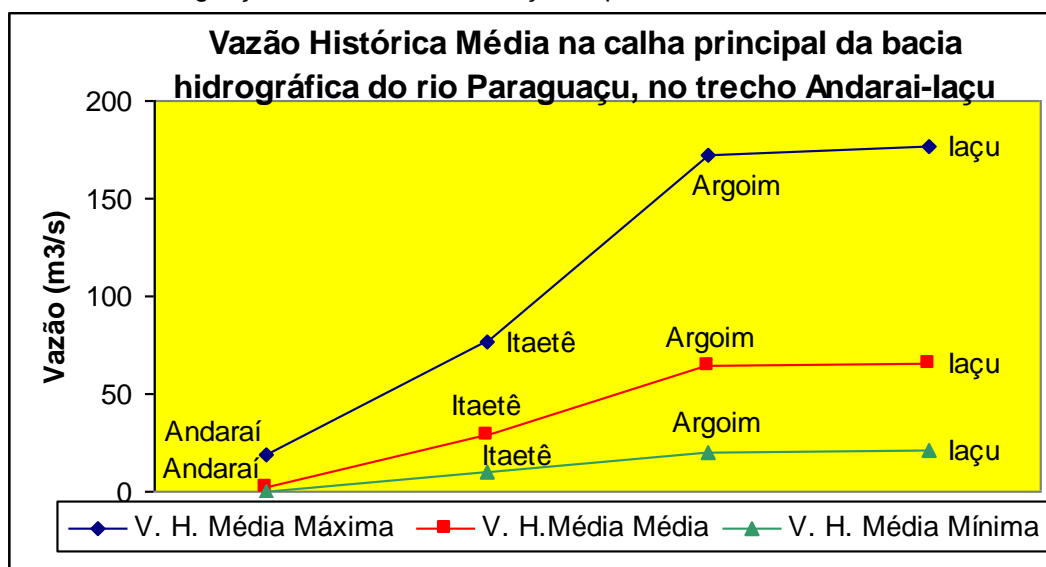
Fonte dos dados: Bahia, 1999. O autor

O fluxo na calha do rio Paraguaçu não é regularizado, possuindo vazão extrema máxima anual de 173 m³/s, no ano de 1932, e de 1.685 m³/s, no ano de 1947, na Estação 5128000, no município de Iaçú (BAHIA, 2001).

O GRÁFICO 42, exibe as curvas de vazão histórica média na calha principal da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, no trecho Andaraí-Iaçú, no qual fica evidente a grande diferença entre a vazão máxima e mínima dentro da bacia. E como era de se esperar as maiores diferenças são registradas a medida que o rio se afasta de sua nascente. A interpretação deste gráfico é observada quando a vazão histórica média tende a vazão histórica média mínima, ou seja os episódios de déficit devem ser mais comuns que os episódios de excedente hídrico na bacia, principalmente nas

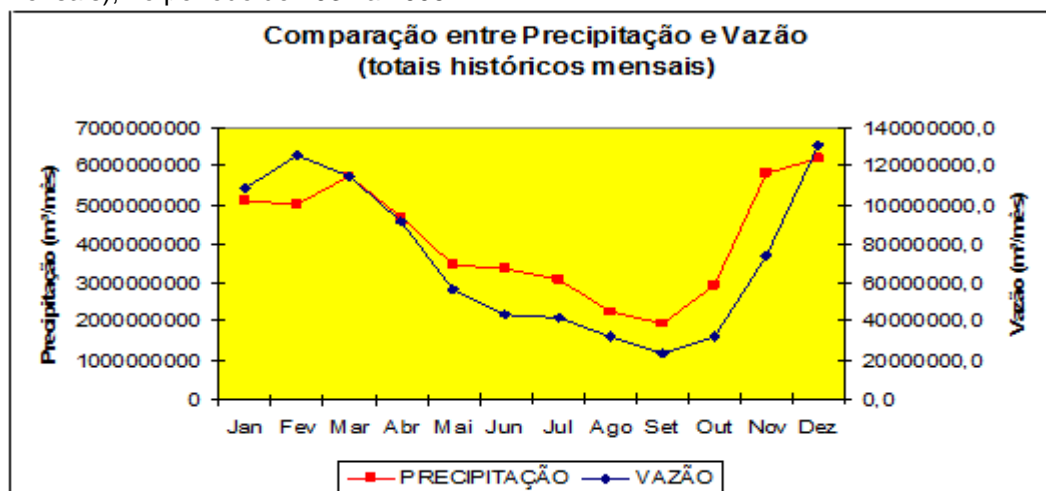
regiões de Andaraí e Itaetê onde estas curvas se encontram mais próximas. Estas curvas levam em consideração a área de contribuição, precipitação, evapotranspiração potencial e a declividade do terreno, tendo em vista que a vazão na estação é o resultado de todas estas variáveis juntas.

GRÁFICO 42 - Curvas comparativas de vazão histórica média máxima, média e mínima no rio Paraguaçu, no trecho Andaraí-laçu, no período de 1935 a 2005.



Comparando os volumes precipitados e a vazão do rio Paraguaçu, pode-se observar que as curvas possuem uma semelhança, onde se tem maiores precipitações também se observa a subida das vazões. Apenas no mês de fevereiro que houve uma inversão na relação precipitação/vazão, onde uma menor precipitação aparentemente gerou uma maior vazão. Ainda no GRÁFICO 43 podemos notar que no mês de novembro a grande precipitação existente não se reflete em grandes vazões, isso se dar por causa da recarga do aquífero, que é realizada após um período de baixa precipitação.

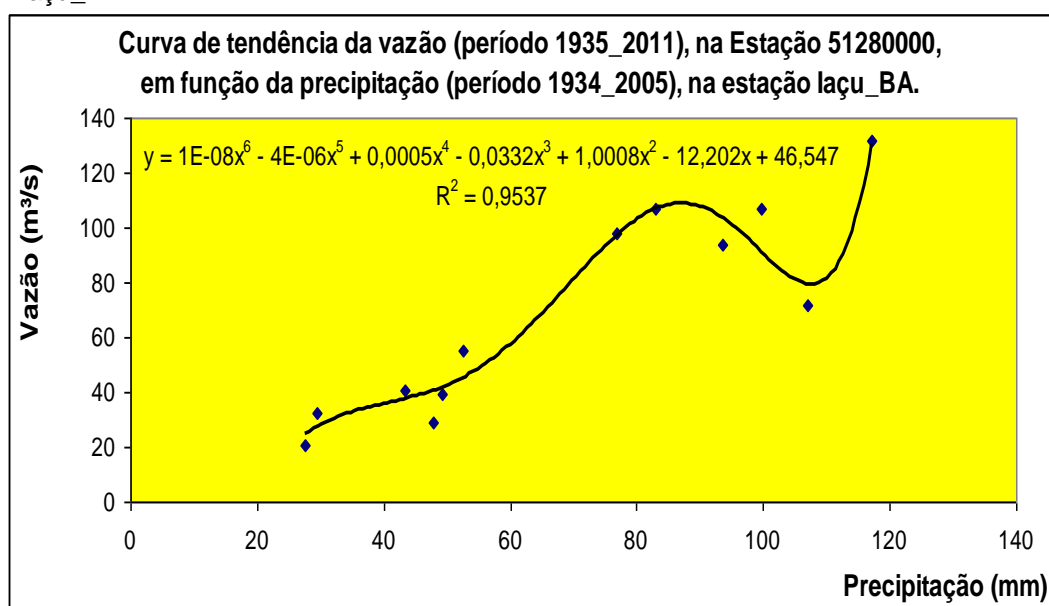
GRÁFICO 43 - Comparação entre curvas de volumes precipitado, no período de 1934 a 2005, e vazão, no período de 1935 a 2005, no rio Paraguaçu (totais históricos mensais), no período de 1934 a 2005.



Fonte dos dados de precipitação: BAHIA, 1999 e dos dados de vazão: BRASIL, 2013. O autor

A relação visualizada no GRÁFICO 44 pode ainda ser observada no GRÁFICO 43, onde a curva de tendência possui valor de $R^2=0,9537$, evidenciando uma excelente correlação entre as variáveis de aproximadamente de 95%.

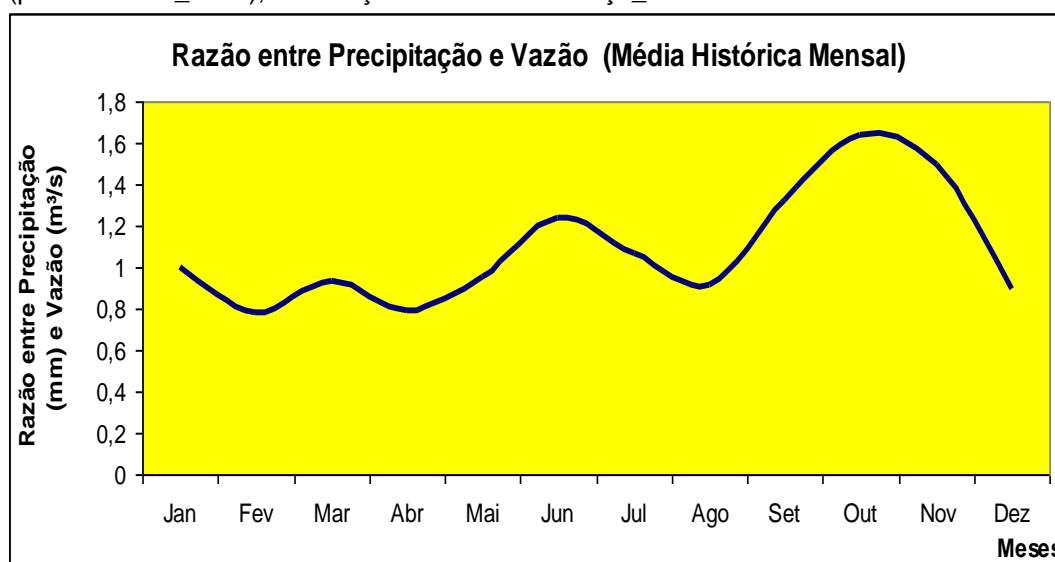
GRÁFICO 44 - Curva de tendência da vazão média (período 1935_2011), na Estação 51280000, em função da precipitação média (período 1934_2005), na estação laço_BA.



Fonte dos dados de precipitação: BAHIA, 1999; BRASIL, 2006 e dos dados de vazão: BRASIL, 2013. O autor

Existem picos positivos da razão entre a precipitação e vazão localizados nos meses de janeiro, março, junho e outubro, coincidindo com o gráfico de precipitação na Estação Barra da Estiva. Desta forma chegamos a conclusão que os picos positivos de crescimento da razão estão associadas a um aumento significativo da precipitação na região de nascente em Barra da Estiva e que quanto maior o incremento na precipitação nesta Estação maior o crescimento do pico vazão/precipitação. Da mesma maneira os períodos de decréscimo da razão (fevereiro, abril, agosto e dezembro) é função de momentos de redução do incremento da precipitação na bacia, podendo a precipitação ser maior ou menor que a registrada do mês anterior, mas normalmente acontece depois de um momento de forte crescimento pluviométrico (GRÁFICO 45).

GRÁFICO 45 - Razão entre a precipitação média (período 1934_2005) e a vazão média (período 1935_2011), na estação 51280000 em laçu_BA.



Fonte dos dados de precipitação: BAHIA, 1999; BRASIL, 2006 e dos dados de vazão média: BRASIL, 2013. O autor

A região de Barra da Estiva, nascente do rio Paraguaçu, tem suas maiores precipitações no período de novembro a março, desta maneira pode-se concluir que as barragens de Pedra do Cavalo e Apertado terão uma redução de seus volumes armazenados, em função da redução da precipitação no ano de 2013 e por causa dos usos múltiplos existentes. De contra partida o volume armazenado na barragem de Bandeira de Melo parece não sofrer grandes variações ao longo do ano. Fato este que não deveria ser esperado em função da pouca precipitação no inverno e mantendo os altos valores de evapotranspiração potencial neste período, entretanto se

encontra localizada na zona hidrogeodinâmica de sedimentação (zona que recebe água de vários tributários), além de receber águas do rio Una o qual tem sua nascente em Barra da Estiva, região com clima úmido.

A região de Morro do Chapéu, nascente do rio Jacuípe possui comportamento hídrico similar àquele da região de Barra da Estiva, com suas maiores precipitações no período de novembro a março. Podemos desta maneira concluir que as barragens do França e João Durval Carneiro terão também uma redução de seus volumes armazenados, em função dos usos múltiplos existentes e da pouca precipitação prevista para os próximos meses.

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu enfrentou uma forte seca em 2013, com a redução dos volumes armazenados nas suas barragens. Os volumes nas barragens de Apertado e França poderão subir tendo em vista que estamos entrando no principal período de chuvas do ano de 2014 (outubro a dezembro), a barragem João Durval Carneiro por estar com seu nível muito baixo e ter uma capacidade relativamente grande de armazenamento deve segurar as águas das próximas precipitações. As barragens de Apertado, França, Bandeira de Melo e João Durval Carneiro não possuem condições de regular o volume armazenado em Pedra do Cavalo, pois suas capacidades de armazenamento são pequenas e não possuem excedentes hídricos. Desta maneira a geração de energia elétrica em Pedra do Cavalo se encontra comprometida, assim como o abastecimento das cidades de Salvador e Feira de Santana, cujo abastecimento é realizado por meio transposição das águas da barragem de Pedra do Cavalo. Entretanto como o volume armazenado é superior a 2000 hm³ esta água poderia abastecer Salvador por um longo período deste que não houvesse geração de energia.

Os anos hidrológicos deficitários representam 39,02%, os anos normais representam 34,15% e os anos com excedentes hídrico 26,83%, na Estação 51280000 no rio Paraguaçu, em laçu. Os anos hidrológicos deficitários representam 42,5%, os anos normais representam 55% e os anos com excedentes hídrico 2,5%, na Estação 51440000 no rio Jacuípe, em riachão do Jacuípe. Ficando claro que a seca é um episódio comum na bacia, o que já era esperado tendo em vista se tratar de uma bacia inserida 63,7% em clima semiárido.

A maior vazão registrada no rio Paraguaçu foi no ano de 1992, na Estação 51280000, em Iaçú-BA. Naquele ano a vazão máxima chegou a 1884,5 m³/s, o que corresponde dizer que: em 24 horas chegou na Baía de Iguape um volume de 47,23% das águas ali presentes, numa maré cheia de sigízia. Analogicamente, a menor vazão registrada no rio paraguaçu foi em dezembro do ano de 1998, também na estação 51280000. Naquele ano a vazão mínima chegou a 0,43 m³/s, o que corresponde dizer que: em 24 horas chegou na Baía do Iguape um volume de 0,01% das águas ali presentes, numa maré cheia de sigízia.

7.0 CONCLUSÕES

Diante do exposto nos capítulos anteriores podemos listar uma série de conclusões para a área de estudo.

- Segundo o Balanço Hídrico, a principal recarga dos aquíferos da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu acontece nos meses de novembro e dezembro, quando há um aumento significativo das precipitações, após um longo período de baixa pluviometria.
- Os gráficos das Vazões Extremas Máximas e Mínimas Anuais permitiram analisar a interferência nas vazões antes e depois da construção das Barragens de Apertado e Bandeira de Melo localizadas a montante da Estação laçu, no rio Paraguaçu. Foi verificado uma redução nas vazões máximas e mínimas extremas anuais na Estação laçu, no rio Paraguaçu.
- O gráfico das Vazões Extremas Máximas Anuais permitiram analisar a interferência nas vazões antes e depois da construção das barragens João Durval Carneiro e do França localizadas a montante da Estação Riachão do Jacuípe no rio Jacuípe. Foi verificado um aumento das Vazões Máximas Extremas Anuais, após a construção da Barragem João Durval Carneiro e uma redução das Vazões Máximas Extremas Anuais, após a construção da Barragem do França, na Estação Riachão do Jacuípe, no rio Jacuípe.
- O gráfico das Vazões Extremas Mínimas Anuais permitiu analisar a interferência nas vazões antes e depois da construção das barragens do Apertado e de Bandeira de Melo localizadas a montante da Estação laçu, no rio Paraguaçu. Foi verificado uma redução nas vazões mínimas extremas anuais na Estação laçu no rio Paraguaçu.
- O gráfico das Vazões Extremas Mínimas Anuais permitiu analisar a interferência nas vazões antes e depois da construção das barragens João Durval Carneiro e do França localizadas a montante da Estação Riachão do Jacuípe no rio Jacuípe. Foi verificado um aumento nas vazões mínimas extremas anuais na Estação Riachão do Jacuípe no rio Jacuípe.
- A distribuição das precipitações em função das anomalias de temperatura no Oceano Pacífico acontece de forma direta e inversa. As precipitações também são

influenciadas pela proximidade do Oceano Atlântico.

- A espacialização da regionalização da precipitação e da vazão demonstrou a maneira como ocorre a distribuição das águas ao longo do ano na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.
- As maiores médias de vazões acontecem no leito do rio Paraguaçu a partir da cidade de Itaetê.
- Os gráficos do Fator hidrológico permitiram avaliar a interferência hídrica da construção das barragens no leito dos rios Paraguaçu e Jacuípe.
- Após a construção da Barragem do Apertado não houve mais anos hidrológicos excedentes e que após a construção da Barragem de Bandeira de Melo só aconteceram anos hidrológicos deficitários, no rio Paraguaçu.
- Foi verificado também que após a construção da Barragem João Durval Carneiro aconteceu um ano hidrológico excedente e que após a construção do barragem do França a todos os anos hidrológicos foram normais, no rio Jacuípe.
- O macro tempo de resposta das vazões em função das precipitações na calha do Rio Jacuípe e Paraguaçu é inferior a 30 dias, desta maneira o risco de trombas d'águas e enchentes na bacia é alto.
- A seca atual na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu teve início em 2006, com a redução das vazões máximas e das vazões mínimas e um forte deficit hídrico. Desde então não foi mais registrado nenhum ano com excedente hídrico.
- A seca na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu é um fenômeno frequente e desta maneira deve ser tratada com normalidade. O comitê da bacia hidrográfica deve está atento para esta situação, buscando um conjunto de medidas preventivas que minimizem seus impactos.
- Na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu a melhor forma de captação d'água é feita por meio de barragem. Entretanto deve-se avaliar a rede de barramentos atualmente existente na bacia hidrográfica, com a finalidade de proporcionar uma regularização sazonal de vazões na calha principal do rio Paraguaçu, melhorando a disponibilidade hídrica superficial para os usuários locais e daqueles que utilizam águas transportadas, a exemplo da cidade de Salvador, minimizando os impactos sobre a fauna.

8.0 RECOMENDAÇÕES

Diante do exposto nos capítulos anteriores podemos listar uma série de recomendações para a área de estudo.

- Utilizar os resultados obtidos como subsídio para a gestão de recursos hídricos, principalmente no que se refere à outorga para captação d'água e lançamento de efluentes na bacia do rio Paraguaçu. Praticamente todas as cidades e indústrias da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, não possuem outorgas para lançamento de efluentes, desta maneira os lançamentos devem ocorrer sem nenhum tipo de controle de qualidade e quantidade.
- Implantar sistemas de tratamento do efluente sanitário ao longo da bacia do rio Paraguaçu e de seus tributários e fiscalizar os lançamentos clandestinos, uma vez que a bacia possuía, no momento da execução da pesquisa, apenas 13 (treze) outorgas para lançamentos de efluentes.
- Implantar sistema de tratamento dos efluentes industriais provenientes do Centro Industrial Subaé - CIS, visando à melhoria dos efluentes lançados nos Riachos Principal e Maia, que por sua vez chegam através do rio Jacuípe ao lago de Pedra do Cavalo.
- Implantar sistema de medição de vazão nas estações de qualidade das águas e monitorar a qualidade das águas nas estações fluviométricas existentes e ou que sejam implantadas, possibilitando a integração dos dados do monitoramento e uma melhor análise.
- Avaliar a rede de barramentos atualmente existente na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, com a finalidade de proporcionar uma regularização de vazões na calha principal do rio Paraguaçu, melhorando a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, nas regiões próximas às barragens, para os usuários locais e daqueles que utilizam águas transpostas, a exemplo da cidade de Salvador.
- Desenvolver mecanismos que busquem a gestão integrada das barragens do Apertado (município de Mucugê), Bandeira de Melo (entre os municípios de Boa Vista do Tupim e Itaetê) e Pedra do Cavalo (município de Cachoeira) na calha principal do rio Paraguaçu e as barragens do França (município de Piritiba) e João Durval Carneiro (no município de São José do Jacuípe) na calha do rio Jacuípe.

pe, existentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, de modo a proporcionar o uso racional dos equipamentos instalados.

- Colocar em prática medidas que controlem a demanda por água, a exemplo de: a) reuso doméstico e industrial de água; b) implantar a cobrança da água, como forma de minimizar os desperdícios; c) construir mais reservatórios superficiais, tendo em vista a aptidão da bacia, principalmente nas partes mais altas de nascente, as quais possuem uma menor evapotranspiração real e nos pontos em que existem muitos requerimentos junto ao DNPM para atender a futura demanda da exploração mineral; d) otimizar a utilização do reservatório de Pedra do Cavalo, instalando um sistema flutuante de bombeamento para consumo humano, substituindo o sistema atual em cota inadequada; e) estimular mais a irrigação noturna em detrimento à irrigação diurna, como forma de diminuir a evaporação e proporcionar uma maior infiltração.
- Implementar programa de revegetação na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, priorizando as áreas com predominância de solos Planossolos.
- Refazer os gráficos da Relação entre as Médias das Diferenças de Temperaturas no Oceano Pacífico, no período de 2000 a 2009, e as Precipitações Médias Históricas no período 2000 a 2009. Tendo em vista que não tive acesso aos dados de precipitação atualizados.

REFERÊNCIAS

BAHIA (Estado). Balanço Hídrico do Estado da Bahia. **Série Estudos e Pesquisas**. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), Salvador: Governo do Estado da Bahia, n. 45, dez. 1999. 250 p.

BAHIA (Estado). Boletim de Qualidade das Águas da Bacia do Paraguaçu - Salvador. BA. Salvador: Centro de Recursos Ambientais - CRA. 2000.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jul. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, ago. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, set. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, out. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, nov. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, dez. 2011.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jan. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, fev. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, mar. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, abr. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, mai. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jun. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jul. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, ago. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, set. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, out. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, nov. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, dez. 2012.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jan. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, fev 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, mar. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, abr. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, mai. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jun. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jul. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, ago 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, set. 2013

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, out. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, nov 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, dez. 2013.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, jan. 2014.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, fev. 2014.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, mar. 2014.

BAHIA (Estado). Boletim Semanal de Monitoramento de Barragens. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Salvador: Governo do Estado da Bahia, abr. 2014.

BAHIA (ESTADO). Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia (CERB). Disponível em: < <http://www.cerb.ba.gov.br/sala-de-imprensa/fotos/barragens>>. Acesso em: 7 de setembro de 2014.

BAHIA (Estado). **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia**. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) e Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

(CPRM). mai. 2003. 01 Cd ROM, Versão 1.1, Sistema de Informações Geográficas. Escalas: 1:1.000.000 e 1:2.000.000..

BAHIA (Estado). Informações coletadas no banco de dados. Gerência de Controle e Avaliação de Outorga. **Instituto de Gestão das Águas e do Clima - INGÁ**. Salvador: Governo do Estado da Bahia. mai. 2008.

BAHIA (Estado). Informações coletadas no banco de dados do programa PROHIDROS. Disponível em: <<http://prohidros.inema.ba.gov.br/index.php/pesquisa/pesquisaAvancadaResultado?pg=1>>. Acesso em: 18 de outubro de 2013.

BAHIA (Estado). Informações matemáticas aplicadas à gestão de recursos hídricos. **Coleção Água**. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia. v.1, 2001.

BAHIA (Estado). **Mapa Geológico Digital do Estado da Bahia**. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM). Salvador: Secretária da Indústria e Comércio. Governo do Estado da Bahia, 2000. 01 Cd ROM para Windows 95/98/NT.

BAHIA (Estado). **Mapa Temático de Solos**. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/servicos/mapas-tematicos>>. Acesso em: 15 de outubro de 2011.

BAHIA (Estado). **Mapa Temático de Vegetação**. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/servicos/mapas-tematicos>>. Acesso em: 15 de outubro de 2011.

BAHIA (Estado). **Personal Home Library**. Disponível em: <<http://www.phl.ba.gov.br/cgi-bin/wxis.exe?IscScript=phl82/003.xis&bool=exp&opc=decorado&exp=BARRAGEM%20DE%20CASA%20BRANCA%20-%20MUCUGE%20-%20BAHIA%20%20BRASIL&tmp=/tmp/fileCsDvZg>>. Acesso em: 09 de setembro de 2013.

BAHIA (Estado). **Plano Diretor do Rio Paraguaçu**. Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). Coordenação de Recursos Hídricos. Salvador: Governo do Estado da Bahia, 1992.

BAHIA (Estado). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia**. Superintendência de Recursos Hídricos - SRH. Salvador: Governo do Estado da Bahia. jul. 2003_A. 01 Cd ROM para Windows 95/98/NT.

BAHIA (Estado). **Tipologia Climática – Segundo Thornthwaite**. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia - SEI, Salvador: Governo do Estado da Bahia. 2007.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas (ANA)**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 12 de maio de 2006.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas (ANA)**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 15 de março de 2012.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas (ANA)**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 19 de setembro de 2013.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas (ANA)**. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/ComitesMundo.aspx>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2014.

BRASIL. **Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)**. Disponível em: <<ftp://sigmine.dnpm.gov.br/ba.zip>>. Acesso em: 26 de setembro 2008.

BRASIL. **Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)**. Disponível em: <<ftp://sigmine.dnpm.gov.br/ba.zip>>. Acesso em: 23 de dezembro 2012.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 9 de outubro de 2008.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>>. Acesso em: 1 de maio de 2009.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 de setembro de 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Diagnóstico da Gestão Ambiental nas Unidades da Federação. **Relatório Final Estado da Bahia**. Brasília, DF, fev. 2001, 188 p.

BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energias – MME, 1983, Folha SC.24/25, Aracaju/Recife, Escala 1:1.000.000, textos.

BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energias – MME, 1981, Folha SD. 24, Salvador, Escala 1:1.000.000, textos.

BRASIL. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2013. 353 p.

CALILA NOTÍCIAS. Disponível em: <<http://www.calilanoticias.com/2012/04/o-jose-do-jacupe-barragem-esta-com-apenas-118-da-sua-capacidade-e-pode-entrar-em-colapso.html>>. Acesso em: 7 de setembro de 2014.

CENTRAL ANGICO. Disponível em: <<http://centralangico.blogspot.com.br/2012/12/barragem-do-franca-sofre-com-falta-de.html>>. Acesso em: 7 de setembro de 2014.

Encontro Nacional de Comitês de Bacia (ENCOB, 2013). Disponível em: <<http://www.encob.org/portal2013/comites.php>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2014.

Estudo de Impacto Ambiental Eia-Rima da Barragem de Casa Branca. **Relatório de Impacto Ambiental – Rima**. Superintendência de Recursos Hídricos - SRH. Salvador: Consultoria e Operação de Sistemas – GEOHIDRO. v.4, jun. 2005.

GONÇALVES, M. J. S. **Avaliação de Risco de Contaminação do Aquífero Fissural Cárstico da Região de Irecê – Bahia**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

GONÇALVES, M. J. S. **Glossário de Hidrologia**. Salvador, Bahia: [s.n.], 2002. 427 p. il.

GOOGLE. Disponível em: <

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). Disponível em: <

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA). Disponível em: <

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA). Disponível em: <

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA). Disponível em: <

PEREIRA, M. C. N. **Composição do Comitê da bacia hidrográfica do rio Paraguçu: análise da origem geográfica e do setor econômico representado por seus membros como fatores intervenientes na gestão participativa de recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília – UnB. Brasília – Distrito Federal. 2008. 203 p.; il.

POMPEU, C. T.; **Águas Doces no Brasil. Capital Ecológico, Usos e Conservação**. Capítulo 18, Águas Doces no Direito Brasileiro. 2ª ed. Revisada e Ampliada.

Organizadores. REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Editora Escrituras. São Paulo_SP. 2002.

Rede Internacional de Organismos de Bacia Hidrográfica (RIOB, 2013). Disponível em: <<http://www.rebob.org.br/riob/detalhes.php?id=22>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2014.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.21, n. 207, p.15-20, nov./dez. 2000.

UNESCO. Disponível em: <<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/PT/GF0612PT.HTM>>. Acesso em: 07 de março de 2012.

VAITSMAN, D. S.; VAITSMAN, M. S. **Água mineral**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 219 p.: il.

VALÉRIO, E. de L. S. & Mamedio. F. M. P. **Regionalização de vazões médias e mínimas na bacia do rio Paraguaçu-BA**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. Bento Gonçalves_RS. 2013. Disponível em:<file:///E:/DOCTORADO/TRABALHOS/Pedra%20do%20Cavalo/df0dc30ec9fd5c4b8fac833125db9365_042d8853b18353763465c43c584f8cea.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2014.

VIANA, C. F. et. al. Revisão estratigráfica da bacia Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico**. [s. l.]: Petrobras, n.14,1971.

VOTORANTIM. **Votorantim Cimentos Norte/Nordeste - UHE Pedra do Cavalo**. Informações coletadas no banco de dados da empresa. Em março de 2012.

ZAMPIERI, S.L; BRAGA H. J.; LOCH C. **El Niño e La Niña – Intensidade e frequência de ocorrência segundo diferentes altores**. Disponível em: <http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_4297.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2014.

ANEXOS

ANEXO A: Coletânea da legislação federal brasileira, estadual do Estado da Bahia e do município de Mucugê, relativas a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

LEGISLAÇÃO NO ÂMBITO FEDERAL

- Decreto Nº 23.979, de 08/03/1934, DOU de 08/03/1934. Criação do DNPM.
- DECRETO Nº 24.643, de 10 de julho de 1934 - Código das Águas, revoga o Alvará de 1804, confirmado pelo Alvará de 1819;
- DECRETO-LEI Nº 7.841, de 8 de agosto de 1945 - Código de Águas Mineiras;
- DECRETO 91.655 de 17/09/1985. Cria o Parque Nacional da Chapada da Diamantina;
- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que ampliou o domínio hídrico dos estados;
- LEI Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Revoga o Código das Águas;
- DECRETO Nº 6.296, de 21 de março de 1997 - Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, infração e penalidades e dá outras providências;
- LEI Nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997 - “Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”;
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997 - “Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental”;
- LEI Nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências;
- PORTARIA IBAMA Nº 145-N, de 29 de outubro de 1998 - “Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais”;

- DECRETO Nº 3179, de 21 de setembro de 1999 - Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências;
- RESOLUÇÃO CNRH-SRH Nº 05, de 10 de abril de 2000 – Regulamenta os comitês de bacia hidrográfica;
- LEI Nº 9984, de 7 de junho de 2000 – Cria a Agência Nacional de Águas (ANA);
- INSTRUÇÃO NORMATIVA SRH/MMA Nº 4, de 21 de junho de 2000 - “Aprovar os procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos, em corpos d’água de domínio da União”.
- LEI Nº 9.984, de 17 de julho de 2000 - “Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências”;
- RESOLUÇÃO/CNRH/Nº 012, de 19 de julho 2000 - Procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes;
- DECRETO de 11 de agosto de 2000. Cria a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguapé, nos Municípios de Maragogipe e Cachoeira, Estado da Bahia, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de novembro de 2000. Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras;
- RESOLUÇÃO CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001 - “Estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos”.
- Resolução CONAMA Nº 302, de 20 de março de 2002 - Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno;
- Resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre áreas de preservação permanente;
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 312, de 10 de outubro de 2002 - “Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinocultura na zona costeira”.

- RESOLUÇÃO CNRH Nº. 32, de 15 de outubro de 2003 - “Fica instituída a Divisão Hidrográfica Nacional em regiões hidrográficas”.
- DECRETO nº 4.895, de 25 de novembro de 2003 - “Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d’água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências”. Revoga o Decreto no 2.869, de 9 de dezembro de 1998;
- INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL nº 6, de 31 de maio de 2004 - “Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d’água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências”.
- PORTARIA MS Nº 518, de 25 de março de 2004 - Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;
- RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 370, de 6 de abril de 2006 - Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 369, de 20 de março de 2006 - Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP;
- LEI Nº 12.651, de 25 de MAIO de 2012 - Novo Código Florestal;

LEGISLAÇÃO NO ÂMBITO ESTADUAL

- DECRETO 2.216, de 14 de junho de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara;

- LEI Nº 6.855, de 12 de maio de 1995 - “Dispõe sobre a Política, o Gerenciamento e o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências”;
- DECRETO 6.548, de 18 de julho de 1997. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Lago de Pedra do Cavalo, nos Municípios de Conceição de Feira, Cachoeira, Antônio Cardoso, Santo Estevão, Governador Mangabeira, Castro Alves, Cruz das Almas, Feira de Santana, Muritiba, São Félix e São Gonçalo dos Campos, e dá outras providências.
- DECRETO 7.413, de 17 de agosto de 1998. Cria o Parque Estadual Morro do Chapéu e dá outras providências.
- DECRETO 235, de 15 de março de 1999. Cria o Parque Estadual das Sete Passagens e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO Nº 2.110, de 05 de outubro de 1999 - “Aprova a Norma Técnica/ NT-001/99 que dispõe sobre a Análise do Processo de Licenciamento das Atividades de Aquicultura, no Estado da Bahia”;
- DECRETO 7.808, de 24 de maio de 2000. Cria o Parque Estadual das Sete Passagens e dá outras providências;
- RESOLUÇÃO Nº 2.983, de 3 de junho de 2002 - “Aprova Norma Técnica NT-004/02, que dispõe sobre a Documentação Necessária para o Requerimento da Licença Ambiental, Autorização de Supressão de Vegetação ou Uso Alternativo do Solo e Outorga de Direito do Uso das Águas, no Estado da Bahia”. Alterada pela Resolução CEPRAM Nº 3159, de 27 de junho de 2003. Alterada pela Resolução CEPRAM 3.172, de 18 de julho de 2003;
- RESOLUÇÃO CEPRAM nº 3.172, de 18 de julho de 2003 - “Altera a Norma Técnica NT-004/02, aprovada pela Resolução nº 2.983, de 28 de junho de 2002 que dispõe sobre a Documentação Necessária para o Requerimento da Licença Ambiental, Autorização de Supressão de Vegetação ou Uso Alternativo do Solo, Outorga de Direito do Uso das Águas, no Estado da Bahia”;
- LEI Nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006 - “Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia e dá outras providências”;
- LEI Nº 10.432, de 20 de dezembro de 2006 - “Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências”;

- DECRETO Nº 9.938, de 22 de março de 2006 - “Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu-CBHP e dá outras providências”;
- DECRETO Nº 10.255, de 15 de fevereiro de 2007 - “Dispõe sobre a concessão, autorização ou dispensa de outorga do direito de uso de recursos hídricos no Estado da Bahia e dá outras providências”;
- INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007 - “Dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, assim como a sua renovação, ampliação, alteração, transferência, revisão, suspensão e extinção, e dá outras providências”;
- INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 05/2007 - “Estabelece critérios alternativos à comprovação da propriedade do imóvel para a emissão de outorgas de direito de uso de água, necessárias à implementação dos projetos de interesse público ou social, inclusive aqueles previstos no Programa de Aceleração do Crescimento – PAC”;
- DECRETO Nº 10.943, de 03 de março de 2008 - “Dispõe sobre a fiscalização do uso dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, de domínio do Estado da Bahia, regulamentando o Capítulo VII, da Lei Nº 10.432, de 20 de dezembro de 2006, e dá outras providências”;
- INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 07, de 19 de agosto de 2008 - “Estabelece procedimentos técnicos e administrativos para a operacionalização da fiscalização dos usos dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia”;
- Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009. “Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos hídricos, e dá outras providências”;
- DECRETO Nº 14.024 de 06 de JUNHO de 2012. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que instituiu a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- DECRETO 14.032, de 15 de JUNHO de 2012. Altera o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006 e da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, aprovado pelo Decreto nº 14.024, de 06 de junho de 2012, e dá outras

providências;

- DECRETO Nº 15.180, de 02 de JUNHO de 2014. Regulamenta a gestão das florestas e das demais formas de vegetação do Estado da Bahia, a conservação da vegetação nativa, o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais - CEFIR, e dispõe acerca do Programa de Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais do Estado da Bahia e dá outras providências.

LEGISLAÇÃO NO ÂMBITO MUNICIPAL

- DECRETO 235, de 15 de março de 1999. Cria o Parque Municipal de Mucugê.

ANEXO B: Valores médios históricos das estações fluviométricas em m³/s

ESTAÇÃO DA ANA	LONG	LAT	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Período
51120000	-41,32222	-12,84056	47,81	30,38	26,69	16,57	11,56	9,06	8,22	8,00	5,18	3,75	16,15	18,02	2000-2005
51135000	-41,63944	-12,44278	3,15	3,84	1,92	0,76	0,42	0,19	0,08	0,05	0,22	0,54	0,84	2,09	2000-2005
51140000	-41,32889	-12,49111	14,14	20,24	19,33	14,72	9,92	8,58	7,96	5,90	4,70	5,24	9,94	18,11	1966-2005
51166000	-41,17000	-12,38250	1,58	1,64	1,45	1,25	1,24	1,31	1,26	1,14	0,86	0,76	1,27	1,55	1992-2005
51170000	-41,20583	-12,50083	4,89	4,94	4,94	4,83	4,33	4,24	4,22	3,88	3,31	3,33	4,24	5,60	1950-2005
51190000	-41,32889	-12,75722	45,35	52,53	51,81	42,87	26,79	22,29	22,51	15,80	11,92	15,81	34,56	50,66	1956-2005
51230000	-41,05889	-12,93611	26,96	31,00	35,81	37,73	35,01	29,47	8,36	5,14	3,64	7,77	21,04	32,65	1953-2005
51240000	-40,96139	-12,99278	90,20	100,20	101,50	90,23	53,21	42,08	40,57	29,35	20,78	30,34	75,50	124,97	1936-2005
51280000	-40,21361	-12,76222	98,25	111,96	108,70	94,26	54,52	40,83	41,52	33,03	21,60	30,35	72,16	136,20	1935-2005
51310000	-40,40556	-12,18111	0,95	1,04	1,41	1,14	0,94	1,13	1,34	1,08	0,77	0,96	1,81	4,45	1970-1976
51330000	-39,84806	-12,51556	113,33	141,95	117,71	94,04	59,76	46,37	44,98	35,31	28,06	40,35	77,03	140,39	1967-2005
51350000	-39,52222	-12,58556	125,96	156,16	142,73	107,03	62,83	44,15	45,26	33,19	23,87	30,63	74,71	158,00	1950-2005
51410000	-40,59472	-11,55306	8,44	8,91	8,31	7,12	6,80	6,37	6,19	6,21	6,16	6,48	7,57	9,64	1966-2005
51440000	-39,38639	-11,80722	8,77	12,58	9,08	3,98	2,26	1,09	0,75	0,61	0,38	0,48	2,60	9,17	1966-2005
51460000	-39,04611	-12,23306	18,00	27,65	15,77	5,84	6,69	3,77	2,01	1,61	1,22	3,74	13,55	21,32	1973-2005
46295000	-42,76330	-12,24860	5,14	3,52	2,10	3,52	3,14	2,61	1,84	1,82	2,03	2,69	3,62	4,80	2003-2005
50420000	-40,47030	-11,21140	13,79	5,46	4,07	0,55	0,49	1,04	0,88	0,31	0,20	0,15	0,37	0,13	2004-2004
50430000	-40,04670	-11,18220	6,33	4,69	3,30	1,74	1,98	13,59	2,70	2,18	1,53	1,63	1,79	1,79	2003-2005
50520000	-38,83720	-11,06030	65,46	26,50	28,48	7,61	15,54	11,85	10,10	5,26	2,98	0,82	6,99	2,70	2003-2005
50620000	-38,34670	-11,78220	6,80	2,63	1,72	1,53	2,77	1,24	1,35	1,14	1,27	1,10	1,19	0,97	2003-2005
50720000	-38,79140	-12,33220	3,87	0,87	0,90	0,30	2,02	1,13	1,25	0,55	0,29	0,09	0,71	0,14	2003-2003
51650000	-39,50360	-13,22644	3,87	0,87	0,90	0,30	2,02	1,13	1,25	0,55	0,29	0,09	0,71	0,14	1955-2005
51685000	-39,31940	-13,17390	14,41	15,83	23,91	18,38	12,30	14,14	16,11	14,39	12,56	11,36	13,03	16,50	1956-2002
51840000	-39,72970	-13,48780	1,90	2,00	1,69	1,92	1,59	1,78	1,96	2,00	1,66	1,44	1,63	2,09	1962-2005
52090000	-41,44528	-14,01472	15,87	13,94	11,75	9,17	5,21	3,89	3,58	3,07	3,37	5,13	9,81	16,09	1970-2002
52570000	-40,08083	-13,86417	54,83	68,48	58,61	33,61	20,55	11,09	9,66	8,11	7,44	12,27	34,52	74,86	1935-1980
47236000	-42,30810	-11,32330	2,09	5,82	2,56	2,04	0,85	0,51	0,32	0,27	0,23	0,26	0,47	1,32	1977-2005
51430000	-39,78833	-10,47000	5,22	8,43	4,07	1,87	1,35	0,77	0,55	0,49	0,40	0,62	1,14	3,57	1973-2005

ANEXO C: Valores médios históricos das estações pluviométricas em mm

ESTACÃO DA ANA	ESTACÃO INMET	LONG	LAT	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Período
51120000	241	-41,37000	-12,65000	138,40	150,40	145,00	115,50	41,00	29,50	24,60	15,20	27,00	97,50	164,40	181,70	1964-1983
51135000	239	-41,36000	-12,57000	155,90	151,20	160,20	150,50	78,20	81,60	65,30	46,30	49,00	95,60	155,60	172,10	1961-1990
51166000	236	-41,17000	-12,28000	79,40	31,80	95,20	38,50	34,60	30,80	27,90	14,00	11,60	37,00	113,00	132,80	1943-1983
51170000	238	-41,33000	-12,48000	112,40	84,50	113,20	95,50	49,90	42,90	39,10	25,30	15,40	43,70	159,40	152,70	1943-1972
51190000	237	-41,33000	-12,82000	101,00	95,80	151,50	109,40	42,10	36,80	29,00	15,40	28,80	66,00	180,40	189,40	1943-1976
51280000	235	-40,97000	-12,98000	81,90	77,70	102,80	69,00	34,40	24,20	19,50	10,20	10,00	36,50	129,70	119,90	1943-1983
51310000	230	-40,45000	-12,28000	93,40	88,50	103,10	68,50	38,50	47,50	40,00	26,70	23,70	35,30	105,30	115,60	1943-1983
51330000	222	-39,87000	-12,73000	72,40	40,40	65,70	40,20	35,20	22,40	15,90	9,60	9,10	20,50	59,50	74,70	1943-1983
51350000	217	-39,52000	-12,55000	64,90	56,70	86,40	53,80	3,40	41,80	46,60	26,30	24,80	33,10	39,10	53,20	1960-1983
51410000	154	-40,58000	-11,55000	70,40	61,50	83,30	62,30	47,30	63,10	58,60	37,20	27,70	25,70	95,80	92,70	1943-1983
51440000	136	-39,37000	-11,80000	62,90	56,80	61,90	57,70	58,20	48,70	55,00	6,30	21,30	29,30	85,60	84,60	1943-1972
51460000	206	-38,97000	-12,27000	60,40	63,60	86,30	90,90	100,50	83,10	76,60	50,50	40,74	37,00	88,90	69,60	1943-1983
1139001	-	-39,10528	-11,97750	99,10	86,98	70,43	62,28	99,16	71,29	62,29	47,09	40,93	57,84	74,18	90,52	1964-1979
1140010	-	-40,60000	-11,55333	97,46	68,50	100,72	58,44	50,05	48,58	43,20	35,13	31,94	35,55	73,24	95,72	1973-2005
1140018	-	-40,17833	-11,96056	72,64	88,40	94,67	76,10	65,77	55,11	56,46	45,89	27,84	36,79	96,91	121,67	1963-1990
1239010	-	-39,86667	-12,51667	74,57	71,49	55,71	34,58	22,46	33,11	19,54	16,31	28,66	28,12	56,00	61,84	1964-1991
1239012	-	-39,11667	-12,11667	72,60	75,87	72,89	73,49	88,24	79,97	61,78	40,78	40,05	41,73	70,56	79,53	1964-1991
1239018	-	-39,31667	-12,15000	70,06	67,14	74,18	72,16	80,11	76,13	62,68	43,74	32,15	31,48	62,28	80,01	1960-1991
1239021	-	-39,07509	-12,11105	63,93	59,26	71,32	90,70	82,87	72,05	79,11	58,21	39,96	39,45	64,44	70,87	1963-1983
1240010	-	-39,24694	-12,43472	84,62	73,43	91,34	83,78	53,08	32,53	32,44	17,94	16,10	32,02	122,63	132,91	1934-1962
1241006	-	-40,96667	-12,98333	137,67	125,23	139,23	113,01	42,63	37,04	23,22	20,10	28,58	97,93	174,65	193,53	1964-1991
1241033	-	-41,36667	-12,98333	163,1	99,46	142,91	75,75	40,28	29,01	21,75	21,72	24,93	43,93	157,38	174,9	1986-2005
1340015	-	-41,37000	-13,00750	79,06	70,39	73,98	44,60	19,37	17,59	8,78	11,24	12,58	32,42	73,27	108,60	1963-1991
1340024	-	-40,06806	-13,02222	105,50	96,08	129,24	79,21	32,81	43,91	41,32	38,75	27,78	65,26	127,95	131,88	1938-1982
1341014	-	-40,43333	-13,45000	123,12	130,14	122,65	107,91	71,59	80,17	74,93	54,63	50,21	95,24	145,65	149,42	1935-1982
46295000	257	-41,28389	-13,41583	100,60	87,20	96,40	49,50	12,90	1,40	1,20	0,50	10,80	45,70	142,00	135,00	1943-1979
50420000	147	-40,33000	-11,30000	94,50	105,70	123,40	83,60	55,10	57,00	58,90	38,30	29,00	40,30	89,10	111,00	1963-1983
50430000	146	-40,27000	-11,18000	103,50	99,80	98,50	68,70	46,00	42,40	41,20	24,60	23,30	22,10	87,70	87,60	1963-1983
50520000	73	-38,77000	-10,97000	42,00	35,20	67,60	63,40	70,50	45,80	42,70	30,20	18,30	19,50	56,60	69,40	1943-1983
50620000	125	-38,35000	-11,78000	51,30	70,70	85,80	99,90	113,00	96,90	92,00	71,80	47,50	49,00	81,30	64,00	1943-1981
50720000	282	-39,08000	-12,62000	135,70	215,80	207,40	199,80	231,30	211,90	190,70	136,80	131,80	179,70	136,70	140,10	1965-1983
51650000	284	-39,42000	-13,18000	91,50	100,10	137,30	144,40	108,60	128,20	139,30	194,20	71,50	74,00	134,50	124,20	1943-1977
51685000	284	-39,42000	-13,18000	91,50	100,10	137,30	144,40	108,60	128,20	139,30	194,20	71,50	74,00	134,50	124,20	1943-1977
51840000	289	-39,80000	-13,73000	130,80	195,40	185,10	188,40	188,60	246,70	250,30	175,80	170,30	174,30	169,00	143,10	1964-1983
52090000	309	-41,30000	-13,82000	84,40	143,50	92,50	91,20	53,90	23,90	15,80	6,10	8,90	23,50	85,40	81,50	1961-1990
52570000	298	-40,20000	-13,68000	102,70	93,50	81,80	76,70	43,60	48,80	55,20	29,60	38,60	70,20	110,30	110,90	1964-1983
47236000	172	-42,13000	-11,33000	143,10	113,00	125,40	71,30	4,10	4,50	1,80	0,50	2,70	50,70	132,90	94,30	1964-1983
51430000	86	-39,82000	-10,35000	71,60	78,80	103,00	71,90	44,60	52,00	40,10	21,90	19,90	24,30	42,60	71,10	1960-1983