



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**



FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: DESAFIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS

LUIZ CARLOS SOUSA SILVA



**Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos
São Cristóvão/ SE
Março de 2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: DESAFIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS

LUIZ CARLOS SOUSA SILVA

Tese de Doutorado submetida ao Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe – UFS, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Organização e Dinâmica dos Espaços Agrários e Regionais. Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosemeri Melo e Souza

Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE
Março de 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA

**FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: DESAFIOS À GESTÃO DAS
ÁGUAS**

LUIZ CARLOS SOUSA SILVA

Tese de Doutorado apresentada e aprovada como requisito ao grau de Doutor em Geografia, em
14 de março de 2014 , tendo como banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Rosemeri Melo e Souza
Orientadora/Presidente – DEAM/NPGEO/UFS

Prof. Dr. Dante Severo Giudice
Membro Externo – UCSAL-BA

**Prof. Dr. José Antônio Pacheco de
Almeida**
Membro Interno – DGEOL/NPGEO/UFS

Prof^a. Dr^a. Marcia Eliane Silva Carvalho
Membro Externo – DGE/UFS

Prof. Dr. José Eloizio da Costa
Membro Interno – DGE/NPGEO/UFS

Prof^a. Dr^a. Maria do Socorro F. da Silva
Membro Externo Suplente – DGE/UFS

Prof^a. Dr^a. Gicélia Mendes da Silva
Membro Interno Suplente – NPGEO/UFS

Luiz Carlos Sousa Silva
Doutorando

Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE
Março de 2014

“A água não discute com seus obstáculos, ela os contorna.”

(Sabedoria Oriental)

DEDICATÓRIA

A Dona **Marita Sousa**, minha adorada mãe. Ao Sr. **Luiz Pedro Silva** (*in memoriam*), meu inesquecível e querido pai. Juntos, construíram um firme caminho, pelo qual pude trilhar para alcançar meus objetivos de vida.

Aos meus queridos e amados filhos, **Juliana Couto, Luiz Pedro e Lucas José**, espelhos d'água que não se desmancham jamais. Torço para que possam ir mais longe que eu. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Por mais que digam que o desenvolvimento de uma tese é um caminho solitário, eu refuto e afirmo que não se constrói um trabalho dessa magnitude sozinho. São muitos aqueles que merecem meus sentimentos de gratidão, após a consecução de tamanha pesquisa científica. Pessoas que me ajudaram ao longo dessa caminhada, me deram apoio, incentivo e carinho, assim como instituições que foram cruciais na disponibilização de dados e informações. Porém, peço desculpas antecipadas por possíveis esquecimentos.

A minha querida mãe, Dona Marita Sousa, mulher guerreira e destemida, por ser tudo na minha vida. Mãe, amo muito a Senhora. Ao meu pai, já falecido, porém, sempre presente no meu coração. Devo tudo a vocês.

Aos meus filhos, Juliana Couto, Luiz Pedro e Lucas José, pilares de minha caminhada acadêmica e de minha vida, obrigado por estarem sempre presentes e dividirem comigo este e outros sonhos.

Aos meus queridos irmãos: Albertina Sousa (Beta), Luiz Alberto (Lula), José Carlos (Carlinhos), Gilson Sousa (Gilson), Claudine Sousa (Dine), Claudnilson Sousa (Disso) e Ricardo Sousa (Ricardo), obrigado pelo apoio, incentivo, carinho e por nunca perderem a confiança na minha capacidade de vencer. Agradeço também por estarem sempre presentes e fazerem parte da minha vida.

Agradeço a Jane, com muito carinho, os constantes incentivos e apoios e por sempre me colocar nas suas orações, para que me mantivesse firme em busca dos meus ideais. Obrigado, querida.

A todos os meus sobrinhos, tios, tias, primos, cunhados e demais parentes pelo incentivo e acalanto nos momentos em que mais precisei de sustento e descontração. Valeu, pessoal!

A Célia, companheira valorosa e inestimável, que sempre soube me conduzir, ao longo de tantas jornadas e, agora, rumo a essa conquista de grande magnitude. Muito obrigado por tudo, querida. Devo esta, também, a você.

A amiga e Professora Rosemeri Melo, minha orientadora. Sempre soube que podia contar com seus conhecimentos e ensinamentos, o que foi confirmado ao longo dessa extensa caminhada. Nenhuma palavra é capaz de expressar o quanto lhe sou grato. Valeu, amiga.

A todos os Professores do NPGeo e do Curso de Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, principalmente aos Professores Doutores Aracy Losano, Josefa Lisboa, Josefa Eliane, Maria Augusta, Dean Lee Hansen e Edson Rodrigues. Obrigado

pela oportunidade de partilhar do saber e dos conhecimentos. De modo especial, agradeço a Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Alves França, por sempre acreditar na minha capacidade de aprender.

Agradeço aos Professores formadores da banca examinadora por aceitarem dividir comigo as análises dessas elucubrações. Aos Professores Doutores Marcia Eliane Silva Carvalho, Dante Severo Giudice, José Antônio Pacheco de Almeida e José Eloizio da Costa. Obrigado.

Ao meu irmão Professor e Jornalista Gilson Sousa, meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade e atenção na revisão textual desta tese. Obrigado pelo carinho e dedicação.

Agradeço ao meu amigo Everton Ferreira (secretário do NPGeo) pelo apoio, brincadeiras e hospitalidade dentro do Núcleo, assim também como ao France Robertson, sempre gentil e bem humorado.

Aos amigos Doutores Edmilson Gomes e Maria do Socorro Ferreira da Silva, pela amizade, presteza e apoio. Contem sempre comigo.

Aos colegas da turma de 2010 do curso de Doutorado em Geografia da UFS, em especial ao Ednaldo, Edmilson, Anézia, Jailton, Hunaldo, Wagner e o Helber, vocês foram bons companheiros.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Sineide Montenegro pelo apoio, incentivos e as boas conversas durante as visitas a Aracaju, assim como pela revisão das referências bibliográficas. Agradeço também ao Prof. Sérgio Santana, do Instituto Salto Quântico, pelo conceito e criação da capa. Agradeço a Maria do Socorro Ferreira da Silva e a Gicélia Mendes, pela confecção do material cartográfico desta tese.

A todos os amigos do GEOPLAN, obrigado por tantos momentos de partilha do conhecimento, do saber, da amizade, da fraternidade. Destaco, também, o nome dos professores Roberto Souza e Ajibola Badiru. Sintam-se todos agradecidos e abraçados. Tenho orgulho de fazer parte desse grupo.

Agradeço a Ana Maria Correia de Andrade pelo incentivo e apoio dados a mim no início dessa jornada. Valeu por tudo Aninha.

Aos meus amigos da Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO pelas colaborações e contribuições nas diversas etapas desse trabalho. Ficam aqui registrados os meus sinceros agradecimentos a Cláudio Júlio, Antônio José, Orlando Rebelo, Osmar Lira, Milton Oliveira, Edson Menininho, Marcele Santos, Bárbara Gomes, Tânia Sampaio, Luciana e Geovana, a Carlos Melo, a Edson Barreto, a Maria Auxiliadora, a Fernanda, a toda DEMA, a todo pessoal da GESA, e a todos dessa empresa que transmitiram energia positiva e complacência durante essa caminhada, meu muito obrigado.

Agradeço a DESO pelo apoio logístico, acesso a dados e disponibilidade de participação nos comitês de bacias hidrográficas, que foram fundamentais durante a construção do banco de informações.

Agradeço à Secretaria de Estado da Educação pela agilidade em conceder minha licença para curso, fundamental para viabilização desse estudo, como também aos meus amigos Professores e corpo diretivo do Colégio Estadual Governador Augusto Franco. Agradeço também a Universidade Federal de Sergipe (UFS) por ofertar o curso de Doutorado e oportunizar minha formação, disseminando conhecimento e expandindo educação.

Aos amigos da Superintendência de Recursos Hídricos – SRH, Fátima, Ângela, Patrícia, Niceia, Ailton Rocha, Pedro Lessa, Jackson, Sérgio, João Carlos, Ana Paula e Renilda, obrigado por me acolherem de forma carinhosa.

Aos amigos das águas, aqueles que compartilham comigo o desejo de ver a sustentabilidade universal desse recurso no nosso Estado e no Brasil. A Rosa Cecília, Manoel Messias, Elaine Crhistian, Adnelço Vidal, Maria Marques, Everaldo Carvalho, Márcia Regina, Januário Conceição, Lupércio Zioldo, Mário Dantas, Suraya Mondaelle, Vicente Barbosa, Affonso Albuquerque e todos os voluntários abnegados participantes dos parlamentos das águas como o CBHP, o CBHJ, o CBHS, o FSCBH, o FNCBH e a REBOB, meu muito obrigado.

Aos amigos da turma da fubangada/CEGAF, que muito me incentivaram e me apoiaram nessa jornada. Agradeço pelo carinho e amizade de Selma, Juliana, Simone, Diógenes, Daiane, Rosiene, Joelma, Crhisleide e Gilberlane. Valeu pessoal.

Aos companheiros da pelada dos sábados, obrigado pelo apoio, incentivo e distração, em especial a Zé Luiz, Antônio Linguinha, Cosme, Roberto Leite e filhos, Aroaldo Souza, Zeniton, Cel. Jackson, Luciano, Paulo, a turma de Geraldo, Peu, Araquém, Leilton, Júnior, Belmiro e Moisés.

Aos amigos de longas datas e que sempre estiveram comigo, compartilhando saberes e contribuindo para meu crescimento e minha autoestima. A Cátia Solange, Mário Léo, Orlando Santana, Aécio Ferreira, Adevaldo Pereira, Antônio Góes, Marta Pereira, Adailton Alves (*in memorian*), Ana Rosa, Francisco Júnior, Josilene Santos, Paula Andrade, Reginaldo e Ana Ruthe, Gisélia, Verleide Medeiros, Tereza Virgínia, Marcos Andrade, Renata Mach^{ix} Elenilza Andrade e vários outros.

Aos amigos de Salvador, Dona Cal (*in memorian*) e parentes, Seu Manoel, Rose, Joilson, Terezinha, Jonilson e toda turma de Madre de Deus. Obrigado por tudo.

A tantas outras pessoas e instituições não citadas, mas que prestaram valiosa colaboração à realização deste estudo, manifesto meus agradecimentos.

Ao terminar este trabalho desejo expressar minha gratidão a todos que, de forma direta e indireta, contribuíram para a realização e consecução deste projeto de vida.

Por fim, a DEUS e ao Nosso Senhor Jesus Cristo, por terem me dado vida, saúde e perseverança para a realização deste sonho. Pela presença e força constantes em todos os momentos de alegrias, de dificuldades, de superação dos dias difíceis vividos durante estes quatro anos de labuta. Aos Autores de toda Sabedoria e de toda Ciência, só me resta dizer, muito obrigado por este momento de Vitória!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Prof^a. Dr^a Gicélia Mendes da Silva, companheira, amiga, mentora e parceira fiel que, para mim, representa “o tudo”.

A Prof^a. Dr^a. Rosemeri Melo e Souza, amiga de longa data, pessoa de fino trato e inteligência apurada. Agradeço por me apoiar e me orientar com sabedoria e destreza nessa árdua e prazerosa jornada. Obrigado por tudo.

RESUMO

A bacia hidrográfica como unidade de estudo geoambiental é um importante cenário para o conhecimento do funcionamento dos recursos naturais e consequente planejamento eficaz e equilibrado de sua utilização, de modo a adequar-se às potencialidades e características peculiares de cada ambiente. A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHS), por suas peculiaridades e importância econômica, social e cultural para o Estado de Sergipe, foi escolhida como palco para nossas análises focadas num estudo integrado que forneça subsídios confiáveis à elaboração de políticas de conservação e melhor utilização dos recursos naturais, mais especificamente, a água. Por ser uma das mais antropizadas do Estado, em consequência de em sua área estarem contidos importantes municípios do ponto de vista econômico e populacional, a exemplo de Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Itabaiana e Nossa Senhora da Glória, o estudo da BHS, sob a perspectiva proposta neste trabalho, deseja trazer contribuições que possam servir de base para outros estudos. O objetivo deste trabalho é analisar a fragilidade hídrica ecodinâmica nos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, avaliando sua potencialidade hídrica, os conflitos gerados a partir dos múltiplos usos da água e o modelo de gestão estabelecido pela Lei das Águas. O caminho metodológico escolhido para as análises pautou-se na revisão bibliográfica de autores que tratam das temáticas em questão, avaliando através do modelo de fragilidade geoambiental, elaborado por Ross (1994), as condições de fragilidade da bacia. Os estudos realizados indicam que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta intensa fragilidade geoambiental, estando seus solos, águas, cobertura vegetal e micro climas em constante exposição às condições de instabilidade ecodinâmica, provocadas pelas ações antrópicas em toda área da BHS, principalmente devido à forma de apropriação e utilização dos espaços naturais e dos recursos hídricos. As diferentes peculiaridades geoambientais existentes em cada seção da BHS apontam para resultados distintos de fragilidade potencial ecodinâmica e de fragilidade emergente ecodinâmica, contribuindo assim para a fragilidade hídrica ecodinâmica na BHS com fortes indícios de escassez e dependência de águas de outras bacias hidrográficas. Essa fragilidade no ambiente hídrico é regida pelo modelo de uso e ocupação do solo nos vinte e seis municípios da BHS. Esta constatação reforça a tese de que, pelas características peculiares e particulares de cada ambiente fisiográfico presente na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, a alteração e a adequação do atual modelo de gestão precisam ser, urgentemente, implementados para que atenda às características individuais de cada um dos ambientes que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, no sentido de fortalecer a gestão dos recursos hídricos e garantir água, qualitativa e quantitativamente, em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe para os múltiplos usos da atual e das futuras gerações.

Palavras-Chave: bacia hidrográfica, rio Sergipe, fragilidade hídrica, ecodinâmica e gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT

The river basin as a geo-environmental unit of study is an important scenario for the knowledge of the functioning of the natural resources and consequent efficient and balanced planning of its usage, in order to adapting to the particular characteristics and capabilities of each environment. The Sergipe River Basin (SRB), for its peculiarities and economic, social and cultural importance to the State of Sergipe, was chosen as stage for our analysis focused on an integrated study that provides reliable subsidies for the elaboration of conservation policies and better use of the natural resources, more precisely, water. Being one of the most anthropized of the State because in its area there are important cities from an economic and population point of view, e.g. Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Itabaiana and Nossa Senhora da Glória, the study of the SRB, under the perspective proposed in this work, aims to bring contributions that may serve as a basis for further studies. The objective of this work is to analyze the ecodynamic water fragility in physiographic environments of the Sergipe River Basin, through assessing its water potential, conflicts generated from the multiple uses of water and the management model established by the Water Law. The methodological approach chosen for the analysis was based on the literature review of authors who treat the theme in question, by assessing, through the geo-environmental frailty model, which was developed by Ross (1994), the conditions of fragility of the basin. Previous researches have indicated that the Sergipe River Basin presents intense geo-environmental fragility, with its soils, waters, vegetation coverage and micro climates in constant exposure to the ecodynamics instability conditions caused by anthropic actions everywhere at the SRB, mainly due to the way of ownership and use of natural areas and water resources. The different geo-environmental peculiarities in each section of the BHS suggest different results of ecodynamic potential fragility and ecodynamic emerging fragility, thus contributing to the ecodynamic water weakness in the SRB ecodynamics with strong evidences of shortage and dependence of water from other water basins. This fragility on the water environment is governed by the model of use and occupation of soil in the twenty-six counties of the SRB. This finding reinforces the thesis that, by the peculiar and particular characteristics of each physiographic environment present in the Sergipe River Basin, the change and the adequacy of current management model need to be, urgently, implemented to answer the individual characteristics of each environments that make up the water basin of the Sergipe river, to strengthen the management of water resources and ensure water, quality and quantitatively, throughout the Sergipe River Basin to the multiple uses of present and future generations.

Keywords: river basin, Sergipe river, fragile water, ecodynamics and water resources management.

RESUMEN

La cuenca hidrográfica como unidad de estudio geo ambiental es un escenario importante para el conocimiento del funcionamiento de los recursos naturales y el consiguiente planeamiento eficaz y equilibrado de su utilización, de modo que se adecue a las potencialidades y características peculiares de cada ambiente. La cuenca hidrográfica del río Sergipe (CHS), por sus peculiaridades e importancia económica, social y cultural para el estado de Sergipe, fue escogida como escenario de nuestros análisis enfocados en un estudio integrado que provea subsidios confiables a la elaboración de políticas de conservación y de mejor utilización de los recursos naturales, específicamente, el agua. Por ser una de las más antropizadas del estado, en consecuencia de que en su área se localizan importantes municipios desde punto de vista económico y poblacional, por ejemplo Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Itabaiana y Nossa Senhora da Glória, el estudio de la CHS, bajo la perspectiva propuesta en este trabajo, desea aportar contribuciones que puedan servir de base a otros estudios. El objetivo de este trabajo es analizar la fragilidad hídrica ecodinámica en los ambientes fisiográficos de la Cuenca Hidrográfica del río Sergipe, evaluando su potencialidad hídrica, los conflictos generados a partir de los múltiples usos del agua y el modelo de gestión establecido por la Ley de las Aguas. El camino metodológico escogido para los análisis se basó en la revisión bibliográfica de autores que tratan los temas en cuestión, evaluando a través de modelos de fragilidad geoambiental, elaborado por Ross (1994), las condiciones de fragilidad de la cuenca. Los estudios realizados indican que la Cuenca Hidrográfica del río Sergipe presenta una intensa fragilidad geoambiental pues en sus suelos se encuentran agua, cubierta vegetal y micro climas en constante exposición a las condiciones de inestabilidad ecodinámica, provocadas por las acciones antrópicas en toda el área de la CHS, principalmente debido a la forma de apropiación y utilización de los espacios naturales y de los recursos hídricos. Las diferentes peculiaridades geoambientales existentes en cada sección de la CHS apuntan hacia resultados distintos de fragilidad potencial ecodinámica y de fragilidad emergente ecodinámica, contribuyendo así con la fragilidad hídrica ecodinámica en la CHS con fuertes indicios de escasez y dependencia de aguas de otras cuencas hidrográficas. Esa fragilidad en el ambiente hídrico está regida por el modelo de uso y ocupación del suelo en los veintiséis municipios de la CHS. Esta constatación refuerza la tesis de que, por las características peculiares y particulares de cada ambiente fisiográfico presente en la Cuenca Hidrográfica del río Sergipe, la alteración y la adecuación del actual modelo de gestión precisan ser, urgentemente, implementados, para que atienda a las características individuales de cada uno de los ambientes que componen la Cuenca Hidrográfica del río Sergipe, en el sentido de fortalecer la gestión de los recursos hídricos y garantizar agua cualicuantitativamente en toda la Cuenca Hidrográfica del río Sergipe para los múltiples usos de la actual y de las futuras generaciones.

Palabras Clave: cuenca hidrográfica, río Sergipe, fragilidad hídrica, ecodinámica y gestión de recursos hídricos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Bacias hidrográficas do Estado de Sergipe.....	36
Figura 02: Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....	38
Figura 03: Municípios totalmente e parcialmente inseridos na BHS.....	44
Figura 04: Caminho metodológico da tese.....	47
Figura 05: Seções da BHS.....	50
Figura 06: Áreas referenciais de fragilidade na BHS.....	54
Figura 07: Rede de drenagem da seção do alto curso da BHS.....	55
Figura 08: Rede de drenagem da seção do médio curso da BHS.....	56
Figura 09: Rede de drenagem da seção do baixo curso da BHS.....	57
Figura 10: Declividade da BHS.....	61
Figura 11: Tipos de solos da BHS.....	66
Figura 12: Tipos de solos da seção do alto curso da BHS.....	68
Figura 13: Tipos de solos da seção do médio curso da BHS.....	69
Figura 14: Tipos de solos da seção do baixo curso da BHS.....	70
Figura 15: Uso e cobertura dos solos da seção do alto curso da BHS.....	76
Figura 16: Uso e cobertura dos solos da seção do médio curso da BHS.....	77
Figura 17: Uso e cobertura dos solos da seção do baixo curso da BHS.....	78
Figura 18: Origem da água na BHS.....	80
Figura 19: Reunião ordinária em Aracaju do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe em 2013.....	140
Figura 20: Estrutura Organizacional da SRH, 2008.....	150
Figura 21: Equipamento de dessalinização da água subterrânea na seção do alto curso da BHS.....	155
Figura 22: Foz do rio Poxim sob pressão urbana na cidade de Aracaju.....	158
Figura 23: Ocupações irregulares em APP às margens do rio do Sal em Nossa	160

Senhora do Socorro/SE.....	
Figura 24: Trecho aéreo da adutora Sertaneja no município de Amparo do São Francisco/SE.....	170
Figura 25: Sistemas de abastecimento de água do Estado de Sergipe, 2012.....	175
Figura 26: Despejo de efluentes domésticos sem tratamento direto no riacho Palame, sub-bacia hidrográfica do rio do Sal no Conjunto Jardim, município de Nossa Senhora do Socorro/SE.....	176
Figura 27: Conflitos pelo uso da água com criação de peixes em tanques-rede na barragem Jacarecica II.....	178
Figura 28: Criação de peixes exóticos em tanques-rede na barragem Jacarecica II....	179
Figura 29: Barramento particular não autorizado no rio Jacarecica em período de estiagem.....	181
Figura 30: Tomada d'água para irrigação no Açude da Macela em Itabaiana.....	182
Figura 31: Vista interna do reservatório e vertedouro da Barragem Jacarecica I.....	184
Figura 32: Vista panorâmica do reservatório hídrico da Barragem Jacarecica II entre os municípios de Areia Branca e Malhador/SE.....	185
Figura 33: Vista do reservatório hídrico da barragem Poxim Açú em São Cristóvão/SE.....	186
Figura 34: Poço tubular e irrigação de cultivos agrícolas temporários em Moita Bonita/SE.....	188
Figura 35: Utilização da água do rio Jacarecica para lavagem de roupas, utensílios e banho.....	189
Figura 36: Canal de derivação de água de um dos eixos do projeto de transposição do rio São Francisco em Pernambuco. 2012.....	196
Figura 37: Usina Hidrelétrica de Xingó no rio São Francisco, entre os Estados de Sergipe e Alagoas.....	198
Figura 38: Paisagem em morfogênese com alta fragilidade na ARF-1A da seção do alto curso da BHS.....	210
Figura 39: Paisagem com intergrade, apresentando fragilidade média na ARF-2A da seção do alto curso da BHS.....	212
Figura 40: Mapa dos meios ecodinâmicos de fragilidade potencial alto curso.....	214
Figura 41: Paisagem com sulcos e ravinações na ARF-3M da seção do médio curso da BHS.....	215
Figura 42: Paisagem com sedimentos e aluviões nas margens e na calha do riacho Mata Verde em Malhador, pertencente à ARF-4M da seção do médio curso da BHS.	218
Figura 43: Mapa dos meios ecodinâmicos de fragilidade potencial médio curso.....	219
Figura 44: Paisagem em intergrade e relevo colinoso na ARF-5B da seção do baixo	

curso da BHS.....	221
Figura 45: Paisagem em intergrade e com fragilidade potencial média na ARF-6B da seção do baixo curso da BHS.....	223
Figura 46: Meios ecodinâmicos de fragilidade potencial na seção do baixo curso da BHS.....	224
Figura 47: Áreas referenciais de fragilidade ecodinâmica potencial na BHS.....	225
Figura 48: Propriedade na ARF-1A com cultivo de milho próximo a vegetação de Caatinga, indicando fragilidade emergente alta e em processo de morfogênese.....	229
Figura 49: Nossa Senhora Aparecida: vida urbana na paisagem da ARF-2A, reforçando o sentido de fragilidade emergente alta.....	231
Figura 50: Áreas referenciais de fragilidade emergente e ecodinâmica do alto curso da BHS.....	233
Figura 51: Cultivos de olerícolas na ARF-3M. Paisagem com forte interferência humana em Itabaiana.....	235
Figura 52: Queimada como exemplo de definição da fragilidade emergente alta na área do riacho Cajueiro dos Veados em Malhador/SE, região da seção do MCBHS.....	237
Figura 53: Áreas referenciais de fragilidade emergente e ecodinâmica do médio curso da BHS.....	239
Figura 54: Paisagem com sedimentos aluvionais no rio Poxim-Açú, na ARF-5B da seção do MCBHS.....	241
Figura 55: Vista aérea da área estuarina da cidade de Aracaju na ARF-6B: Região de forte pressão sobre os recursos hídricos e o meio ambiente.	243
Figura 56: Áreas referenciais de fragilidade emergente e ecodinâmica do baixo curso da BHS.....	245
Figura 57: Áreas referenciais de fragilidade ecodinâmica emergente da BHS.....	246
Figura 58: Fragilidade emergente e ecodinâmica na BHS.....	247
Figura 59: Áreas referenciais. Origem da água na BHS.....	249
Figura 60: Fragilidade hídrica a partir da origem da água.....	250
Figura 61: Fragilidade hídrica e ecodinâmica na BHS.....	252

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Atributos da Paisagem x Variáveis Ambientais da BHS.....	42
Quadro 02: Distribuição Política dos Municípios da BHS.	49
Quadro 03: Principais características das seções da BHS.	51
Quadro 04: Identificação e localização das ARF na BHS.	52
Quadro 05: Fatores para determinação da fragilidade ambiental na BHS.....	59
Quadro 06: Classes de declividade para detecção do grau de fragilidade potencial....	62
Quadro 07: Tipos e características dos solos presentes na BHS.	63
Quadro 08: Classes de fragilidade à erodibilidade dos tipos de solos face ao escoamento superficial de águas pluviais.	65
Quadro 09: Classes de fragilidade climática (pluviosidade) da BHS.....	72
Quadro 10: Classes de proteção ao solo pelo tipo de cobertura vegetal e uso da terra.	75
Quadro 11: Capacidade de atendimento às demandas dos municípios pela água presente na BHS.....	81
Quadro 12: Classes de fragilidade face à demanda de águas subterrâneas e superficiais.....	81
Quadro 13: Cursos de Capacitação em Recursos Hídricos oferecidos em 2013.....	142
Quadro 14: Comitês de bacias hidrográficas que efetuam a cobrança pelo uso da água, 2013.....	146
Quadro 15: Múltiplos usos das águas da BHS.....	164
Quadro 16: Sistemas de abastecimento de água operados pela DESO na BHS.....	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Situação populacional estimada para o ano de 2013 da BHS.....	39
Tabela 02: Situação do Saneamento Básico dos municípios da BHS.....	168
Tabela 03: Relação entre oferta e demanda por água na BHS.....	202
Tabela 04: Matriz de correlação declividade/solo nas áreas referenciais de fragilidade da BHS.....	206
Tabela 05: Apresentação gráfica dos resultados, cálculo da média ponderada e distribuição por classes de fragilidade potencial da BHS.....	207
Tabela 06: Matriz de correlação fragilidade potencial/ uso e cobertura do solo nas áreas referenciais de fragilidade da BHS.....	208
Tabela 07: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-1A.....	209
Tabela 08: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-2A.....	211
Tabela 09: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-3M.....	213
Tabela 10: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-4M.....	216
Tabela 11: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-5B.....	220
Tabela 12: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-6B.....	222
Tabela 13: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-1A.....	227
Tabela 14: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-2A.....	230
Tabela 15: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-3M.....	234
Tabela 16: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-4M.....	236
Tabela 17: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-5B.....	240
Tabela 18: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-6B.....	242

LISTA DE SIGLAS E LEGENDAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
ACBHS	Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
ACOPIJAC	Associação Comunitária do Perímetro Irrigado do Jacarecica I.
ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente.
ANA	Agência Nacional de Águas.
APA	Área de Proteção Ambiental.
APP	Área de Preservação Permanente.
ARF-1A	Área Referencial de Fragilidade 1 do Alto Curso da BHS.
ARF-2A	Área Referencial de Fragilidade 2 do Alto Curso da BHS.
ARF-3M	Área Referencial de Fragilidade 3 do Médio Curso da BHS.
ARF-4M	Área Referencial de Fragilidade 4 do Médio Curso da BHS.
ARF-5B	Área Referencial de Fragilidade 5 do Baixo Curso da BHS.
ARF-6B	Área Referencial de Fragilidade 6 do Baixo Curso da BHS.
ASF	Adutora do São Francisco.
BANESE	Banco do Estado de Sergipe.
BCBHS	Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
BHS	Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
BIRD	Banco Mundial (Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento).
CBHS	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
CBHP	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí.
CBHJ	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba.
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
CEHOP	Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas.
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco.
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica.
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba.
COHIDRO	Companhia de Recursos Hídricos de Sergipe.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
CREA	Conselho Federal de Engenharia.
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe.
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra Seca.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
EMDAGRO	Empresa de Desenvolvimento Agropecuário.
ETA	Estação de Tratamento de Água.
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos.
ENCOB	Encontro Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas.
FNCBH	Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas.
FSCBH	Fórum Sergipano de Comitês de Bacias Hidrográficas.
FUNERH	Fundo Estadual de Recursos Hídricos.
GAP	Galeria de Águas Pluviais.
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.
JICA	Japan Internacional Corporation Agency.
MCBHS	Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
NaCl	Cloreto de Sódio.
NPGeo	Núcleo de Pós-Graduação em Geografia.
OMS	Organização Mundial da Saúde.
ONS	Operador Nacional do Sistema.
ONU	Organização das Nações Unidas.
PAS	Programa Águas de Sergipe.
PCJ	Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro SA.
PRONAF	Programa Nacional da Agricultura Familiar.
REBOB	Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas.
RESEX	Reserva Extrativista.
RMA	Região Metropolitana de Aracaju.
RPPN	Reserva Particular de Proteção Natural.
SEDURB	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano.
SEFAZ	Secretaria de Estado da Fazenda.

SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.
SEPLAG	Secretaria de Estado do Planejamento e Gestão.
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
SRH	Superintendência de Recursos Hídricos.
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.
TGS	Teoria Geral dos Sistemas.
UFS	Universidade Federal de Sergipe.

SUMÁRIO

EPÍGRAFE.....	iv
DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS.....	vi
AGRADECIMENTOS ESPECIAIS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
RESUMEN.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE QUADROS.....	xvii
LISTA DE TABELAS.....	xviii
LISTA DE SIGLAS E LEGENDAS.....	xix
 SUMÁRIO.....	 xxii
 INTRODUÇÃO.....	 24
O desvelar da tese.....	25
Trajetória de construção do objeto.....	31
Objetivos da pesquisa.....	32
Cenários da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....	35
 Capítulo 1.....	 45
1 A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA.....	46
1.1 Caminho metodológico da tese.....	46
1.2 Seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....	48
1.3 Áreas Referenciais de Fragilidade.....	52
 Capítulo 2.....	 86
2 ESPAÇO E PAISAGEM NA CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO	87
2.1 O Espaço enquanto palco de múltiplas relações.....	87
2.2 A Paisagem como cenário da dinâmica da bacia hidrográfica.....	97
2.3 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão	104

2.4 Os sistemas e as escalas nos estudos da fragilidade ambiental.....	110
2.5 A ecodinâmica e a fragilidade hídrica nas paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe	115
Capítulo 3.....	119
3 NORMATIZAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM SERGIPE.....	120
3.1 A gestão dos recursos hídricos no Brasil.....	120
3.2 Contribuições e entraves da Lei que rege os recursos hídricos no Brasil.....	125
3.3 O sistema de gerenciamento dos recursos hídricos em Sergipe.....	129
3.4 O desafio da gestão participativa das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.	135
Capítulo 4.....	153
4 POTENCIALIDADES E CONFLITOS HÍDRICOS A PARTIR DOS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA.....	154
4.1 Potencialidade e Fragilidade Hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....	154
4.2 Usos múltiplos da água e arenas de conflitos.....	162
4.3 O sistema de gestão dos recursos hídricos e a dependência do Rio São Francisco..	191
Capítulo 5.....	200
5 FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE.....	201
5.1 As diferentes realidades de potencialidade hídrica na BHS.....	201
5.2 As fragilidades ecodinâmicas potencial e emergente da BHS.....	203
5.2.1 <i>Fragilidade potencial e ecodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....</i>	<i>203</i>
5.2.2 <i>Fragilidade emergente e ecodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....</i>	<i>226</i>
5.2.3 <i>Fragilidade hídrica e ecodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.....</i>	<i>248</i>
CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	258
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	264

INTRODUÇÃO



Reservatório hídrico da Barragem Jacarecica II, entre os municípios de Areia Branca e Malhador.

“O rio transporta o alimento, a sabedoria, a paciência. O rio conduz a vida”.

Luiz Carlos Sousa Silva

INTRODUÇÃO

O desvelar da tese

Desde o início do último século os recursos naturais, capitaneados pela água, passaram a ocupar lugar de destaque nas políticas de desenvolvimento socioeconômico, gerando modernização e qualidade de vida nas áreas urbanas e rurais. Ao mesmo tempo, os grandes avanços tecnológicos obtidos pelo ser humano, principalmente no decorrer dos últimos cinquenta anos, vêm ocasionando sérios problemas ambientais ao Planeta e que, em alguns casos, alcançam até o nível da irreversibilidade.

O grande crescimento populacional em algumas regiões do Planeta, a crescente expansão industrial dos países ricos e emergentes, o modelo de consumo desenfreado adotado pela sociedade moderna, entre outros fatores, ocasionaram uma sobrecarga aos recursos naturais, provocando fortes alterações no ambiente natural. A utilização em demasia desses recursos, bem como a falta de uma consciência sólida de conservação dos mesmos, indicam para um futuro incerto quanto à manutenção do desenvolvimento social e econômico da sociedade contemporânea.

No Brasil, a questão ambiental tem sido tratada como em muitos outros países emergentes, nos quais os problemas são identificados e as soluções adiadas. Após a década de 1950 foram adotadas políticas desenvolvimentistas, calcadas na industrialização e exploração dos recursos naturais, sem uma preocupação com a preservação ambiental. Desta maneira, diversos problemas ambientais surgiram como decorrência do modelo econômico adotado pelo país para seu desenvolvimento econômico.

Assim como o Brasil, o Estado de Sergipe também vem sentindo as mudanças ambientais com a alteração de sua paisagem e a exploração desenfreada dos seus recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos, provocadas pela expansão urbana e populacional e pela falta de instrumentos de gestão que possam garantir a equidade desse bem comum.

Neste cenário em que se prega a necessidade de desenvolvimento econômico atrelado à preservação dos recursos naturais, diversas discussões são realizadas, a fim de procurar uma solução para esta problemática. No meio dessa batalha estão os recursos naturais que, em muitas ocasiões, já deram sinais de esgotamento e limitações. De todos, indubitavelmente, os recursos hídricos têm sido, em todo mundo, os mais explorados, utilizados e degradados.

Essencial à vida, a água constitui elemento necessário para quase todas as atividades humanas, sendo, ainda, componente fundamental da paisagem e do meio ambiente. Trata-se de bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e protegido. (SETTI, et al. 2000, p. 30).

Desse modo, fica evidenciado que os diversos usos da água dependem, principalmente, de um estudo mais detalhado e complementar das necessidades e demandas de cada comunidade inserida numa bacia hidrográfica. Essas necessidades como: uso doméstico, dessedentação de animais, utilização na agricultura, dentre outras, tornam-se conflitantes quando a região vive sob regime de escassez por apresentar déficit hídrico e com alternativas limitadas.

Nesse sentido, o regime hídrico de uma bacia hidrográfica é fator determinante para sustentação da recarga e da intensidade da vazão, sendo o clima, o principal condicionante para o equilíbrio da oferta hídrica.

De acordo com as condições edafoclimáticas da bacia hidrográfica, seu potencial hídrico poderá promover oscilações, fazendo com que haja reduções e alterações no seu balanço hídrico e, conseqüentemente, na sua oferta. Assim,

Essas alterações nos cursos de água, embora atinjam o ambiente de forma geral, atingem mais direta e fortemente as populações que habitam áreas próximas a cursos de água. São elas as que recebem a maior parte dos impactos e tem a suas condições de vida pioradas rapidamente. (FONSECA e BASTOS, 1997, p. 24-25)

Na tentativa de corrigir essas distorções, o homem faz uso de variados instrumentos artificiais, através de construção e implantação de obras hídricas. Dezenas de barragens são construídas ao longo dos rios para possibilitar a regularização da vazão e o acúmulo d'água em reservatórios hídricos, com diversas finalidades, dentre elas a geração de energia, o abastecimento público, uso na aquicultura, na piscicultura, como também para a prática da irrigação na agricultura, pois,

É o trabalhador que, vivendo na terra e do que ela produz, planta e colhe o alimento que vai para nossa mesa e para a mesa dos burgueses, e, que se envolve mais diretamente com os segredos da natureza que se utiliza da produção de pequenas hortas ao longo de suas margens, de plantações temporárias de mandioca, milho, hortaliças e outros produtos que necessitam de acompanhamento para se desenvolver. (MOURA, 1988, p. 46)

Como preconiza a Lei que rege os recursos hídricos no Brasil, a oferta de água deve ser repartida entre os múltiplos usuários com igualdade e oportunidades, dentro de um

princípio que promova a maximização desse líquido. O uso múltiplo está entre as boas práticas da gestão dos recursos hídricos. (RIBEIRO, 2008, p. 49).

A sociedade moderna ampliou consideravelmente a diversidade de usos das águas (LANNA, 1999, p. 08). Ao longo de toda história da humanidade, o desenvolvimento econômico e a diversificação da sociedade resultaram em usos múltiplos e variados dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Não só o aumento populacional e a aceleração da economia ampliam os usos múltiplos, mas também o desenvolvimento cultural faz com que outras necessidades sejam incorporadas, resultando em impactos diversificados e de maior amplitude. (TUNDISI, 2011, p. 60).

Quanto mais diversificados forem os usos dos recursos hídricos, maiores e mais complexos serão os impactos ao meio ambiente, sejam eles negativos ou positivos. Negativos quanto à poluição dos corpos hídricos por efluentes sem tratamento, pela erosão dos solos ou pela alteração dos ecossistemas. Positivos na relação de desenvolvimento que o uso da água proporciona às sociedades, promovendo saúde e expansão socioeconômica.

Assim, os usos múltiplos dos recursos hídricos se manifestam nas mais diferentes formas e ações, como: abastecimento humano; dessedentação de animais; abastecimento industrial; agricultura irrigada; geração de energia elétrica; pesca; piscicultura e aquicultura; navegação; lançamento, diluição e transporte de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos; esporte, lazer e turismo; demandas ecológicas e manutenção da biodiversidade, seja aquática ou não; dentre outros.

É inquestionável a utilidade que a água representa para o homem e a sua presença é fator determinante para a melhoria do seu bem-estar e o desenvolvimento das comunidades, (CARRERA-FERNANDEZ, 2002, p. 23). No entanto, tida como recurso que em muitos lugares e momentos é escasso, a água é um bem finito e com distribuição espacial irregular no planeta, necessitando assim, ser bem gerida e utilizada de forma consciente e racional.

Ainda, segundo Carrera-Fernandez,

A utilização múltipla dos recursos hídricos requer um gerenciamento adequado e condições apropriadas de saneamento básico e ambiental das bacias hidrográficas. A poluição dos mananciais restringe o uso para abastecimento humano, animal e até mesmo industrial, limitando o seu uso para irrigação e pesca, além de inviabilizar o seu uso para lazer, esporte e recreação. A falta de tratamento de efluentes líquidos urbanos e/ou industriais e a adequada disposição final dos resíduos sólidos constituem as principais causas de degradação ambiental. (CARRERA-FERNANDEZ, 2002, p. 105).

Portanto, o princípio da garantia da quantidade e da qualidade da água existentes nos corpos hídricos em todo Planeta está numa melhor gestão e na implementação de instrumentos adequados e que possam promover a universalização dos recursos hídricos.

Como fator preponderante para obtenção do equilíbrio hídrico no planeta, a sociedade deve conhecer as características de cada uso da água. Os fatores que determinam suas demandas é elemento importante para que se possa racionalizar o seu uso. É através da compatibilização do uso da água com a sua disponibilidade na natureza que se pode evitar, ou mesmo eliminar, os conflitos entre os seus múltiplos usuários. É dessa combinação que podem sair alternativas para o abastecimento de toda população do planeta.

Diante dos riscos iminentes de escassez e do modelo de vida adotado pela sociedade moderna nos últimos cinquenta anos, e baseado no consumo desenfreado dos recursos naturais, a água passou a ser considerado elemento de valor econômico e de importância vital.

Para que se possa atender a toda demanda atual por água, incluindo os múltiplos usos, se faz necessário o aprimoramento de estudos e pesquisas em bacias hidrográficas, utilizando ferramentas que possam alcançar resultados concretos e que permitam serem adotadas para o planejamento e a gestão desses recursos hídricos.

Esses estudos e pesquisas, aliados a um modelo de educação que possa conscientizar as pessoas e ensiná-las a usar corretamente os recursos hídricos, se configuram na base e na garantia de que a quantidade de água existente no Planeta será suficiente para promover o desenvolvimento socioeconômico da humanidade.

Apesar das discrepâncias existentes entre regiões que possuem água com abundância e regiões onde não há água suficiente para as demandas básicas, onde os conflitos pelo uso da água estão mais enraizados e que, no futuro, deverão alavancar motivações até para conflitos armados e onde, segundo a ONU, entre oito pessoas no mundo, uma não tem acesso a água potável, nota-se que as soluções para tantos conflitos podem vir a partir de estudos técnicos de qualidade e decisões políticas inteligentes.

Assim, a preocupação com a gestão dos recursos hídricos em todo mundo está cada vez mais ascendente. Os riscos de escassez hídrica em diversas regiões que convivem com adversidades climáticas, pressão populacional e com o desejo de desenvolvimento, colocam a necessidade de melhor gerir as águas no ápice das políticas de sustentabilidade.

Dessa forma, é possível vislumbrar um modelo social que reúna compromisso, interesse e conhecimento, para que, assim, possamos continuar com estudos e pesquisas que levem os dirigentes políticos e detentores de decisões a adotarem políticas que promovam a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento social.

Esta pesquisa desenvolveu um estudo integrado sobre os recursos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Esse estudo, além de analisar a situação do ambiente natural da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHS), com suas diversas variáveis e atributos, considerou ainda a atuação da legislação e da gestão de recursos hídricos no cenário estadual, a fim de determinar o grau de fragilidade hídrica potencial e emergente, a partir de ações antrópicas, além de propor políticas para reestabelecimento de uma situação de equilíbrio ambiental.

Os estudos de fragilidade ambiental, com inserção das condições de oferta e demanda por água, em regiões de características físicas variadas e contrastantes, com elevada diversidade de conflitos pelo uso da água, a exemplo da BHS, tornam-se um importante elemento de caráter científico para a implementação de políticas que possam minimizar os impactos causados pelo atual modelo de vida e consumo.

Desse modo, as atuais condições ambientais em que está envolvida a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe tornam-se preocupantes, configurando-se em um problema para a pesquisa, uma vez que o aumento do contingente populacional dos seus municípios, atrelado ao aumento das suas necessidades e o crescimento das atividades econômicas, provocam o incremento na demanda por água, já que o aumento da degradação ambiental em toda área da BHS reduz a oferta de água e a deixa numa situação de dependência hídrica.

Assim, pretendemos com esse trabalho comprovar que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta fragilidade ecodinâmica e hídrica diferenciada nas suas três seções, sendo que o modelo de gestão determinado pela atual legislação estadual de recursos hídricos não contempla as necessidades de usos dessas diferentes regiões fisiográficas, precisando ser alterada para que possa contemplar todas as realidades da BHS.

Quanto ao modelo de gestão implementado pela atual legislação, que trata da política estadual de recursos hídricos, ainda causa preocupação, uma vez que esse modelo não contempla as especificidades de cada região fisiográfica nem atenua as diversas possibilidades de conflitos pelo uso da água na BHS. A água, principal elemento natural dessa unidade de planejamento, está cada vez mais escassa, comprometida com uma demanda local que já não atende as atuais necessidades da sua população, tornando mais comprometedor o futuro crescimento socioeconômico dos seus municípios e as condições de qualidade de vida de toda bacia hidrográfica.

Sendo assim, a adoção da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe como unidade espacial para esse estudo, se configura como uma opção de relevante importância para o planejamento

geoambiental, inclusive sendo escolhida, dentre as oito bacias hidrográficas do Estado de Sergipe, para receber investimentos de programas que visam a sua revitalização.

As inúmeras atividades econômicas, atreladas à intensa pressão causada pelo contingente populacional na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, contribuem para promover um ambiente de exploração constante da biodiversidade e dos seus recursos naturais, tornando a região dinamicamente forte e com envolvimento econômico incisivo para o seu pleno desenvolvimento. Contudo, os excessos nos processos de apropriação desses recursos naturais promovem uma contínua preocupação com a preservação do meio ambiente.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe possui grande importância socioeconômica para o Estado de Sergipe. Nela está inserida a Região Metropolitana de Aracaju (RMA), a qual se configura como a região de maior pressão sobre os recursos hídricos do Estado e onde está localizada a maior concentração dos rios mais caudalosos da bacia hidrográfica e a foz do rio Sergipe. A microrregião de Itabaiana, considerada como o mais novo polo de desenvolvimento do Estado, com sua expansão urbana, atividades comerciais, de serviços e de diversidade agrícola, onde a demanda por água para irrigação é intensa. E também a zona de influência do clima semiárido, na qual vários municípios do alto curso da BHS convivem com baixas médias térmicas na maioria dos meses do ano e que provoca situação de escassez hídrica.

As questões relacionadas com a pedogênese e morfogênese na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe são evidenciadas quando suas características edafoclimáticas interagem com as ações antrópicas e provocam fortes alterações na paisagem e no meio ambiente, oportunizando assim, condições de desenvolvimento socioeconômico diferenciado ao longo de toda bacia hidrográfica.

Além destes fatos, outras questões motivaram o desenvolvimento da pesquisa nesta bacia hidrográfica. Em função de passar por todos estes cenários antropizados, o rio Sergipe, bem como toda bacia hidrográfica, tem suas características naturais bastante modificadas, contribuindo intensamente para sua degradação ambiental.

Entre as principais modificações estão a substituição da caatinga em grande parte do alto curso da bacia hidrográfica por cultivos comerciais diversos, a retirada da vegetação original e da mata ciliar em toda região da BHS, a retificação de vários canais da sua rede de drenagem, a deposição nos leitos e nas margens dos rios da bacia hidrográfica de embalagens de agrotóxicos e defensivos agrícolas, provenientes das lavouras, os esgotos domésticos e industriais que são lançados em diversos cursos d'água sem tratamento, além da expansão imobiliária presente nas cidades inseridas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Trajetória de construção do objeto

As inúmeras visitas à área de estudo, conciliando com nossa atuação profissional, feitas concomitantemente com o olhar geográfico sobre as diferentes características fisiográficas, socioeconômicas e socioculturais na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, sempre nos chamou a atenção para uma maior investigação.

A experiência vivenciada e os conhecimentos adquiridos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, ao longo de 31 anos de trabalho na Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), contribuíram para a tomada de decisão e o despertar do interesse em conhecê-la cientificamente. A experiência com essa bacia hidrográfica vem desde os anos 80, quando iniciamos a trajetória profissional com a implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário do Conjunto Eduardo Gomes em São Cristóvão, obra de grande importância para redução da poluição no rio Poxim e, até os dias de hoje, com atuações nas áreas de gestão ambiental, dos recursos hídricos e de execução de obras estruturantes em toda BHS.

Toda essa experiência e conhecimento sobre a BHS e dos municípios que a compõe, nos despertaram para eleger Itabaiana, considerado o principal celeiro agrícola do Estado de Sergipe, como cenário de estudos para minha Dissertação do curso de Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe, durante os anos de 1998, 1999 e 2000. Nessa ocasião estudamos detalhadamente todo processo da atividade de produção de olerícolas, desde a condição do produtor, as formas e as técnicas de produção, passando até pela cadeia de comercialização.

Essa escolha contribuiu muito para aumentar o interesse pela região, principalmente pela dinâmica dos atores que vivenciam a bacia hidrográfica e pela diversidade de ambientes e fatores naturais que contribuem e/ou que prejudicam as atividades socioeconômicas na BHS.

Nos últimos 10 anos, atuando como membro dos comitês estaduais das bacias hidrográficas dos rios Sergipe, Japaratuba e Piauí, além de integrante membro dos conselhos diretivos do Fórum Nacional de Comitês de Bacias, tive a oportunidade de vivenciar mais de perto os caminhos e descaminhos tomados por políticas que, muitas vezes, tornam a gestão dos recursos hídricos da BHS enfraquecida e debilitada.

Considerando as questões apresentadas, procuramos estudar a realidade atual da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, demonstrando o grau de fragilidade hídrica ao qual está exposta e como a gestão das águas se comporta diante de um cenário diversificado e com ambientes diferenciados.

Portanto, nesse trabalho, procurou-se buscar caminhos metodológicos claros e aplicáveis, para que o resultado gerado pelos mapas de fragilidade potencial e fragilidade emergente pudesse ser o mais próximo da realidade e de acordo com as possibilidades de aplicabilidade.

No contexto de compreender a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, fomos orientados pelos seguintes questionamentos: Qual o grau de fragilidade hídrica dos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe? Em que medida o potencial hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe gera conflitos e disputas? Quais as potencialidades e os entraves do atual modelo de gestão dos recursos hídricos em Sergipe? Em que medida o atual modelo de gerenciamento dos recursos hídricos em Sergipe pode incorporar as variáveis dos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe?

Objetivos da pesquisa

Geral:

Analisar a fragilidade hídrica dos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, avaliando potencialidades e conflitos que tais elementos impõem à gestão dos recursos hídricos, subsidiando a elaboração de normas e políticas territoriais que respeitem as especificidades dos diferentes ambientes dessa bacia hidrográfica.

Específicos:

- Avaliar a tendência de fragilidade hídrica nos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, a partir da aplicação do método de fragilidade potencial e fragilidade emergente de Ross (1994);
- Avaliar a potencialidade hídrica, espacializando os conflitos gerados a partir dos múltiplos usos da água na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe;
- Discutir as bases legais que normatizam a gestão dos recursos hídricos nas escalas nacional e estadual;
- Propor a elaboração de normas e políticas territoriais que respeitem as características individuais dos ambientes fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

A partir destes objetivos direcionamos a pesquisa de modo a demonstrar o atual grau de fragilidade existente da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e os desafios na gestão de suas águas.

A hipótese que orienta esta pesquisa é a de que a combinação das derivações antropogênicas, com os aspectos antrópicos e os condicionantes geoambientais intensificam ou tendem a ampliar e potencializar a fragilidade ecodinâmica na área da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Esta pesquisa avançou em relação à proposta metodológica de Ross (1994) quando traz para a análise de fragilidade ecodinâmica, o elemento água, que passa a ser o suporte básico para a análise. Na proposta original de Ross (1994), a análise de fragilidade ecodinâmica tem seu foco na ocupação e uso do solo e na vegetação. Aqui, o diferencial está na origem da água.

Esta nova proposta metodológica oferece à Geografia possibilidades de colocar os recursos hídricos num patamar que eleva a importância que a água tem para os estudos geoambientais.

A análise normativa dos diferentes instrumentos de gestão dos recursos hídricos, juntamente com os inúmeros conflitos pelo uso da água ao longo de toda bacia hidrográfica, trazem a esse trabalho uma breve discussão da Geografia onde são envolvidos pressupostos da natureza, da sociedade, das necessidades humanas e da sustentabilidade do território.

Desta forma, para melhor compreensão do todo, esse trabalho foi estruturado em uma introdução e quatro capítulos. Na introdução é apresentado o desvelar da tese, onde é descrita a justificativa para elaboração desse estudo, com seus pressupostos e importância, os objetivos, o problema e as questões de pesquisa. Nessa mesma parte da pesquisa é mostrado o recorte da área de estudo, com sua caracterização política e detalhes das condições populacionais, edafoclimáticas, socioeconômicas e ambientais.

No primeiro capítulo, denominado “A Construção da Pesquisa”, foram expostos os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos, como também para responder as questões de pesquisa. Nesse capítulo foi discutido o método utilizado para identificação do grau de fragilidade hídrica da BHS, sendo mostrados os caminhos para definição dos mapas de fragilidade potencial, de fragilidade emergente e de fragilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Para isso foi utilizado o método estabelecido por Ross (1994) que apontou os atributos e as variáveis que definiram o grau de fragilidade ambiental da área pesquisada.

No capítulo dois, “Espaço e Paisagens na Construção do Cenário de Estudo”, foram focadas as categorias de análise da Geografia, Espaço e Paisagem, para ancorarem os estudos geoambientais na bacia hidrográfica. As duas categorias foram abordadas a partir de importantes autores da área, que deram significativas contribuições para a discussão proposta

neste trabalho. Nele, o espaço é visto como o palco das múltiplas relações humanas e a paisagem como cenário da dinâmica da bacia hidrográfica, sendo essa a unidade ideal para o planejamento e gestão. Também foi discutida a fragilidade ambiental a partir do estudo do geossistema, usando os sistemas de escalas para diversificar as várias possibilidades de resultados.

Já no terceiro capítulo, denominado “Normatização e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil e em Sergipe”, foi abordado o modelo atual de gestão dos recursos hídricos a nível nacional e estadual, a partir das Leis específicas 9.433/97 e 3.870/97, que tratam, respectivamente, da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Estadual de Recursos Hídricos. À luz das legislações foi feita uma discussão desse modelo atual de gestão, o qual preconiza a água como um bem de domínio público e deve ser cuidada por toda sociedade de forma integrada, participativa e descentralizada. Também foi feita uma abordagem dos instrumentos de gestão e uma análise da sua eficácia sobre diferentes situações. Assim foi possível observar que a implementação desses instrumentos como outorga e cobrança pelo uso da água, além dos comitês de bacias hidrográficas, possibilitou a criação de uma nova cultura no trato de cuidar da água.

As “Potencialidades e os Conflitos Hídricos a partir dos Múltiplos Usos da Água” são tratados de forma detalhada no quarto capítulo, no qual ficou evidenciado que a oferta de água na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é insuficiente para o atendimento dos múltiplos usos. Nesse capítulo foram apresentados os diversos meios de utilização das águas da BHS, como os sistemas integrados e isolados de abastecimento público de água, os projetos de irrigação a partir da água subterrânea e dos reservatórios hídricos inseridos na bacia hidrográfica e da utilização da sua rede de drenagem como corpo receptor de efluentes. Também foram abordados os conflitos pelo uso da água e a dependência que tem vários municípios da BH do rio São Francisco.

No quinto e último capítulo, denominado “Fragilidade Hídrica e Desafios na Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe”, foi aplicado/adaptado e analisado o método proposto para fragilidade hídrica. Nele, são apresentados os diferentes graus de fragilidade ambiental encontrados na BHS, as diferentes realidades de potencialidade hídrica e usos da água, assim como os mapas de fragilidade potencial, de fragilidade emergente e o mapa de fragilidade hídrica.

Nas considerações finais, são sintetizadas as principais conclusões após realização desse trabalho, apontando a necessidade de uma avaliação das legislações vigentes que dispõem sobre as Políticas e a Gestão dos recursos hídricos, afim de que sejam apontadas as

incongruências e discrepâncias em relação às necessidades de cada seção da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, para que assim, possa melhor contribuir para um planejamento eficiente e com aplicabilidade efetiva.

Cenários da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe

A estrutura hidrológica do Estado de Sergipe divide-se em oito bacias hidrográficas (BH), sendo seis interioranas: BH do Rio São Francisco, BH do Rio Japaratuba, BH do Rio Sergipe, BH do Rio Vaza Barris, BH do Rio Piauí, BH do Rio Real, e duas costeiras: Caueira/Abaís e Sapucaia. (Figura 01)

Das oito bacias hidrográficas existentes no Estado, a do rio Sergipe é a que apresenta a maior diversidade de usos e conflitos, como também a de maior relevância – tanto em termos de sua dinâmica social, quanto produtiva. A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é uma verdadeira síntese concentrada das dificuldades sergipanas relacionadas à disponibilidade quantitativa e qualitativa de água. (SEAGRI/COHIDRO, 2010). As diversidades econômica, cultural, populacional, política, de recursos e de produção existentes ao longo de toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHS) reforçam essa condição de multipeculiaridade.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, com seus importantes tributários, se constitui numa das principais unidades de planejamento para o desenvolvimento socioeconômico do Estado. Também contribui de forma estratégica para o abastecimento humano e a dessedentação animal, com seus reservatórios hídricos artificiais e uma rede de drenagem perene, auxilia incisivamente nas atividades de produção, tornando-se um corredor atrativo para a implantação de empreendimentos nos setores industrial, agropecuário e de serviços, além de margear os sítios de importantes centros urbanos do Estado de Sergipe, como Aracaju, Itabaiana, Nossa Senhora do Socorro e Nossa Senhora da Glória.

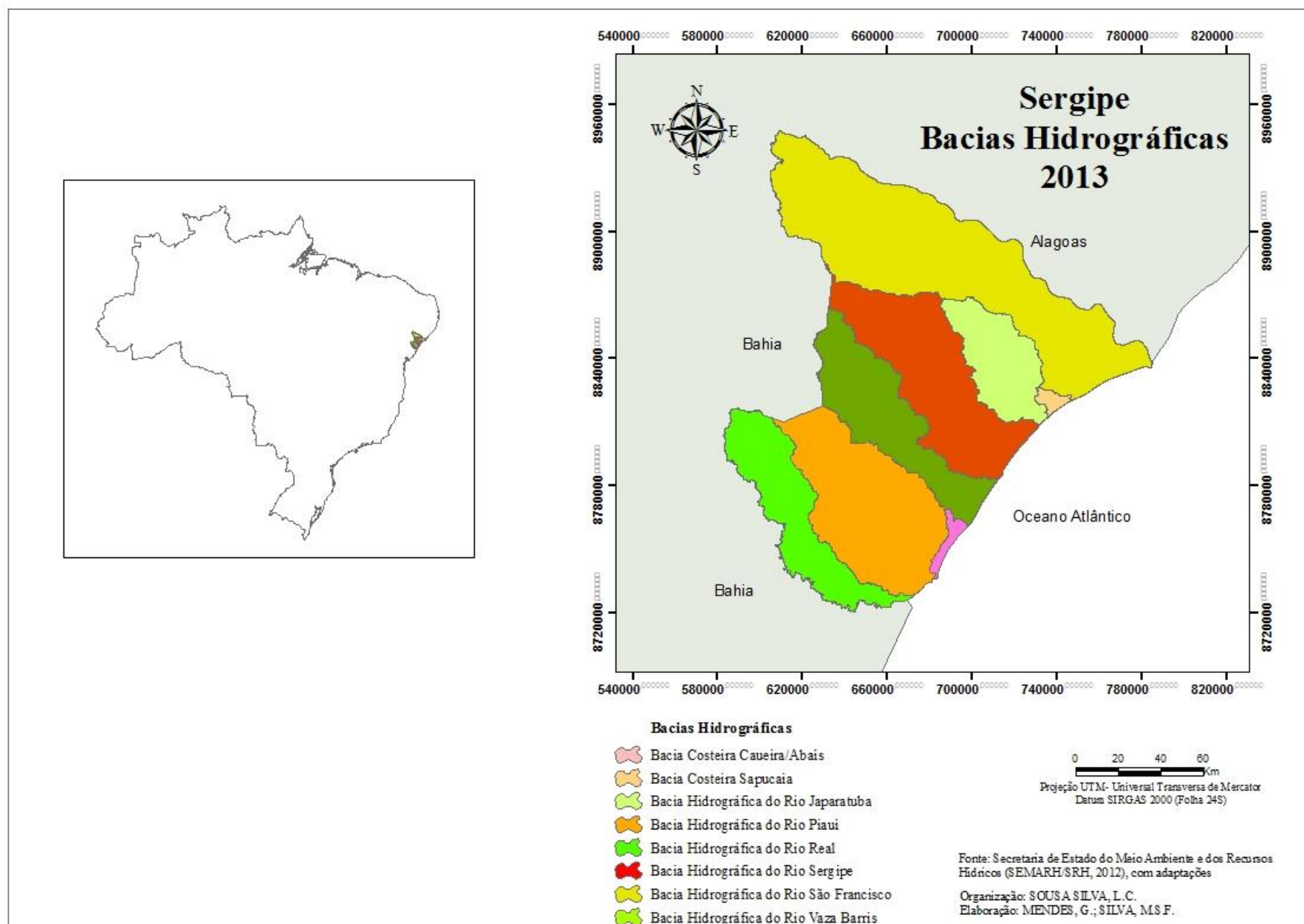


Figura 01: Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe

Sua nascente mais distante está a uma altitude média de 280,00 metros, em Lagoa das Areias, na localidade de Cipó de Leite, município de Pedro Alexandre, Estado da Bahia, a 250,00 metros da divisa com o Estado de Sergipe (SRH/SEMARH, 2002), entrando no território sergipano pelo município de Nossa Senhora da Glória, percorrendo 210,00 km até o Oceano Atlântico, onde desemboca em forma de estuário, entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros. A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHS) abrange uma área de 3.673,00 Km², correspondente a 16,70% do território sergipano (SEMARH/SRH, 2010), sendo essa, uma bacia exorréica, pois drena suas águas em direção ao litoral. (Figura 02)

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe possui diversos rios e riachos, intermitentes e perenes, que ao longo de sua extensão formam uma intensa rede de drenagem. Os principais afluentes pela margem esquerda são os rios Pomonga, Parnamirim, Ganhamoroba, Cágado, Mata Verde, Cajueiro dos Veados e, pela margem direita, os rios Socovão, Poxim, Poxim Mirim, Poxim Açu, Pitanga, Sal, Cotinguiba, Jacarecica, Morcego, Jacoca, Campanha, Lajes e Melancia.

A área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe encontra-se definida pelos seguintes limites geográficos: ao Norte, com a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; a Leste com a Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba; ao Sul e Oeste, com a Bacia Hidrográfica do Rio Vaza Barris. Nas coordenadas UTM estão estabelecidos os seguintes pontos extremos: Norte: 631.272m Este e 8.884.911m Norte; Sul: 710.917m Este e 8.781.428m Norte; Leste: 729.313m Este e 8.805.903m Norte; Oeste: 629.545m Este e 8.869.315m Norte.

Dos 2.195.662 habitantes do Estado de Sergipe, segundo levantamento da população estimada para 2013, descrito no censo demográfico do IBGE (2010), 1.169.148 habitam a área de influência da BHS, o que corresponde a 59,13% da população estadual. A Grande Aracaju, com 899.239 habitantes, representa 69,25% da população residente na Bacia, conforme a tabela 01.

Além do destaque em termos populacionais que tem a BHS, no contexto do Estado de Sergipe, há também uma significativa contribuição ao Produto Interno Bruto per capita, alcançando uma média que ultrapassa a do Estado e que foi considerado o maior da região Nordeste no ano de 2011.

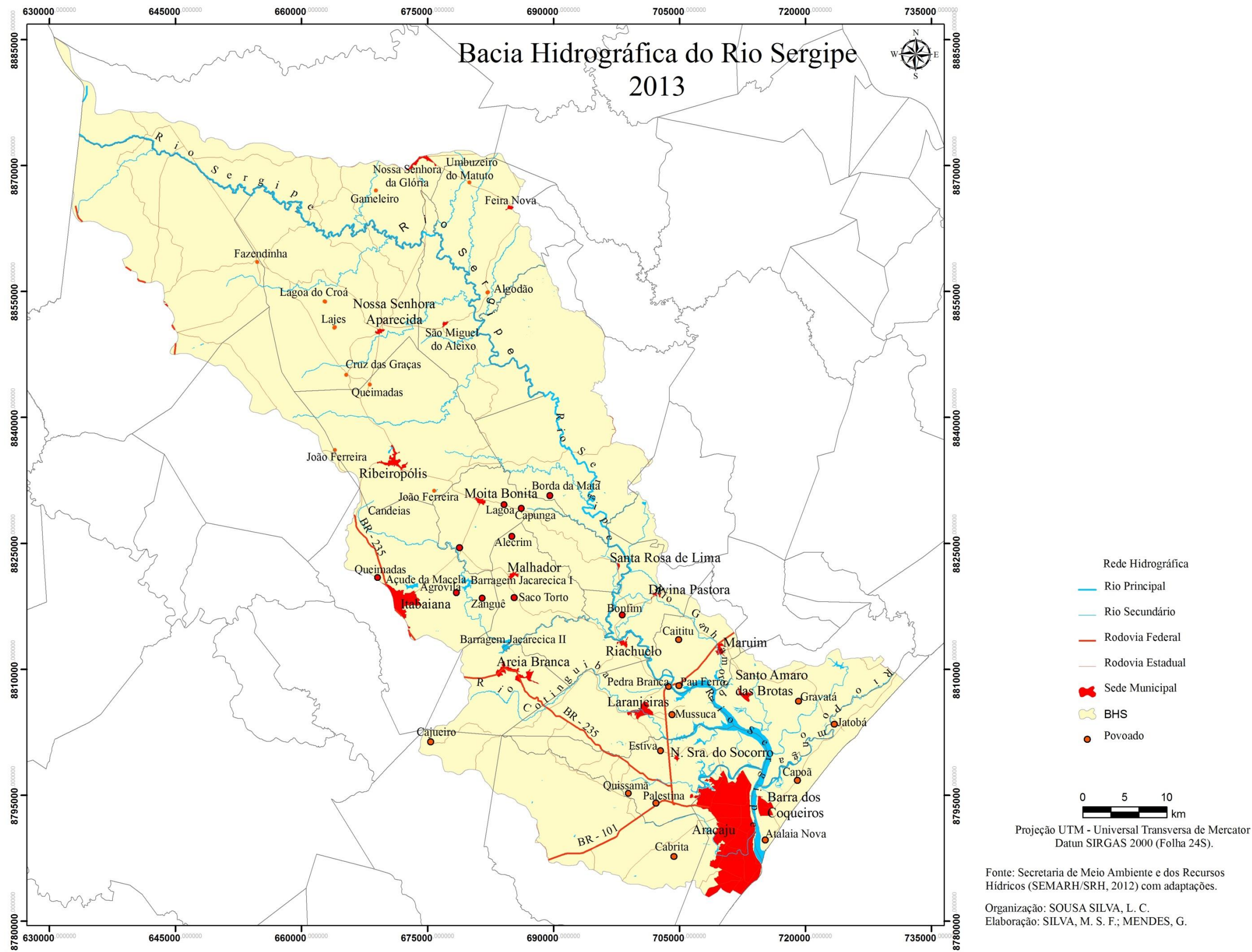


Figura 02: Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe

Tabela 01: Situação populacional estimada para o ano de 2013 da BHS.

Nº.	Município	População Total Estimativa para 2013	PIB Per capita (R\$)	IDHM
1	Aracaju	614.577	15.913,40	0,770
2	Areia Branca	17.825	5.925,43	0,579
3	Barra dos Coqueiros	27.495	12.553,24	0,649
4	Carira	21.109	8.907,17	0,588
5	Divina Pastora	4.715	38.957,87	0,610
6	Feira Nova	5.529	6.983,99	0,584
7	Frei Paulo	14.730	15.431,86	0,589
8	Graccho Cardoso	5.824	6.676,96	0,577
9	Itabaiana	91.873	10.334,55	0,642
10	Itaporanga D' Ajuda	32.496	19.437,83	0,561
11	Laranjeiras	28.533	47.506,66	0,642
12	Malhador	12.501	5.598,52	0,587
13	Maruim	16.998	14.870,75	0,618
14	Moita Bonita	11.530	5.639,51	0,587
15	Nossa Senhora Aparecida	8.788	7.818,78	0,577
16	Nossa Senhora das Dores	25.839	7.351,21	0,600
17	Nossa Senhora da Glória	34.799	10.332,37	0,587
18	Nossa Senhora do Socorro	172.547	13.000,94	0,664
19	Riachuelo	9.863	12.867,22	0,617
20	Ribeirópolis	18.071	8.381,45	0,613
21	Rosário do Catete	10.013	47.318,76	0,631
22	Santa Rosa de Lima	3.886	7.368,11	0,592
23	Santo Amaro das Brotas	11.899	7.329,23	0,637
24	São Cristovão	84.620	6.970,57	0,662
25	São Miguel do Aleixo	3.859	6.598,36	0,567
26	Siriri	8.496	16.761,20	0,609
27	BHS	1.298.415	14.109,07	0,610
28	Sergipe	2.195.662	12.536,45	0,665

Fonte: IBGE, 2010 e Altas do Desenvolvimento Humano, 2009.

Municípios como Divina Pastora, Laranjeiras e Rosário do Catete têm a exploração de recursos naturais, através do petróleo, calcário e potássio, como principais fatores para o alcance de valores do PIB per capita diferenciado dos outros. Já outros importantes municípios como Aracaju, Nossa Senhora do Socorro e Itabaiana têm números do PIB per capita com valores mais baixos em função dos seus elevados contingentes populacionais.

Contudo, o Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se posicionou abaixo do índice apresentado pelo Estado, que foi de 0,665. Isso é reflexo da forte concentração de renda que permeia pelos municípios da BHS. Mesmo apresentando PIB per capita elevado, alguns municípios se mantêm com baixos índices de desenvolvimento humano, o que demonstra a necessidade de investimentos em políticas públicas junto a essas populações.

Como no Brasil e em Sergipe, a distribuição da população na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é desigual. Com cerca de 70% da população da BHS, a região da Grande Aracaju, com apenas quatro municípios – Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão – concentra também a maior parte da população urbana da bacia hidrográfica, sendo que os índices apresentados pelo último censo mostram uma urbanização populacional maior que a do Estado.

De acordo com os dados apresentados, a alta concentração urbana em toda BHS é devido ao acelerado processo de urbanização que tomou conta do país nos últimos cinquenta anos, que de forma muitas vezes desordenada passou a atrair jovens e famílias inteiras oriundas da zona rural. Um dos reflexos mais expressivos desse processo é o fenômeno da favelização que cria bolsões de pobreza em cidades de diversos tamanhos, sejam elas pequenas, médias ou grandes, além da instalação de famílias em locais impróprios e sem infraestrutura ou saneamento.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta forte pressão pelo uso múltiplo das águas, assumindo importância significativa na qualidade de vida da população residente. Os vinte e seis municípios dessa bacia hidrográfica se estendem por três regiões fisiográficas do Estado: Semiárido, Agreste e Litoral. Desses, oito estão totalmente inseridos na área da bacia hidrográfica e dezoito parcialmente inseridos.

Como um dos principais indicadores sociais, o saneamento básico da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se constitui num dos seus maiores percalços. Todos os vinte e seis municípios que compõem a BHS têm fortes carências em tratar e dar destinação final aos esgotos domésticos e industriais produzidos. Aracaju, por ser a capital do Estado, é o

município que mais avançou neste item nos últimos anos, ainda assim, está muito distante de atingir os padrões desejáveis e estabelecidos pela ONU. Além de Aracaju, apenas São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro possuem alguma mancha urbana com coleta e tratamento de esgotos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe possui características peculiares na sua divisão espacial. Perpassa por três regiões com características socioculturais, socioeconômicas e socioambientais distintas. Cada uma apresentando especificidades diferentes na sua estruturação política e geográfica, o que dá a essa bacia hidrográfica a condição de possuir um cenário ideal para pesquisas, além de ser um dinâmico laboratório para estudos e análises da condição humana, econômica e ambiental no Estado de Sergipe.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, em consequência de sua extensão longitudinal pelo território sergipano, cruza três regiões fisiográficas diferenciadas: como o Cristalino do Complexo de Serras Residuais da região central do Estado (Semi-Árido e Agreste) e da Planície de Sedimentação Costeira (Litoral), o que a coloca numa posição de destaque quando se refere a diversidades socioambientais, socioeconômicas e socioculturais. Esta bacia também apresenta características bastante variadas no que se refere à oferta, demanda e conflito pelo uso da água.

Ao longo da BHS predomina a ocupação das terras com pastagem, correspondendo a 46,0% da sua área física. Este fato torna a pecuária uma atividade econômica de natureza predatória, sendo responsável por grande parte do desmatamento na área da BHS. As matas pouco densas ocupam 22,6% da área, enquanto 18,5% estão ocupadas pelas lavouras; 5,1% por florestas; 2,2% por mangues; 2,0% por áreas urbanas; 1,6% por vegetação de dunas; 1,3% por superfícies com água e 0,7% por áreas expostas. (SEMARH, 2007)

Nota-se que a área da BHS é densamente ocupada com diversas atividades socioeconômicas, as quais contribuem e promovem uma intensa dinamicidade em todo seu espaço. Diversas áreas urbanizadas, intensa atividade agrícola e pecuária, diversificada produção industrial, além de uma forte diversidade cultural. Para melhor compreender estas realidades, a BHS foi dividida em três seções denominada Alto, Médio e Baixo Curso.

Objetivando tornar mais abrangente as visões do cenário da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, são apresentados abaixo três quadros contendo as características dos atributos da paisagem e das variáveis ambientais de cada seção da BHS. (Quadro 01)

ATRIBUTOS DA PAISAGEM	VARIÁVEIS AMBIENTAIS		
	ALTO CURSO DA BHS	MÉDIO CURSO DA BHS	BAIXO CURSO DA BHS
ANTROPIZAÇÃO	- Elemento indicador de forte alteração da paisagem quando promove o uso e ocupação do solo, principalmente por exploração econômica. - Intensa alteração da paisagem com a substituição do bioma caatinga por cultivos temporários, ocupação dos espaços com a urbanização e exploração dos recursos naturais na área da seção.	- Implantação de atividades econômicas rurais impactantes no ambiente natural como os cultivos olerícolas e a disseminação de defensivos e corretivos no ar, na água e no solo. - Ocupação dos espaços rurais com intensa produção agrícola e pecuária, pressionando fortemente os recursos hídricos nessa seção da BHS. - Utilização expansiva dos espaços físicos da seção do médio curso da BHS com a ocupação urbana e as atividades econômicas.	- Expansão de áreas urbanas como a presença de povoadamentos próximos a áreas de APP. - Influência da malha urbana da Grande Aracaju e forte pressão sobre o ambiente natural, inclusive os recursos hídricos. - Intensa poluição e degradação dos ambientes naturais como lançamento de efluentes nos corpos hídricos, desmatamento dos mangues e matas ciliares, extração de solos, além da ocupação desordenada dos espaços físicos da seção.
GEOMORFOLOGIA	- No alto curso presença do pediplano sertanejo em processo de dissecação, comandado pelo clima semiárido e sistema hidrográfico intermitente. - Estrutura geomorfológica sem grandes variações no relevo e com vales fluviais rasos e secos na maior parte do ano.	- Ponto de partida para a análise dos fatos numa perspectiva sistêmica, com a exploração e o aproveitamento do modelado natural da seção do médio curso da BHS. - Presença do complexo de Serras Residuais nessa seção da bacia, tornando o ambiente propício à expansão de atividades diversas. - Estrutura geomorfológica favorável a presença de várias áreas de recargas da rede de drenagem da seção do médio curso da BHS.	- No baixo curso da bacia há presença de relevo com características suave, pouco acidentado, com altitude média de 2,15 metros e, em alguns trechos, com superfícies de aplainamento e dissecação. - Planície litorânea e flúvio-marinho com presença de praias e depósitos sedimentares. - Relevo baixo sujeito a inundações e alagamentos, principalmente nos períodos de fortes chuvas e pela impermeabilização dos solos com a intensa urbanização.
SOLO	- Diversidade de tipos de solos com predominância de Planossolos e outros dessa natureza. - Acentuação da dinâmica morfopedogenética atuante, principalmente em solos pobres, friáveis e expostos. - Forte presença de cultivos e pastagens, deixando os solos expostos e com intensa atividade erosiva, criando ravinas e voçorocas. - Intensa aplicação de corretivos para os solos, objetivando a possibilidade e diversificação de cultivos de subsistência e comercial.	- Predominância de solos Podzólicos, Neossolos e Eutróficos e outros com o mesmo princípio, que são favoráveis a uma grande diversidade de cultivos temporários. - Os impactos ambientais em diferentes pontos da bacia hidrográfica, o que leva, necessariamente, ao reconhecimento da fragilidade e potencialidade hídrica. - Presença de atividades econômicas nas proximidades das áreas de nascentes, como pecuária extensiva e cultivos cíclicos, pressionando fortemente e de forma negativa os solos da seção do médio curso da BHS.	- Seção da BHS com presença de solos NEOSSOLOS; solos NEOSSOLOS; solos VERTISSOLOS; solos GLEISSOLOS; solos podzólicos vermelho amarelo, dentre outros com os mesmos princípios. - Seção da BHS com forte influência da formação barreiras e solos rasos relativamente friáveis. - Elevado percentual de áreas com solos impermeáveis, devido, principalmente, a forte urbanização presente nessa faixa da BHS. - Em algumas áreas da seção do baixo curso da BHS são encontrados cultivos de cana de açúcar, devido, principalmente, ao clima e a potencialidade dos seus solos.
CLIMA	- O clima quente e seco do semi-árido, presente em toda seção do alto curso da bacia hidrográfica do rio Sergipe, compromete significativamente para a redução do número de nascentes e, por conseguinte, rebate no número de rios e riachos na seção. - Principal elemento físico responsável por uma paisagem com vegetação seca; poucas chuvas ao longo do ano; rios e riachos intermitentes, com pouca água e elevado teor de sal; solos pobres e cristalinos, tornando-o impermeável na sua quase totalidade.	- O clima semi-úmido do médio curso contribui com a manutenção de um maior aporte de água, assim como para a presença de centenas de nascentes em diversos rios e riachos da sua estrutura de drenagem. - Forte influência dos variados tipos climáticos na produção de água no médio curso da BHS. - Seção da BHS favorecida com diversos espelhos d’água e vegetação da Mata Atlântica, contribuindo para um clima ameno e ideal para o cultivo agrícola.	- O clima litoral-úmido do baixo curso, contribui com a manutenção de um maior aporte de água, assim como para a presença de áreas de recargas de diversos rios e riachos da sua estrutura de drenagem. - Influência dos fatores climáticos do litoral contribui para manutenção do potencial hídrico no baixo curso da BHS. - Seção da BHS que apresenta maior índice de precipitação pluviométrica, tornando essa a de menor temperatura média anual e maior umidade.
VEGETAÇÃO	- No alto curso da BHS forte interferência do bioma Caatinga e de espécies do semi-árido. - Intensas manchas de mudança de direção da superfície vegetal do alto curso, com a substituição da caatinga por cultivos agrícolas temporários, como o milho, as pastagens e a mamona, por exemplo.	- Na seção do médio curso da BHS, há uma maior influência da rede de drenagem em áreas com predominância de Mata Atlântica. - Vegetação secundária e com influência de atividades humanas, como pastagens plantadas e cultivos agrícolas diversos. - Seção da BHS com maior número de áreas de preservação e unidades de conservação, contribuindo significativamente para manutenção da biodiversidade nesta área.	- No baixo curso houve uma intensa supressão da vegetação primária e secundária, dando lugar a ocupações urbanas as margens dos rios, principalmente dos mangues. - Forte pressão urbana na região da Grande Aracaju com a ocupação das áreas de preservação permanente. - No baixo curso da BHS, há uma forte influência da rede de drenagem em áreas com predominância de Mata Atlântica. - Matas ciliares e mata Atlântica, substituídas por atividades canavieiras e ocupações irregulares.
HIDROGRAFIA	- Os impactos ambientais estão presentes em diferentes pontos da bacia hidrográfica, o que leva, necessariamente, ao reconhecimento da fragilidade e potencialidade hídrica. - Bacia hidrográfica com fraca rede de drenagem, formada por rios e riachos temporários, secos e degradados. - Rede hidrográfica rarefeita, com canais fluviais rasos, de baixas vazões e intermitentes. - Forte interferência climática e de atividades agrícolas extensivas, com redução do bioma caatinga e de áreas de recargas. - Rios e riachos com intensa atividade degradativa, principalmente próximo a áreas com pressão antrópicas e atividades socioeconômicas.	- Bacia hidrográfica com intensa rede de drenagem, formada por poucos rios temporários e um número maior de rios permanentes e urbanos, porém, degradados. - Nascentes de rios e riachos com intensa perturbação biofísica e antrópica, apresentando fortes indícios de extinção. - Seção da BHS com maior número de reservatórios hídricos utilizados para abastecimento humano e irrigação de perímetros agrícolas. - Rede de drenagem superficial e subterrânea, destinada a múltiplos usos e com vários conflitos ambientais e pelo uso da água.	- Seção da BHS que apresenta rios com maior volume de água e, conseqüentemente, maiores vazões. - Presença das fozes dos principais rios da BHS, como o Sergipe, Poxim, Jacarecica, Cotinguiba e Pitanga. - Bacia com forte pressão populacional e ocupação urbana, onde parte da sua rede de drenagem transforma-se em corpos receptores de efluentes domésticos e industriais.

Quadro 01: Atributos da Paisagem x Variáveis Ambientais do Alto Curso da BHS, 2013.
Elaboração: Sousa Silva, Luiz Carlos.

Essas variáveis ambientais se apresentam em cada uma dessas áreas, que serão chamadas de seções da BHS. Apresentam forte influência das ações antrópicas e naturais. Cada seção da BHS, alto, médio e baixo cursos, tem suas peculiaridades que as diferenciam e que as tornam singulares. Quando se relacionam com os atributos da paisagem, as variáveis de cada seção da BHS se mostram intrinsecamente ligadas e semelhantes, diferenciando-se nas ações humanas e atividades socioeconômicas.

Os vinte e seis municípios formadores da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se posicionam espacialmente pelo seu território no sentido Noroeste/Leste. Desses, nove estão totalmente inseridos na área de abrangência da bacia hidrográfica, são eles: Laranjeiras, Malhador, Moita Bonita, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Socorro, Ribeirópolis, Riachuelo, Santa Rosa de Lima, São Miguel do Aleixo; e dezessete parcialmente inseridos: Aracaju, Areia Branca, Barra dos Coqueiros, Carira, Divina Pastora, Feira Nova, Frei Paulo, Graccho Cardoso, Itabaiana, Itaporanga D'Ajuda, Maruim, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora das Dores, Rosário do Catete, Santo Amaro das Brotas, São Cristóvão e Siriri. (Figura 03)

Consideramos o município de Ribeirópolis totalmente inserido na área da BHS, devido apenas aproximadamente 0,5% do seu território está localizado fora da área de influência da bacia hidrográfica, como também não há nessa área nenhum curso d'água ou canal de drenagem que possa vinculá-la à bacia hidrográfica do rio Vaza Barris.

Sete municípios não possuem sede dentro da área de abrangência da BHS: Carira, Frei Paulo, Graccho Cardoso, Itaporanga D'Ajuda, Nossa Senhora da Glória, Rosário do Catete e Siriri. Já os municípios de Divina Pastora, São Cristóvão e Nossa Senhora das Dores têm nos sítios das suas sedes os divisores de água da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe com as bacias hidrográficas do rio Vaza Barris, Japarutuba e São Francisco.

No decorrer desse trabalho, serão caracterizados os vários e diferentes elementos naturais da paisagem da BHS, assim como sua estrutura urbana, rural, econômica, social, cultural e humana. Para que alcancemos os resultados estabelecidos nos objetivos dessa pesquisa, se faz necessário que haja integração entre o conhecimento empírico e do funcionamento dos diversos sistemas da bacia hidrográfica, das relações do homem com a natureza da área de estudo e a aplicação dos métodos estabelecidos.

Em seguida, apresentamos os caminhos percorridos durante toda pesquisa para responder as questões hipotéticas e chegar aos resultados apontados no objetivo geral e nos objetivos específicos, sendo esses percursos detalhados e apontados no capítulo que segue intitulado “A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA”.

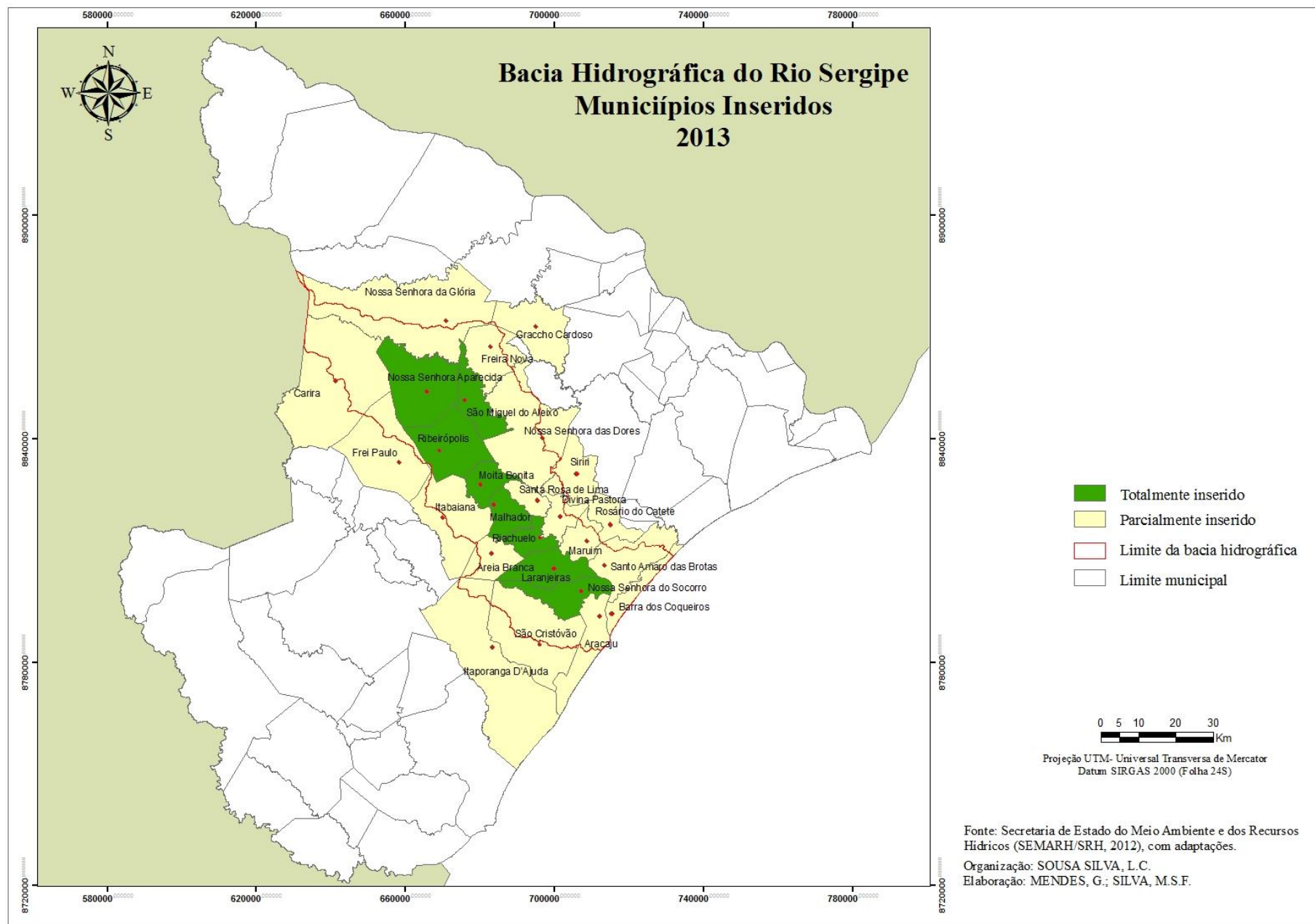


Figura 03: Municípios totalmente e parcialmente inseridos

CAPÍTULO 1



Riacho Mata Verde no município de Malhador.

A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

1 A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

1.1 Caminho Metodológico da Tese

O caminho metodológico adotado nesta tese retrata os passos trilhados ao longo dos quatro anos de construção do trabalho, apresentado num fluxograma que resume as etapas e a rede traçada que levou aos resultados dessa pesquisa. (Figura 04)

O caráter que consideramos inovador nesta pesquisa é a tentativa de uma visão sistêmica da área tomando, dentre outros, a origem da água como balizador de nossas análises, conforme justificativas apresentadas no início deste trabalho.

Para revelar os processos importantes, do ponto de vista dos objetivos, foram realizadas visitas a campo entre os meses de novembro e dezembro de 2012 e junho e julho de 2013 para levantarmos informações das características fisiográficas da área de estudo. As visitas a campo foram feitas para sistematização do conhecimento empírico prévio da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, adquirido profissionalmente pelo autor desde o ano de 1988. Estas visitas nos permitiram catalogar áreas de conflitos, identificar e confirmar fragilidades da área em seus mais diversos níveis e aspectos. Estas informações foram registradas por meio de fotografias, georreferenciamento de pontos de conflito.

Outro elemento fundamental para a realização deste trabalho de pesquisa foi a experiência acumulada pela participação do autor em comitês de Bacias Hidrográficas desde o ano de 2003. A partir deste conhecimento e do material produzido por estes comitês, ancoramos nossas discussões e proposições a respeito da gestão das águas em Sergipe.

A consulta à bibliografia que trata especificamente dos temas abordados neste trabalho de pesquisa deu subsídios à construção do referencial teórico e à construção de nossa linha de defesa e argumentação das proposições que são feitas ao longo da tese. Foram livros, teses, dissertações, artigos científicos, relatórios técnicos, dentre outros.

As fotografias presentes neste trabalho foram todas produzidas durante as visitas a campo, por meio de máquina digital de uso caseiro.

Quando nos deparamos com a realidade, compreendemos a dimensão da complexidade que a pesquisa encerra. São tantos elementos a considerar, por meio dos mais diversos olhares, que o pesquisador, por vezes, sente-se aturdido sem saber o caminho a seguir.

FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: DESAFIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS

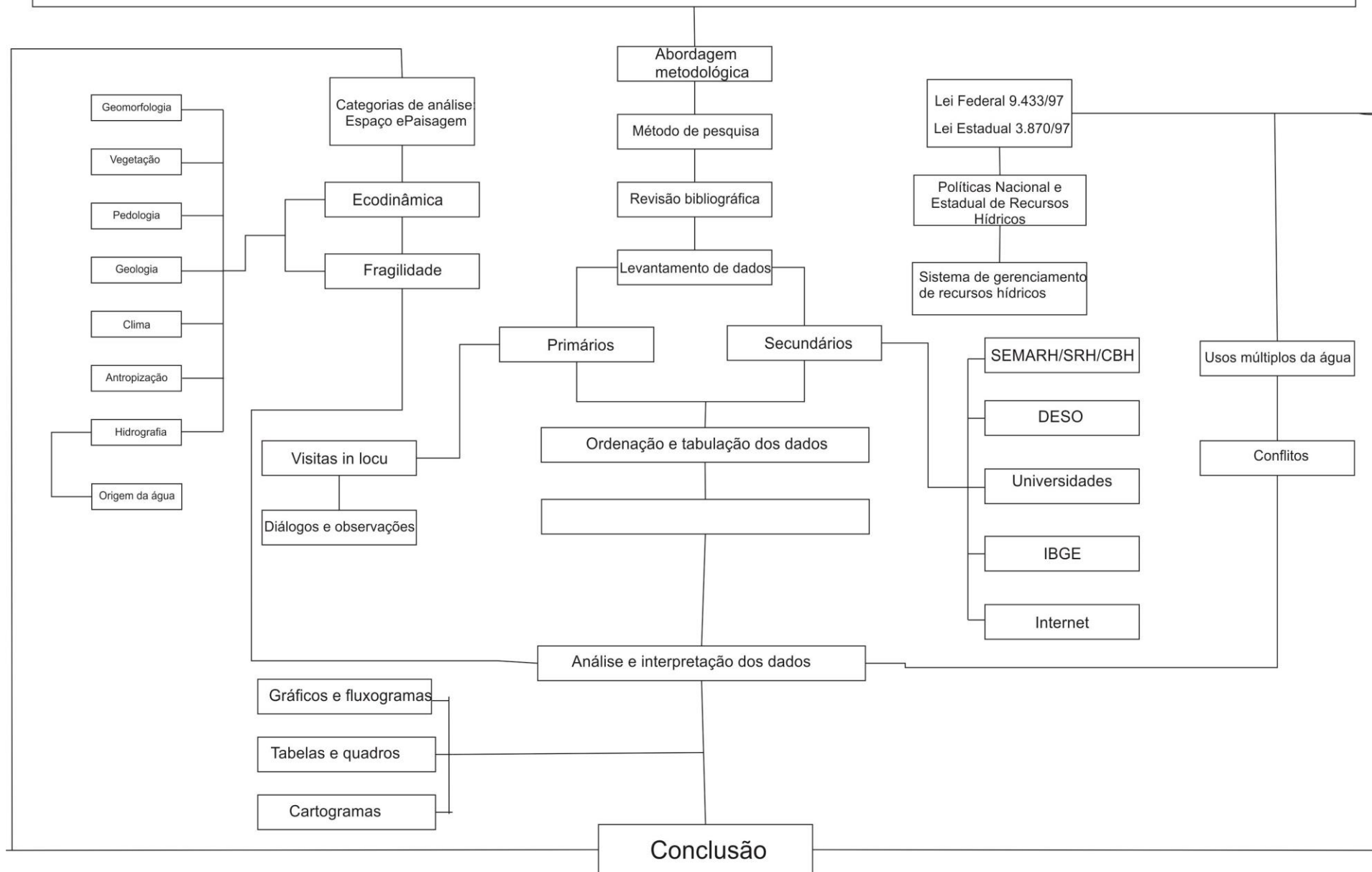


Figura 04: Caminho metodológico da tese

Contudo, considerados os limites para estabelecer os caminhos que precisamos nos propor a percorrer e as respostas que nos comprometemos a tentar encontrar, traçamos o nosso plano metodológico para aproximarmo-nos um pouco daquilo que chamaríamos de explicação da realidade, mesmo sabendo que esta, pela dinâmica que apresenta, dificilmente se verá retratada, fielmente, em qualquer análise. Com base nos objetivos deste trabalho, foram traçados os caminhos que serão descritos a seguir.

1.2 Seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe

Para obter um retrato comparativo com maior nível de detalhamento e estudar a diversidade de ambientes e suas influências na dinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, optamos por dividi-la em três áreas distintas, considerando as características específicas que cada uma delas contempla. (Quadro 02)

No âmbito deste trabalho, aqui serão denominadas de seções: Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (ACBHS); Médio Curso da Bacia Hidrográfica da Bacia do rio Sergipe (MCBHS) e Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BCBHS). (Figura 05)

Como a BHS transita por diferentes regiões com aspectos físicos distintos (clima, solo, vegetação, hidrografia, relevo, geologia), diversidades culturais e forma de ocupação e exploração dos recursos naturais de maneira diversificada, torna-se prudente conhecer os principais aspectos gerais e seus respectivos percalços.

O quadro 03 apresenta a distribuição político-espacial dos municípios de cada seção da BHS com suas principais características.

Nestas seções foram identificados ambientes fisiográficos, socioculturais e econômicos diferentes. Em cada uma das seções foram escolhidas áreas amostrais para elaboração de perfis das condições biofísicas evidenciadoras da fragilidade ambiental potencial e emergente, presentes no método de Ross (1994), bem como da fragilidade hídrica, a partir da origem da água que atende às necessidades das atividades desenvolvidas na bacia.

SEÇÃO	MUNICÍPIO	TOTALMENTE INSERIDO NA BHS	PARCIALMENTE INSERIDO NA BHS
ACBHS	Carira	Nossa Senhora	Carira
	Feira Nova	Aparecida	Feira Nova
	Frei Paulo	São Miguel do Aleixo	Frei Paulo
	Graccho Cardoso	Ribeirópolis	Graccho Cardoso
	Nossa Senhora Aparecida		Nossa Senhora da
	Nossa Senhora da Glória		Glória
	Ribeirópolis		
	São Miguel do Aleixo		
MCBHS	Areia Branca	Malhador	Areia Branca
	Divina Pastora	Moita Bonita	Divina Pastora
	Itabaiana	Riachuelo	Itabaiana
	Malhador	Santa Rosa de Lima	Nossa Senhora das
	Moita Bonita		Dores
	Nossa Senhora das Dores		Siriri
	Riachuelo		
	Santa Rosa de Lima		
BCBHS	Siriri		
	Aracaju	Laranjeiras	Aracaju
	Barra dos Coqueiros	Nossa Senhora do	Barra dos Coqueiros
	Itaporanga D'ajuda	Socorro	Itaporanga D'ajuda
	Laranjeiras		Maruim
	Maruim		Rosário do Catete
	Nossa Senhora do Socorro		Santo Amaro das
	Rosário do Catete		Brotas
	Santo Amaro das Brotas		São Cristóvão
	São Cristóvão		

Quadro 02: Distribuição Política dos Municípios da BHS.

Fonte: Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe, 2012 – SRH/SEMARH.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

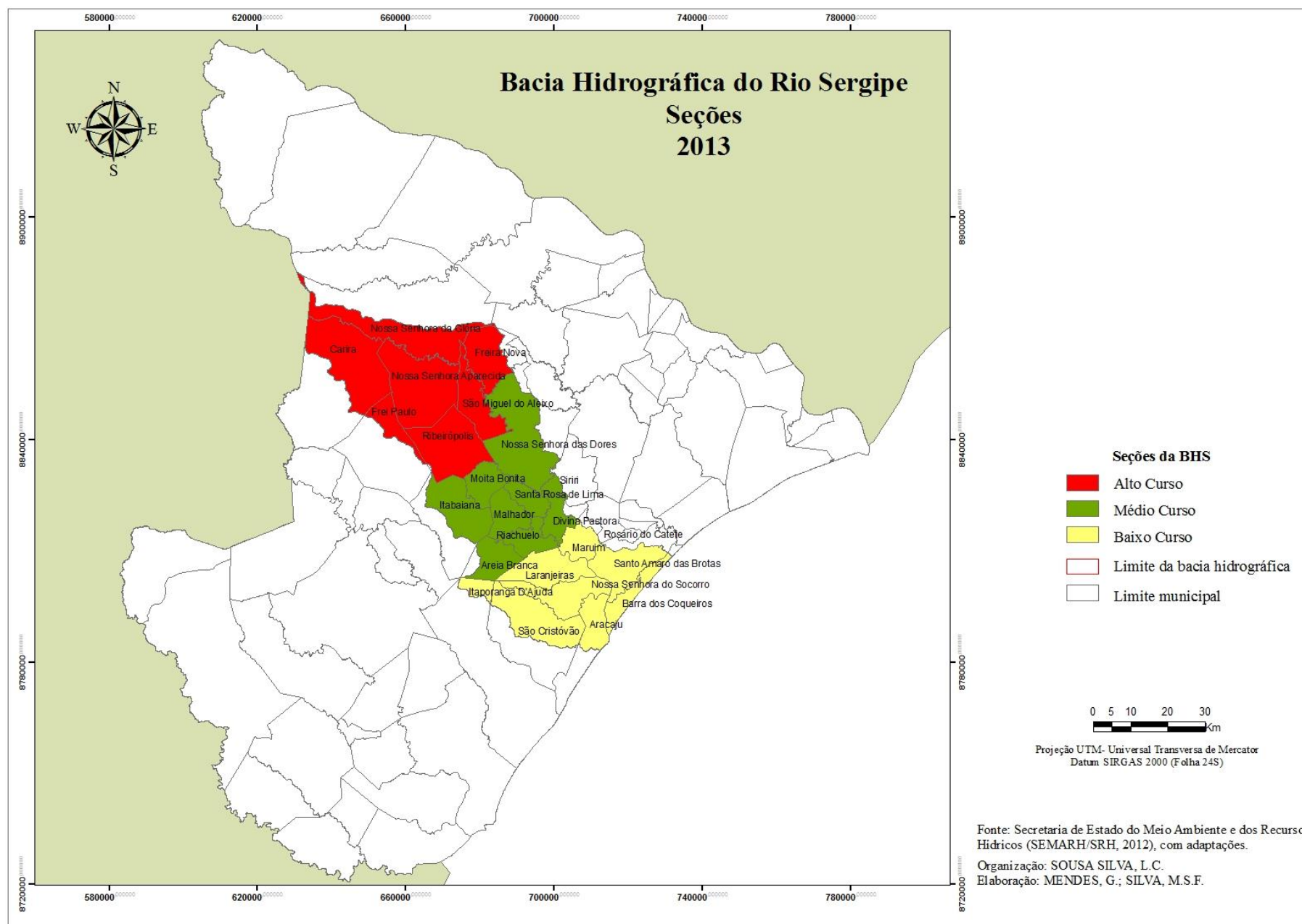


Figura 05: Seções da BHS

Seção	Municípios	Características
ACBHS/Semiárido	Carira Ferira Nova Frei Paulo Graccho Cardoso Nossa Senhora Aparecida Nossa Senhora da Glória Ribeirópolis São Miguel do Aleixo	Elevada média térmica com litologia do Embasamento Cristalino; Relevo dissecado com predominância do pediplano sertanejo; Solos rasos, pobres e expostos; Substituição dos resquícios do bioma caatinga por cultivos temporários, principalmente o milho e a mamona; Baixa potencialidade hídrica; Baixa qualidade da água; Baixo nível de utilização de água da bacia; Ausência de saneamento básico; Baixa potencialidade da atividade agrícola; Grandes propriedades rurais; Concentração de terras; Forte presença da pecuária extensiva – corte e leite; Conflitos causados pela necessidade de utilização da água de outras bacias; Frequência de desastres naturais como estiagens e secas prolongadas; Necessidade de intervenção do Estado e da adoção de políticas públicas.
MCBHS/Agreste	Areia Branca Divina Pastora Itabaiana Malhador Moita Bonita Nossa Senhora das Dores Santa Rosa de Lima Riachuelo Siriri	Clima ameno com precipitações regulares, acima de seis meses no ano; Alta potencialidade hídrica; Presença de diversas surgências com várias áreas de recarga em toda rede de drenagem; Rede de drenagem responsável pelo abastecimento d'água de cerca de 300.000 pessoas; Forte atividade agrícola com fragmentação da terra, principalmente com olerícolas e cultivos temporários; Intensa exploração de água subterrânea através de poços tubulares; Ausência de saneamento básico, comprometendo assim a qualidade da água; Conflitos causados pelos múltiplos usos da água e em desconformidade com a legislação.
BCBHS/Litoral	Aracaju Barra dos Coqueiros Itaporanga D'ajuda Laranjeiras Maruim Nossa Senhora do Socorro Rosário do Catete Santo Amaro da Brotas São Cristóvão	Presença de rios urbanos; Média potencialidade hídrica; Baixa qualidade da água devido à emissão de efluentes diversos “ <i>in natura</i> ”, poluição por resíduos domésticos e industriais, além da influência das marés; Alta demanda por água e consumo diversificado, devido à presença da região da Grande Aracaju nesta seção; Chuvas regulares ao longo do ano e clima litorâneo com temperatura média em torno de 28°C; Conflitos causados pela pressão e expansão da atividade urbana, através da impermeabilização e ocupação desordenada do solo; Necessidade de transposição de água da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Seção da BHS fortemente antropizada.

Quadro 03: Principais características das seções da bacia hidrográfica do rio Sergipe

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos, 2013.

1.3 Áreas referenciais de fragilidade

A tese ora concluída respalda-se na necessidade de analisar com detalhes as características de cada uma das seções e os elementos que as diferenciam umas das outras. Após os trabalhos de campo realizados nas três seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, em diversas ocasiões e ao longo das viagens para investigação in loco, percebemos que há alguma similaridade entre os municípios que compõem cada uma das três seções. Esta observação, aliada à grande extensão territorial da BHS, nos motivou a elencarmos pontos de referência para a análise mais detalhada de cada uma das seções, por entendermos que teríamos, a partir destas áreas elencadas como base referencial, um retrato objetivo dos elementos necessários à análise. Optamos por eleger estas áreas com o intuito de trazermos a lume possibilidades mais detalhadas do cruzamento dos fatores elencados como parâmetros para a determinação da fragilidade ambiental potencial e emergente de cada uma das três seções da BHS.

Para a definição do grau de fragilidade potencial, emergente e hídrica, foram selecionadas seis áreas de referência com interfaces urbana e rural, duas em cada seção da BHS, abrangendo um raio de cinco quilômetros cada, totalizando 78,50 Km² de área.

A cada uma dessas áreas, denominamos Área Referencial de Fragilidade (ARF), que receberam como complemento de identificação as numerações 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e as letras A, M e B, correspondentes ao alto curso, médio curso e baixo curso da BHS, respectivamente. Os números e as letras associados indicam a localização das áreas em cada uma das seções da bacia, conforme o quadro abaixo. (Quadro 04)

ARF	SEÇÃO	SIGLA	COORDENADAS UTM
Área Referencial de Fragilidade 1	Alto Curso	ARF-1A	650172,703 L e 8867611,95 N
Área Referencial de Fragilidade 2	Alto Curso	ARF-2A	669213,869 L e 8850234,018 N
Área Referencial de Fragilidade 3	Médio Curso	ARF-3M	677649,315 L e 8818689,918 N
Área Referencial de Fragilidade 4	Médio Curso	ARF-4M	697722,833 L e 8822360,504 N
Área Referencial de Fragilidade 5	Baixo Curso	ARF-5B	689462,757 L e 8800355,140 N
Área Referencial de Fragilidade 6	Baixo Curso	ARF-6B	711143,414 L e 8797067,871 N

Quadro 04: Identificação e localização das ARF na BHS.

Fonte: Trabalho de Campo, 2013.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

A área compreendida por cada um dos círculos contém um conjunto de características peculiares e relevantes para a análise, a exemplo de cursos d'água, centros urbanos, áreas de cultivos e outros atributos significativos, além de apresentarem características edafoclimáticas, morfogenéticas e pedogenéticas que serviram de referencial e subsidiaram nas análises propostas na pesquisa. (Figura 06)

As figuras 07, 08 e 09 retratam a distribuição espacial da rede de drenagem das três seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e seus atributos físicos e humanos, como também os principais afluentes das duas margens do rio Sergipe.

No alto curso da BHS, foram definidas as ARF-1A e ARF-2A. A primeira está localizada na confluência dos municípios de Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora Aparecida e Carira, cortada pelo leito seco do rio Sergipe. O núcleo da área é o curso do rio Sergipe nas coordenadas UTM 650172,703 L e 8867611,95 N. Como praticamente todos os rios da região, essa porção do rio Sergipe com alguns tributários irrelevantes também possui água com elevado teor de cloreto de sódio. Essa área tem como principais características a substituição da caatinga por vastas plantações de milho e forte presença da criação extensiva de bovinos, sendo necessário para o sustento dos animais o plantio de pastos e palmas. A água utilizada nesta ARF provém da bacia do rio São Francisco e de alguns poucos sistemas de dessalinização da água subterrânea para atender pequenas comunidades.

A segunda é a ARF-2A que tem a sede do município de Nossa Senhora Aparecida como eixo central, com coordenadas geográficas UTM 669213,869 L e 8850234,018 N. As principais características dessa área são a expansão urbana, a presença de vários povoamentos e o uso das terras com cultivos temporários e pastagens, cortadas por rios de baixa vazão, sendo a água utilizada para abastecimento público oriunda do rio São Francisco. Além de Nossa Senhora Aparecida, a área também abrange terras dos municípios de São Miguel do Aleixo e Ribeirópolis.

Já no médio curso da BHS, elencamos mais duas áreas, a ARF-3M, que está localizada na área de produção de olerícolas do município de Itabaiana, atividade que gera renda, emprego, dinamismo e um intenso conflito pelo uso da água, por necessitar de grandes vazões para o suprimento das suas necessidades. Tem como núcleo o povoado Agrovila, no município de Itabaiana e às margens da barragem Jacarecica I, sob as coordenadas UTM 677649,315 L e 8818689,918 N. É cortada por uma vasta malha de estradas vicinais que servem, principalmente, para escoamento da produção.

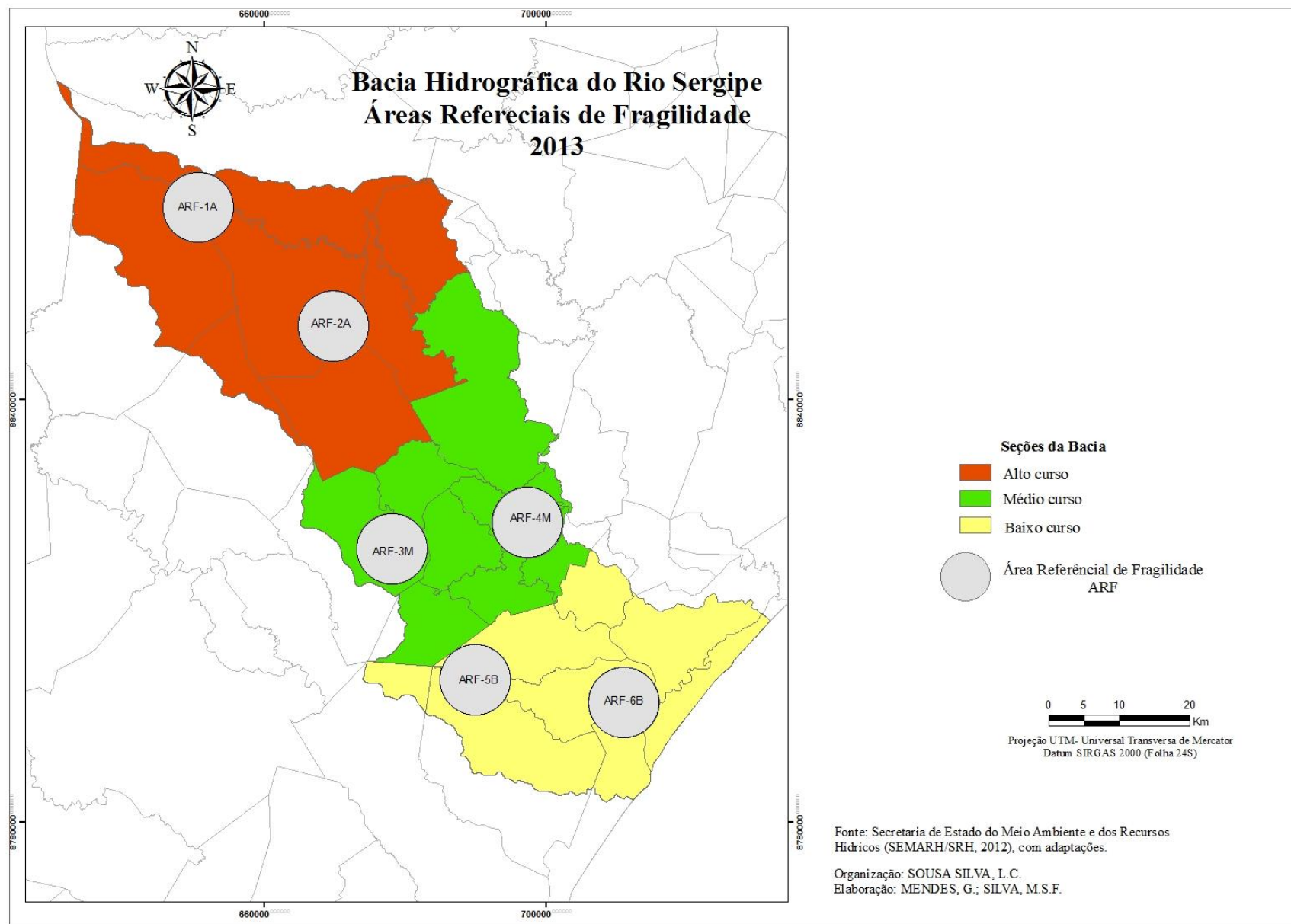


Figura 06: Áreas referenciais de fragilidade da BHS

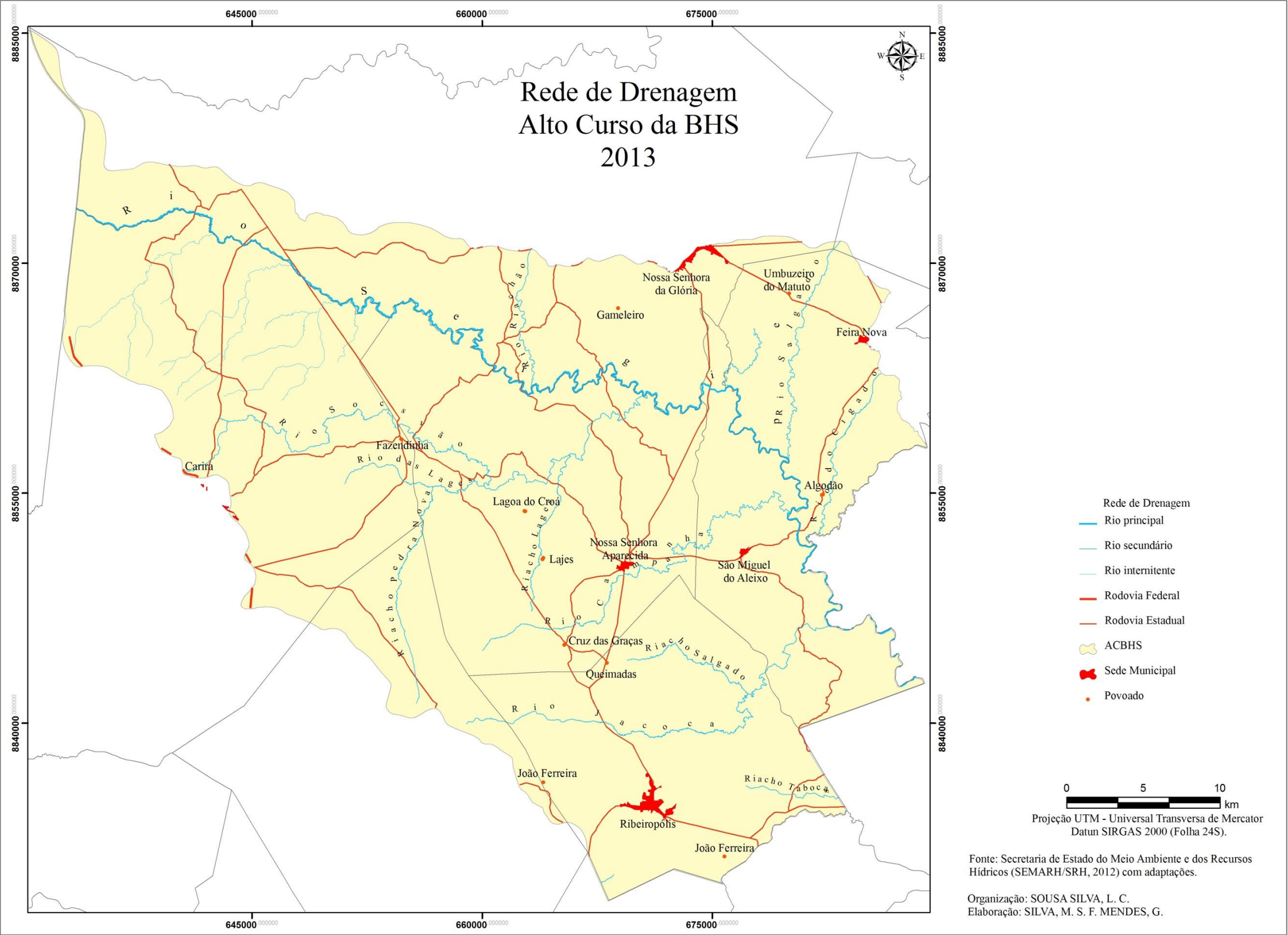


Figura 07: Rede de drenagem da seção do alto curso da BHS

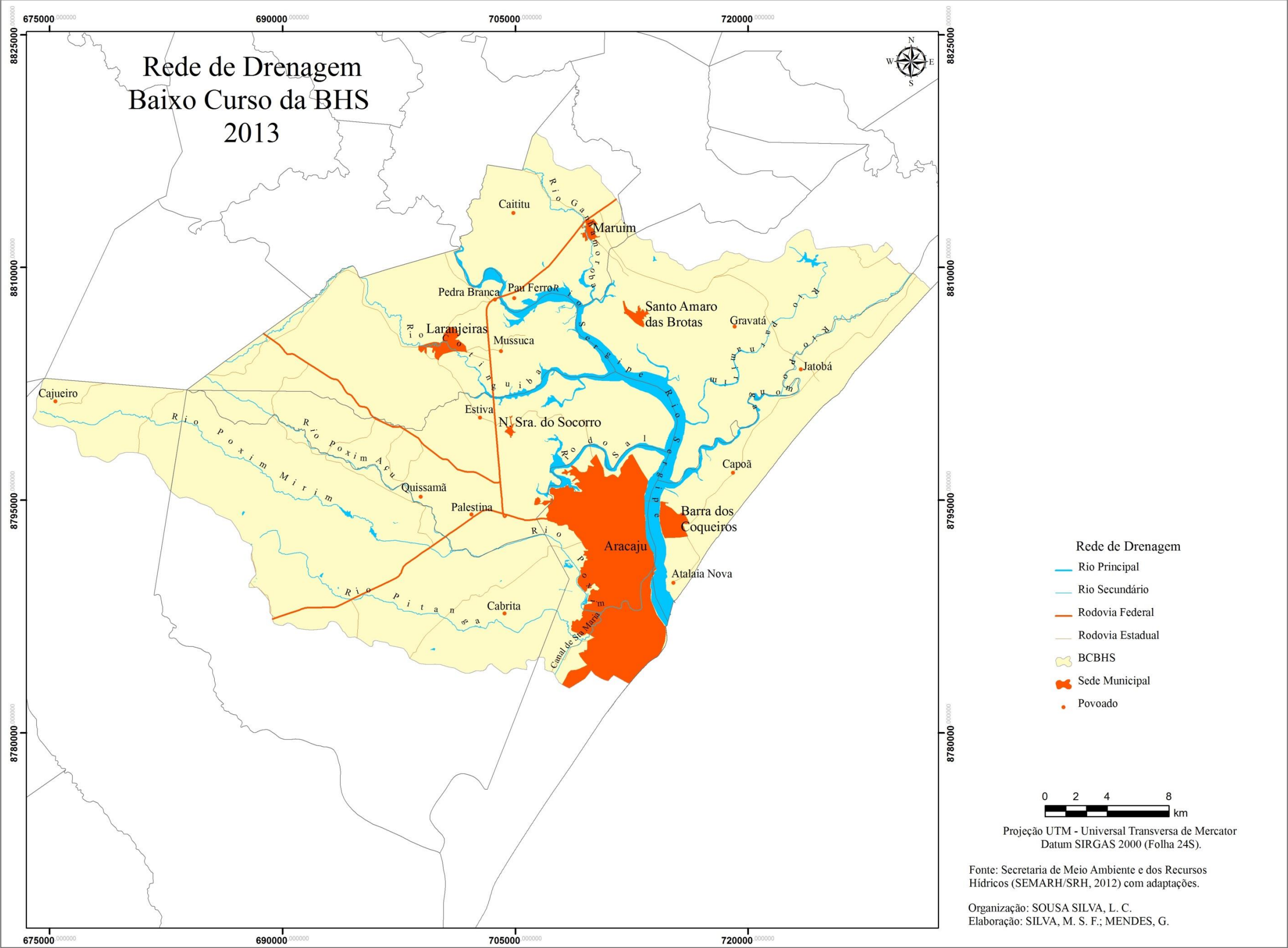


Figura 09: Rede de drenagem da seção do baixo curso na BHS

Essa área de referência caracteriza-se por apresentar intensa rede de drenagem, contando com dois dos principais perímetros irrigados do Estado de Sergipe, Açude da Macela e Jacarecica I, além de parte do núcleo urbano da cidade de Itabaiana.

A ARF-4M, também pertencente ao médio curso da BHS, está inserida em territórios de quatro municípios: Siriri, Santa Rosa de Lima, Divina Pastora e Riachuelo. O eixo dessa área é a cidade de Santa Rosa de Lima e suas coordenadas UTM são 697722,833 L e 8822360,504 N. As atividades de exploração petrolífera e as propriedades com domínio da atividade canavieira ocupam grande parte da cobertura do solo. Apresenta intensa rede de drenagem perene, sendo a área onde o rio Sergipe começa a se tornar caudaloso e possibilitando os usos múltiplos das suas águas.

Já a ARF-5B está localizada no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, na confluência dos municípios de Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão. Seu núcleo é a calha do alto curso do rio Poxim Mirim, no limite dos municípios de Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, sob as coordenadas UTM 689462,757 L e 8800355,140 N. Esta área é berço de várias nascentes de riachos e rios importantes da bacia, como os rios Pitanga, Poxim Mirim e Poxim Açú. É ocupada por cana-de-açúcar e pastagens e recebe forte influência de várias áreas urbanas.

A outra área selecionada do baixo curso da BHS é a ARF-6B. De todas, essa é a mais antropizada. Está inserida nas áreas urbanas dos municípios de Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e São Cristóvão. Seu núcleo é a curva do rio do Sal sob a Ponte entre Aracaju e o Conjunto João Alves, em Nossa Senhora do Socorro, e está sob as coordenadas UTM 711143,414 L e 8797067,871 N. Tem como principais características a pressão urbana sobre as águas e o solo, a degradação das matas de restinga e manguezais e a demanda crescente pelo uso da água.

Dessa forma, utilizando as seis ARF's para análise detalhada dos estudos de fragilidade da BHS nas suas três seções, nos possibilitou chegar com mais precisão aos mapas de fragilidade ambiental potencial e emergente de toda bacia hidrográfica.

Após o estudo de vários métodos já testados e publicados para análise do grau de fragilidade em áreas de bacias hidrográficas, optamos pela elaboração do mapa de fragilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, baseado na metodologia proposta por Ross (1994), com algumas adaptações nas variáveis. A origem da água é a variável inserida no modelo proposto por Ross (1994).

Dos cinco fatores que foram analisados para a determinação da fragilidade ambiental potencial e emergente da BHS, quatro deles seguiram a metodologia proposta por Ross

(1994). O quinto fator, a potencialidade hídrica, foi incluído na análise por considerarmos a relevância que tem a água para definir as características da fragilidade da bacia. A inserção desta variável foi feita visando atender às características da área em estudo, assim como as especificidades que a proposta de tese suscita.

Este fator foi pensado a partir das seguintes reflexões: a forte intermitência do fluxo de água na rede de drenagem na seção do ACBHS; presença de água subterrânea com significativo teor de Cloreto de Sódio (NaCl) (FONSECA e BASTOS, 1997), também nesta seção; áreas de recarga com forte influência do fator climático, principalmente na área de abrangência do semiárido; diversos conflitos pelo uso da água na seção do médio curso da BHS; intensa antropização e ocupação das Áreas de Proteção Ambiental (APP) na seção do baixo curso da BHS e a forte dependência de transposição de água de outras bacias nas três seções.

Com esta proposta, apontamos os elementos que foram utilizados para definição das classes de fragilidade potencial e fragilidade emergente, pertinentes a cada fator empregado para detecção da análise empírica e das condições atuais dos ambientes naturais e antropizados. (Quadro 05)

Elementos de análise para fragilidade ambiental	Atributos
Geomorfologia	Índices de declividade.
Solo	Permeabilidade/compactação/erodibilidade.
Clima	Intensidade pluviométrica.
Cobertura vegetal/Uso do solo	Densidade da cobertura vegetal; Atividades econômicas presentes; Áreas urbanizadas; Ações antrópicas.
Origem da Água	Capacidade de atender as demandas com água da própria bacia seja ela superficial ou subterrânea.

Quadro 05: Fatores para determinação da fragilidade ambiental na BHS.

Fonte: Adaptado de Ross (1994), com complemento da variável origem da água.

Estabelecidos os cinco fatores que comporão a análise da fragilidade ambiental da BHS, partimos para a metodologia de trabalho com cada um deles e o modo como as informações serão cruzadas e, posteriormente, analisadas para a criação dos cartogramas e cartas de síntese de fragilidade potencial e emergente das três seções da BHS.

De acordo com Christofolletti (1979), a análise da declividade das vertentes possibilita evidenciar a distribuição das inclinações de uma superfície do terreno na paisagem, sendo a

declividade uma característica importante na análise do balanço morfogênese/pedogênese, uma vez que a inclinação das vertentes representa o fator que mais contribui para os processos erosivos e movimentos coletivos de materiais ocasionados por ela que, por sua vez, provoca instabilidade das encostas fazendo acelerar o fluxo torrencial do escoamento, principalmente em períodos dominados por fortes e concentradas precipitações pluviométricas.

A proposta de Biasi (1992) estabelece uma matriz com cinco classes, com base nos aspectos técnico/normativo da paisagem geomorfológica da área de estudo, a qual define os intervalos de inclinação da superfície a ser estudada.

Nessa proposta, uma superfície com inclinação inferior a 5% está dentro do limite utilizado internacionalmente para uso urbano-industrial e em trabalhos de planejamento urbano; De 5% a 12% define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura; De 12% a 30%, sendo que, o limite de 30% é definido por legislação federal – Lei 6766/79, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas; De 30% a 47% estabelece que o Código Florestal fixe o limite de 25° (47%), como limite de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas; E superior a 47% que, definido pelo Código Florestal, prevê que, na faixa situada entre 25° (47%) a 45° (100%), não é permitida a derrubada de florestas, sendo essas consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP).

Os níveis de declividade da geomorfologia existente nas três seções da BHS foram classificados com base nas diversidades do seu modelado topográfico, possuindo pontos de maior elevação, como colinas e domos na sua porção central, representados pelo complexo de serras residuais na seção MCBHS, onde há um predomínio da morfogênese no modelado natural do seu relevo. Tanto na seção do BCBHS como na seção do ACBHS, a topografia existente é suavemente aplainada com poucas variações planialtimétricas, estando presentes as atuações da morfogênese e da pedogênese. (Figura 10)

Para melhor retratar a realidade geomorfológica da BHS, a qual apresenta oscilações nas superfícies das três seções, organizamos as classes de declividades, hierarquizando e atribuindo pesos a cada uma delas, sendo que, para os terrenos com menores inclinações e quase planos foram atribuídos pesos menores e os com declividades maiores, pesos mais elevados.

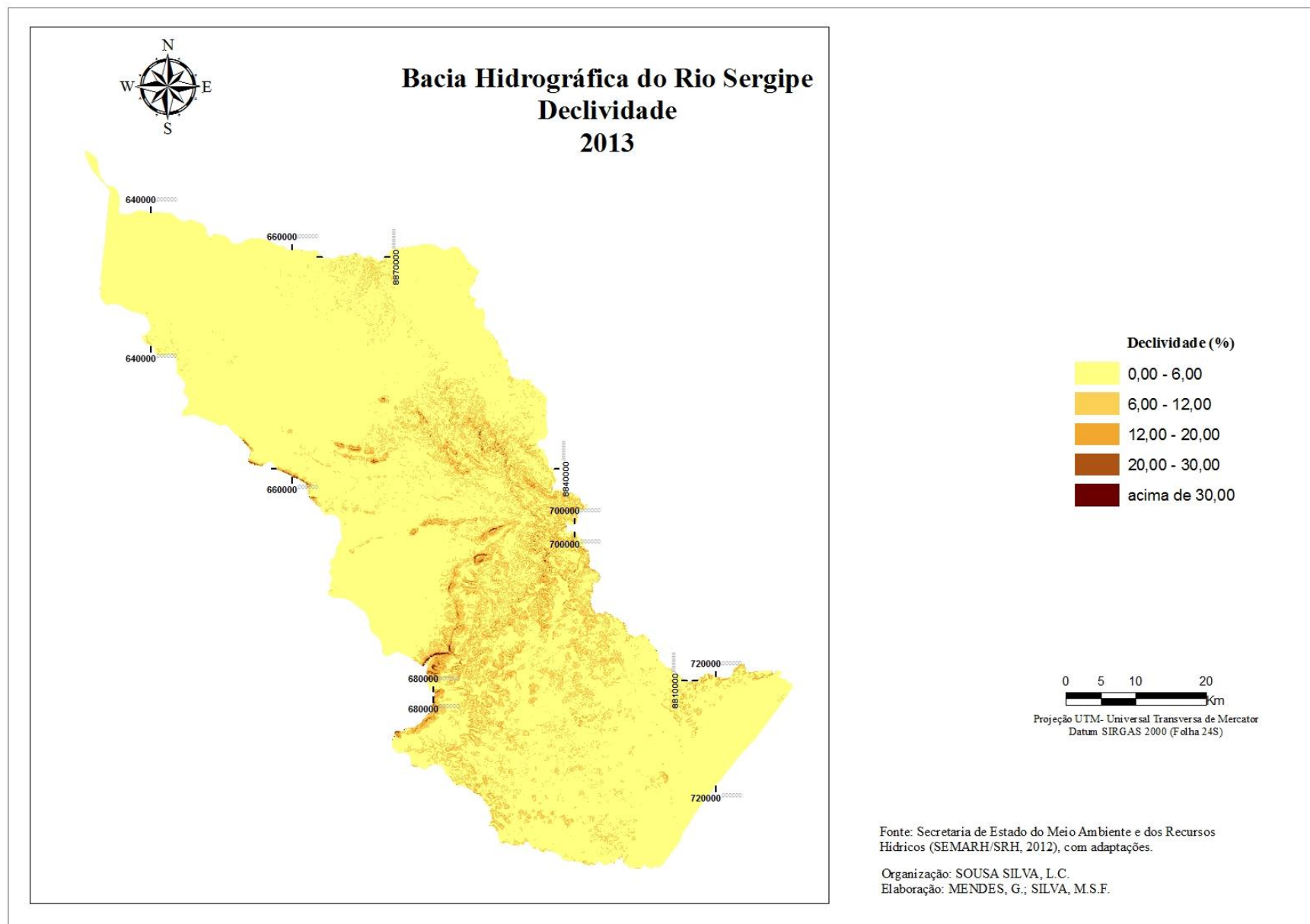


Figura 10: Declividade da BHS

Como exemplo temos as ocorrências da região abrangendo o pediplano sertanejo na seção do alto curso e o complexo das serras residuais na seção do médio curso da BHS. (Quadro 06)

Classes de Fragilidade	Classes de declividade	Grau de Fragilidade
Muito Baixa	< 6%	1
Baixa	6% a 12%	2
Média	12% a 20%	3
Alta	20% a 30%	4
Muito Alta	> 30%	5

Quadro 06: Classes de declividade para detecção do grau de fragilidade potencial.

Fonte: Ross (1994).

A carta de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta uma grande variedade de tipos de terrenos que recobrem toda sua área. A partir dela, foram extraídas as informações utilizadas no estudo da fragilidade potencial de cada seção da BHS.

A hierarquização dos solos para esse trabalho foi organizada segundo seu grau de fragilidade, que ocorre em situações a susceptibilidade a erosão, deslizamento, lixiviamento e sedimentação, baseando-se nas características estruturantes, área de atuação e formação de cada tipo de solo.

Para chegarmos à definição dos níveis de fragilidade a partir do solo, fizemos o levantamento de todos os tipos de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, utilizando-nos de informações contidas no Atlas Digital de Recursos Hídricos da SEMARH/SRH, 2012 e no mapa de Classificação dos Solos também da SEMARH (site www.semarh.se.gov.br em abril de 2012).

O quadro 07 apresenta os tipos e características dos terrenos presentes em toda BHS.

Após este levantamento partiu-se para a análise das características de cada um dos tipos de solos, considerando o grau de resistência a processos erosivos provocados por escoamentos superficiais, a fim de chegarmos ao quadro que se segue abaixo, com as classes de fragilidade para a BHS. Adaptado da metodologia de Ross (1994), os solos foram classificados e agrupados considerando-se a sua resistência, fragilidade ou suscetibilidade à erosão, sendo feitas algumas adaptações.

TIPO DE SOLO CARACTERÍSTICAS
PLANOSSOLOS
Assoc. de: PLANOSSOLOSOLODICOEUTROFICO TaAmoderado e chemozemico + CHERNOSSOLOS, ambos textura media/argilosa fase floresta Caducifolia relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito + LUVISSOLOS TbAmoderado texturamédia/argilosa fase floresta subcaducifolia relevo suave ondulado e ondulado.
Assoc. de: PLANOSSOLOSOLODICOEUTROFICO Ta textura media/argilosa + SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa substrato xisto, Gnaiss e filito, ambos Amoderado fase caatinga hipoxerofila relevo suave ondulado.
Assoc. de: PLANOSSOLOSOLODICOEUTROFICO, ambos Ta e Tb textura arenosa/media e argilosa + SOLOS NEOSSOLOS textura arenosa e media fase pedregosa substrato gnaiss + LATERIA HIDROMORFICA EUTROFICA Tb com B textura labrúptica textura arenosa/média, todos A fraco e moderado Fase floresta caducifolia relevo suave ondulado.
LUVISSOLOS Tb (argila de atividade baixa)
Assoc. de: LUVISSOLOS + LUVISSOLOS EQUIVALENTE EUTROFICO, ambos Tb textura media/argilosa + LATOSSOLOS coeso textura argilosa, todos Amoderado e proeminente fase floresta subcaducifolia relevo ondulado e forte Ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS plinthico e nao plinthico textura arenosa/media e media/argilosa + LUVISSOLOS textura media/argilosa, ambos TbAmoderado fase floresta subperenitolia relevo suave ondulado e ondulado + VERTISSOLOS Amoderado e chemozênico fase floresta subcaducifolia/subperenifolia relevo suave ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS plinthico e nao plinthico fase cerrado e floresta subperenitolia/cerrado relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLOS plinthico raso e não raso fase seixos a e concrecionária campo cerrado relevo ondulado e forte ondulado, ambos TbA Moderado texturamédia/argilosa.
LUVISSOLOS Tb plinthico e nao plinthico Amoderado textura media/argilosa fase floresta subperenitolia relevo ondulado e forte ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS + LUVISSOLOS, ambos TbAmoderado textura media/argilosa fase floresta subcaducifolia relevo ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS + LUVISSOLOS plinthico, ambos TbAmoderado textura media/argilosa fase floresta Subperenitolia e subcaducitolia relevo ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS + LUVISSOLOS plinthico, ambos fase relevo ondulado + LUVISSOLOS com fragipan fase relevo plano e suave ondulado, todos TbAmoderado textura media/argilosa fase floresta subperenitolia.
Assoc. de: LUVISSOLOS textura arenosa/media e media/argilosa fase relevo, ondulado e forte ondulado + LUVISSOLOS com fragipan textura media/argilosa fase relevo plano e suave ondulado, ambos Tb Amoderado fase floresta subperenifolia.
LUVISSOLOS Tb (argila de atividade baixa)
Assoc. de: LUVISSOLOS TbA proeminente chemozemico e moderado textura media/argilosa fase relevo Suave ondulado e ondulado + SOLOS NEOSSOLOS Amoderado e chemozemico textura media fase relevo ondulado e forte ondulado e substrato Xisto e gnaiss + CHERNOSSOLOS texturamédia/argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado, todos fase floresta caducifolia.
Assoc. de: LUVISSOLOS + LUVISSOLOS, ambos TbAmoderado e proeminente Textura media/argilosa fase floresta subcaducitolia relevo ondulado e forte ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS abruptico plinthico + LATERIA HIDROMORFICA com B textural, abruptica Ambos TbA fraco textura arenosa/media e argilosa fase floresta subcaducitolia relevo suave ondulado.
Assoc. de: LUVISSOLOS Tb abruptico plinthico e nao plinthico fase relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLOSOLODICOEUTROFICO Ta e Tb fase relevo suave ondulado, ambos Amoderado textura media/argilosa fase floresta caducifolia.
Assoc. de: LUVISSOLOS Tb abruptico plinthico e nao plinthico textura media/argilosa fase relevo plano e Suave ondulado + SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa relevo ondulado e forte ondulado substrato xisto, ambos Amoderado fase Florestaca ducifolia.
Assoc. de: LUVISSOLOS Tb abruptico plinthico e nao plinthico, solodico e nao solodico textura media/argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa relevo ondulado e forte ondulado substrato xisto, ambos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila.
Assoc. de: LUVISSOLOS Tb plinthico e nao plinthico textura media/argilosa fase relevo suave ondulado + SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado substrato xisto, ambos Amoderado fase floresta caducifolia.
Assoc. de: LUVISSOLOS Tb plinthico textura media/argilosa + SOLOS NEOSSOLOS textura Media fase pedregosa substrato xisto, ambos Amoderado fase floresta caducifolia relevo ondulado.
NEOSSOLOS
SOLOS NEOSSOLOS Amoderado textura media fase pedregosa e rochosa floresta caducifolia relevo forte ondulado substrato meta-silito e xisto.
SOLOS NEOSSOLOS Amoderado textura media fase pedregosa floresta caducifolia relevo suave ondulado e ondulado substrato xisto.
Assoc. de: SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado substrato xisto + PLANOSSNEOSSOLOSOLODICO EUTROFICO Ta texturamédia/argilosa fase relevo suave ondulado, ambos Amoderado fase floresta caducifolia.
Assoc. de: SOLOS NEOSSOLOS EUTROFICOS textura media fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado substrato xisto e filito + PODZOLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTROFICO Tb abruptico plinthico e não plinthico solódico e não solódico texturamédia/argilosa fase relevo plano e Suave ondulado, ambos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila.
Assoc. de: SOLOS NEOSSOLOS textura arenosa e media fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e Quartzito + LUVISSOLOS Tb texturamédia/argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado, ambos A Moderado fase floresta caducifolia.
Assoc. de: SOLOS NEOSSOLOS textura media fase pedregosa substrato xisto e filito + LUVISSOLOS Tb textura media/argilosa, ambos Amoderado fase floresta caducifolia relevo suave ondulado e ondulado.
NEOSSOLOS
SOLOS NEOSSOLOS A fraco, moderado e proeminente textura arenosa e media fase pedregosa e rochosa cerrado subperenitolio/subcaducitolio e campestre relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso substrato quartzito
VERTISSOLOS

Assoc. de: VERTISSOLOS A chernozemico e moderado + BRUNIZEM VERMELHADO vertico textura argilosa, ambos C carbonatico e nao carbonatico fase floresta subcaducifolia relevo suave ondulado
NEOSSOLOS
Assoc. de: LATOSSOLOS coeso podzolico textura argilosa + LUVISSOLOS latossolico textura média/argilosa + LUVISSOLOS Tb com e sem fragipan textura média/argilosa, todos A moderado e proeminente fase floresta subperenifolia e cerrado/floresta subcaducifolia relevo plano e suave ondulado.
NEOSSOLOSQUATZONICOS (NAO HIDROMORFICOS)
Assoc. de: AREIASQUARIZOSAS MARINHAS DISTROFICAS (DUNAS FIXAS) A fraco e moderado fase relevo suave ondulado + PODZOLA fraco, moderado e proeminente textura arenosa fase relevo plano, ambos fase floresta perenifolia de restinga e campo de restinga
AREIASQUARIZOSAS MARINHAS DISTROFICAS (DUNAS MOVEIS) fase relevo suave ondulado e ondulado.
Assoc. de: AREIASQUARIZOSAS DISTROFICAS A fraco e moderado + LATOSSOLOS A moderado textura media, ambos fase relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLOS Tb plinthico A moderado textura arenosa/media e argilosa fase relevo suave ondulado, todos fase floresta subperenifolia.
Assoc. de: AREIASQUARIZOSAS DISTROFICAS + PODZOL textura arenosa, ambos A fraco e moderado fase cerrado subperenifolia relevo plano e suave ondulado.
NEOSSOLOS
Assoc. de: SOLOS NEOSSOLOS A moderado fase floresta subcaducifolia de varzea + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de GLEY POUCO HUMICO e GLEY HUMICO fase campo de varzea, todos EUIROFICOS e DISTROFICOS Ta e Tb textura indiscriminada fase relevo plano.
VERTISSOLOS
GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de: GLEY POUCO HUMICO fase campo de varzea + SOLOS NEOSSOLOS A fraco e moderado fase floresta subcaducifolia de varzea, ambos EUIROFICOS e DISTROFICOS Ta e Tb textura indiscriminada + VERTISSOLOS A moderado e chernozemico fase campo e floresta subcaducifolia de varzea, todos fase relevo plano.
GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de: GLEY POUCO HUMICO + GLEY HUMICO fase campo de varzea + SOLOS NEOSSOLOS A moderado fase floresta perenifolia de varzea, todos Ta e Tb textura indiscriminada + SOLOS ORGANICOS fase campo de varzea, todos EUIROFICOS e DISTROFICOS fase relevo plano.
CHERNOSSOLOS
Assoc. de: CHERNOSSOLOS vertico textura argilosa + VERTISSOLOS A chernozemico e moderado, ambos C carbonatico e nao carbonatico + LUVISSOLOS Tb A moderado textura media/argilosa, todos fase floresta subcaducifolia relevo ondulado e forte ondulado.
SOLOSGLEISSOLOS
SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES textura indiscriminada fase relevo plano.
PODZOL
Assoc. complexa de: PODZOLA fraco, moderado e proeminente textura arenosa + AREIASQUARIZOSAS MARINHAS DISTROFICAS A fraco e moderado, ambos fase floresta perenifolia de restinga e campo de restinga relevo plano.

Quadro 07: Tipos e características dos solos presentes na BHS.
Fonte: Classificação dos Solos do Estado de Sergipe - SEMARH (site: www.semarh.se.gov.br em abril de 2012)
Elaboração: Sousa Silva, Luiz Carlos

Dentre todos os tipos de solos existentes na BHS, optamos por agrupar alguns deles, com características estruturais e princípios semelhantes, para melhor sistematizar a tabela de classes de fragilidade. Também foi analisada a predominância espacial de cada tipo de solo em toda área da bacia, resultando nos tipos com maior frequência e maior intensidade de atividade em todas as seções (Figura 11). Sendo assim, os solos encontrados em cada seção da BHS foram hierarquizados como: muito baixa fragilidade, com atribuição de peso 1, sendo representados pelos Planossolos e outros com os mesmos princípios; baixa fragilidade, com peso 2 e representados pelos Litossolos e Luvisolos; os de média fragilidade, com peso 3 e predominância dos Luvisolos e outros; os com fragilidade alta, com peso 4 e representados pelos Chernossolos e, por fim, os com muito alta fragilidade, que teve atribuição de peso 5 predominado pelos Neossolos quartzônicos e Neossolos.

O quadro 08 apresenta o resultado da sistematização com suas respectivas classes de fragilidades, os tipos de solos e seus respectivos pesos.

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos	Fragilidade
Muito Baixa	Planossolos e outros com os mesmos princípios.	1
Baixa	Neossolos; Luvisolos, dentre outros com os mesmos princípios.	2
Média	Luvisolos e outros com os mesmos princípios.	3
Alta	Chernossolos	4
Muito Alta	Neossolos quartzônicos; Neossolos; Gleissolos; solos halomórficos; podzol, dentre outros com os mesmos princípios.	5

Quadro 08: Classes de fragilidade à erodibilidade dos tipos de solos face ao escoamento superficial de águas pluviais.

Fonte: Adaptado de ROSS (1994).

Organização: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

Os tipos de solos Planossolos, presentes em quase toda seção do ACBHS e outros dessa natureza, foram enquadrados na classe de fragilidade muito baixa (1) por serem solos menos desenvolvidos e menos suscetíveis à erosão. São solos presentes em áreas cristalinas do pediplano sertanejo que apresenta quase nenhuma elevação, vales rasos em forma de “U”, pouca influência dos escoamentos superficiais, intensos afloramentos de batólitos e subsuperfície apresentando solos em formação.

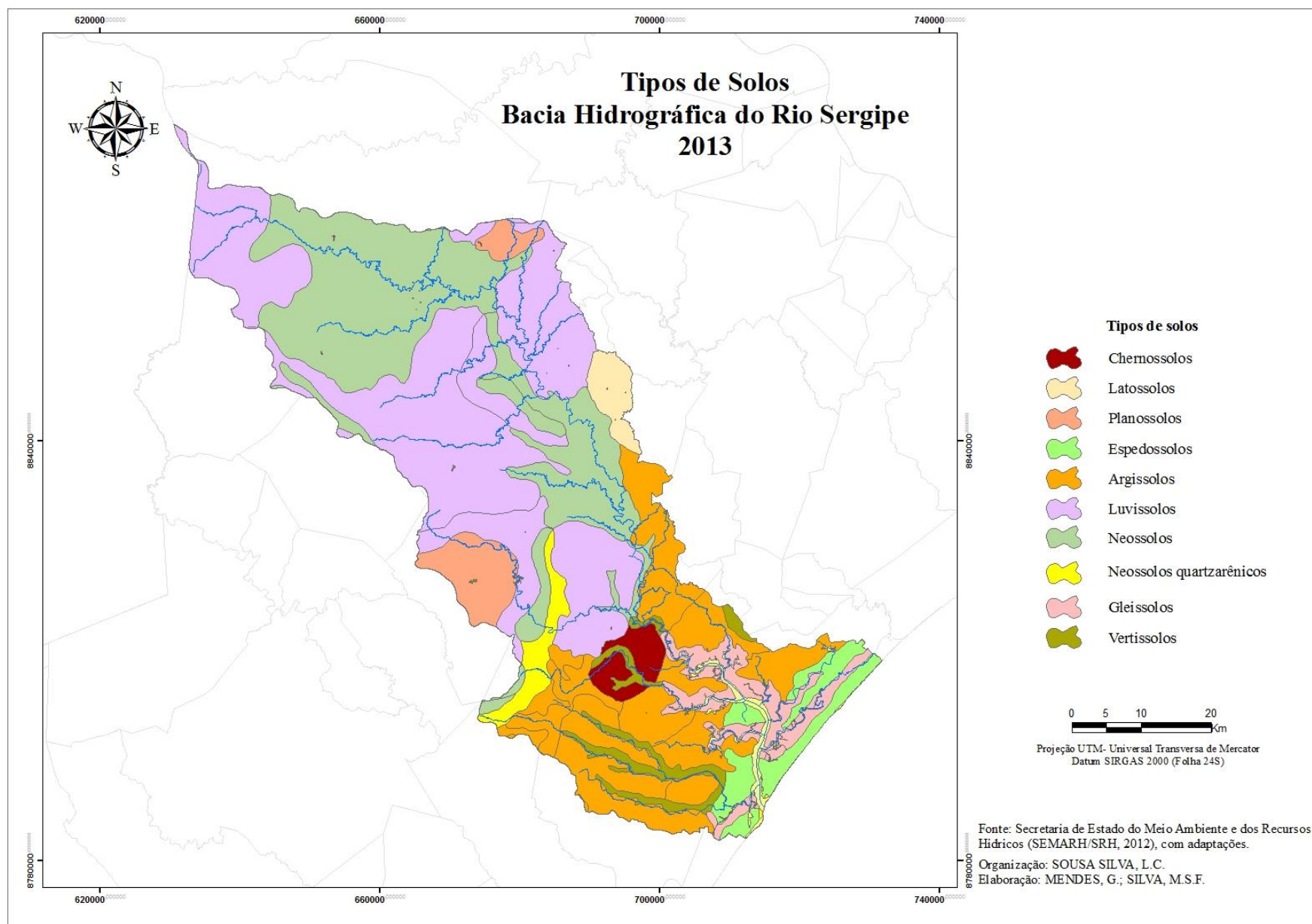


Figura 11: Tipos de solos da BHS

Os solos Neossolos e Luvisolos, enquadrados na classe de baixa fragilidade (2), são resistentes às ações físico-químicas do intemperismo por fazerem parte da estrutura litológica do complexo de serras residuais, inseridas, principalmente, na seção do MCBHS. São solos mais protegidos por estarem localizados em áreas de contínua atividade de cultivos agrícolas.

Os solos enquadrados na classe com média fragilidade (3) são os solos Luvisolos e outros com os mesmos princípios. Esses solos estão enquadrados na transição entre solos mais e menos susceptíveis a fragilidade. Estão presentes nas superfícies do relevo suave ondulado das seções do MCBHS e do BCBHS, apresentam características de textura média/argilosa e sofrem influência direta dos escoamentos pluviais. São utilizados nos diversos cultivos de olerícolas da região do entorno de Itabaiana e em áreas de pastos e canaviais do MCBHS e BCBHS.

Os Chernossolos, solos enquadrados na classe de fragilidade alta (4), são menos resistentes a erosão e fragmentação. Tem textura argilosa e está presente nas áreas de relevo ondulado e forte ondulado da seção do BCBHS.

Já os Neossolos quartzônicos, Neossolos, Gleissolos, solos halomórficos, podzol, dentre outros com os mesmos princípios, foram enquadrados na classe de fragilidade muito alta (5) e estão presentes nas seções do MCBHS e principalmente na do BCBHS, devido à maior suscetibilidade aos diversos tipos de processos erosivos, quando comparado com solos de outros grupos considerados menos desenvolvidos. Esses tipos de solos apresentam texturas mais arenosas e que propiciam maior erosão do que as mais argilosas.

Esse grupo de solos, hierarquizado na classe de fragilidade muito alta, são solos friáveis e de mangues, situados em ambientes litorâneos e encharcados das porções de baixa elevação das planícies aluviais dos principais rios das seções do MCBHS e do BCBHS, como também próximo às áreas de foz dos rios Sergipe e seus afluentes, cujo lençol freático está próximo a superfície. (Figuras 12, 13 e 14)

O clima é o elemento natural com maior influência no processo de determinação da fragilidade em ambientes antropizados ou não. Interfere diretamente nas ações do intemperismo químico e físico da estrutura litológica, na biogeografia, na qualidade e quantidade de água e áreas de precipitações do ciclo hidrológico, nas condições de desenvolvimento das plantas, dos solos, da geomorfologia e da vida animal.

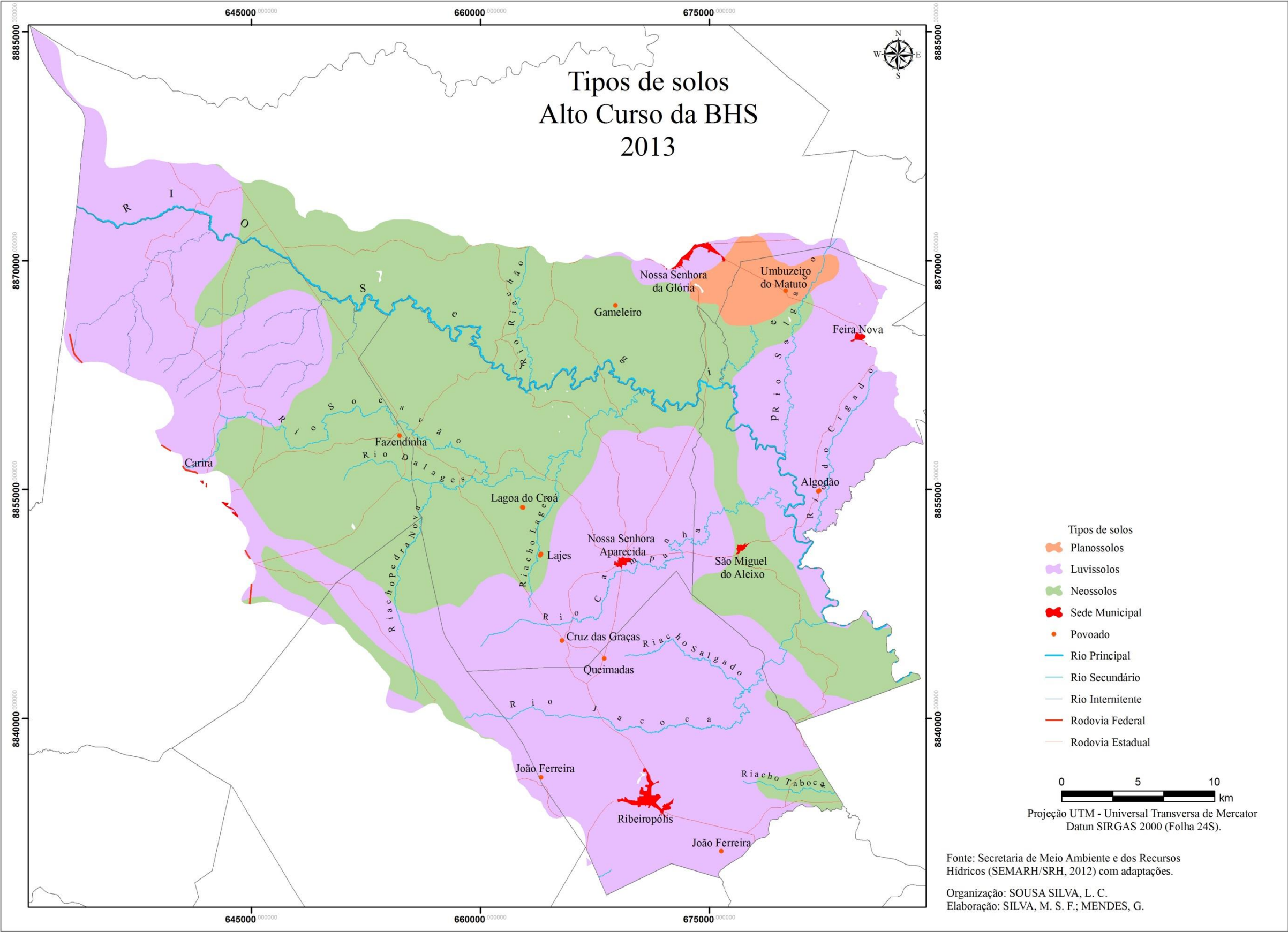


Figura 12:Tipos de solos da seção do alto curso da BHS

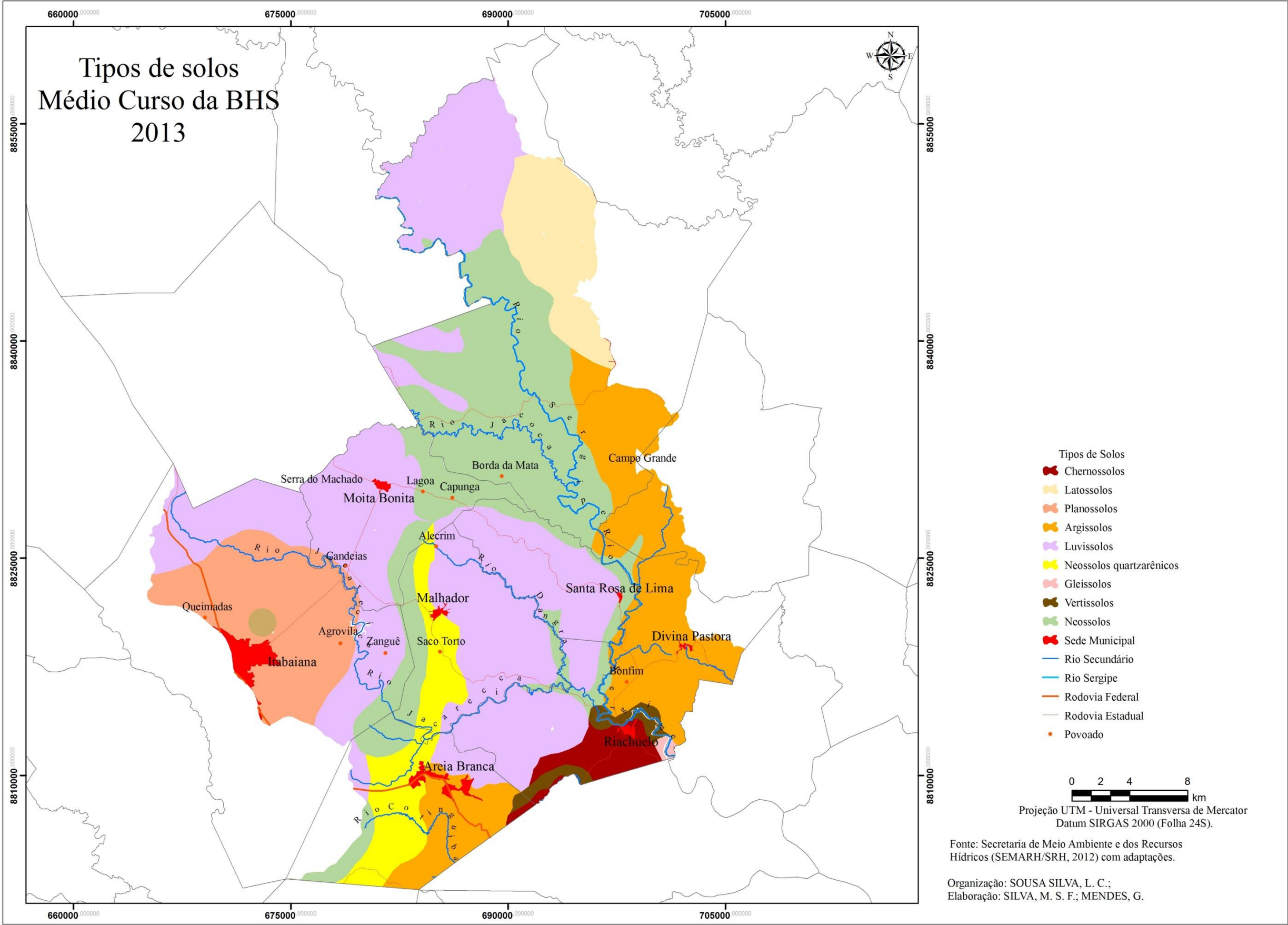


Figura 13: Tipos de solos da seção do médio curso da BHS

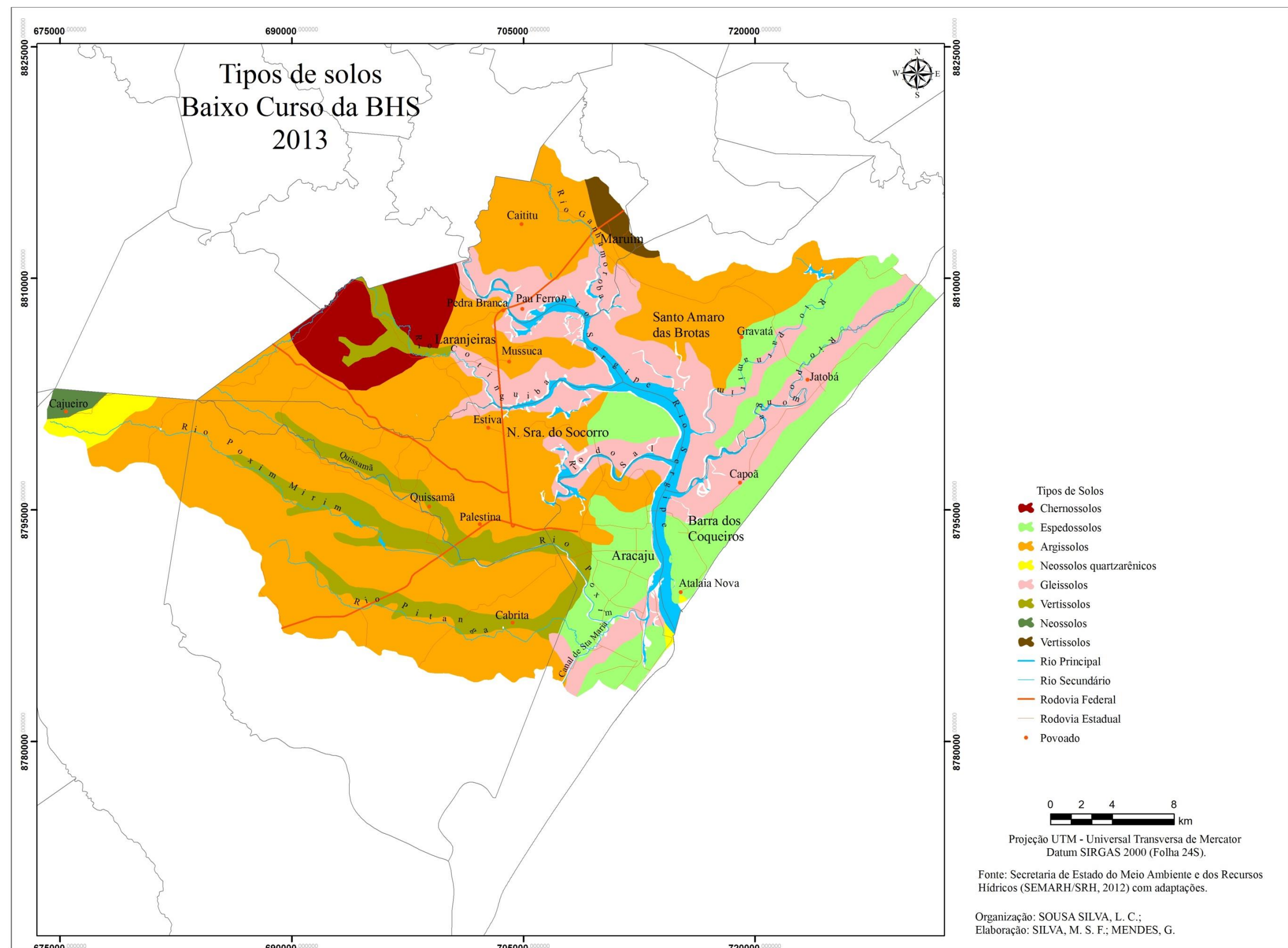


Figura 14: Tipos de solos da seção do baixo curso da BHS

O clima apresenta condicionantes que favorecem ou limitam a ocupação e o desenvolvimento de uma região, da sua ocupação pelo homem e do caráter produtivo ou especulativo que ele promove. A variação climática compromete intensamente as condições de equilíbrio da morfogênese e da pedogênese.

Para a determinação dos níveis de fragilidade a partir do clima, fizemos o levantamento dos tipos climáticos presentes em toda superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. De acordo com o Atlas Geográfico de Sergipe, UFS, 1986, e o Atlas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, assim como todo Estado de Sergipe, apresenta cinco tipos climáticos com características peculiares e abrangência espacial diversificada. São eles:

1- Clima úmido com 1 a 2 meses secos – É encontrado numa faixa de 30 km de largura no sentido leste/oeste e que vai do sul do município de Barra dos Coqueiros até o município de Itaporanga D'Ajuda. A distribuição das chuvas é regular durante todo o ano, apresentando somente de 1 a 2 meses secos com média pluviométrica entre 1.400 e 1.000 mm anuais e temperatura média elevada, em torno de 25°C. Nessa faixa climática encontra-se Aracaju, maior e principal cidade da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Essa faixa climática está presente em toda seção do BCBHS.

2- Clima úmido com 3 meses secos – Vai desde o litoral médio da Barra dos Coqueiros, numa faixa que oscila em torno de 10 km, contornando a área de abrangência do clima úmido com 1 a 2 meses secos, até o município de Itaporanga D'Ajuda, predominando assim a seção do BCBHS. A distribuição das chuvas é um pouco menos regular, apresentando em torno de 3 meses sem chuvas com precipitação anual de 1.000 a 900 mm e temperatura média acima de 25°C. Esta faixa está na transição entre o clima litorâneo e o semiúmido.

3- Clima semiúmido com 4 a 5 meses secos – É o clima predominante da região agreste, ou seja, da seção do MCBHS. Ocupa uma faixa média de 25 km de largura, no sentido leste/oeste, abrangendo desde o município de Riachuelo até o município de Moita Bonita. A temperatura média anual é de 28°C e as precipitações oscilam entre 900 e 700 mm anuais, sendo de 4 a 5 meses secos. Nessa faixa climática está presente três das principais barragens para múltiplos usos da água de superfície do Estado: Macela, Jacarecica e Jacarecica II. Este é um clima de transição entre o litoral e o semiárido. Nesta zona climática está inserido o município de Itabaiana, que é considerado o maior produtor hortifrutigranjeiro do Estado. (SOUSA SILVA, 2001)

4- Entrando na faixa climática mais quente do Estado, com 6 meses secos e temperatura que alcança a média anual de 30°C durante o dia, chegando a cair consideravelmente no período noturno, encontramos o subdomínio semiárido brando. Esta zona climática localiza-se

numa faixa com largura média de 20 km dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e vai desde o município de Moita Bonita até o município de N. Sra. Aparecida, abrangendo terras da seção do MCBHS como também da seção do ACBHS. As chuvas são mal distribuídas e irregulares, variando de 700 a 500 mm anuais.

5- O subdomínio semiárido mediano com 7 a 8 meses secos alcança a faixa com média térmica mais elevada da bacia, acima de 35°C durante o dia. Está localizada entre os municípios de N. Sra. Aparecida até o noroeste do município de N. Sra. da Glória, totalmente na seção do ACBHS, numa extensão média de 40 km. As chuvas são escassas e mal distribuídas ao longo do ano, com precipitações que variam de 500 a 400 mm por ano. Nesta zona são frequentes as secas periódicas e longas estiagens, estando as atividades agrícolas da região prejudicadas com essas variações sazonais.

Em razão da extensão longitudinal da BHS, nela estão presentes todos os cinco tipos climáticos existentes no Estado de Sergipe.

Após análise dos tipos e características climáticas, elaboramos o quadro de fragilidade ambiental a partir do clima. Utilizando como parâmetro de análise as condições de pluviosidade na BHS, entendendo que este retrata de modo significativo as diferenças de cada uma das seções. (Quadro 09)

Classes de Fragilidade climática (Pluviosidade)	Tipos de Clima	Grau de Fragilidade
Muito Baixa	Úmido com 1 a 2 meses secos	1
Baixa	Úmido com 3 meses secos	2
Média	Semiúmido com 4 a 5 meses secos	3
Alta	Semiárido brando com 6 meses secos	4
Muito Alta	Semiárido mediano com 7 a 8 meses secos	5

Quadro 09: Classes de fragilidade climática (pluviosidade) da BHS.

Fonte: Atlas Geográfico de Sergipe, UFS, 1986.

Adaptado de Ross (1994).

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

Ressaltamos que as informações sobre condições climatológicas, principalmente as relacionadas sobre precipitações pluviométricas no âmbito das três seções da BHS, também se constituem num fator de grande relevância para a análise da fragilidade ambiental na bacia, na medida em que elas exercem ação direta na dinâmica do sistema ambiental.

Essa dinâmica é exercida de forma mais evidente nos períodos de maior precipitação pluviométrica, principalmente quando une concentração e intensidade. A distribuição das chuvas regula o regime hídrico e exerce influência direta na evolução das formas do relevo por meio do intemperismo e erosão, principalmente pluvial e fluvial. (MASSA e ROSS, 2012)

A classe de fragilidade climática muito baixa (1) apresenta condições favoráveis a manutenção do regime de alimentação hídrica da seção do BCBHS. Com uma média de dois meses secos no ano e com uma maior concentração de chuvas no período de maio a agosto e de novembro a março, torna essa região da BHS diferenciada em relação ao volume quantitativo dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Combinados com o volume de água das áreas estuarinas e com a ocorrência das maiores vazões dos rios da BHS, essa área de atuação de clima úmido litorâneo ainda contribui amenizando o processo de evaporação das águas dessa seção da bacia hidrográfica, a qual foi definida com grau de fragilidade muito baixa e contribui substancialmente para a manutenção do regime hídrico dessa parte da BHS.

Com uma média de três meses secos no ano, essa faixa da BHS apresenta clima úmido e está localizada na zona de transição entre os climas úmidos e semiúmidos. Ocorre também na seção do BCBHS e é caracterizada pela precipitação irregular das chuvas, tornando a média de temperatura anual mais elevada e com maior incidência a evaporação dos espelhos d'água existentes nessa seção.

Devido a esses fatores, o clima tipo úmido com três meses secos recebeu como grau de pontuação de fragilidade dois, que corresponde à classe de fragilidade climática baixa (2). Essa amenidade climática não compromete decisivamente para a piora do regime hídrico na seção do BCBHS.

Já a classe de fragilidade climática média (3), que corresponde ao clima semiúmido com quatro a cinco meses secos, está presente em toda seção do MCBHS com temperatura média anual de 28°C.

Por estar situado na zona de transição entre o litoral e o semiárido, esse tipo de clima obteve pontuação três como grau de fragilidade e se enquadrou numa classe de fragilidade climática que recebe alguma interferência das altas temperaturas da zona semiárida da BHS. Outro fator preponderante é a presença da estrutura geomorfológica rochosa do complexo de serras residuais, que absorve calor da energia solar e irradia pela superfície do solo e pelos espelhos d'água.

As características físicas do clima do subdomínio semiárido brando, que ocorre nas terras dominadas pelas seções do MCBHS e do ACBHS, contribuíram para defini-lo como

grau de fragilidade quatro. A redução da potencialidade hídrica, as elevadas médias térmicas anuais e as poucas precipitações pluviométricas dessa faixa climática inserem essa área na classe de fragilidade alta (4).

Por localizar-se na faixa de domínio do clima semiárido mediano, recebendo apenas quatro a cinco meses de chuvas anuais, com temperatura média anual de 35°C, a seção do ACBHS é a que apresenta maior grau de fragilidade hídrica, principalmente em função da pouca disponibilidade de água existente em sua rede de drenagem intermitente. Com classe de fragilidade muito alta, essa parte da BHS recebeu como grau de fragilidade o índice cinco, correspondente a alto risco.

As informações referentes à cobertura vegetal, uso e ocupação do solo são representadas pelas disposições espaciais de ocupação da superfície da bacia hidrográfica com os biomas existentes e com as atividades antrópicas em todo cenário. Esse elemento é de elevada importância para avaliação e detecção do grau de fragilidade emergente, uma vez que a influência e ação do homem alteram consubstancialmente os processos naturais de uma paisagem.

A avaliação de todas as possíveis formas de influência da cobertura vegetal natural sobre a estabilidade das vertentes torna-se limitada. Porém, alguns aspectos importantes foram investigados e incorporados nesse estudo como: área de abrangência dos biomas existentes e identificação de áreas onde ocorre a proteção dos cursos d'água na BHS.

A cobertura vegetal representa um agente de equilíbrio entre a ação do homem e a paisagem biofísica, sendo ela fator preponderante na proteção dos solos, dos rios, do relevo e do clima. Portanto, a atuação da cobertura vegetal na dinâmica da paisagem e nas proposituras de sustentabilidade está diretamente ligada a sua capacidade de proteção.

A base para informações relativas sobre cobertura vegetal/uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe foi obtida através do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe, elaborado pela SEMARH/SRH (2012), o qual apresenta cartas de vegetação e uso do solo que recobrem toda área da bacia hidrográfica na escala 1: 50.000.

Seguindo a metodologia de Ross (1990; 1994), estabelecemos as classes de fragilidade para cada tipo de solo, em função da ação das águas pluviais sobre eles, considerando a ocupação e/ou cobertura vegetal da área. Atribuímos valores de fragilidade que variam de Muito Alta a Muito Baixa em função das características acima descritas. No tocante à cobertura vegetal, as três seções da BHS apresentam um predomínio ecodinâmico da morfogênese, em detrimento da pedogênese, sendo que, em algumas poucas áreas, reina o equilíbrio estabelecido pelo intergrade.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta grande diversidade e variedade no uso e ocupação do solo. Considerando estes atributos e as características da cobertura vegetal, como também de cada um dos tipos de uso do solo e cobertura vegetal, classificamos o grau de fragilidade como demonstrado no quadro abaixo. (Quadro 10)

Classes de Fragilidade	Uso do solo e Cobertura Vegetal	Fragilidade
Muito Baixa	- floresta estacional - floresta ombrófila	1
Baixa	- mata ciliar	2
Média	- caatinga arbustiva e arbórea - manguezal - pastagem - viveiros e salinas	3
Alta	- Associação de caatinga e cultivos diversos - área de assoreamento - povoados - vegetação de restinga	4
Muito Alta	- cultivos agrícolas e solos expostos - dunas e areial - sede municipal - área alagada e degradada - área industrial	5

Quadro 10: Classes de proteção ao solo pelo tipo de cobertura vegetal e uso da terra.

Fontes: Adaptado de Ross (1990, 1994) e Mapa de uso do solo da SRH, 2012.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

As poucas áreas com vegetações nativas e secundárias, e que são protegidas legalmente, estão pontuadas apenas nas seções do MCBHS e BCBHS. Assim, praticamente toda área com bioma caatinga e outras vegetações existentes na seção do ACBHS deram lugar a cultivos comerciais temporários e pastagens, reforçando assim o caráter de fragilidade dos solos e das águas nessa seção da BHS, quanto a sua proteção. (Figuras 15, 16 e 17)

As classes definidas para análise de fragilidade dos elementos cobertura vegetal e uso e ocupação do solo foram agrupadas de acordo com as potencialidades e peculiaridades de cada elemento em relação ao potencial de fragilidades iminentes.

De acordo com o estabelecido, os graus de fragilidade da cobertura vegetal e uso do solo são: muito baixo (1), correspondendo às florestas estacionais e ombrófilas, as quais ocorrem principalmente na seção do MCBHS e em algumas pequenas manchas na seção do BCBHS. São caracterizadas por se enquadrarem na condição de matas naturais e florestas cultivadas com biodiversidade, densas e concentradas.

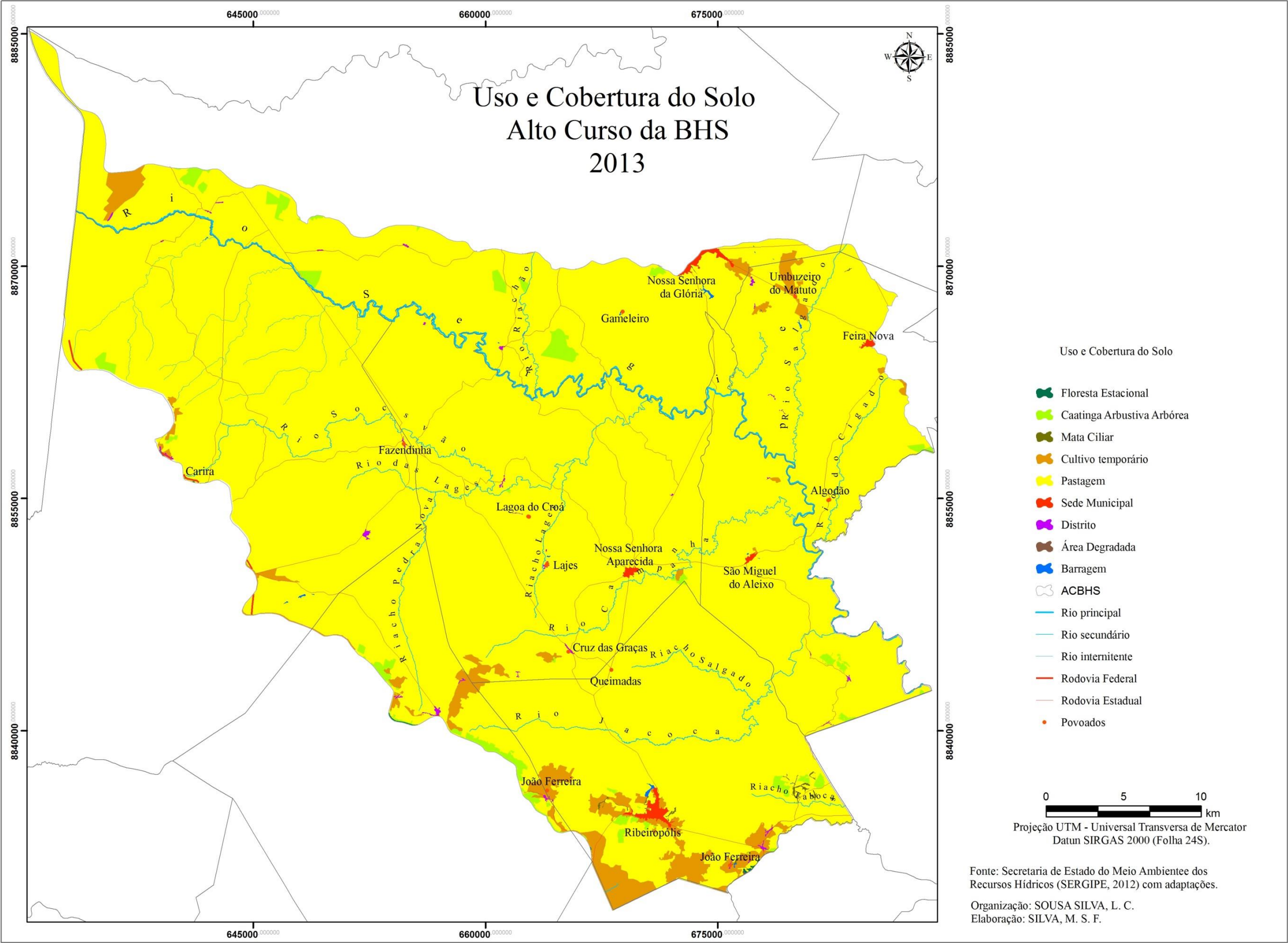


Figura 15: Uso e cobertura dos solos da seção do alto curso da BHS

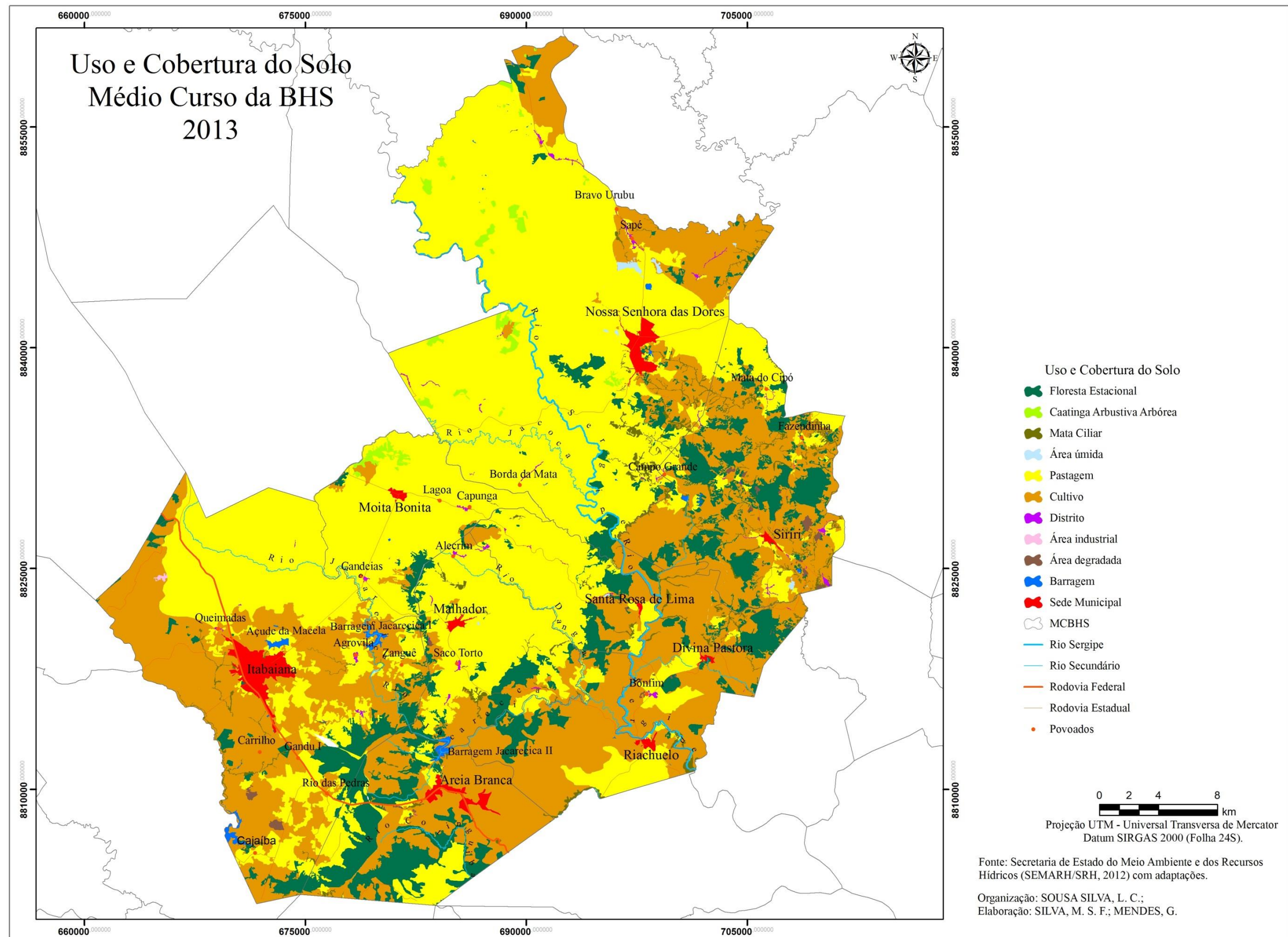


Figura 16: Uso e cobertura dos solos da seção do médio curso da BHS

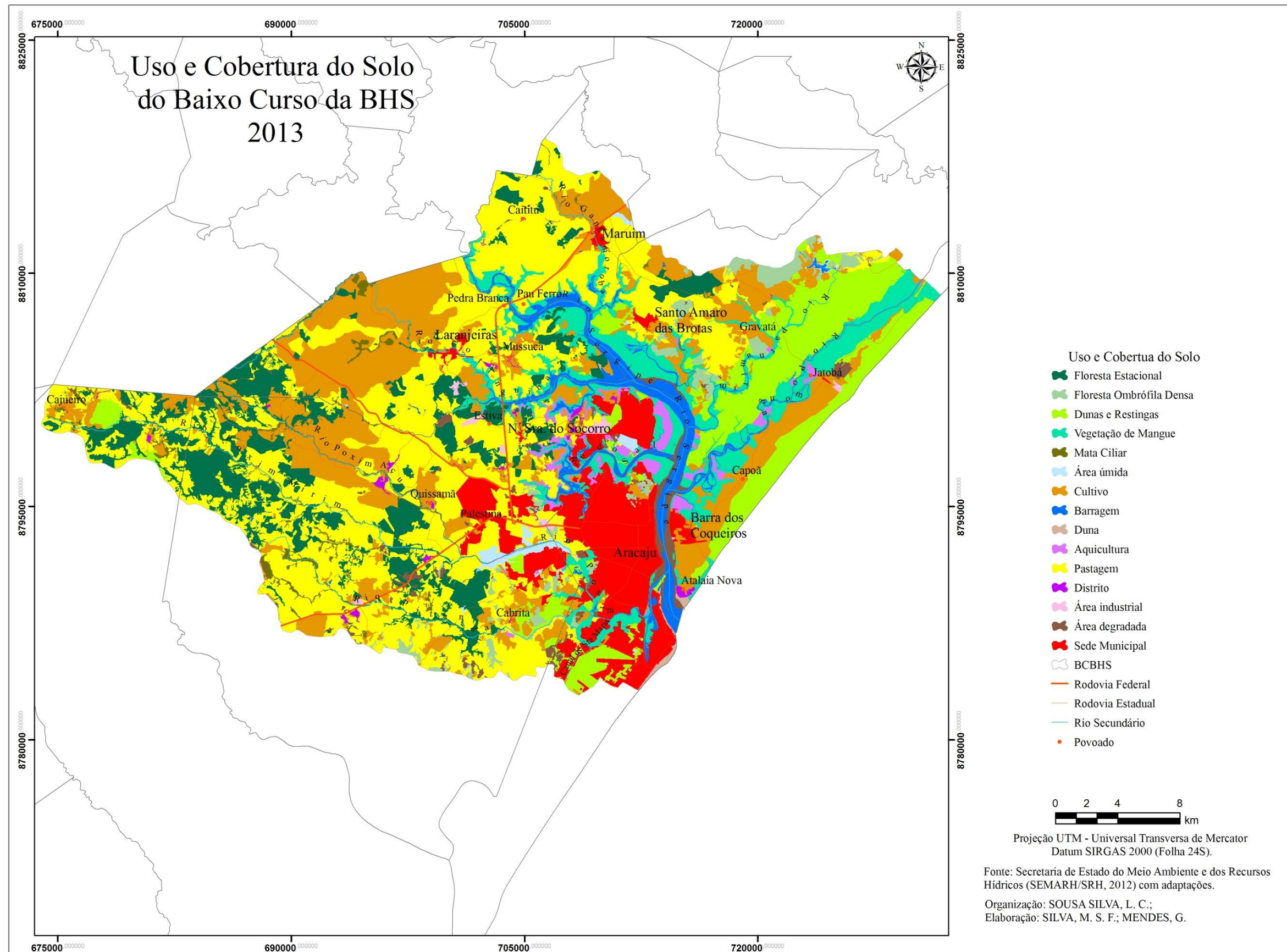


Figura 17: Uso e cobertura dos solos da seção do baixo curso da BHS

grau de fragilidade baixo (2) são as áreas ocupadas por matas ciliares e que têm a função de proteger os solos e as margens dos rios e riachos na bacia hidrográfica, estando mais presentes nas seções do MCBHS e BCBHS; o grau de fragilidade médio (3) corresponde às áreas com manchas de caatinga arbustiva e arbórea, manguezais, pastagens, viveiros e salinas, estando presentes em praticamente todas as seções da BHS e apresentando instabilidades no nível de proteção para definição da fragilidade hídrica. O grau de fragilidade alto (4) é formado pelos elementos da associação de caatinga e cultivos diversos, área de assoreamento, povoados e vegetação de restinga, os quais apresentam intensa atividade antrópica. Por fim, o grau de fragilidade muito alto (5), composto por elementos totalmente fragilizados e com constante ameaça das ações humanas, tais como; cultivos agrícolas e solos expostos, dunas e areais, sedes municipais, áreas alagadas e degradadas, áreas industriais, estando presentes nas três seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Para a definição dos índices e graus de fragilidade hídrica apresentados em cada uma das seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe partimos da análise do grau de dependência de cada uma das seções da bacia em relação à água disponível na própria BHS e fora dela.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta uma variedade de feições fisiográficas com intensa alternância no regime hídrico, com rios que vão de forte intermitência a caudalosos e de costumes socioculturais que proporcionam variações de formas de utilização da água e racionalização em relação à demanda pelo uso e à oferta. Pelas características biofísicas e socioculturais de cada seção da BHS é possível identificar o potencial hídrico e a capacidade de oferta para atendimento às demandas visando os múltiplos usos da água. Assim, criamos as classes de relação origem/potencialidade/demanda.

Para melhor interpretar a complexa estrutura espacial da rede de distribuição de água nos municípios da BHS, através de diferentes mananciais, usamos como critério para fins de análise apenas o abastecimento das sedes municipais, visto que os dados referentes ao município por inteiro não podem ser considerados, devido alguns destes municípios estarem parcialmente fora da área geográfica da BHS. (Quadro 11)

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta uma diversidade de formas de abastecimento de água para seus municípios com variadas origens dos mananciais. Desde rios da própria bacia hidrográfica, passando por águas subterrâneas e até águas oriundas de outras bacias hidrográficas. (Figura 18)

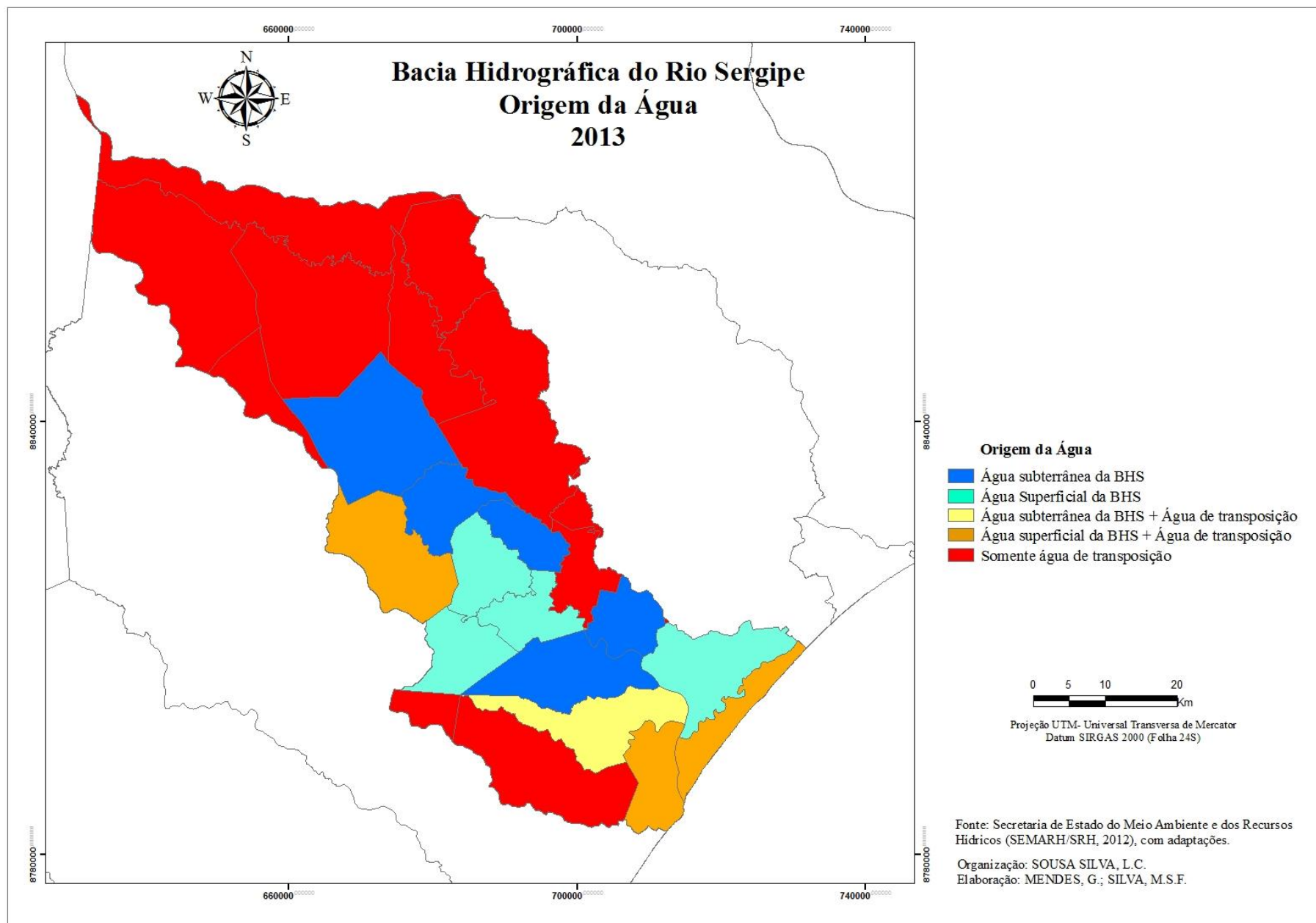


Figura 18: Origem da água na BHS

Origem da Água	Municípios atendidos
Água Subterrânea da BHS	Ribeirópolis, Moita Bonita, Santa Rosa de Lima, Maruim e Laranjeiras.
Água Superficial da BHS	Areia Branca, Malhador, Riachuelo, Santo Amaro das Brotas.
Água Subterrânea da BHS + Água de transposição	Aracaju e Nossa Senhora do Socorro.
Água Superficial da BHS + Água de transposição	Aracaju, Itabaiana e Barra dos Coqueiros.
Somente água de transposição	Carira, Feira Nova, Frei Paulo, Graccho Cardoso, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora Aparecida, São Miguel do Aleixo, Divina Pastora, Siriri, Itaporanga D'Ajuda, Rosário do Catete, Nossa Senhora das Dores e São Cristóvão.

Quadro 11: Capacidade de atendimento às demandas dos municípios pela água presente na BHS.

Fonte: Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, 2013

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A partir desta realidade, elaboramos o quadro do grau de fragilidade com base na origem da água. O quadro 12 apresenta o grau de fragilidade em relação à origem da água utilizada pelos municípios das três seções da bacia do rio Sergipe.

Classe de fragilidade	Origem da água para suprimento da demanda da BHS	Grau de Fragilidade
Muito Baixa	Água Subterrânea da BHS	1
Baixa	Água Superficial da BHS	2
Média	Água Subterrânea da BHS + Água de transposição	3
Forte	Água Superficial da BHS + Água de transposição	4
Muito Forte	Somente água de transposição	5

Quadro 12: Classes de fragilidade face à demanda de águas subterrâneas e superficiais.

Adaptado de Ross (1994)

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

O quadro 12 mostra a condição de fragilidade a partir da origem da água para atendimento das demandas por recursos hídricos dos diversos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Como as três seções da BHS apresentam diversidade na origem da água para abastecimento público e outras necessidades, tal análise é significativa para a

diferenciação entre elas, identificando o quanto a bacia é autossuficiente em termos de oferta de água.

Desse modo, foi considerada muito baixa (1) a fragilidade que apresenta origem do suprimento, exclusivamente com água subterrânea, devido à baixa condição de contaminação que esse tipo de manancial pode adquirir, tornando a água subterrânea a mais segura qualitativamente.

A água superficial da BHS apresenta classe de fragilidade hídrica baixa (2), pois os rios e riachos que percolam as três seções da BHS recebem contribuições de poluentes quando se aproximam de áreas urbanas, de cultivos e/ou antropizadas.

Alguns municípios da BHS são abastecidos por águas oriundas de mananciais subterrâneos e com águas originadas de outras bacias hidrográficas. Nessa condição o grau de fragilidade foi considerado médio (3), pois foi analisado o balanço das disponibilidades e das demandas de cada município nas três seções que formam a BHS, chegando à conclusão de que a fragilidade hídrica dessa forma híbrida da origem da água tem média relevância no seu contexto.

A classe de fragilidade hídrica alta (4) tem na origem da água para o abastecimento humano os rios que banham a BHS e as águas oriundas de transposição de outras bacias hidrográficas.

A transposição de águas de outras bacias hidrográficas torna frágil a relação de sustentabilidade e de atendimento às demandas de uso dos recursos hídricos dos municípios inseridos na BHS.

Dez municípios, a maioria deles inserida na seção do ACBHS, têm suas demandas por água atendidas por transposição das bacias dos rios São Francisco, Japarutuba e Vaza Barris. Para esta condição, o valor atribuído foi cinco, o que caracteriza o grau de fragilidade como muito alta (5), pois há total dependência por água de outras bacias hidrográficas.

A partir da determinação dos quadros de fragilidade com cada um dos fatores que comporão a análise, fizemos as matrizes de correlação com pares de fatores, assim agrupados:

Para a determinação da fragilidade potencial:

Matriz de correlação 1: declividade – solo

Matriz de correlação 2: (declividade – solo) + clima

Para definição da fragilidade ambiental potencial das Áreas Referenciais de Fragilidade, primeiramente foram construídos cartogramas de declividade e de pedologia, gerados a partir da base do Atlas Digital sobre recursos hídricos de Sergipe, elaborado pela SEMARH/SRH no ano de 2012, em escala 1:50.000.

Inicialmente foi elaborado o mapa planialtimétrico da área de estudo, na escala 1: 25.000, a partir da interpretação das curvas de nível nas ARF's, além de observações em campo do relevo das áreas. Utilizando um computador portátil, os dados do mapa base do Atlas Digital (2012), referente à planialtimetria, foram separados e retirados os shaper's das curvas de nível das seções. Esses arquivos foram processados no programa ArcGis 9.0. Logo depois, o mapa da declividade foi elaborado a partir do mapa planialtimétrico, sendo dividido nas seguintes classes: 0% a 6%, 6% a 12%, 12% a 20%, 20% a 30% e acima de 30% de declividade, de acordo com a proposta estabelecida por Ross (1994).

Os solos foram classificados de acordo com o apresentado no mapa de solos do Estado de Sergipe do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (2012) da SEMARH/SRH, e do mapa de Classificação dos Solos da SEMARH (site www.semarh.se.gov.br em abril de 2012), a partir de levantamento de campo. Os mapas de solos das Áreas Referenciais de Fragilidade das três seções da BHS foram gerados levando em consideração as classes obtidas a partir do trabalho de campo e leituras do Atlas Digital.

Com a definição das classes de fragilidade, de acordo com os tipos de solos existentes nessas ARF's, foram feitos os cruzamentos com os mapas de declividade, de clima, dos dados da potencialidade hídrica das seções. Por fim, foi feita a inserção do mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação do solo.

O clima tem influência preponderante nas análises de fragilidade ambiental, principalmente em regiões com forte sazonalidade pluviométrica como o semiárido sergipano.

Para configuração da fragilidade do clima nas Áreas Referenciais de Fragilidade das seções do ACBHS, BCBHS e MCBHS foram utilizados os dados do Atlas Geográfico de Sergipe (1986), elaborado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), o qual apresenta a classificação climática do Estado de Sergipe em cinco tipos, acrescentados da classificação de fragilidade em relação à pluviosidade.

Em seguida, os dados destes cartogramas foram cruzados. Com o resultado da correlação entre declividade e solo, inserimos o valor corresponde à fragilidade do clima em cada uma das seções. A fim de darmos ao clima e aos demais atributos a importância que consideramos significativa para a nossa análise, atribuímos pesos assim distribuídos: Declividade (3); Solo (3) e Clima (4). Esta metodologia foi necessária, também, por trabalharmos em uma área extensa, que é influenciada por três regimes pluviométricos diferenciados. O resultado do cruzamento destas informações deu origem ao mapa de fragilidade potencial.

Para a determinação da fragilidade emergente:

Matriz de correlação 3: fragilidade potencial – uso e cobertura do solo.

O mapeamento de cobertura vegetal/uso e ocupação do solo da BHS foi realizado a partir do mapa base do uso e ocupação do solo do Estado de Sergipe, contido no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos da SEMARH/SRH (2012), em escala 1: 50.000 e do reconhecimento feito com trabalho de campo, através da observação das características e espacializações fisionômicas da vegetação, das áreas de associações, de cultivos e criações, das áreas não utilizadas, de corpos d'água e de equipamentos urbanos e industriais.

Com a fragilidade potencial, foi feito o cruzamento com o mapa de uso e ocupação do solo, e assim obtivemos os mapas sínteses com resultados da fragilidade ambiental, os quais foram caracterizados como fragilidade ambiental emergente. (ROSS, 1994)

Considerando que após a análise de cada uma das cartas de fragilidade emergente verificamos que o uso e ocupação do solo é determinante para o grau de fragilidade, expandimos as análises para toda a bacia, gerando, assim, a carta de fragilidade emergente para toda a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Para a determinação da fragilidade hídrica:

Matriz de correlação 4: fragilidade emergente – origem da água

Utilizamos a carta de fragilidade emergente da BHS e inserimos os graus de fragilidade referentes à origem da água. Com este elemento diferenciador, chegamos ao mapa de fragilidade hídrica. A inclusão da origem da água para análise da fragilidade ambiental potencial no modelo descrito por Ross (1994) se deu pela importância que tem esse atributo nas análises de correlação entre a oferta e a demanda da água com as condições edafoclimáticas de cada uma das Áreas Referenciais de Fragilidade das três seções da BHS.

Consideradas estas inter-relações, chegamos às cartas-síntese que foram compostas por “manchas ou áreas classificadas em unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial ou emergente”, Ross (1990), sendo apontados os pesos definidos pelos níveis e graus de fragilidade de cada um dos fatores. Além dessas duas cartas-síntese, chegamos a uma terceira a partir do cruzamento com o potencial hídrico, a Carta de Fragilidade Hídrica.

A metodologia adotada neste trabalho para determinação da fragilidade ambiental da área de estudo, através do uso de ferramentas apropriadas como o Atlas Digital sobre recursos hídricos de Sergipe (2012), ArcGis 9.0 e trabalho de campo, atendeu as necessidades da pesquisa, possibilitando de forma integrada e sistêmica a combinação dos elementos de

detecção de fragilidade e dos critérios de análise, baseando-se numa relação de hierarquia dos elementos elencados.

Dessa forma, pudemos prosseguir na pesquisa e aplicar os métodos enunciados para que fossem alcançados os objetivos propostos. Apesar das diversas tentativas de idas e vindas pelos caminhos metodológicos estabelecidos, os resultados mostraram que os métodos escolhidos foram aplicáveis e deram resultados plausíveis para a análise retratando o objeto de estudo.

Em seguida, buscamos sustentar a base da tese em pressupostos teóricos de autores que tratam das categorias geográficas e que abordam o tema central, contribuindo para referendar as hipóteses e objetivos desse estudo. Para tanto foi escrito o próximo capítulo intitulado “ESPAÇO E PAISAGEM NA CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO”.

CAPÍTULO 2



Barragem Jacarecica II, entre os municípios de Areia Branca e Malhador.

ESPAÇO E PAISAGEM NA CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO

2 ESPAÇO E PAISAGEM NA CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO

2.1 O espaço enquanto palco de múltiplas relações

Quando nos propomos a entender as relações do homem com seu ambiente de vivência somos levados, inevitavelmente, a pensar em um arcabouço físico que sustente estas relações. Tido como o palco da vida, a litosfera é, do tripé formador da biosfera, e diferente da atmosfera e da hidrosfera, a unidade ecúmena que o homem usa como seu habitat natural, criando uma relação direta de transformação e de adaptação a esse ambiente.

Dentre as ciências que se preocupam com as relações que o homem estabelece com o meio natural, a Geografia é, certamente, a que mais se aproximou ao longo dos séculos com a explicação destas relações e dos elementos que nelas interferem. Assim, usando as palavras de Corrêa (2001) “Como ciência social a Geografia tem como objeto de estudo a sociedade”.

Diante desta preocupação que acompanha a Geografia, enquanto ciência, e a todos nós que nos preocupamos, sejamos ligados ou não à ciência geográfica, com o modo como os homens se relacionam, influenciam e são influenciados pelo meio, “a Geografia constituir-se-ia na ciência que estudaria todos os fenômenos organizados espacialmente”. (CORRÊA, 2001, p. 18).

Porém, nem sempre foi possível a confirmação e constatação de que o espaço é o objeto da Geografia. Segundo Santos (2004), de todas as disciplinas sociais, a Geografia foi a que mais se atrasou na definição do seu objeto e passou, mesmo, a negligenciar completamente esse problema.

Desde o surgimento da Geografia como ciência moderna, ela enfrenta problemas de ordem conceitual e epistemológica. Um exemplo é o caso da definição do seu objeto de estudo: o espaço geográfico. Apesar dos avanços engendrados por teóricos e estudiosos nos últimos anos, ainda há fortes discordâncias conceituais e teóricas a esse respeito. Não só o espaço como objeto da Geografia, mas também a prioridade para defini-lo, ainda será motivo, durante muito tempo, para variáveis e infinitas elucubrações, portanto.

Não sejamos injustos. Compreende-se porque os geógrafos se dedicaram muito mais a definição de Geografia do que à definição de espaço. Essa última é uma tarefa extremamente árdua. Assim como Santo Agostinho disse do tempo: “Se me perguntam se sei o que é, respondo que sim; mas, se me pedem para defini-lo, respondo que não sei”; o mesmo pode ser dito do espaço. (SANTOS, 2004, p. 141).

Santos (2004) mostra o equívoco que comete o geógrafo ao achar que apenas ele, com a sua Geografia, tem poder de sintetizar todos os conhecimentos científicos. “A Geografia

como disciplina científica de síntese sempre teve pretensões de grandeza. O ruim é que ela nunca desenvolveu, realmente, os instrumentos necessários para chegar a um tal resultado” (HARVEY, 1972 apud SANTOS 2004, p. 126)

Por muito tempo, a história já deixou demonstrada, através de diversos processos evolutivos, que as ciências necessitam ter na sua raiz metodológica, o seu objeto bem definido. A Geografia perdeu espaço quando demorou a definir o seu conceito-chave mais central, o espaço. Segundo Santos (2004),

O isolamento da Geografia tomou corpo, principalmente na década de 60 quando do surgimento de várias escolas de Geografia individualizadas como a francesa, alemã, americana, inglesa, sueca, etc. Escolas nacionais de Geografia funcionam muito mais eficazmente no estrangeiro do que dentro de casa. Assim, elas funcionam mais nas respectivas áreas de colonização política, econômica ou cultural do que mesmo dentro dos limites de cada país. (SANTOS, 2004, p. 127-128)

As categorias de análise utilizadas pela Geografia dão-nos diversas possibilidades de tomarmos uma delas ou mais de uma e, a partir de um ou de vários prismas, buscarmos a compreensão destas relações.

Analizando os pressupostos da ciência geográfica, diversos teóricos apontam que a Geografia possui cinco conceitos-chave: espaço, paisagem, região, território e lugar, sendo que todos eles guardam um forte grau de relacionamento entre si. Há uma ligação do passado com o presente em cada um destes conceitos-chave, sendo que a relação, o elo entre eles é moldado pela ação do homem. Todos se referem à interferência humana modelando a superfície terrestre.

Segundo Harvey (1989), a história dos conceitos de tempo, espaço e tempo-espaço na física tem sido marcada, na verdade, por fortes rupturas e reconstruções epistemológicas. Ainda segundo o autor,

A conclusão a que deveríamos chegar é simplesmente que nem o tempo nem o espaço podem ter atribuídos significados objetivos sem se levar em conta os processos materiais e que somente pela investigação destes podemos fundamentar de maneira adequada os nossos conceitos daqueles. (HARVEY, 1989, p. 189)

Os diferentes conceitos de espaço têm relação direta com as atividades socioculturais, socioeconômicas e políticas, variando de acordo com os interesses, as práticas, as técnicas e a hegemonia do lugar. Notadamente, não serão as mudanças promovidas pelo homem no espaço, através das suas práticas, que alterará a abordagem conceitual já estabelecida.

Se uma ciência se define por seu objeto, nem sempre a definição da disciplina leva em conta esse objeto. Este é, particularmente, o caso da Geografia, cuja preocupação com o seu objeto explícito – o espaço social – nem sempre foi dada a sua devida importância. Santos (2004) insiste em que essa falha é uma das causas do atraso da Geografia no campo teórico metodológico, tendo responsabilidade pelo seu isolamento.

Santos (2004, p. 141), abordando sobre a interdisciplinaridade de objetos frágeis, afirma que ela pode conduzir à construção teórica de uma totalidade cega e confusa, incapaz de permitir uma definição correta de suas partes, e isso agravaria, ainda mais, o problema de sua própria definição como realidade total. A multiplicidade de definições da Geografia está, assim, longe de ajudar o seu próprio desenvolvimento. (SANTOS, 2004, p. 144)

Numa tentativa de romper com o tradicionalismo da Geografia de um lado e, do outro, com as ideias e pressupostos da Geografia teórico-quantitativa, surgiu na década de 70, nos Estados Unidos, e fundada na dialética e na interação com diversos conhecimentos e saberes, a Geografia crítica. Foi a partir dessas discussões que os geógrafos passaram a adotar uma postura baseada no materialismo histórico e dialético como forma de fortalecer o espaço como principal conceito-chave da Geografia.

Não há como dissociar sociedade e espaço e tratá-los de forma separada, pois são as relações sociais passadas, presentes e futuras que moldam as inúmeras conexões existentes e que promovem as constantes transformações que dinamizam essas relações.

Esse novo modelo de análise geográfica deu início a uma revolução de intensos debates no campo da epistemologia e do objeto síntese da Geografia, trazendo à tona temas importantes que colocam o homem numa posição de destaque nas relações de natureza e espaço, apontando que o espaço e o tempo associam-se a todas as dimensões da vida e agem em comunhão e parceria.

O espaço aparece como conceito eminentemente geográfico, corroborando com qualquer análise e vertente que atente para o entendimento das relações socioespaciais e que possam promover as conexões necessárias para esse entendimento. Segundo Nystuen (1968), citado por Corrêa (2001, p. 22), para se realizar um estudo geográfico são necessários três conceitos mínimos: distância, orientação e conexão. Trata-se de três conceitos eminentemente espaciais. Desta forma,

[...] a relação socioespacial passa a ser considerada como um meta-conceito, um paradigma que contém e está contida nos conceitos-chave de natureza operativa, de paisagem, região, espaço (organização espacial), lugar e território, assim, não é possível dissociar forma e função da análise do espaço. Mas tem que se inserir forma e função na estrutura social, sem o que não captaremos a natureza histórica do espaço. (CORRÊA, 2001, p.27 e 29)

Estudando a necessidade da definição do objeto da Geografia, Santos (2004) mostra que em realidade para ter sucesso é antes de tudo preciso partir do próprio objeto da nossa disciplina, o espaço, tal como ele se apresenta, como um produto histórico. Assim, estudando o espaço como conceito-chave da Geografia e com o seu caráter sintetizador e multidisciplinador, ele nos mostra que o conhecimento das partes constitui um instrumento fundamental para o conhecimento da totalidade. (SANTOS, 2004, p. 141)

Refletindo a problemática sobre a qual nos debruçamos e desejamos fazer nossas análises, tomaremos como base para o nosso arcabouço teórico e metodológico as categorias Espaço e Paisagem.

Santos (2002) define bem as diferenças entre espaço e paisagem que conotam a importância da inserção social no espaço.

Durante a guerra fria os laboratórios do Pentágono chegaram a cogitar da produção de um engenho, a bomba de nêutrons, capaz de aniquilar a vida humana em uma dada área, mas preservando todas as construções. O presidente Kennedy afinal renunciou a levar a cabo esse projeto. Senão, o que na véspera seria ainda o espaço, após a temida explosão seria apenas paisagem. Não temos melhor imagem para mostrar a diferença entre esses dois conceitos. (SANTOS, 2002, p. 106).

Partindo deste princípio, balizaremos nossa análise dividindo este texto em cinco partes fundamentais: a primeira contendo algumas reflexões acerca do espaço geográfico; a segunda com alguns elementos teóricos que nos auxiliarão nas análises que tratam de paisagem; a terceira que trata da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; a quarta que trata dos sistemas e das escalas nos estudos da fragilidade ambiental e, por último, a ecodinâmica e a fragilidade hídrica.

Estas escolhas foram feitas em função do caráter de particularidade que envolve a temática, por tratar de questões que têm o ambiente físico e o homem no cerne de suas relações.

Tomamos o espaço como nossa categoria de análise fundamental por entendermos que o espaço, além de ser multidimensional, também é o palco onde as relações humanas acontecem, não entendendo, logicamente este palco como algo estanque e inerte, mas um espaço dinâmico e com heranças históricas, sobre o qual podemos incrementar ideias, técnicas e vida.

Se levarmos em consideração as relações atuais que o homem, enquanto ser social exerce com a natureza, entendemos que o espaço geográfico é o resultado contínuo das relações sócio-espaciais, sendo essas econômicas, quando há envolvimento do trabalho na relação sociedade-espaço; políticas, quando há relação sociedade-Estado ou entre Estados-

Nação; e simbólico-culturais, quando ocorre relação entre sociedade-espço via linguagem e imaginário (BRAGA, 2007, p. 65).

Historicamente, as ações do homem sobre a superfície terrestre têm caráter de adaptabilidade e sobrevivência. Não fossem o desejo e a ambição de explorar e progredir, e que como herança carrega consigo, provavelmente a relação desse ser com a natureza pudesse ser mais harmônica. Ao contrário, essa relação conflituosa tem acelerado o processo de alteração da paisagem e modificado sistematicamente as conexões de sustentabilidade existentes nesse ambiente.

Feita a ressalva acima, afirmamos que o espaço é o contínuo resultado das relações sociais, que ocorrem na superfície do planeta influenciando e interferindo no comportamento da paisagem, como também no próprio comportamento do espaço.

Para Corrêa (2001, p. 35), as práticas espaciais resultam da consciência que o homem tem da diferenciação espacial e dos diversos projetos, também derivados de cada tipo de sociedade, que são engendrados para viabilizar a existência e a reprodução de uma atividade ou de uma empresa ou de uma cultura específica. As práticas sociais são ações que contribuem para garantir os diversos projetos. São meios efetivos pelos quais objetiva-se a gestão do território, através da administração e controle da organização espacial em sua existência e reprodução.

Para Moore (1963), citado por Santos (2004), o espaço é uma condição do comportamento humano, variando quando o comportamento humano também varia. Segundo ele, somente o tempo é intrinsecamente dinâmico e o espaço não teria qualidades dinâmicas não fossem as mudanças dos valores sociais, dos interesses sociais e das técnicas sociais.

São principalmente essas técnicas sociais, juntamente com as ações implementadas pela sociedade que moldam os diferentes comportamentos sociais em diferentes espaços geográficos. Harvey (1973) argumenta que as diferentes práticas humanas estabelecem diferentes conceitos de espaço, conceitos que sob certas circunstâncias são por nós empregados.

O espaço geográfico é dotado de inúmeras conectividades, tanto naturais como sociais, sendo necessário um entendimento disciplinador para sua compreensão. Estrategicamente, é o espaço geográfico, com suas multifaces, o responsável pelas diferentes abordagens conceituais incrementadas por diferentes teóricos e estudiosos da Geografia. Corrêa (2001) faz uma referência a esse espaço geográfico quando o apresenta, citando,

Eis o espaço geográfico, a morada do Homem. Absoluto, relativo, concebido como planície isotrópica, representado através de matrizes e grafos, descrito

através de diversas metáforas, reflexo e condição social, experienciado de diversos modos, rico em simbolismos e campo de lutas, o espaço geográfico é multidimensional. Aceitar esta multidimensionalidade é aceitar por práticas sociais distintas. (CORREIA, 2001, p. 44)

Lefébvre (1974) enfatiza a importância de tornar inteligível para nós geógrafos a tarefa de como enaltecer e revelar as práticas sociais dos diferentes grupos que nele produzem, circulam, consomem, lutam, sonham, enfim, vivem e fazem a vida caminhar.

Ainda segundo Lefébvre (1976), o espaço é o locus da reprodução das relações sociais de produção. Para Corrêa (2001), o espaço também não é um instrumento político, um campo de ações de um indivíduo ou grupo, ligado ao processo de reprodução da força de trabalho através do consumo, ele é mais que isso. Engloba esta concepção e a ultrapassa.

Fazendo uma analogia sobre as relações entre a sintetização dos conhecimentos científicos e o objeto da Geografia, Santos (1985) afirma que o espaço deve ser analisado a partir das categorias estrutura, processo, função e forma, e que devem ser consideradas em suas relações dialéticas. Relações essas que permeiam pela interdisciplinaridade e que são necessárias para o entendimento da relação sociedade-espaço.

A totalidade das coisas está nas formas como elas interagem e se conectam, criando um corpo estruturante e deixando inúmeros caminhos e possibilidades de pesquisar e explorar os diversos modos do conhecimento. Assim é o espaço geográfico, capaz de integrar e interagir com as relações sociedade – natureza, como também presenciar através do tempo as alterações físicas, sociais e biológicas na sua estrutura.

A Geografia deve dar ênfase ao espaço como instância social, no sentido de que ela se preocupa mais com a formação do território do que com a sua forma. O espaço deve ser estudado não somente na sua forma, mas também na sua estrutura, no seu processo e na sua função.

O espaço está presente no cotidiano dos indivíduos e tem ampla participação na vida do homem e em suas ações. Ele é a projeção de uma organização social que o molda e o transforma, de acordo com seus interesses, é a matéria trabalhada, por excelência. Mas esse mesmo espaço geográfico também assiste e resiste a passagens de inúmeras gerações de homens, que contribuem com uma diversidade de formas para sua transformação.

O espaço deve ser considerado como um conjunto de relações realizadas através de funções e de forma que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente. Assim, torna-se, então, um verdadeiro campo de forças cuja

aceleração é desigual. Daí porque a evolução espacial não se faz de forma idêntica em todos os lugares. (SANTOS, 2004, p. 153)

Gallais (1977) aborda dois tipos de espaço vivido em dois tipos de sociedades diferentes. O primeiro espaço vivido ocorre nas sociedades primitivas tropicais. Nelas o espaço, como o tempo, é concebido descontinuamente, com bloqueios ou cortes brutais. O espaço vivido é fragmentado em função do pertencimento ao mesmo povoado, linhagem, tribo, grupo etno-linguístico, casta ou área cultural, que fornecem referenciais básicos para o cotidiano em sua dimensão espacial. Já nas sociedades industriais o espaço vivido está assentado sobre uma cadeia relativamente neutra de unidades quilométricas (Gallais, 1977, p.4), geradora de uma concepção homogênea de distância objetivada por custo ou tempo. Esta homogeneidade é devido a uma provável identidade cultural que inclui uma métrica regular e monótona de contagem tanto do espaço como do tempo, e à eficiência da técnica que elimina certas especificidades do meio. (CORRÊA, 2001, p.32)

Numa abordagem mais madura, alguns geógrafos, dentre eles Gallais, afirmam que o espaço vivido das sociedades primitivas tropicais é profundamente marcado por três concepções de distâncias, que nas sociedades industriais possuem reduzido peso. São elas a distância estrutural, a distância afetiva e a distância ecológica.

A distância estrutural pode ampliar ou reduzir as relações entre os lugares quando confrontada com a distância objetiva. Assim, no delta interior do Níger, na África, os três quadros regionais - a área de solos agricultáveis, a área de savana com pastoreio e a área de águas de pesqueiro (CORRÊA, 2001, p. 33) - são caracterizadas por organizações históricas, técnicas, sociais de bens de raiz e religiosas que lhes são próprias, estranhas entre si, estruturalmente afastadas, embora vizinhas ou superpostas dentro de uma percepção objetiva da distância. (GALLAIS, 1977, p. 8)

Nas sociedades primitivas o espaço vivido é afetivamente valorizado em razão de crenças que conferem especificidades a cada parte do espaço. Assim, Gallais reporta-nos sobre a distinção que os pescadores do médio Níger fazem do rio, distinguindo águas proibidas, águas onde a pesca obedece a certos ritos e águas livres. (Corrêa, 2001, p. 33)

A distância ecológica interfere também no espaço vivido das sociedades primitivas tropicais. Ainda de acordo com Gallais (1977, p. 9), “o homem vê a natureza através de um prisma seletivo que confere uma distância ecológica real ao que, aos nossos olhos, não passa de gradiente insignificante”.

Essas formas de relacionamento do espaço vivido pelas sociedades, ditas primitivas tropicais, coadunam com as concepções de diferenciação quando se referem às sociedades

ditas industriais. As distâncias tecnológicas e culturais tornam essas diferenças claras e evidentes.

Fazendo uma referência sobre as relações engendradas pelo homem moderno, Richta (1974, p. 212) afirma que “na civilização industrial desenvolvida pelo capitalismo, o homem libertou-se de sua dependência dos elementos naturais, mas passou a depender de suas próprias criações, das matérias que fabricou e das forças que pôs em movimento”.

Para Corrêa (2001, p. 33), a afetividade manifesta-se tanto no que diz respeito ao gostar dos lugares como à movimentação espacial. “Lugares e áreas longínquas tornam-se próximos em função da afetividade por eles, como se exemplifica com os lugares sagrados, objetivamente distantes”.

Esse espaço geográfico tido como nossa moradia e nosso ponto de partida para qualquer ação econômica, política ou social, não pode ser construído apenas com comparações com outros tempos, e sim, vivido intensamente baseado nos ensinamentos deixados em outros tempos por outras sociedades. Santos (2004b) retrata que,

o espaço, soma dos resultados da intervenção humana sobre a terra é formado pelo espaço construído que é também espaço produtivo, pelo espaço construído que é apenas uma expectativa, primeira ou segunda, de uma atividade produtiva, e ainda pelo espaço não construído mas suscetível – face ao avanço da ciência e das técnicas e às necessidades econômicas e políticas ou simplesmente militares – de tornar-se um valor não específico ou particular, mas universal, como os das mercadorias no mercado mundial. (SANTOS, 2004b, p. 29-30)

Todavia, estamos acostumados a pensar que o passado está morto, e que nada do passado pode ser também presente. Contudo, o presente vem sempre carregado de fatos e objetos do passado. O espaço presente é a conexão direta com as relações sociais do passado.

O fato só é histórico na medida em que é recordado. Porém, nem tudo que é recordado é fato histórico. Com esses fatos, veio a era tecnológica, que trouxe a técnica, um intermediário entre o homem e a natureza e que transforma as relações sociais e de poder. A tecnologia embutida nos objetos constitui matéria central da análise sociológica, sendo essa era tecnológica impulsionada, principalmente, pelas empresas transnacionais.

O estudo das relações entre técnica e espaço, das representações espaciais da revolução tecnológica, do período histórico como técnico-científico-informacional, é marcado pela globalização da produção e do consumo. Para Santos (2002), “as técnicas constituem um bom caminho para a explicação do espaço. A técnica constitui uma condição fundamental para a explicação da história”.

O presente período histórico é algo que pode ser definido como um sistema temporal coerente, cuja explicação exige que sejam levadas em conta as características atuais dos sistemas técnicos e as suas relações com a realização histórica. Trata-se de uma fase inteiramente nova na história da humanidade. (SANTOS, 2004b, p. 16). As técnicas e as tecnologias passam a ser o maior diferencial entre as mais diversas sociedades, mesmo que estejam usufruindo do mesmo espaço.

Santos (2004b, p. 18) alerta que o meio técnico-científico-informacional explicaria o impacto do processo de globalização no território, revelando a nova composição técnica e orgânica do espaço, construído como conjunto técnico inerente ao novo ciclo da civilização mundial, com conteúdo crescente de ciência, tecnologia e informação.

Para Santos (2004), não pode haver progresso científico sem meditação a propósito da forma como os diferentes aspectos da realidade são estudados. Os avanços científicos são possíveis mediante estudos minuciosos das prerrogativas deixadas pelas sociedades passadas e herdadas pelas atuais.

Entender e interagir com o espaço geográfico presente, com suas intensas relações e conexões com as diversas ciências, é tarefa contínua das atuais sociedades inseridas no espaço. Faz parte deste contexto o entendimento dos mais diversos aprendizados herdados pelas civilizações. Assim, segundo Santos (2004b),

O momento passado está morto como o tempo, não porém como espaço; o momento passado já não é nem voltará a ser, mas sua objetivação não equivale totalmente ao passado, uma vez que está sempre aqui e participa da vida atual como forma indispensável à realização social (SANTOS, 2004b, p. 14)

Compreendemos que o espaço do tempo passado em que vivemos um dia está presente no nosso cotidiano atual, em algumas situações com outra roupagem, e em outra da mesma forma que outrora. Apenas deve-se ressaltar que são as ações que promovem as transformações do espaço geográfico. De um lado as humanas, agindo hoje de forma mais intensa com suas atividades de produção. Do outro, as da natureza, que em determinadas situações necessita de mais tempo para apresentar resultados modeladores.

Enquanto nossas cidades crescem a distância entre os homens aumenta. (Doxiadis, 1966), citado por Santos (2004b). É bem verdade que essa afirmação corresponde hoje apenas a distância física. Com avanço das novas tecnologias, principalmente no campo das telecomunicações, as cidades atuais ganham contornos de condomínios fechados. Quanto mais o processo produtivo é complexo, mais as forças materiais e intelectuais necessárias ao trabalho são desenvolvidas, e maiores são as cidades. (Santos, 2004b, p. 33). Ainda segundo o

mesmo autor, o espaço que para o processo produtivo une os homens, é o espaço que por esse mesmo processo produtivo, os separa.

O espaço produzido pelos homens cria lugares ímpares, diferentes pelo modo de produção, mas ligados pela interconectividade social. Santos (2002) diz que quanto mais os lugares se globalizam, mais se tornam singulares, no sentido de que o arranjo que os elementos componentes do território têm em um determinado lugar não será encontrado em nenhum outro. Assim, a própria globalização acaba por produzir a fragmentação.

Ao estudar, produzir e transformar o espaço geográfico, o homem introduz toda herança de conhecimentos e aprendizagem embutida na sua evolução, para que a transformação ideal atenda aos seus interesses. Os modos de produção exercidos para produzir e transformar o espaço, através das técnicas e das gerações, provocam diferentes formas de mudanças, fortalecendo e afirmando as ações socioespaciais. Assim,

O espaço não pode ser estudado como se os objetos materiais que formam a paisagem tivessem uma vida própria, podendo assim explicar-se por si mesmos. Sem dúvida, as formas são importantes. Essa materialidade sobrevive aos modos de produção que lhe deram origem aos momentos desses modos de produção. (SANTOS, 2002, p. 105)

As relações sócio espaciais, com as práticas de ocupação e transformação do espaço, tornam-se importantes para formação das sociedades e do que ela produz. Corrêa (2001), fazendo uma apologia acerca da formação sócio-espacial, ressalta que,

O mérito do conceito de formação sócio-espacial, ou simplesmente formação espacial, reside no fato de se explicitar teoricamente que uma sociedade só se torna concreta através de seu espaço, do espaço que ela produz e, por outro lado, o espaço só é inteligível através da sociedade. Não há, assim, por que falar em sociedade e espaço como se fossem coisas separadas que nós reuniríamos a *posteriori*, mas sim de formação sócio-espacial. (CORRÊA, 2001, p. 26-27).

São os modos de produção atuais empregados pelas sociedades modernas que promovem uma intensa e acelerada transformação no espaço geográfico, em áreas de adensamento populacional. Neste contexto, tais relações espaciais se concretizam retratando paisagens que são reflexões destas construções. No cenário de construção das paisagens, a bacia hidrográfica, enquanto unidade de planejamento apresenta-se como uma possibilidade de delimitação de análise com resultados promissores para a compreensão das relações espaciais que envolvem a gestão das águas.

2.2 A paisagem como cenário da dinâmica da bacia hidrográfica

Apesar da discussão do tema paisagem não ser recente nas abordagens científicas, o estudo dessa categoria, na Geografia, tem recebido, nas últimas décadas, forte incremento de estudiosos geógrafos e de outras áreas, como também de pesquisadores e defensores do ambiente biosférico. Esta discussão teórica vem ganhando corpo com a inserção de diferentes métodos de análise e publicações que fortalecem a construção do conceito.

A paisagem vista como o palco da vida é o lugar onde as relações de troca de energia e de sistemas acontecem, onde as ações humanas de adaptação e transformação são mais efetivas, espaço onde os fatores bióticos e abióticos se integram e se interagem com as atividades socioeconômicas para promover as mudanças necessárias às condições de sobrevivência no Planeta. A paisagem é, portanto, o componente natural da ciência geográfica mais importante para estabelecer critérios de definição dos estudos geossistêmicos, geoecológicos, do meio ambiente e recursos naturais, assim como da aplicabilidade da teoria geral dos sistemas. BERTRAND (1971); RODRIGUEZ (2010); BERTALANFFY (1968); TROPPMAIR (1985).

Podemos entender a paisagem como um todo sistêmico. A paisagem faz parte de um sistema de conectividade de relações contínuas, num processo dinâmico e temporal, no qual essa dinamicidade obedece a leis específicas da natureza e dos homens.

A natureza oferece vários exemplos de como as inter-relações de matéria e energia são movimentadas pelos diversos sistemas componentes da paisagem. Assim,

A transferência de massa e de energia de um sistema para outro é acontecimento comum na natureza. Reconhece-se que o vento é o principal fator no mecanismo de formação das ondas. A geração de ondas representa a transferência direta da energia cinética da atmosfera para a superfície oceânica. O ciclo da água representa outro exemplo de transferência de massa e de energia entre vários subsistemas, assim como o da absorção dos recursos hídricos e minerais dos solos pelas plantas. (CHRISTOFOLETTI, 1936. p. 10)

Os pressupostos do estudo da paisagem têm origem nas definições de Karl Troll, a partir do início do século XX, quando deu ênfase às análises da Geoecologia da Paisagem como disciplina que abordava o funcionamento desta categoria. Nestas abordagens, a paisagem aparecerá de modo integrado com questões sociais e culturais, o que trouxe à análise da paisagem maior interação com elementos antes não considerados.

Assim, segundo Rodriguez e Silva (2002)

Tratava-se, pois, não de estudar apenas as propriedades dos geossistemas no estado natural, mas procurar as interações, as pontes de relacionamento com os sistemas sociais e culturais, em uma dimensão sócio-ecológica, em

articular a paisagem natural e a paisagem cultural. Essa visão de paisagem permite sua consideração como unidade do meio natural, como um dos sistemas que entram em interação com os sistemas sociais, para formar o meio ambiente global, ou seja, os sistemas ambientais. (RODRIGUEZ; SILVA, 2002, p. 97 - 98)

A paisagem na Geografia teve grande ênfase no século XIX, perdendo vigor no século XX, quando outros conceitos ganharam destaque na compreensão do espaço geográfico. Somente no final do século XX, por volta dos anos 70, é que ocorre uma retomada desse estudo, já que esta categoria deixou, por um tempo, de ser o centro das discussões e investigações científicas.

Nesse período de novas descobertas e aprimoramento de novas teorias, a Geografia passou a fortalecer os conceitos de lugar e região, sendo esse último de interesse interdisciplinar e indefinido até os dias de hoje.

São justamente os lugares em que vivemos que se tornam parte da paisagem e local das ações cotidianas. Dessa forma, Corrêa (2001) ratifica que a paisagem torna-se um conceito revalorizado, assim como a região, enquanto o conceito de território tem na Geografia humanista uma de suas matrizes. O lugar passa a ser o conceito chave mais relevante, enquanto o espaço adquire, para muitos autores, o significado de espaço vivido. Contudo, de acordo com Santos (2004),

O lugar é antes de tudo uma porção da face da terra identificada por um nome. Aquilo que torna o “lugar” específico é um objeto material ou um corpo. Uma análise simples mostra que um “lugar” é também um grupo de “objetos materiais”. Mas, se de um ponto de vista puramente psicológico, o conceito de lugar nos é imposto antes do conceito de espaço do ponto de vista teórico e epistemológico, o conceito de espaço precede o conceito de lugar. (SANTOS, 2004, p. 152-153)

Para Tuan (1979), o lugar possui um espírito, uma personalidade havendo um sentido de lugar que se manifesta pela apreciação visual ou estética e pelos sentidos a partir de uma longa vivência.

Na concepção da Geografia tradicional os conceitos de paisagem e região foram mais fortemente enaltecidos pelos geógrafos, em detrimento de outros conceitos-chave como espaço e território. Isso ocorreu pela forte influência exercida no processo de entendimento e definição do conceito de paisagem para Geografia e pela desmistificação empreendida para o enaltecimento da região.

Contudo, Corrêa (2001, p. 20) afirma que na Geografia teórico-quantitativa o lugar e o território não são considerados conceitos significativos, assim como paisagem e região, sendo que, nesse contexto pragmático, o espaço aparece como conceito-chave, pois somente ele é

capaz de criar as conexões necessárias para tentar explicar os modelos de análises embutidos nos estudos dessa natureza.

Diversos autores conceituam a paisagem de diferentes formas. Contudo, a abordagem das relações sociedade x natureza permeia pelo imaginário de muitos deles. Como exemplo, Guerra e Marçal (2006) dizem que a paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante o seu conhecimento, no sentido de serem desenvolvidas pesquisas aplicadas que possam levar a metodologias que colaborem com o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais, relevantes para as sociedades como um todo (GUERRA e MARÇAL, 2006. p. 14).

No Brasil, as discussões sobre paisagem começaram a se fortalecer a partir de 1968, por intermédio do artigo intitulado “Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico”, do biogeógrafo francês Georges Bertrand, que foi traduzido para o português pela professora do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, Olga Cruz, em 1971.

Georges Bertrand usava como valor de defesa do seu pensamento a visão holística da paisagem, contrapondo-se à análise compartimentada, que era comumente encontrada também na Geografia. Todavia, Bertrand, ao entender a paisagem como uma entidade global, enfatiza que essa categoria da Geografia não é a simples adição de elementos geográficos disparatados.

É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 1971, p. 141)

Dessa forma, para Bertrand, a unidade da paisagem é, portanto, coesa. Ela resulta da combinação local e única de todos esses fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao paraclimax “land” podzol ou turfeira) BERTRAND (1971, p. 146). Sendo assim, se faz necessário trabalhar com a interdisciplinaridade.

Sobre o conceito de paisagem, Caseti (2005) diz que, como fator de integração de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos, esse conceito tem sido utilizado em estudos de impactos ambientais em diferentes empreendimentos, com importantes resultados, o que leva necessariamente ao reconhecimento da vulnerabilidade e potencialidade da natureza,

segundo os diferentes táxons. “Busca-se, portanto, a compreensão integrada dos componentes da análise”. (CASSETI, 2005, p. 03)

Assim, como a bacia hidrográfica, a paisagem também proporciona diversas possibilidades de entendimento conceitual, sendo um enorme laboratório para discussões no campo da Geografia Física e da Ecologia. Estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método. (BERTRAND, 1971, p. 141)

A paisagem, enquanto categoria de análise da Geografia pode ser definida como um conjunto de estruturas naturais e sociais de um determinado lugar, promovendo interatividade, seja entre os elementos naturais, entre as relações humanas e desses com a natureza. A paisagem tem, portanto, um caráter dinâmico e em contínua evolução.

Dessa forma, a paisagem geográfica, por ser dinâmica e multidisciplinar, vive em constante processo de mudanças, tanto nas suas estruturas quanto nas suas feições. Segundo Santos (2004),

Cada tipo de paisagem é a reprodução de níveis diferentes de forças produtivas; a paisagem atende a funções sociais diferentes, por isso ela é sempre heterogênea; uma paisagem é uma escrita sobre a outra, é um conjunto de objetos que têm idades diferentes, é uma herança de muitos momentos; ela não é dada para sempre, é objeto de mudança, é resultado de adições e subtrações sucessivas, é uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas; ela não mostra todos os dados, que nem sempre são visíveis, a paisagem é um palimpsesto, um mosaico. (SANTOS, 2004, p. 99)

A paisagem não é somente a materialização do estático, do visível, ela é sentido e sentimento, a paisagem carrega consigo uma herança cultural muito forte. “As paisagens ditas ‘físicas’ são, com efeito, quase sempre amplamente remodeladas pela ação antrópica”. (BERTRAND, 1971, p. 142)

Percebe-se, então, que a partir do estudo da paisagem é possível compreender, em parte, a realidade local num determinado momento, pois ela está em constante mutação, afinal são muitas as interferências antrópicas, dos processos produtivos e da própria natureza.

De acordo com Passos (2003), o desenvolvimento da Ciência da Paisagem não poderia ser compreendido fora dos problemas do meio ambiente, da organização dos recursos naturais nem da proteção da natureza, colocando a questão das relações entre os indivíduos, as sociedades e os meios ecológicos numa relação de caráter conceitual multidisciplinar. Sendo assim, a emergência do conceito de paisagem participa de uma renovação da pesquisa na interface da sociedade e da natureza.

Ainda com base no mesmo autor, a Geografia oportuniza o desenvolvimento da interdisciplinaridade quando intercala os conhecimentos naturais com as práticas sociais,

mostrando também que o conceito científico de paisagem abrange uma realidade que reflete as profundas relações, frequentemente não visíveis, entre seus elementos. Assim, “a paisagem nada mais é do que a parte emersa do iceberg”, sendo necessário “estudar toda a parte escondida para compreender a parte revelada”, e assim, desvendar para a ciência essa complexa e dinâmica relação entre os elementos e as forças da natureza (PASSOS, 2003, p.34).

Para um entendimento mais profundo do estudo sobre paisagem, se faz necessário, primeiramente, identificar seus elementos constituintes a fim de analisá-los conforme as características da sua composição e estrutura. Segundo Rodriguez (2010), o estudo da paisagem é um processo de diagnóstico que objetiva a análise do estado de estabilidade dos sistemas ambientais de acordo com a existência de perturbações nas características biofísicas provocadas por agentes de ordem natural ou derivadas do fator antrópico. Fator este que é responsável pela maioria dos processos evolutivos e de maior dinamicidade no tocante às transformações dos ambientes biofísicos.

Essa mesma paisagem mantém relação direta com os ambientes individuais nela contidos e com as diferentes formas de aparição das unidades inferiores.

Para Rodriguez (2010), as paisagens podem ser consideradas como geossistemas naturais, aqueles que são parte da superfície terrestre na qual os “componentes individuais da natureza se encontram em estreita relação uns com os outros, e que como um todo interatua com as partes vizinhas da esfera cósmica e da sociedade humana”. Como também podem ser “geossistemas técnico-naturais, nos quais se produz a interação entre os objetos técnicos e os naturais”. (RODRIGUEZ, 2010, p. 47-48)

A paisagem, rural ou urbana, forma um ambiente constituído por seus elementos externos ou formais. Numa mesma região pode existir uma infinidade de paisagens (naturais, agrícolas, industriais, urbanas, etc.). Portanto, “paisagem também pode ser definida como um conjunto de formas naturais e culturais associadas”, Rodriguez (2010, p. 18), já que os objetos existentes juntos na paisagem formam “um todo”, ou seja, aspectos físicos e culturais a um só tempo. “É o aspecto visível do espaço, aquilo que a nossa visão abarca. Ela é captada pelo nosso aparelho cognitivo e interpretada de acordo com a nossa forma de perceber o mundo”. (SANTOS, 1988, p. 61-62)

As diversas formas como as paisagens se apresentam denotam as dinamicidades natural e/ou antrópica, as quais esses espaços são submetidos, diversificando as trocas de matéria e energia, alterando as relações sociedade/natureza e socioeconômicas do lugar.

Sendo a biosfera o palco da vida, as relações entre sociedade/natureza tornam-se necessárias e reais, possíveis e dissociativas, tornando essas relações mais complexas do ponto de vista geográfico. Analisando essa relação, Rodriguez (2010) mostra que:

A superfície geográfica é concebida como o geocomplexo (ou geossistema) de nível mais superior que existe no globo terrestre, como um sistema material integral, composto de esferas inter-relacionadas (atmosfera, hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera) entre as quais se desenvolveu um intenso intercâmbio de energias, substâncias e informações. Concebe-se ainda como um sistema integral complexo, espacialmente heterogêneo e diferenciado, formado por uma multiplicidade de tamanhos e complexidade. (RODRIGUEZ, 2010, p. 30)

O conceito de paisagem defendido por Bertrand e Bertrand (2007), afirmando a paisagem como sendo uma porção do espaço contendo um conjunto de elementos resultado de uma combinação dinâmica instável, reforça o paradigma da indissociabilidade desses elementos no contexto da existência da paisagem. Essa concepção torna o entendimento do conceito de paisagem notadamente dialético, não dando espaço nem tampouco proporcionando a dicotomia do conjunto de elementos que a compõe.

Rodriguez (2010) refere-se à paisagem como:

[...] um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, podendo-se considerá-la como: um sistema que contém e reproduz recursos; como um meio de vida e da atividade humana; como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas. [...] Suas propriedades determinam que, como objeto de investigação científica, as paisagens são formações complexas caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que a integram; pelas suas múltiplas relações internas e/ou externas; pela variação dos estados e pela diversidade hierárquica, tipológica e individual. (RODRIGUEZ, 2010, p. 18)

Conhecer bem os fluxos de energia e matéria dos ecossistemas permite que as ações humanas sejam calculadas, planejadas, a fim de integrar a tecnologia com a natureza sem degradar o ecossistema a ponto de desequilibrá-lo além do sustentável.

De acordo com Tricart (1977), os ecossistemas reagem à tecnologia, promovendo constantes e intensas interações, não importa qual nível de desenvolvimento técnico atingido pela sociedade. A natureza não é passiva às ações humanas.

Segundo Tricart (1977), foram definidas três categorias principais de unidades ecodinâmicas, as quais têm relação direta com a morfogênese (modelado) e a pedogênese (solo) do ambiente investigado. No ambiente instável há um equilíbrio nessa relação, no qual o modelado superficial evolui praticamente de forma natural, sendo a pedogênese o principal fator natural. Nos intergrades acontece a transição entre meios estáveis e instáveis. A morfogênese e a pedogênese interferem de forma recorrente, na busca constante do equilíbrio

compensatório. Já nos ambientes instáveis a morfogênese é o principal fator no sistema natural. Resultam de processos tectônicos e climáticos, cobertura vegetal, fator climático e ações antrópicas por meio de ações humanas que desencadeiam erosões.

Para Verdum (2007), a paisagem pode ser compartimentada para sistematizar uma área de estudo. Segundo o autor, essa pode ser subdividida em forma, função, estrutura e dinâmica.

A forma é o espaço visível de uma determinada paisagem e é referenciada por aspectos dessa paisagem que podem ser facilmente reconhecidos em campo e pelo uso de sensoriamento remoto, como exemplo os aspectos morfológicos, a presença d'água, a cobertura vegetal e a ocupação das terras; a função pode ser compreendida pelas atividades que foram ou que estão sendo concebidas e que estão materializadas nas formas criadas socialmente, e que também são reconhecidas em campo e pelos produtos de sensoriamento remoto. Como exemplo o autor cita o espaço construído, atividades agrícolas, atividades mineradoras, etc. A estrutura é conhecida como a que revela os valores e as funções dos diversos objetos que foram concebidos em determinado momento histórico, assim, a estrutura revela a natureza social e econômica dos espaços construídos que interfere nas dinâmicas da paisagem anteriores a essas intervenções sociais; e a dinâmica que é o movimento contínuo que se desenvolve gerando diferenças entre as unidades de paisagem, tanto nas estruturas resultantes dessa dinâmica no tempo, na sua comunidade e na sua mudança (VERDUM, 2007. p. 37)

As diversas formas sociais, econômicas e culturais de relacionar-se com o meio colocam o homem num patamar hegemônico que o diferencia dos outros seres. A depender do grau de desenvolvimento das forças produtivas da natureza e do homem, em um momento podemos ter a ação da natureza sobrepondo-se à ação humana e noutro o homem sendo o agente da transformação. Assim,

O homem não age sobre um objeto de trabalho estático, mas sobre um complexo biológico regido por leis e processos alheios à vontade humana, sobre os quais o homem pode interferir, introduzir novas forças até então exteriores ao meio ambiente considerado. (DIEGUES, 1983, p. 07)

A tomada da consciência ambiental em todo o mundo se traduz de modo diferenciado em cada camada da sociedade, sendo que para os capitalistas ela serve principalmente para enxergar a preservação dos elementos das paisagens naturais como reservas estratégicas de recursos para o futuro. Maia (2005) afirma que no mundo uma nova consciência ecológica invade a esfera da política e questiona as noções tradicionais de progresso. Na realidade, os

donos do capital estão chegando, de certa forma, ao consenso de que o desenvolvimento econômico deve passar pelo conceito de sustentabilidade. Embora o capital entenda a sustentabilidade como reserva futura, o sentido mais correto é entendê-la como a otimização da conservação ambiental em benefício da população e a democratização de acesso aos recursos naturais.

Não podemos fazer vistas grossas a obrigatoriedade que tem essa geração em conservar e dar sustentação aos recursos naturais existentes, de tal modo a garantir a sobrevivência e a sustentabilidade em prol da perpetuação da espécie humana e da vida no Planeta. Por garantia à sobrevivência, entende-se a necessidade que tem o homem em criar processos positivos de manutenção da natureza e de seus elementos, criando assim um elo entre as gerações.

Assim, é possível criar conexões e fórmulas para entender melhor o funcionamento de todas as partes dessa rede de elementos socioambientais de forma isolada e/ou integrada. Moraes (2005) aponta nessa direção quando diz que,

A este relacionamento contínuo e progressivo entre as sociedades e a superfície terrestre denomina-se processo de valorização do espaço. Valorização, pois a relação – objetivada pelo trabalho humano – implica a apropriação e criação de valores. Tratam-se de riquezas naturais transformadas em objetos de consumo e de formas construídas que se agregam ao solo sobre o qual estão erguidas. Em outras palavras, trabalho materializado na paisagem, valor depositado nos lugares – é em função disso que os espaços passam a se diferenciar por características humanas e não apenas por condições naturais variáveis. (MORAES, 2005, p. 35)

Portanto, o entendimento do conceito de paisagem, enquanto categoria da Geografia, permite-nos viajar por campos ainda desconhecidos e não experimentados da transdisciplinaridade, a qual aceita a articulação sócio-espacial, uma vez que as relações homem/natureza são dialeticamente complexas e dinamicamente instáveis.

2.3 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão

Nos últimos anos tornaram-se comuns no mundo inteiro as discussões no meio científico ambiental abordando a temática sobre recursos hídricos e tendo como cenário a Bacia Hidrográfica (BH).

Os elementos naturais que compõem uma bacia hidrográfica como: rios, riachos, lagos, vales, marés, dentre outros, sempre tiveram, ao longo da história da humanidade, papel relevante e estratégico nos processos de formação e desenvolvimento das civilizações. Esses

elementos ajudaram a escrever importantes páginas na vida das civilizações humanas sobre a Terra. Assim, segundo Ferri e Togni (2012),

Os homens constroem a História; os rios, lagos e marés dela participam exercendo grande influência no surgimento dos povoados e cidades, inclusive de antigas e modernas civilizações, que nasceram e prosperaram à margem das águas. (FERRI; TOGNI, 2012, p. 17)

Como exemplo, temos as civilizações antigas do Egito, que nasceram e se desenvolveram às margens do rio Nilo, as civilizações Mesopotâmicas, Assírias e Babilônicas que surgiram e progrediram nos terrenos de aluvião dos rios Tigres e Eufrates, a civilização Hebraica que surgiu às margens do rio Jordão, as civilizações Grega e Fenícia que fixaram-se junto ao mar Mediterrâneo, sem deixar de falar nos Romanos que se estabeleceram ao longo das margens do rio Pó.

Já as grandes civilizações orientais, consideradas as mais antigas das civilizações humanas, surgiram nas planícies aluviais do rio Ganges, na Índia, do rio Indo, no Paquistão, dos rios Yangtzé (rio Azul) e Huang He (rio Amarelo), na China.

Assim como no passado, a grande maioria das cidades modernas também tem como cenário de fundação as margens de grandes rios, lagos ou marés ou ainda as costas marítimas, assim como Dubai nos Emirados Árabes Unidos e Nova York nos Estados Unidos, como também as maiores cidades brasileiras que surgiram ao longo do litoral, a exemplo do Rio de Janeiro, Salvador e Recife.

Portanto, os cursos d'água têm forte influência na formação da história da humanidade, como também exerce, nos dias de hoje, papel incondicional à sobrevivência e a qualidade de vida que busca o homem moderno, apesar do comprometimento que essa modernização vem causando a qualidade e quantidade desses recursos. Neste contexto, a bacia hidrográfica se transforma no espaço ideal para tornar possível o planejamento e uma melhor gestão para as águas atuais, pois é o local onde ocorrem as ações e se implantam as técnicas.

Em todo mundo a preocupação pela preservação qualiquantitativa e adoção do uso racional da água tornou-se unanimidade junto aos ambientalistas e sociedade civil. Porém, para alcançar o nível de desenvolvimento previsto em planos estratégicos de governos e empresas, algumas ações de uso incompatíveis com a atual realidade de escassez hídrica em várias partes do Planeta, exercidas por esses organismos, vêm se tomando cada vez mais comum.

No Brasil, a gestão de recursos hídricos se fortaleceu a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, que abriu espaço para ampliação das discussões e

normatizações desse recurso natural, principalmente, através da Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1977, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Num dos seus fundamentos, a Lei determina que “A bacia hidrográfica seja definida como unidade territorial para o planejamento do uso da água”. (Lei Federal 9.433/97)

É no âmbito da Bacia Hidrográfica que o homem atua e desenvolve suas atividades sociais e econômicas, além de promover sua grande capacidade de produção e transformação, fazendo uso, principalmente, dos recursos naturais disponíveis de forma isolada e/ou integrada.

Os recursos hídricos aparecem, na atualidade, como um dos temas mais discutidos e estudados nas questões referentes ao meio ambiente. Com maior participação de governos e da sociedade, a temática tem ganhado vulto e a água tem assumido posição de destaque nas discussões, inclusive sendo inserida na agenda política de vários governos no Brasil e no Mundo, fazendo valer o seu lugar como elemento vital.

Sendo assim, a bacia hidrográfica se apresenta como unidade de planejamento para estudos e ações da relação homem/natureza, como forma de facilitar o melhor diagnóstico e a proposição de medidas que possam contribuir para manutenção qualiquantitativa das águas e da vida. Portanto,

[...] as bacias hidrográficas podem ser compreendidas como paisagens com porções do espaço relativamente amplas, que se destacam visualmente por possuírem características físicas e culturais suficientemente homogêneas para assumirem uma individualidade. (FONTES, 2010, p. 27)

A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento é o palco de atuação do homem e local onde ele desenvolve suas atividades produtivas, socioeconômicas e culturais, além de promover intensa relação com os elementos da natureza, fazendo uso dos recursos naturais disponíveis de forma isolada e/ou integrada.

Nos últimos anos tornaram-se comuns as discussões no meio científico ambiental, principalmente sobre o tema bacia hidrográfica.

Analisando a bacia hidrográfica de forma sistemática, através dos diversos canais de interlocução existentes na relação sociedade/natureza, podemos considerá-la como sendo um sistema aberto, sustentando-se num equilíbrio dinâmico em função das constantes trocas de matéria e energia, assim como em função de ciclos e flutuações que são processos variados e entrelaçados que ocorrem no seu interior.

Segundo Menezes,

Dentre as complexas reflexões que envolvem essa problemática ambiental, o debate sobre a conservação dos recursos hídricos emerge como um tema

relevante para investigação geográfica, na medida em que se constitui como alicerce essencial para o desenvolvimento econômico e social. (MENEZES, 2006, p. 21)

É neste cenário de intensa troca de matéria e energia que ocorrem as dinâmicas relações entre sociedade e natureza, visto que os elementos naturais contidos na paisagem dão suporte estruturante para o desenvolvimento socioeconômico, ambiental e cultural.

Para Fontes,

A ênfase que vem sendo dada nessas últimas décadas aos estudos ambientais na elaboração dos planejamentos vem reforçar a tese da bacia hidrográfica como unidade básica para estes estudos, justificando tal fato a bacia se constituir uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração, como da funcionalidade de seus componentes. (FONTES, 1997, p. 32)

Como visto, a área de estudo ideal para retratar essa problemática é a bacia hidrográfica, que é o palco para elucidação de muitas ideias, apresentando conceitos diferentes e complementares, tornando o tema notoriamente discutível. Tucci (1997) retrata que:

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. (TUCCI, 1997, p. 57)

Pinto et al. (1976) dizem que:

A bacia hidrográfica, também compreendida como bacia de contribuição de um curso d'água, é a área geográfica coletora da água da chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada. (PINTO et al. 1976)

Portanto, a adoção de bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e manejo é de aceitação internacional, pois não é apenas uma área física bem delimitada, mas apresenta elementos constituintes que se encontram integrados, dentro de uma visão holística, já que não dá para dissociar os elementos geobiofísicos dos antrópicos.

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990), uma bacia deve ser entendida como sistema geomorfológico drenado por cursos de água ou por um sistema de canais conectados que convergem, direta ou indiretamente, para um rio principal ou para um espelho de água, constituindo-se, assim, em uma unidade sistêmica ideal para o planejamento do manejo integrado dos recursos naturais.

Botelho (1990) considera que a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem compreende a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários e limitada por seus divisores de água.

Desta forma, fica evidente que a bacia hidrográfica deve ser estudada de maneira integrada, como um todo, pois esse todo funciona como uma engrenagem que, ao ser danificada uma de suas partes, poderá causar alterações danosas no todo.

Guerra (2006) define bacia hidrográfica como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes; também afirma que se deve incluir no conceito a noção de dinamismo por causa das modificações que ocorrem nos divisores de água, sob efeito dos agentes erosivos que alargam ou diminuem sua área como consequência das constantes trocas de matéria e de energia dos subsistemas que a formam.

Para Christofolletti (1980), bacia hidrográfica é uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, portanto, aberto às constantes trocas de energia e matéria. Sendo assim, a bacia hidrográfica ou de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial (o exutório). Deste modo, como área para estudos e ações, é considerada como unidade geográfica ideal para o planejamento, a gestão e a utilização dos recursos naturais, principalmente quando se trata de recursos hídricos. Assim, Fontes (2010) salienta que:

As bacias hidrográficas constituem-se em unidades físicas ideais para estudos ambientais por apresentarem características para a elaboração de um planejamento integrado (unidade física e unidade social), visando a implantação de um programa racional de utilização e preservação dos recursos naturais como: solo, subsolo, água, vegetação, ocupação e uso da terra e uma agricultura sustentável. Apresentam uma hierarquia natural que deve ser levada em consideração nos planejamentos coerentes destas unidades sócio-geográficas. Assim, o planejamento e o manejo dos recursos naturais das bacias hidrográficas tornam-se mais possíveis quando são fragmentadas em médias e pequenas bacias. (FONTES, 2010, p. 28).

A problemática de uma bacia hidrográfica somente pode ser equacionada sem a desvinculação dos aspectos naturais dos sociais. Os problemas ambientais são sistêmicos, ou seja, estão intimamente interligados e ao mesmo tempo são interdependentes. O sistema bacia hidrográfica deve ser considerado em termos de relação e de integração de todos os fenômenos físicos, biológicos e socioeconômicos. Sendo assim, os componentes geobiofísicos e socioeconômicos são focalizados pela climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos, vegetação e utilização da terra e pelos indicadores socioeconômicos, refletidos nas formas de ocupação e utilização da terra. (FONTES, 2010, p. 33)

A necessidade de se aprofundar nas análises e estudos sobre recursos hídricos tem-se demonstrado de ordem capital, na razão direta em que se intensificam os usos e os conflitos desse recurso (conflito de produção, de múltiplos usos, de disponibilidade quantitativa e qualitativa), bem como o aumento da demanda e das crescentes dificuldades para satisfazê-la de forma eficiente, universal e com qualidade, fazendo com que o tema meio ambiente/recursos naturais esteja cada vez mais inserido nas agendas de decisões.

Cada vez mais, se faz necessário buscar água em lugares mais distantes dos centros consumidores, desenvolver projetos de transposição de bacias ou ainda aprimorar técnicas de perfuração de poços artesianos para o pleno atendimento das demandas por este recurso. Em todos os casos o aumento do custo para obtenção da água tem se elevado de forma substancial, tornando-o mais caro e limitado o seu acesso, comprometendo assim a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a qualidade de vida das sociedades.

A dinâmica dos elementos que constituem uma bacia hidrográfica tem importante papel no diagnóstico geoambiental, visto que esses elementos são parte integrante do ambiente e holisticamente são indissociáveis, ou seja, não podemos dissociar os problemas que geram o desconforto ambiental dos problemas causados pelas atividades de desenvolvimento sociais. Portanto, o planejamento das atividades humanas que tenham a bacia hidrográfica como cenário e espaço de ações, significa dotar esse espaço de um conjunto de procedimentos que possam assegurar o uso consciente dos recursos naturais existentes.

Conforme salienta Christofolletti (1980), todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios. Neste sentido, deve-se estudar a bacia hidrográfica como um todo, sem considerar apenas um dos elementos, mas o conjunto em interação. Entende-se também que a relação sociedade versus natureza deve ser estudada, pois a ação antrópica influencia a dinâmica natural da bacia. (MELO e SOUZA, 2009, p. 84)

A qualidade ambiental é, portanto, o resultado da dinâmica dos mecanismos de adaptação e dos mecanismos de auto-superação dos ecossistemas. Assim, com base na teoria sistêmica da evolução, a qualidade ambiental é o resultado da ação simultânea da necessidade e do acaso. (MACEDO, 1995, p. 17)

Portanto, a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e local das ações humanas e da vida tem seu lugar assegurado na complexa relação conceitual dos elementos que integram os estudos geográficos, como também exerce papel fundamental na

disseminação e fortalecimento das relações homem/natureza. Essas relações só ocorrem devido à interconectividade dos fatores e elementos naturais que servem de suporte para a geração de energia e que faz movimentar a força motriz necessária ao crescimento e desenvolvimento das sociedades, nas suas diferentes escalas temporo-espacial.

Neste sentido, a bacia hidrográfica se apresenta como o espaço geográfico capaz de promover, de forma integral, as relações de conectividade entre a natureza e o homem, e que traz, no seu bojo, condições ideais para o desenvolvimento das ações humanas, da perpetuação da vida e da complacência da natureza.

2.4 Os sistemas e as escalas nos estudos da fragilidade ambiental

Como as ações humanas ocorrem em diferentes cenários geoambientais, dotados das mais complexas às mais simples conexões entre os elementos que compõem o ambiente, e que sofrem aceleradas transformações com a presença das ações antrópicas, se faz necessário o aprimoramento de novas técnicas e métodos científicos que visem à ampliação de estudos que proporcionem um maior conhecimento desses ambientes, além da capacidade que têm de adaptarem-se e/ou regenerarem-se.

Como ferramenta mais atual para estudos dessa natureza, os métodos de análise para detecção da fragilidade ambiental se despontam como importantes e necessários. Em qualquer estudo de análise das condições naturais do meio físico, a fragilidade ambiental está intrinsecamente ligada a fatores que promovem o desequilíbrio, tanto de ordem geoambiental como declividade, erodibilidade e variações climáticas, quanto às de ordens socioeconômicas e as técnicas inadequadas no uso e ocupação do solo e dos recursos naturais.

A determinação do grau de fragilidade em ambientes antropizados torna-se fundamental para avaliação do potencial de desenvolvimento de uma região e para afirmação de políticas de crescimento possíveis e suportáveis. Assim, os diversos ambientes biofísicos inseridos nos vários biomas brasileiros se caracterizam como cenários para essas ações de forte dinamicidade com vistas ao planejamento e a sustentabilidade.

A escala é elemento de fundamental importância nos estudos para análise dos processos de fragilidade ambiental. É o principal parâmetro que determina o grau de intensidade de uma pesquisa e o fator determinante e balizador da área a ser estudada.

Por ser um fator determinante, a escala temporo-espacial impõe limites, esclarece resultados, estabelece marcas, hierarquiza modelos, implanta métodos e sistematiza o

trabalho. Indubitavelmente, é na escala onde encontramos a base para a pesquisa geográfica. Castro, Gomes e Corrêa (2010) enfatizam bem essa problemática quando afirmam que:

Como a abordagem geográfica do real enfrenta o problema básico do tamanho, que varia do espaço local ao planetário, e sendo o território o eixo dos problemas aqui discutidos, a noção de escala dos fenômenos contribui como recurso metodológico fundamental no tratamento dessas questões. O problema do confronto da realidade com as dinâmicas socioespaciais, que a modelam continuamente requer, portanto, a observação em diferentes escalas de análise, o que amplia a gama de possibilidades pela pluralidade das perspectivas de observação. (CASTRO, GOMES e CORRÊA, 2010, p. 8-9).

Dessa forma, a escala como recurso metodológico fundamental é tida como essencial nas elaborações e análises de trabalhos científicos voltados para questões temporo-espacial, principalmente para a Geografia.

Qualquer alteração, feita pelo homem ou não, na superfície terrestre e que cause impacto, positivo ou negativo, promove modificação no status natural que, imediatamente ou não, ocasionam novos processos de adaptabilidade e de aceitação ou rejeição. Em muitos casos, esses processos tornam o ambiente mais susceptível a contornos de fragilidade diversificada, acelerando cada vez mais os fatores que levam a vulnerabilidade ambiental.

Para um estudo da fragilidade de uma determinada área, se faz necessário transcorrer individualmente por alguns elementos da paisagem solo, relevo e clima.

Para o estudo da fragilidade ambiental o mais comum é o uso da escala 1: 50.000. Isso se faz necessário para ampliar o nível de detalhamento da área de estudo, principalmente das condicionantes da geomorfologia e dos solos, e posteriormente, do uso e ocupação da terra. Contudo, para confecção de alguns mapas nesse trabalho se fez necessário o uso de escalas diferentes que traduziram os objetivos propostos.

Assim, em relação à geomorfologia são consideradas as formas atuais e os processos que as modelam. Já em relação aos solos, o mais importante é a análise dos atributos responsáveis pelos processos de erodibilidade. Como resultado dessas abordagens interligadas, segundo Ross (1994), teremos a fragilidade potencial e fragilidade emergente e que se configura nos processos morfogenéticos do ponto de vista da susceptibilidade estrita do modelado e dos solos.

Para Ross (1994), o estudo da Fragilidade Ambiental é o resultado da análise espacial de dois tipos de mapas, e que são identificados como Fragilidade Emergente e Fragilidade Potencial. Para a construção do mapa de Fragilidade Potencial usam-se os atributos físicos como solos, clima e geomorfologia; já o mapa de Fragilidade Emergente é feito a partir da sobreposição de dois mapas - Fragilidade Potencial e uso e ocupação do solo. A fragilidade

emergente, além de considerar as características físicas, contempla também os graus de proteção dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal sobre o ambiente.

Para chegar ao conceito de fragilidade ambiental, Vitte e Santos (1999) utilizaram o significado dos termos fragilidade e meio ambiente como pressupostos de análise. O termo frágil é definido pela língua portuguesa como algo fácil de destruir, pouco durável, transitório. Fragilidade é então, a qualidade do que é frágil. O ambiente é aquele em que os seres vivos mantêm relações de troca de matéria e energia constantes como uma rede em um sistema. Assim, o termo fragilidade do meio pode aparecer como ambiente de risco, ou risco ambiental, o qual define-se como perigo ou possibilidade de perigo ou perda, que estão vinculadas à percepção humana da dinâmica da natureza. (MORATO et al. 2000, p. 02)

Outra forma de conceituar fragilidade pode ser definida com Tamanini (2008), que a conceitua como sendo a vulnerabilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de impacto e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem natural e antropogênica.

Um dos objetivos dos estudos da fragilidade ambiental é identificar unidades ambientais com características comuns em termos de vulnerabilidades aos processos erosivos, principalmente dos solos. A partir destes estudos é possível avaliar se as ações antrópicas de uso e ocupação do solo, de forma cronológica, podem conviver em harmonia com os condicionantes naturais atuais. Segundo Morato et al. (2000), essas vulnerabilidades podem ser classificadas em graus e que são determinantes para o diagnóstico final.

A Carta de Fragilidade Ambiental é um documento cartográfico de síntese que resulta da análise integrada dos elementos naturais como relevo, solo, cobertura vegetal, recursos hídricos e dos graus de proteção conferidos pelo uso da terra.

Fazendo uma analogia sobre a carta de fragilidade, Spörl e Ross (2004) destacam que através destes documentos torna-se possível apontar as áreas onde os graus de fragilidade são mais baixos, favorecendo então determinados tipos de inserção, assim como áreas mais frágeis onde são necessárias ações tecnicamente mais adequadas a essas condições. Estes estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância para política ambiental.

Andreolli e Carneiro (2005) salientam que para determinar a fragilidade potencial e emergente de uma determinada área não basta apenas conhecer a relação existente entre as variáveis, mas também saber aplicar a metodologia escolhida e/ou adaptá-la ao sistema. Como o método de Ross (1994), permite inserção de qualquer atributo socioambiental, aumenta as possibilidades de análise em outras vertentes ambientais como água e outros recursos naturais.

Os produtos gerados pelos estudos de fragilidade ambiental constituem-se em importantes subsídios para os zoneamentos que têm o objetivo de disciplinar o uso do solo. Assim sendo, eles podem desenvolver estudos de fragilidade ambiental com muito mais eficiência, bem como orientar as políticas públicas para o planejamento físico-territorial. (TAVARES, 2006, p. 16)

De posse de ferramenta tão valiosa, os gestores ambientais públicos e privados podem promover ações estruturantes e estudos técnicos capazes de minimizar impactos ambientais a curto e médio prazos, tornando o ambiente mais seguro e com maior potencialidade à sustentabilidade.

Os instrumentos tecnológicos representam importantes avanços para os mais diversos campos da ciência e da sociedade. Para a Geografia, particularmente, as inúmeras possibilidades de lidar com as tecnologias da informática abriram amplas possibilidades e facilidades para análises e interpretações de dados e construções de diferentes tipos de cartogramas, impossíveis de serem enumerados adequadamente. Esse conjunto de tecnologias é conhecido como Geoprocessamento, que pode ser aplicado também a outras ciências, além da Geografia.

Como ferramenta auxiliar na gestão de diversas atividades humanas modernas, o Geoprocessamento vem se afirmando como instrumento de alto valor operacional na tomada de decisões e que é definido por Rodrigues (1990), como sendo,

[...] o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso, de sistemas que as utilizam. As áreas que se servem das tecnologias de Geoprocessamento têm, em comum, o interesse por entes de expressão espacial, sua localização, ou distribuição, ou ainda a distribuição espacial de seus atributos. Os SIG's são talvez os mais importantes instrumentos entre as diversas tecnologias de Geoprocessamento, sendo inclusive muitas vezes confundidos com o próprio Geoprocessamento. (RODRIGUES, 1990, p. 08)

Para Burrough (1986), o Sistema de Informações Geográficas – SIG é um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real, tornando esse mundo mais fácil de interpretá-lo.

Hoje, o homem dispõe de ferramentas e recursos técnico-operacionais bastante eficazes como o SIG, as imagens de Sensoriamento Remoto, além de vários métodos de pesquisa já testados e comprovados, entre outros. Assim, podem-se desenvolver os estudos de fragilidade ambiental com muito mais eficácia e eficiência. Segundo Morato et al. (2000), mostram que,

Essa eficiência se deve a capacidade de integração de grande quantidade de dados com relações complexas entre si que o SIG apresenta, já que os

estudos de fragilidade ambiental se caracterizam pela integração de diversos temas, tais como morfologia do terreno, litologia, tipos de solos, condicionantes climáticas e cobertura do solo, etc. (MORATO et al. 2000. p. 01-02)

No desenvolvimento de um estudo da fragilidade ambiental se faz necessária a aplicação do SIG, que é fundamental devido a necessidade de análise de grande quantidade de dados com os quais é possível estabelecer uma diversidade de relações complexas. A principal vantagem para esta aplicação é a disponibilidade de funções que permitem análises geográficas de modo sistêmico.

Assim, os acessos às informações, outrora desconhecidos pela base científica, tornam-se cada vez mais comuns, sendo acompanhados de clareza, objetividade, visibilidade e qualidade.

Nos processos de preservação e manutenção dos recursos hídricos, a Geografia tem forte contribuição ao estudo desenvolvido sobre o meio ambiente, mediante pesquisas que se realizam sobre o prisma da análise integrada, considerando a ação antrópica sobre o ambiente natural. Esta abordagem é importante no diagnóstico para formulação dos planos de bacias e planos de recursos hídricos. De acordo com Ross (1990),

Toda causa tem seu efeito correspondente, todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processo até mesmo irreversíveis. (ROSS, 1990, p. 14-15)

O estudo das bacias hidrográficas fornece subsídios para a criação de um complexo arquivo voltado para questões ambientais, visando o acesso ao conhecimento e às informações sobre as condições ambientais as quais a bacia hidrográfica está submetida.

Na identificação do grau de fragilidade ambiental de uma determinada área se faz necessário o conhecimento dos processos biofísicos e geodinâmicos. Este conhecimento requer levantamento dos fatores bioclimáticos, pedológicos, geológicos e antrópicos que atuam sobre o ambiente a ser estudado.

Devido às suas diferentes formações geomorfológicas, a troca de fluxos de matéria e energia, sejam existenciais e/ou modificadas, eleva o cenário da bacia hidrográfica para um patamar de constantes ações naturais e humanas, criando métodos, modelos e formas de ocupação condizentes com as realidades locais, tornando esse ambiente no mais propício ao desenvolvimento socioeconômico.

Essa constante troca de energia no âmbito da bacia hidrográfica enaltece os pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), sendo ratificada quando as ações antrópicas se estabelecem sobre o meio natural, provocando alterações na paisagem e adequações dos componentes biofísicos e sociais.

Segundo Beltrame (1994), a proposta de Ross (1990) que cria um encaminhamento metodológico para a pesquisa ambiental apresenta uma forma simples e eficaz para se obter os resultados sobre o estudo da fragilidade ambiental das bacias hidrográficas, e que, na mesma perspectiva de mapeamento de bacia hidrográfica, para fins de conhecimento da fragilidade ambiental, possibilitou o surgimento de outra proposta para análise de bacias, o chamado Diagnóstico Físico-Conservacionista, que consiste na análise de quatro grandes fatores: vegetação, clima, características geológicas e pedológicas e características do relevo. (BELTRAME, 1994, p. 13-14)

O método desenvolvido por Ross torna possível o conhecimento da fragilidade ambiental da área de estudo, podendo ser acrescidas mais algumas variáveis se assim se fizerem necessárias para o conhecimento da situação real de conservação da bacia hidrográfica. (SANTOS, 2005, p. 21)

Nesse contexto, o estudo das questões ambientais com uma abordagem geográfica tem como referência uma sociedade que vive sobre um território. Assim, o desenvolvimento das pesquisas geoambientais, tendo como unidade de estudo a bacia hidrográfica, constitui-se numa importante ferramenta aos estudos e análises sobre o meio ambiente, pois são nestes espaços que se desenrolam importantes relações entre sociedade e natureza.

2.5 A ecodinâmica e a fragilidade hídrica nas paisagens da bacia hidrográfica do rio Sergipe

A introdução da abordagem sistêmica na ciência geográfica, de acordo com os conceitos da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), baseia-se na criação de modelos e na quantificação dos elementos da paisagem, abrindo um novo caminho para pesquisas, estudos e entendimento do funcionamento desta categoria de análise, sobretudo na Geografia Física.

Foi Bertalanffy, em 1950, quem primeiro citou e desenvolveu a Teoria Geral dos Sistemas, sendo aplicada posteriormente no âmbito da Geografia pelo francês Jean Tricart, no ano de 1965, em trabalho que classificou as unidades ecodinâmicas do meio ambiente e que serve de referência metodológica para muitos estudos de abordagem científica no Brasil e no

Mundo, pois esse modelo de classificação deu a Geografia Física um melhor caráter metodológico, integrando positivamente os estudos da paisagem.

Tricart (1977) conceitua sistema como sendo o conjunto de fenômenos que se desenvolvem a partir dos fluxos de matéria e energia, que tem origem numa interdependência, na qual surge uma nova entidade global, integral e dinâmica, permitindo uma atitude dialética e a necessidade de análise e de visão do todo, a fim de atuar sobre o meio ambiente. Tal tentativa de definição traz à tona uma discussão muito mais profunda e que tem origem na epistemologia da Geografia. Trata-se do discurso de fortalecimento da relação homem/natureza através dos seus conceitos-chave.

Considerando que a natureza é complexa e apresenta uma dinâmica própria e que, por sua vez, provoca mudanças frequentes no modelado terrestre, principalmente com o auxílio das atividades antrópicas, Tricart (1977) elaborou um enfoque da dinâmica geomorfológica para caracterizar a ecodinâmica dos meios ambientes, propondo a identificação destes em três categorias, a dos meios estáveis, dos meios intergrades e dos meios fortemente instáveis.

Os meios estáveis têm como principais características a cobertura vegetal densa; a dissecação moderada do relevo, com baixa atuação sinérgica dos rios; a ausência de manifestações vulcânicas e abalos sísmicos; dentre outras.

Já nos ambientes fortemente instáveis, entre os fatores que favorecem este quadro estão as condições edafoclimáticas com intensa dinamicidade, apresentando fortes variações de chuvas e ventos; a inexistência de cobertura vegetal densa; o relevo com vigorosa dissecação e fortes declives; a presença de solos rasos e friáveis com baixo grau de coesão; as planícies e fundos de vales sujeitos a inundações e a geodinâmica interna intensa apresentando abalos sísmicos e erupções vulcânicas.

Os meios intergrades, definido por Tricart (1977), configuram-se como ambientes onde o comportamento morfodinâmico está em plena transição, passando gradualmente de estáveis para instáveis.

Segundo Ross (1990), o processo de mudança da condição morfodinâmica dos ambientes tem como principais características o estudo dos sistemas morfogenéticos atuais, caracterizando os tipos, a densidade e a distribuição; as influências antrópicas e os graus de degradação decorrentes, assim como os de estabilidade morfodinâmica derivados da análise integrada dos sistemas morfogenéticos, além dos processos atuais e da degradação antrópica.

Ross (1990) fez uma adaptação da proposta de Tricart (1977), na qual propõe uma metodologia para a análise ambiental integrada. Para desenvolver este método de estudo se faz necessário a aplicação de recursos como fotografias aéreas para identificação das

condições de cobertura vegetal e ocupação do solo, cartas topográficas, geológicas, pedológicas e dados pluviométricos. Com esses recursos podem ser elaborados alguns documentos fundamentais para análise da fragilidade ambiental como a carta de declividade média das vertentes, carta dos elementos das formas de relevo, carta da estrutura litológica com as devidas características do manto de alteração, carta de uso da terra e cobertura vegetal, além de formas de processos erosivos.

Com o cruzamento das informações resultantes em cada carta, obtém-se o grau de fragilidade ambiental. Ross (1990) propõe que para se avaliar os resultados obtidos com a pesquisa, sejam estabelecidos pesos ou notas a cada situação que as variáveis apresentarem.

Assim, é possível obter o resultado de cada variável e escaloná-lo de duas formas: a primeira utilizando o nível de intensidade como muito fraco, fraco, médio, forte ou muito forte e a segunda utilizando valores numéricos de 1,0 a 5,0. Como produto final de sintetização é possível obter, a partir do cruzamento de dados dos atributos geodinâmicos, o grau de fragilidade potencial e emergente, tendo como fator preponderante a soma das variáveis como vegetação/uso da terra, relevo, litologia/solo e pluviosidade/recursos hídricos.

Chorley e Kenedy (1971) definem sistema como sendo um arranjo estruturado de objetos e ou atributos que exibem correlações mútuas discerníveis e que operam juntos como um todo complexo, de acordo com alguns padrões observáveis.

Ross (1995) enfatiza a teoria de sistemas como um sistema aberto que permite identificar um sistema maior ou menor. A partir dos fluxos de matéria e energia, espontâneos ou ativados pela ação humana, são regidos pela lei da física e da química, no qual definem a funcionalidade dinâmica (estável) ou desequilíbrio temporal (instável). O que diferencia um sistema de outro é a intensidade dos fluxos e a intensidade da dinâmica das trocas de energia e matéria, da atmosfera, hidrosfera, litosfera e a biosfera, incluindo também a sociedade que interfere de alguma forma na funcionalidade de um sistema.

Portanto, a ação mais dinâmica dos elementos climáticos se dá em ambientes de maior fragilidade quanto à proteção, seja por biomassa, através da cobertura vegetal ou antrópica, através da forma de utilização do solo. As áreas com forte incidência de energia solar têm maior susceptibilidade em apresentar essas características, deixando os recursos naturais, como rios e solos, em constante desequilíbrio.

A instabilidade natural, já mencionada por Tricart (1977), traz como paradigma a inserção de fluxos de energia e de matéria transmitida, principalmente, pelo homem, alterando cenários naturais com maior intensidade e dinamicidade a curto, médio e longo prazos.

Essa percepção se torna mais evidente nos elementos superficiais da paisagem, como a rede de drenagem sem a presença da mata ciliar numa determinada extensão da bacia hidrográfica, a superfície nua de um tabuleiro geomorfológico ou uma encosta desmatada com solos expostos.

Na concepção de Troppmair (1985), com o aumento dos problemas ambientais, sociais e econômicos causados pelo homem, e com reflexos sobre o próprio homem, a Geografia tem por objetivo os estudos integrados numa visão sistêmica para entender, utilizar e ao mesmo tempo manter o sistema natureza do qual o homem é integrante.

A paisagem reaparece no cenário geográfico como uma unidade concreta e dinâmica, muito mais próxima do objeto da Geografia, enquanto ciência do espaço e da sociedade. Nestes termos, a paisagem, como unidade concreta, e o geossistema, como método teórico, formam um binômio inseparável e necessário, que até então faltava aos estudos geográficos.

Dessa forma, os estudos envolvendo a paisagem carecem ainda de maiores e melhores aprofundamentos, especialmente quando se trata da realização de estudos integrados. A diversidade da estratificação superficial terrestre torna complexas as definições e certezas na abordagem sistêmica de estudos dessa natureza. Estes continuam ainda em fases de experimentações conseguindo apenas aproximações de uma apreensão global, oferecendo ao planejamento ambiental uma condição ainda tímida de tomada de decisões, porém, com bases mais sólidas e consistentes.

Neste sentido, investigações acerca do modelo de gestão das águas em vigor no Brasil, e em especial, em Sergipe, serão o foco de nossas preocupações no que se refere às estratégias de aplicabilidade das Leis Federal e Estadual que regem as Políticas de Recursos Hídricos e os Sistemas de Gerenciamentos dos Recursos Hídricos.

CAPÍTULO 3



NORMATIZAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM SERGIPE

3 NORMATIZAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM SERGIPE

3.1 A gestão dos recursos hídricos no Brasil

O mundo inteiro acordou para discutir a problemática da água. Um maior controle pelo uso da água se faz necessário quando verificamos um acelerado crescimento das atividades socioeconômicas e populacionais, principalmente em regiões que sofrem regime de escassez hídrica. Para tanto, é preciso colocar em prática modelos operacionais de gestão previstos por diversos instrumentos legais em quase todos os países, principalmente os que apresentam maiores conflitos pelo uso e com potencial de déficit hídrico.

Nas últimas décadas, o mundo vem acompanhando as diversas tentativas e experiências de controle e gestão das águas, através das mais diferentes formas e sociedades do planeta. Estas sociedades presentes vêm empreendendo um grande esforço organizacional na tentativa de garantir o acesso à água em quantidade e qualidade suficientes para satisfazer as necessidades socioeconômicas das atuais e futuras gerações.

Em âmbito mundial, mas com algumas exceções regionais, a gestão dos recursos hídricos é sempre uma decisão política, motivada principalmente pela escassez relativa da água em determinadas regiões e pela necessidade de sua preservação e conservação para a sustentação da vida e das atividades produtivas.

Estima-se que, ao longo do século XXI, a questão da água seja bem mais preocupante que a da produção de alimentos ou de energia. Segundo Agarwal (2000), não há escassez de água no mundo e que o remédio para acabar com a crise atual seria uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

Para Bouguerra (2004),

É preciso dar-lhe razão, pois a escassez é fruto de uma relação social com as coisas. Sabe-se, porém, que o capitalismo só pode funcionar sobre o conceito de escassez. Portanto, é preciso ser muito prudente ao falarmos de crise da água e perguntarmo-nos sempre quem se beneficia com a crise. (BOUGUERRA, 2004, p. 92)

Já Camdessus (2005), afirma que,

Quando não se pode agir a curto prazo, consola-se falando do longo prazo. É um meio de desviar para ultrapassar bloqueios e conflitos do presente, discutindo, sem parecer fazê-lo, condições que poderiam fazer evoluir favoravelmente. É uma atividade hidrorretórica essencial. Crer nela é em vão, desviar dela pode ser lamentável. (CAMDESSUS, 2005, p. 119)

A necessidade de o homem incentivar cada vez mais políticas de preservação e uso racional da água e inserir o tema com mais frequência nas agendas políticas atuais, vem de um longo período de acompanhamento e estudos que apontam para uma situação precária dos recursos hídricos e mananciais, atrelada a uma iminente e irregular distribuição espacial das águas no mundo. Dessa forma, gerir os recursos hídricos através de políticas legais e com bases científicas fortemente estruturadas tem sido o balizador da esperança de preservação dos recursos hídricos em todo o mundo.

A água é tão importante que nas últimas décadas passou a ser esse balizador, que define o alcance do desenvolvimento de uma região, país ou sociedade, pois ela é um recurso vital, finito, escasso e de valor econômico. “A quantidade de água sobre a Terra é finita. Essa é uma certeza física incontestável”. (BOUGUERRA, 2004)

A aplicação dos diferentes modelos de gestão das águas, implantados por diversos países, deverá ordenar o uso múltiplo e possibilitar sua preservação para as futuras gerações, minimizando ou mesmo evitando os problemas decorrentes da escassez e da poluição dos cursos de água, os quais afetam e comprometem os usos múltiplos dos recursos hídricos.

Numa perspectiva de abordar essa problemática para a realidade nacional, observamos que o Brasil, em relação a dezenas de outros países, possui situação privilegiada da sua disponibilidade e potencialidade hídrica, porém, aproximadamente 70,0% da água doce do país encontra-se na região com menor população residente, a amazônica, que é habitada por menos de 7,0% do total populacional absoluto do país. Assim, a ideia de abundância serve como suporte à cultura do desperdício da água disponível, à sua pouca valorização como recurso e ao adiamento dos investimentos necessários a otimização de seu uso. (SETTI, et.al., 2000)

Assim, os problemas de escassez hídrica no Brasil, principalmente em regiões de grandes aglomerados urbanos, decorrem, fundamentalmente, da combinação entre o crescimento exagerado das demandas localizadas, como agricultura e indústria, e da degradação da qualidade das águas, comprometendo também o fator quantitativo.

Neste sentido, fica evidenciada a importância e necessidade urgente em promover a inserção dos diversos atores sociais de todo país na discussão técnica e política acerca dos recursos hídricos e implementar modelos de gestão que possam assegurar os usos múltiplos em quantidade e qualidade, seja ele a nível regional ou local.

Segundo Setti, et al. (2000),

Em função dos problemas relativos à falta de um adequado sistema de gestão da água, cada vez mais evidente, o setor de recursos hídricos vem ganhando

importância e interesse por parte da sociedade brasileira. Esse fato pode ser observado não somente pelas discussões na esfera governamental, mas também pela própria imprensa, que tem abordado o tema com frequência. (SETTI, et al., 2000)

Com o intuito de obter maior eficácia nas questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos, as ações governamentais são orientadas e refletidas através das leis, decretos, normas e regulamentos vigentes. Como resultado destas ações obtém o Modelo de Gerenciamento das Águas, entendido como a configuração administrativa adotada na organização do Estado para gerir as águas. Por exemplo, um modelo que vem sendo amplamente utilizado adota a bacia hidrográfica como unidade administrativa, ao contrário de serem adotadas unidades de caráter político como o Estado, Município, etc. Lanna (1999)

Assim,

No Brasil, a lei específica para o Gerenciamento das Águas é a lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos . Existem vários instrumentos legais que detalham e disciplinam as atividades do setor. Estes instrumentos legais são provenientes de um modelo de gerenciamento das águas orientado por tipos de uso o que estabelece frequentemente conflitos, superposições e a desarticulação da legislação, exigindo, portanto, aperfeiçoamentos (LANNA, 1999, p. 65).

Corroborando com os princípios implementados na lei 9.433/97, a literatura brasileira sobre gestão de recursos hídricos evidencia a hegemonia dos autores em adotar a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial ideal para estudos, planejamento, administração e gestão das águas, apesar de algumas resistências por parte de hidrogeólogos, que argumentavam o fato de que os limites da bacia hidrográfica não necessariamente coincidiam com os das acumulações das águas subjacentes a esta, e em verdade quase nunca coincidem. Carrera-Fernandez (2002).

Muitos pesquisadores e teóricos veem a bacia hidrográfica como importante e completo cenário para estudos de planejamento e gestão dos recursos hídricos de uma região. É na bacia hidrográfica, sem respeitar limites políticos e culturais, que se conseguem, com seus aportes físicos e estruturantes, os melhores resultados sobre estudos ambientais e de políticas de planejamento urbano e rural.

Adotar a bacia hidrográfica como unidade física para o planejamento de gestão de recursos hídricos é uma medida prevista na Lei 9.433/97 e que é acompanhada por governos, instituições de pesquisa e ensino e órgãos gestores de recursos hídricos.

Nos últimos dez anos a concepção de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para o gerenciamento, a otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento

sustentável, consolidou-se de tal forma que passou a ser adotada em muitos países e regiões. A bacia hidrográfica tem certas características essenciais que a torna uma unidade muito bem caracterizada e permite a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental. Tundisi (2011)

Portanto, a adoção de bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e manejo é de aceitação internacional, pois não é apenas uma área física bem delimitada, mas apresenta elementos constituintes que se encontram integrados, dentro de uma visão holística, pois não dá para dissociar os elementos geobiofísicos dos antrópicos.

Para Fontes,

A ênfase que vem sendo dada nessas últimas décadas aos estudos ambientais na elaboração dos planejamentos vem reforçar a tese da bacia hidrográfica como unidade básica para estes estudos, justificando tal fato a bacia se constituir uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração, como da funcionalidade de seus componentes. (Fontes 1997, p. 32)

Como unidade de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, a bacia hidrográfica representa um avanço conceitual muito importante, independente do modo de gestão adotado.

Ainda segundo Carrera-Fernandez (2002),

A bacia hidrográfica assim resultou como unidade de planejamento, desde que não afastasse as múltiplas influências recebidas, ou seja, todos os efeitos ou impactos que lhe causassem o comportamento dos aquíferos, bem como os problemas existentes em bacias adjacentes, além, evidentemente, da repercussão, à flor da terra, dos problemas antrópicos de regiões vizinhas. Adicionalmente, é a bacia, apesar de seu relevo ser sempre uma superfície reversa, o lugar geométrico sobre o qual se pode colocar o ponto de vista de todos os problemas a serem evitados, de preferência, ou resolvidos, quantos já instalados. (CARRERA-FERNANDEZ, 2002)

Em se tratando de recursos hídricos os aspectos referentes a quantidade e qualidade da água são indissociáveis. As condições gerais de acesso a água se dão através de uma boa gestão e de adequado processo legal e político. Uma eficiente gestão em recursos hídricos se faz quando se é capaz de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes, tornando assim, possível sua administração. Desta forma,

A gestão de recursos hídricos, em sentido lato, é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade.

A condição fundamental para que a gestão de recursos hídricos se realize é a motivação política para a sua efetiva implantação. Havendo motivação

política, será possível planejar o aproveitamento e o controle dos recursos hídricos e ter meios de implantar as obras e medidas recomendadas, controlando-se as variáveis que possam afastar os efeitos nocivos ao planejado. (SETTI, et al., 2000)

Como cenário para ações práticas dos modelos de gestão, a bacia hidrográfica se configura como o lugar onde os conflitos e os entendimentos se encaixam, tornando o ambiente democrático ideal. O atendimento às necessidades das populações, notadamente aquelas sem provimento de água potável, recai principalmente nas mobilizações empreendidas pelas sociedades organizadas, seja de forma política ou econômica, com vistas a cobranças junto ao poder público, mas que devam resultar em melhoria na qualidade de vida dessas sociedades. Assim, segundo Lanna (1999, p. 79),

Gerenciamento de Bacia Hidrográfica é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, no longo prazo, no controle do uso dos recursos ambientais - naturais, econômicos e socioculturais - pelo homem, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Para que haja maior êxito nos diversos processos de gestão de recursos hídricos, criados em diferentes governos e sociedades, se faz necessário que a comunidade política, detentora do poder, crie uma agenda internacional para discutir água. Isso se dá pela importância que esses agentes têm no campo decisório, onde a ausência de argumentos legais é suplementada por decisões que podem transmitir e assegurar soluções de continuidade a projetos de sustentabilidade ambiental.

No mundo, onde existe alguma agenda para discussão da problemática da água, não há diálogo entre esse setor e os interesses prioritários das sociedades e dos governos como: hidreletricidade, irrigação, agricultura, abastecimento público, dessedentação animal, dentre outros.

Diante da iminente realidade de desabastecimento de água em quase todo mundo, esse diálogo deveria sempre existir e ser na direção das políticas da revitalização, da preservação, da manutenção e do uso racional, voltado para práticas que promovam a garantia da quantidade e qualidade da água.

As ações de gestão devem conscientizar e instrumentalizar os usuários de recursos hídricos para que possam utilizar esses recursos de forma responsável, garantindo-lhes sustentabilidade com a certeza de que está promovendo qualidade de vida das populações afetadas com discrepâncias ambientais.

Portanto, somente com uma gestão descentralizada, participativa e eficaz, coadunada com o auxílio de todos os instrumentos de gestão previstos em Lei, é que teremos a garantia da manutenção e preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade para a manutenção da sustentabilidade e garantia da vida e da valorização das diferenças socioambientais.

3.2 Contribuições e entraves da Lei que rege os recursos hídricos no Brasil

No Brasil, a Lei 6.938/81 que trata da política nacional do meio ambiente, caracterizou-se como o ponto de partida para que a mobilização popular levasse à inclusão da preservação e conservação dos recursos hídricos como ponto de discussão na elaboração da nova Carta Magna. Assim, para Matos (1997)

A Constituição Brasileira de 1988 traz um novo paradigma constitucional, o de que a água pertence ao domínio público, repartindo-se a sua propriedade entre a União e os Estados, e destarte excluindo da propriedade os municípios e os particulares. O princípio constitucional implícito de que o interesse público é superior ao interesse particular está presente em diversos dispositivos da carta de 1988 e deve ser utilizado para interpretação das normas relativas aos recursos hídricos. (MATOS (1997) In: FONSECA E BASTOS, 1997, p. 34)

Ao sancionar o Projeto de Lei 2.249/91, transformando-o posteriormente na Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, o governo federal instituiu a "Política Nacional de Recursos Hídricos" e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, através do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. O Presidente da República vetou, total ou parcialmente, 11 de seus 57 artigos e, com essa atitude, amputou algumas das disposições mais substanciais da nova lei. Para Moraes (1997),

Seu efeito é o de restringir as possibilidades de participação e de tomada de decisão dos usuários prioritários (os que consomem a água para satisfazer suas necessidades vitais), de diminuir a geração e o controle dos recursos financeiros no âmbito das bacias e sub-bacias hidrográficas, de suprimir a articulação prévia entre os governos federal e estaduais (em relação a outorga dos direitos de uso) e a obrigação de gastar, prioritariamente no território da própria bacia, os recursos arrecadados pela sua "Agência de Água". Por outro lado, permaneceu concentrado o poder de decisão nas mãos das instâncias executivas, federal ou estaduais, bem como ficaram preservados o poder e o papel prioritário do setor elétrico, em prejuízo de sua integração aos outros usuários e de uma gestão realmente concentrada da água e de todos os seus usos. Com esses retrocessos, ainda faltará muito para existir uma base jurídica adequada para enfrentar os problemas de

preservação e gestão dos recursos hídricos no Brasil. (MORAES, 1997, p. 28)

A Lei Federal 9.433/97 é baseada no modelo francês de gerir os recursos hídricos sendo que, para Sergipe, a Lei 8.370/97 foi adaptada a Lei nacional e adequada a realidade do Estado. Os seus princípios estabelecem que:

- I- A água é um bem de domínio público;
- II- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III- Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Brasil, após a Constituição de 1988 e com a criação das Leis que regem sobre recursos hídricos em 1997, estabeleceu-se que as águas são de domínio Federal e Estadual, não existindo mais águas municipais nem privadas.

Como visto, tanto na legislação Federal como na Estadual há um forte apelo à sustentabilidade e a garantia da manutenção dos recursos hídricos como suporte para o desenvolvimento social e econômico, como também para integridade da vida humana e dos ecossistemas.

Com o intuito de atender as diretrizes estabelecidas na legislação e torná-las práticas e funcionais, esses instrumentos de gestão passaram a ser o braço operacional da Lei Estadual 3.870/97. Esses instrumentos de gestão visam, tão somente, notoriar a água como bem público e de valor econômico.

Em Sergipe, desde 1989 foram criados vários instrumentos legais que têm a finalidade de regular o gerenciamento dos recursos hídricos e garantir a continuidade das políticas necessárias para manutenção das águas. Dentre os instrumentos criados, a Constituição do Estado de Sergipe, datada de 1989, traz referências às questões dos recursos hídricos nos seus Artigos 2, 7, 232, 239 a 249 e que acena para implantação da Política Estadual de Recursos

Hídricos, através primeiramente da criação da Lei nº 3.870, de 25 de setembro de 1997. Baseado nesta Lei foi formado o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, através do Decreto nº 18.099, de 26 de maio de 1999.

A partir deste ponto foram sendo criados no Estado alguns instrumentos efetivos de gestão como a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, originada pelo Decreto Estadual nº 18.456, de 03 de dezembro de 1999. O Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNERH, criado pelo Decreto Estadual nº 19.079, de 05 de setembro de 2000. A Lei Ordinária nº 4.600, de 13 de setembro de 2002, que altera dispositivo da Lei instituidora da Política Estadual de Recursos Hídricos, do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e do sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei Ordinária nº 4.749, de 17 de janeiro de 2003, que trata da reforma da estrutura organizacional da Administração Pública Estadual.

Esse conjunto de normatizações serviu para respaldar a discussão sobre a proteção dos recursos hídricos no Estado e afirmar a necessidade de implementar políticas que preservem a condição qualitativa dos cursos d'água existentes hoje no território sergipano, apresentando vazões cada vez menores.

A Lei 3.870/97 definiu a criação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, consoante do artigo 34 dessa política e que contém a seguinte composição: Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH; Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH's; Superintendência dos Recursos Hídricos – SRH como Órgão Gestor e que, à época da promulgação da Lei, era vinculada à Secretaria de Estado do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia - SEPLANTEC, sendo hoje uma das Superintendências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH; Órgãos dos poderes públicos Federal, Estadual e Municipal, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; Agência de Águas.

Integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, o CONERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos foi instituído pelo decreto nº. 18.009 de 25 de junho de 1999. Tem como objetivo coordenar, fiscalizar e deliberar coletivamente em caráter normativo. É composto por dezessete membros dos diversos segmentos do poder público e da sociedade civil, todos ligados a recursos hídricos.

No âmbito da ação do Poder Público no Estado de Sergipe coube também ao Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dentro dos seus objetivos e composição, criar os Comitês de Bacia Hidrográfica, respaldado no seu artigo 33 que trata dos instrumentos de gestão.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas têm seu fundamento legal e institucional na Lei Federal Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que regulamentou o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal e que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definiu os critérios de outorga de direitos de seu uso.

A Lei 3.870/97 instituiu a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas Estaduais, que atuam com representação paritária entre segmentos do poder público municipal, estadual e federal; usuários da água e membros da sociedade civil organizada. São colegiados ente de Estado, com natureza consultiva e deliberativa e tem como princípio básico mediar conflitos em primeira instância e gerir o uso das águas numa bacia hidrográfica. As decisões dos comitês de bacias podem sofrer recursos do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos.

Em Sergipe foram instituídos três Comitês de Bacias. O pioneiro foi o comitê de bacia do rio Sergipe, criado pelo decreto Estadual nº 20.778 de 21/06/2002, seguido do comitê de bacia do rio Piauí, através do decreto Estadual nº 23.375 de 09/09/2005 e o comitê de bacia do rio Japaratuba, que foi originado pelo decreto Estadual nº 24.650 de 30/08/2007. Esses comitês de bacias hidrográficas foram criados segundo os princípios básicos e as estratégias metodológicas preconizadas no Programa Estadual de Gestão Participativa dos Recursos Hídricos, pois dentre as competências do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, cabe a formulação de políticas e diretrizes para o gerenciamento dos recursos hídricos no Estado de Sergipe de forma descentralizada e participativa. (art.47, inciso II da Lei Estadual de nº 3.870/97)

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são instituídos por atos dos Governos Federal ou Estadual, no caso de rios de domínio estadual a instituição será efetivada por ato do Governo do Estado, no entanto, se o rio for de domínio Federal a instituição se dará por ato do Presidente da República. (ANA, 2012)

Para iniciar o processo de gestão participativa dos recursos hídricos em Sergipe foi usado como piloto a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Essa escolha teve como principal fundamento a presença da Capital do Estado, Aracaju, na bacia, e de acordo com o texto de Gestão Participativa das Águas de Sergipe,

A seleção da Bacia do Rio Sergipe, como experiência piloto para a gestão participativa, fundamentou-se na importância dessa região no contexto político, econômico, social e cultural do Estado. No entanto, o desenvolvimento socioeconômico desta Bacia não se deu de forma sustentável, comprometendo a qualidade de vida da população pela escassez hídrica e degradação ambiental. Esta degradação vem se intensificando pelo acelerado processo de urbanização, lançamento de esgotos domésticos, sem tratamento apropriado, nos corpos de água, pela ocupação desordenada do

solo e pela concentração industrial na Bacia. (SERGIPE/SEPLANTEC/SRH, 2002)

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe foi criado através de decreto Estadual e publicado no Diário Oficial de Nº. 24.060 de 25 de junho de 2002. É composto por 48 membros representantes dos poderes públicos federal, estaduais e municipais, da sociedade civil organizada e dos usuários com atuação em recursos hídricos e meio ambiente, sendo 24 membros titulares e 24 membros suplentes.

Este Comitê de bacia hidrográfica contribui para o fortalecimento do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e desenvolve atividades e a promoção de debates sobre temas voltados para os recursos hídricos e meio ambiente, discute projetos de pesquisa desenvolvidos no âmbito dos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, sendo suas deliberações encaminhadas para a anuência do CONERH, para os órgãos públicos responsáveis pela fiscalização e execução, como também interagem em outros espaços sociais de negociação e com a sociedade participando da construção do Plano de Governo. (SEMARH/SRH, 2010)

Dessa forma, o Estado possui duas maneiras de se relacionar com a sociedade para implantação de novas políticas ou formas de regulação social: uma é a coerção, característica dos regimes autoritários e modelo já vivido pelo Brasil nas décadas de 60 e 70, outra é pelo consenso e democratização, modelo adotado pela lei Federal 9.433/97 e pela lei Estadual 3.870/97. O fato é que a implementação dos instrumentos de gestão exige mudanças de concepção e de práticas culturalmente arraigadas na população. Portanto, para a vivência num regime democrático e os desafios que significam a assimilação desta nova relação entre a sociedade e a gestão dos recursos hídricos, o exercício da cidadania passa a ser um elemento imprescindível.

3.3 O sistema de gerenciamento dos recursos hídricos em Sergipe

Apesar da importância estratégica para o desenvolvimento e da manutenção da qualidade de vida de mais da metade da população sergipana, a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta um diversificado leque de problemas hídricos (déficit hídrico, conflitos pelo uso, corpos receptores de efluentes, baixa qualidade da água, assoreamento, erosão, redução da mata ciliar e outros) e ambientais (desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxicos, ocupações indevidas, falta de saneamento básico, lixões setoriais, dentre outros). Mesmo com a pressão legal e social para o contingenciamento desses problemas, o crescimento urbano e

socioeconômico apresentado nas últimas décadas, sem o devido e necessário planejamento em toda a área da bacia hidrográfica, tem contribuído substancialmente para o avanço desses problemas.

Os depósitos de lixo nos municípios; a inexistência e deficiência de sistemas de esgotamento sanitário nas áreas urbanas; o desmatamento das reservas vegetais nas áreas de recarga e degradação das matas ciliares; a erosão e ocupação desordenada do solo; a contaminação por fontes diversas e irregularidades no abastecimento de água; a má qualidade das águas de vários tributários; o uso intensivo de agrotóxicos provenientes das intensas atividades agrícolas e pecuárias; o mau uso da água; a exploração de areia/argila nas margens e calhas fluviais; as queimadas indiscriminadas e criminosas; a deficiência de educação ambiental; a pesca e caça predatória além de enchentes nas áreas ribeirinhas da sua rede de drenagem, são os problemas mais impactantes e recorrentes em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

As ações mitigadoras necessárias para minimização de impactos ambientais, e que são implementadas numa bacia hidrográfica, só tendem a apresentar resultados satisfatórios após longos prazos. Nesse período, a recuperação do ambiente, seja em relação ao solo, a água ou as matas, só se dá em conformidade com o fechamento dos ciclos naturais, que podem levar a uma readaptação desses elementos a sua condição natural ou a uma retração parcial ou total no ambiente proposto.

Da mesma forma, torna-se fundamental o fortalecimento do processo de implementação de uma política voltada para o conhecimento e a educação das pessoas envolvidas na bacia hidrográfica, no tocante a proteção, conservação e preservação dos recursos naturais e do ambiente onde vivem.

Com a implementação efetiva dos instrumentos de gestão definidos nas Leis 9.433/97 e 3.870/97, haverá maior abrangência e melhor operacionalização dos sistemas de recursos hídricos, promovendo uma maior participação dos atores sociais que vivem e vivenciam a bacia hidrográfica, tornando os resultados eficazes e contínuos.

A Lei Estadual 3.870/97, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, prevê em seu capítulo IV a adoção de sete instrumentos da Política de Gestão. Esses instrumentos são fundamentais para o bom andamento dos processos de descentralização e participação na gestão dos recursos hídricos, além de promoverem a sustentação e inserção dos diversos setores da sociedade. Os instrumentos de gestão previstos em Lei são: o Plano Estadual de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; o

Fundo Estadual de Recursos Hídricos; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

Ainda segundo a Política Estadual de recursos hídricos, através da Lei 3.870/97 esses instrumentos de gestão visam promover a integridade dos recursos hídricos do Estado de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Para tanto, o enquadramento dos corpos d'água visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes, além de estabelecerem as classes de corpos de água de acordo com a legislação ambiental.

Já o Fundo Estadual dos Recursos Hídricos (FUNERH), criado através do decreto governamental nº 19.079 de 05 de setembro de 2000 tem como objetivo assegurar os meios necessários a execução das ações programadas do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

O FUNERH é constituído a partir de diversas fontes de recursos, dentre eles os oriundos do Estado e dos Municípios a ele destinados por disposições legais; com recursos da União, de Estados e de Municípios, destinados à execução de planos e programas de recursos hídricos de interesse comum; com recursos da compensação financeira que o Estado receber em decorrência dos aproveitamentos hidroenergéticos em seu território; com parte da compensação financeira que o Estado recebe pela exploração de petróleo, gás natural e outros recursos minerais, em seu território, a ser definida pelo Governo do Estado, para aplicação exclusiva em estudos e programas de interesse para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos; da receita obtida da cobrança pela utilização de recursos hídricos; de empréstimos, nacionais e internacionais, e recursos provenientes da ajuda e cooperação internacional, além de acordos intergovernamentais; com rendas provenientes das aplicações financeiras dos recursos do fundo; com tarifas e taxas cobradas de beneficiados por serviços de aproveitamento, controle e fiscalização dos recursos hídricos; além de receitas de outras fontes, que legalmente se destinem ao Fundo ou se constituam em receita do mesmo.

Nesse mesmo decreto, também foram enquadrados sob a rubrica de receitas de diferentes origens, que legalmente se destinem ao FUNERH, outras fontes provenientes dos recursos do Tesouro do Estado, dos Municípios e da União a ele destinados por Leis municipais, estaduais e federais pertinentes; as transferências da União destinadas à execução de planos e programas de recursos hídricos de interesse comum; 100,0% (cem por cento) da compensação financeira que o Estado receber com relação aos aproveitamentos hidroenergéticos nas bacias hidrográficas de seu domínio, e 5,0% (cinco por cento) da

compensação financeira que o Estado receber com relação aos aproveitamentos hidroenergéticos, em seu território, de rios de domínio da união, e também compensação similar recebida por municípios e encaminhada por estes, mediante convênios de interesse mútuo; 2,0% (dois por cento) da compensação financeira que o Estado receber com relação aos aproveitamentos de minerais, como petróleo, gás natural e outros para aplicação exclusiva em levantamentos, estudos e programas de interesse para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos; o resultado da cobrança pela outorga de direito de uso de recursos hídricos; empréstimos e outras contribuições financeiras de entidades nacionais e internacionais; recursos provenientes de ajuda e cooperação internacional e de acordos bilaterais entre governos; o retorno das operações de crédito contratadas com órgãos ou entidades da Administração Direta ou Indireta do Estado e dos Municípios, bem como consórcios intermunicipais, concessionárias de serviços públicos e empresas privadas; o produto de outras operações de crédito; recursos eventuais não especificados; o resultado de aplicação de multas cobradas dos infratores da legislação de águas; contribuições de melhoria, taxas e tarifas cobradas de beneficiários por obras e serviços de aproveitamento e controle dos recursos hídricos, inclusive as decorrentes do rateio de custos referentes a obras de usos múltiplos dos recursos hídricos ou de interesse comum ou coletivo; taxas e emolumentos referentes a cobertura dos custos operacionais inerentes ao processo de outorga; doações de pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, nacionais, estrangeiras ou multinacionais.

Segundo a Lei 3.870/97, os recursos do FUNERH terão as seguintes aplicações: financiamento a instituições públicas e privadas para a realização de serviços e obras com vistas ao desenvolvimento, conservação, uso racional, controle e proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; programas de estudos e pesquisas, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos de interesse da gestão dos recursos hídricos.

Os recursos financeiros do FUNERH deverão ser depositados e movimentados no Banco do Estado de Sergipe S.A. (BANESE), ressalvados os casos de exigência legal ou regulamentar, ou de norma operacional regular de alguma fonte repassadora, para manutenção e movimentação dos respectivos recursos em estabelecimento financeiro oficial vinculado ao Governo Federal, sempre, porém, em conta específica do mesmo Fundo e será movimentada pelo órgão responsável pela gestão do FUNERH.

De acordo com o decreto que instituiu o FUNERH, o Grupo Coordenador do Fundo, referido no art. 2º, parágrafo 3º, deste Decreto, é composto por um representante de cada um dos seguintes órgãos e entidades: Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e

Tecnologia – SEPLANTEC, sendo posteriormente mudado para a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH; Secretaria de Estado da Fazenda - SEFAZ; Administração Estadual do Meio Ambiente – ADEMA; Banco do Estado de Sergipe S.A. - BANESE; Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH/SE. A Coordenadoria Geral do grupo fica a cargo do representante da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH.

O FUNERH obedecerá às disposições contidas na Lei 3.870/97, ficando aos critérios técnico-legais vigentes e pertinentes a orçamentação e administração financeira e contábil, bem como as normas de controle interno e externo. Lamentavelmente, os recursos contidos no Fundo não estão sendo aplicados conforme o estabelecido em Lei, dificultando assim a implantação e o funcionamento de alguns instrumentos de gestão, principalmente os comitês de bacias hidrográficas.

De todos os instrumentos de gestão, a outorga de direito de uso da água é o que mais tem sido aplicado pelo órgão gestor estadual dos recursos hídricos. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água, para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; extração de água de aquífero subterrâneo, para consumo final ou insumo de processo produtivo; lançamentos nos corpos d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou deposição final; aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade de água existente em um corpo de água.

Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamentação: o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural; as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes. A outorga e a utilização de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica, reger-se-ão pela legislação federal pertinente.

Toda outorga está condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso. Toda

outorga de direitos de uso de recursos hídricos terá prazo de no máximo trinta e cinco anos, podendo ser renovada por igual período.

Outro importante instrumento de gestão é o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. É formado pela coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Estadual de Informações.

São princípios básicos para o funcionamento do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos: descentralização da obtenção e produção de dados e informações, coordenação unificada do sistema, e acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade.

O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos tem como objetivos: reunir, dar consistência, divulgar e atualizar permanentemente os dados e informações sobre a disponibilidade e situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Estado, atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Estado e fornecer subsídios para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

O processo de cobrança da água pelo Órgão Gestor não é tão simples de efetuar. É necessário um período longo e bem articulado com todos os atores envolvidos, para que assim, os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água não sofram solução de continuidade.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem como objetivos reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do Art. 18 da Lei 3.870/97. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros: nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação; nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados, e serão utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos

Hídricos, no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A aplicação nas despesas é limitada a 7,5% do total arrecadado e poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado o benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

Assim como a Política Estadual de Recursos Hídricos, a cobrança pelo uso da água no Brasil se dá pela utilização dos cursos d'água superficiais, dos poços profundos e pelo lançamento de efluentes nos corpos receptores. Segundo David da Silva e Pruski (2005),

Essa cobrança se baseará na vazão captada e sua variação, no consumo efetivo, na qualidade a que se destina, na carga poluidora lançada e sua variação e na existência de obras hidráulicas de regularização de vazões. (DAVID da SILVA e PRUSKI, 2005, p. 63)

Na atividade de cobrança da água o que é cobrado é o uso de um bem de domínio público, não sendo esse um bem de propriedade individual, e sim coletivo. A cobrança pelo uso da água é a forma mais democrática de garantir a sustentabilidade ambiental e dos recursos hídricos quanto a qualidade e quantidade das águas de uma bacia hidrográfica. Sem os recursos da cobrança a garantia do controle e de políticas para o alcance dessa sustentabilidade torna-se mais distante.

3.4 O desafio da gestão participativa das águas na bacia hidrográfica do Rio Sergipe

Com o surgimento das Leis 9.433/97 e 3.870/97, veio também a criação dos Sistemas Nacional e Estadual de Gerenciamento dos Recursos, respectivamente. Com eles, vieram ainda a necessidade de se criar alguns instrumentos que pudessem gerir melhor os recursos hídricos no Brasil e em Sergipe.

Com a prerrogativa da criação de comitês de bacias hidrográficas, tanto federais como estaduais, há a possibilidade de se estabelecer uma mudança, também, quanto ao relacionamento entre Estados, Municípios e sociedade civil. Na medida em que as “regras do jogo” girem mais em torno do uso da água o que, outrora, era articulada apenas pelos interessados do governo, passa a ser articulado por um número maior de atores no processo decisório, incluindo aí aqueles que vivenciam a bacia hidrográfica.

Os fundamentos previstos na lei 3.870/97, que estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos Usuários e da Comunidade, são o que reflete o caráter democrático da Lei. O Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, no seu artigo 34, estabelece a criação dos comitês de

bacias hidrográficas (CBH's), sendo esse o principal colegiado na gestão das águas e o que mais se aproxima da sociedade, pois tem no seu bojo as prerrogativas de gerir os recursos hídricos de forma descentralizada, participativa e integrada, com atribuições de âmbito consultivo e deliberativo, cabendo as suas decisões, recurso ao CONERH.

O funcionamento do comitê de bacia hidrográfica é o que melhor reflete a importância da adoção do cuidado pelas águas. A sua composição de forma tripartite, distribuída entre os usuários de água, a sociedade civil organizada e os poderes públicos municipal, estadual e federal, é um exemplo de gestão em que a participação de todos nas tomadas de decisões fortalece o processo democrático nesse modelo de gestão. O comitê de bacia hidrográfica é um órgão consultivo, deliberativo e não executivo, isto é, não realiza obras. Dentro desse contexto, segundo Jacobi (2005),

A gestão de bacias hidrográficas assume crescente importância no Brasil, à medida que aumentam os efeitos da degradação ambiental sobre a disponibilidade de recursos hídricos. A efetivação do processo de gestão em bacias hidrográficas, de acordo com a nova lei, ainda é embrionária, e a prioridade dos organismos de bacia centra-se na criação dos instrumentos necessários para a gestão. (JACOBI, 2005, p. 82)

O comitê de bacia hidrográfica é o novo nesse processo de gestão, sendo ele a porta de entrada para implantação do uso racional da água nas diversas camadas da sociedade e da economia. O comitê de bacia não é um órgão de Governo, e sim um organismo de Estado, regido por um colegiado de abnegados voluntários e sob a égide de um regimento interno construído e aprovado por esse colegiado.

De acordo com Jacobi (2005), a lógica do colegiado permite que os atores envolvidos ajam, em princípio, tendo um referencial sobre seu rol, responsabilidades e atribuições no intuito de neutralizar práticas predatórias orientadas por interesses econômicos ou políticos.

No Brasil, segundo o Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas (FNCBH), foram registrados até o ano de 2013, aproximadamente 210 (duzentos e dez) comitês de bacias hidrográficas, constituídos e em pleno funcionamento, muitos com limitações e restrições, devido, principalmente, a inexistência de todos instrumentos de gestão previstos em lei. Menos da metade destes são possuidores de Plano de Bacias Hidrográficas (PBH). O PBH é instrumento fundamental para implementação de políticas voltadas para uma gestão estratégica e planejada, articulada exclusivamente para o suporte de decisões e de garantia plena dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Essa importante Lei prevê organismos em quatro níveis, tendo na base as Agências de Água e os Comitês de Bacia Hidrográfica, e no ápice o Conselho Nacional de Recursos

Hídricos. Descentralizar a gestão significa que nem o Conselho Nacional e nem os Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e do Distrito Federal vão diretamente administrar as águas. A gestão ou administração das águas deve ficar com as bases mencionadas. Essa descentralização deve ser efetivada não em termos usuais, mas com a transferência de atribuições ou poderes tradicionais da União e dos Estados para os novos gestores de recursos hídricos. Além disso, a descentralização deverá deixar de ser verbal ou de propaganda eleitoral quando todos os comitês de bacias estiverem efetuando a cobrança e aplicação dos recursos arrecadados pelos próprios organismos de cada bacia hidrográfica. (DAVID DA SILVA E PRUSKI, 2005)

Na perspectiva de tornar-se cada vez mais envolvido junto à sociedade, o comitê de bacia hidrográfica tem sua sustentabilidade baseada num tripé estratégico, formado por representação, capacitação e financiamento. A representação é feita através de indicação das entidades eleitas e possuidoras de assentos, porém, nem sempre esse representante-membro indicado faz jus ao posto ou tem o conhecimento e a capacidade necessários para contribuir com o que é proposto e previsto no regimento interno. Para que o sistema de gestão funcione a contento, se faz necessário que o comitê de bacia hidrográfica possua representatividade.

Como os membros titulares e suplentes de um comitê de bacia hidrográfica no Brasil atuam dentro de uma política de voluntariado, sem remuneração, sem dedicação exclusiva, muitas vezes sem o interesse exigido pela causa e, na maioria das situações, sem o apoio necessário no deslocamento para participação em reuniões, ocorre que muitas dessas reuniões acontecem sem a presença do quorum mínimo necessário para as devidas consultas e deliberações previstas em pauta.

No Brasil, não há resposta política decisória nos comitês de bacias hidrográficas, devido, principalmente, a falta de representações políticas expressivas nas suas composições como Governadores, Ministros de Estado, Secretários de Estado, dirigentes de órgãos públicos federais e estaduais, dentre outros, contando apenas com a participação de alguns poucos Prefeitos Municipais, Secretários Municipais e dirigentes de órgãos, limitando assim, a deliberação em decisões que possam promover solução imediata em situações de impacto para sociedade e o meio ambiente.

Para fazer valer a representatividade de membro de comitê de bacia hidrográfica, o candidato escolhido pela sua entidade deveria, primeiramente, ter aptidão e disposição para o trabalho voluntário e coletivo, como também se enquadrar num perfil de conhecimento técnico, político e de mediador de conflitos. Segundo o FNCBH, as profissões mais presentes entre os membros de comitês de bacias hidrográficas no Brasil são as de Engenheiro civil,

ambiental, químico e florestal, Advogado, Geógrafo, Biólogo, Administrador, Professor, Geólogo e Médico.

Ainda fazem parte desse grupo uma grande quantidade de empresários, funcionários públicos municipais, estaduais e federais, pescadores, profissionais liberais ligados a ONG's, agricultores, industriários e comerciários.

No comitê de bacia hidrográfica se faz necessário uma liderança que possa permear por todo segmento da sociedade (Prefeitos, Políticos, Lideranças Comunitárias, etc.), pois ela deve apontar os caminhos para a mediação dos conflitos em recursos hídricos com vistas ao pleno desenvolvimento da região inserida na bacia hidrográfica.

Portanto, para que haja uma participação efetiva e eficaz do membro representante em um comitê de bacia hidrográfica, essa representatividade deve vir acompanhada de interesse para aprender e disponibilidade para contribuir. Além disso, o conhecimento e interesse pela causa, a disponibilidade e aptidão de voluntariado, a conscientização política e a capacidade de interação e integração, são mecanismos essenciais e necessários ao bom funcionamento de um comitê de bacia hidrográfica. Esses ingredientes são fundamentais para o pleno andamento dos trabalhos de discussão, deliberação e mediação de conflitos no mais curto espaço de tempo.

Para obter maior integração com os sistemas de gestão, os comitês de bacias hidrográficas devem trabalhar os mecanismos formais de articulação com os órgãos gestores, pois esses fazem a ponte entre as políticas de interesses e as demandas preeminentes do lugar. Essa prerrogativa é comum entre os colegiados e, na maioria das vezes, vai de encontro ao que estabelece a gestão democrática e participativa da Lei 9.433/97.

A ingerência dos órgãos gestores vem prejudicando sensivelmente a inserção e participação da sociedade civil no processo de gestão democrática e participativa dos recursos hídricos. Mesmo sendo tripartite, a formação do comitê de bacias hidrográficas valoriza a figura dos representantes dos governos depositando confiança de tal modo, que torna essa representação, teoricamente, mais influente e representativa do que os demais segmentos. Por outro lado, esta atitude enfraquece em certa medida a equidade proposta pela composição tripartite. Fato interessante é que, mesmo a despeito da força política que exercem os representantes dos governos dentro dos comitês, esta representatividade não é legitimada por alguns dos representantes da sociedade civil. Esta atitude reflete a desconfiança e insegurança causadas pelas práticas governamentais de lentidão e omissão diante da necessidade de resolução da maioria dos passivos e problemas ambientais. As prerrogativas de competência

do Estado de outorgar, fiscalizar, cobrar, punir e administrar, são confundidas com suas atribuições enquanto membro do comitê.

Os três comitês de bacias hidrográficas de Sergipe promovem, de acordo com cada calendário anual, reuniões itinerantes em variadas sedes dos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica. São reuniões que fazem mobilizar a sociedade ambiental, estudantes, poder público municipal e os membros do comitê de bacia hidrográfica pertencente àquele município.

Com o apoio estruturante do município anfitrião, as reuniões ocorrem em espaços públicos ou privados, cedidos ou conveniados com o poder municipal, sendo este, juntamente com a SEMARH, também responsável pela alimentação dos membros presentes à reunião.

Outra estratégia que agrega e valoriza o membro de comitê de bacia hidrográfica em Sergipe está na construção conjunta da pauta da próxima reunião, onde todos os membros representantes de comitês são convidados a apresentarem demandas referentes a conflitos ambientais e pelo uso da água que estejam ocorrendo em sua região, e que possam ser analisados e debatidos em plenária.

No intervalo de uma semana, dentro do prazo regimental de trinta dias que antecede uma reunião, os membros são convidados a enviar suas demandas à sede do comitê, as quais serão analisadas pela diretoria e elencadas de acordo com a importância e urgência para o momento, dentro da capacidade de tempo, e assim, fazerem parte da pauta da reunião. As demais solicitações entram numa ordem de prioridades, sendo possível até a convocação de reunião extraordinária.

Em praticamente todas as pautas dos comitês de bacias hidrográficas estaduais, além dos itens de caráter regimental, são debatidos problemas ambientais e de recursos hídricos que gerem conflitos ou estejam impactando na qualidade de vida da população do município que recebe o Comitê de bacia hidrográfica naquela ocasião. Essa é uma boa oportunidade para que sejam debatidos por representantes e especialistas da sociedade em geral problemas de interesse comum a todos. (Figura 19)

Assim, tanto a sociedade do município em geral e principalmente os membros de um comitê de bacia hidrográfica, necessitam estar informados e atualizados com as diretrizes e padrões que norteiam os conflitos sobre recursos hídricos, afim de que possam dar respostas e encaminhamentos para minimização desses passivos ambientais.

A alternativa encontrada por muitos comitês é adotar políticas de capacitação permanente e de atuação dos representantes, principalmente da sociedade civil e usuários, em

grupos de trabalhos e câmaras técnicas, de acordo com seus níveis de conhecimento e dentro das suas especificidades.



Figura 19: Reunião ordinária em Aracaju do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe em 2013.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A figura 19 mostra a presença dos membros representantes, a diretoria e convidados numa reunião ordinária do comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (CBHS) em Aracaju, no ano de 2013. Como a composição do CBHS é formada por 24 membros titulares e 24 membros suplentes, nota-se a presença de um grande número de participantes nessa reunião, onde interesses variados se encontram e se divergem, porém, são conduzidos para um só objetivo que é a gestão integrada e participativa da bacia hidrográfica.

Vale ressaltar que essa não é uma regra nas atividades dos comitês de bacias hidrográficas do Estado de Sergipe, principalmente nas reuniões itinerantes ordinárias e extraordinárias. Na maioria dos casos as reuniões não acontecem com um número elástico de membros, e sim com um número mínimo para formar um quorum que possa garantir uma deliberação.

São várias as razões para essas ocorrências, porém, a principal delas é a falta de incentivo e motivação dos seus membros representantes quanto à contribuição dos órgãos representados que se limitam em oferecer o apoio e o reconhecimento necessários e devidos,

como também do órgão gestor para o deslocamento e a manutenção, principalmente da sociedade civil, como também a desmotivação pela falta de implementação dos instrumentos de gestão previstos em Lei.

Considerado o parlamento das águas, o comitê de bacia hidrográfica em Sergipe ainda não conseguiu alcançar o propósito para o qual foi criado. O Estado, criador e fomentador, tem por muitas vezes renegado o CBHS ao seu verdadeiro papel, que é o de contribuir na gestão das águas de toda bacia hidrográfica. Com essa atitude, muitos membros do comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe têm tido descrédito perante o futuro desse modelo de gestão. Segundo a opinião de muitos membros, falta apoio e respeito, por parte do órgão gestor às políticas de sustentabilidade que deveriam ser conduzidas de forma compartilhada com o CBHS.

A capacitação dos membros de comitês deve acontecer durante todo período do mandato, uma vez que as características de cada bacia, atrelada aos seus problemas e às constantes mudanças das normatizações, requerem sempre estar atualizando os níveis de conhecimento dos atores envolvidos com as decisões. No comitê de bacia hidrográfica dinheiro não é tudo, tão importante quanto a capacidade de gerar recursos é a capacitação dos seus membros.

Ainda segundo Jacobi (2005), o maior problema com o qual se tem defrontado muitos comitês de bacias hidrográficas é o fato dos diversos atores envolvidos na dinâmica territorial terem visões do processo e dos objetivos que, por serem divergentes, dificultam a busca de soluções que parecem mais equitativas.

Portanto, para garantir uma participação mais abrangente da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos, se faz necessária uma redefinição do papel daqueles que possuem maior conhecimento, influência e com maior perícia, em relação àqueles com menor nível de discernimento dos processos, e não só no questionamento das relações de poder econômico, ou uma abertura de maior espaço para a sociedade civil nos processos decisórios.

A Agência Nacional de Águas (ANA) possui uma política de capacitação de membros de comitês de bacias hidrográficas, oferecendo no seu site cursos de aperfeiçoamento e capacitação à distância, como também de forma presencial. Como há uma intensa rotatividade de membros representantes nos comitês de bacias hidrográficas, e essa renovação sempre aponta para necessidade de inserção dessas pessoas no processo de conhecimento dos mecanismos de funcionamento dessas ferramentas de gestão, se justifica a existência desses cursos.

Além da ANA, o Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas (FNCBH), a Agência Ambiental Internacional WWF, os comitês de bacias hidrográficas estaduais e federais, juntamente com seus órgãos gestores e suas agências de bacias, também promovem capacitação e aperfeiçoamento de novos membros representantes, para que possam se alinhar às diretrizes pré-estabelecidas e ao conhecimento sobre gestão, sem que haja solução de continuidade no funcionamento dos comitês.

O quadro 13 apresenta alguns cursos de aperfeiçoamento promovidos por essas entidades gestoras de recursos hídricos brasileiros, tendo como público alvo os membros representantes de comitês de bacias hidrográficas de todo país. Muitas entidades fazem uso de espaços como congressos, encontros, simpósios e fóruns estaduais, regionais e nacionais para promoverem seus projetos de capacitação.

NÚMERO	TEMÁRIO DO CURSO	ENTIDADE PROMOTORA
01	Comitês de bacias: o que é e o que faz. Práticas e procedimentos	ANA
02	Noções gerais de gestão em recursos hídricos	ANA
03	Representação e representatividade para o fortalecimento da governança na gestão das águas	ANA
04	Técnica de elaboração de projetos e capacitação de recursos	ANA
05	Educação ambiental e as múltiplas dimensões da água	ANA
06	Água, Comunicação e Sociedade no ano internacional de cooperação pela água	FNCBH
07	Plano de bacia como instrumento estratégico de sustentabilidade dos recursos hídricos.	ANA
08	Gestão integrada: Águas superficiais e águas subterrâneas.	ANA
09	A água na agenda política.	WWF
10	Educação ambiental e comunicação social em resíduos sólidos e água.	FNCBH
11	Pegada hídrica como ferramenta para gestão em recursos hídricos.	WWF

Quadro 13: Cursos de Capacitação em Recursos Hídricos oferecidos em 2013.

Fonte: Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas, ENCOB 2013.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Como visto em alguns exemplos acima, são vários os temas propostos pelas entidades ligadas à gestão dos recursos hídricos no país para atualização, manutenção e aprimoramento dos membros de comitês de bacias. São temas que abordam o conhecimento sobre recursos

hídricos desde o início do processo de gestão para os principiantes na atividade de comitês de bacias até temas que envolvem planejamento, técnicas e construção de Planos de Bacias Hidrográficas e projetos para captação de recursos, oferecidos para membros e interessados com mais experiência e maior tempo na atividade de gestão.

Já o processo de financiamento de um comitê de bacia hidrográfica requer cuidados mais específicos e uma conduta de imparcialidade. Por não ser uma entidade de cunho jurídico, por não possuir Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), o comitê de bacia hidrográfica torna-se incapaz de se autofinanciar, como também operacionalizar recursos arrecadados pela cobrança da água, ficando essa prerrogativa a cargo da Agência de Bacia ou entidade delegatária, a qual deve utilizar todo dinheiro oriundo da cobrança em projetos de preservação e revitalização da própria bacia hidrográfica. Nesse caso, cabe a plenária do comitê de bacia hidrográfica definir, a partir de projetos específicos onde, como e quando os recursos devem ser utilizados, tornando estreitas as relações do comitê com o poder.

A falta de projetos que promovam a sustentabilidade e capacidade de conhecimento técnico provoca perdas de recursos, que poderiam ser aplicados na revitalização e mitigação dos passivos ambientais¹ da bacia hidrográfica. Essa fragilidade é comum na maioria das Prefeituras municipais de todo Brasil, onde a ausência de profissionais especializados em áreas afins provoca perdas de recursos e dependência de empresas de consultoria privada, reduzindo os recursos a serem utilizados na elaboração e implantação de projetos, principalmente aqueles voltados para sustentabilidade da bacia hidrográfica.

Uma forma encontrada pelas prefeituras municipais para minimizar as perdas de recursos e dar celeridade aos processos de aquisição de verbas, oriundas de diversas fontes é a fusão da pasta de recursos hídricos com as Secretarias de Meio Ambiente, a fim de acelerar os processos de financiamento ambiental por demanda de obra.

Apesar de várias dificuldades e deficiências na condução do processo de gestão das águas, o Estado de Sergipe vem apresentando, nos últimos anos, alguns avanços em relação a outros Estados da Federação. Foi elaborado no ano de 2012, pelo Governo Estadual e aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), o Plano Estadual de Recursos Hídricos, instrumento de gestão previsto na Lei 3.870/97 muito importante para condução da política estadual de recursos hídricos. Foi dado início no ano de 2013, também pelo governo do Estado, a elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos rios Sergipe, Piauí e Japaratuba, com previsão de conclusão em setembro de 2014. Após aprovado pelos

¹ Passivos ambientais são áreas que sofreram interferência do homem ou da natureza, e que ainda não foram sanadas ou remediadas.

seus respectivos comitês de bacias hidrográficas, esse instrumento de gestão servirá de guia para a implementação efetiva de várias políticas de preservação, conservação e sustentabilidade das águas nessas bacias hidrográficas.

Outras conquistas como o Prêmio ANA de recursos hídricos ano 2012, o Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (2009, 2011 e 2012), a participação de membros de comitês de bacias hidrográficas estaduais em eventos nacionais, as realizações de reuniões previstas em cada plano de trabalho dos três comitês de bacias hidrográficas, fazendo cumprir o estabelecido no regimento interno de cada comitê de bacia hidrográfica e a adesão do Estado de Sergipe ao Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO), que é um programa da ANA de incentivo financeiro por meio de pagamentos por resultados, para fortalecer a gestão das águas nos Estados, também fizeram parte das conquistas e da vitrine de reconhecimento do modelo de gestão adotado pelo Estado de Sergipe.

No Brasil, há muito que se fazer para implementação e melhoria da gestão em recursos hídricos. Mesmo com o aporte da lei federal 9.433/97, existem vários Estados Federativos sem legislação Estadual, portanto, sem a utilização dos instrumentos de gestão previstos em lei. Ainda há municípios que nunca emitiram nenhuma outorga para uso da água, ou seja, desconhecem completamente a realidade dos seus recursos hídricos.

Esta realidade é um ponto fraco da gestão das águas no Brasil. A ausência de todos os instrumentos de gestão dos recursos hídricos é notória na maioria dos Estados brasileiros. De todos os instrumentos de gestão, a cobrança pelo uso da água é o limiar da sustentabilidade da bacia hidrográfica, pois ela garante a alocação de recursos fundamentais para serem utilizados na redução dos passivos da própria bacia hidrográfica, como também na garantia do uso consciente da água e de um maior cuidado com o ambiente. Desse modo,

A institucionalização plena ainda não se completou. Esse déficit institucional, somado a não concreção da cobrança da água, dificulta enormemente a viabilidade do processo. Cobrança e outorga são vistos como instrumentos fundamentais de controle e realização de políticas. (JACOBI, 2005, p. 85)

A consolidação de políticas que giram em torno da preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos ainda é incipiente no Brasil. Teoricamente essas políticas seriam mais fortes e significativas em regiões onde houvesse maiores conflitos pelo uso da água, principalmente no nordeste brasileiro. Contudo, há de se ressaltar que as políticas de controle e de gestão da água mais eficazes encontram-se nas regiões sul e sudeste do Brasil.

Dentre essas políticas, estão aquelas que promovem o aumento da produção qualitativa da água, visando a equiparação com as demandas presentes e futuras,

principalmente em regiões de maior densidade populacional e de expansão agrícola. No Brasil há inúmeros estudos para diagnosticar o aumento do consumo de água nos diversos setores produtivos, tanto dentro do país como em outros continentes, com vistas, principalmente, para as necessidades de ações corporativas.

A gestão dos recursos hídricos é tão imprescindível quanto necessária. No Brasil, fazer gestão das águas à luz da Lei 9.433/97 é tão complexo quanto a diversidade geográfica e cultural do país. Isso ocorre devido a não condição de implementação das ferramentas e instrumentos de gestão previstos em Lei. Sem os recursos estruturantes necessários e garantidos, os Estados e a União não conseguem construir nem implantar a gestão de recursos hídricos em toda sua plenitude, conforme o estabelecido em Lei.

Para que a efetivação da gestão em recursos hídricos, através dos comitês de bacias hidrográficas, seja plena, se faz necessário a aplicação de imprescindíveis recursos estruturantes para o funcionamento dessa importante ferramenta de gestão. Planos de bacias hidrográficas, cobrança pelo uso da água e aplicação dos recursos na própria bacia hidrográfica são exemplos de sustentabilidade de um comitê de bacia hidrográfica.

Ainda é a minoria dos comitês de bacias hidrográficas do Brasil que fazem a cobrança pelo uso da água. Estão instalados em quase sua totalidade nas regiões sul e sudeste do Brasil e fazem parte de regiões hidrográficas com forte atividade produtiva, agrícola e industrial, os quais arrecadam anualmente valores que ultrapassam as cifras de milhões de reais.

Em Sergipe, devido à falta de implementação de alguns instrumentos de gestão como: enquadramento dos corpos d'água, criação da Agência de bacias ou Agência delegatária de águas, Plano de bacias hidrográficas, dentre outros, nenhum dos três comitês de bacias hidrográficas, instituídos e instalados, faz uso dessa ferramenta estratégica.

O quadro 14 apresenta alguns dos principais comitês de bacias hidrográficas do Brasil que utilizam a cobrança pelo uso da água, com o intuito de se auto manter em funcionamento e financiar projetos que visem a proteção, preservação e revitalização de suas águas.

A predominância dos comitês de bacias hidrográficas que efetuam cobrança pelo uso da água é de bacias hidrográficas interestaduais, ou seja, de rios Federais, administrados pela ANA e que percolam mais de um Estado. Vários Estados possuem comitês de bacias estaduais que também fazem cobrança pelo uso da água, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo. (ANA, 2013)

A maioria dos Estados da região Nordeste brasileira ainda é bastante deficitária na condução das políticas de gestão de recursos hídricos e, como consequência, não têm implementado todos os instrumentos de gestão previstos em Lei, inclusive a cobrança pelos

recursos hídricos. Dentre estes, a Bahia e o Ceará tarifam pelo serviço de fornecimento da água bruta, principalmente para suas respectivas Companhias de Saneamento. Já o Estado da Paraíba iniciará o processo de cobrança pelo rio Piranhas Açú e somente após a autorização do seu Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a publicação de decreto governamental.

Comitê	Bacia Hidrográfica	Rio	Estado
1	Rio Parnaíba	Araguari	MG
2	Rio Verde Grande	Verde Grande	MG, BA
3	Rio Paraíba do Sul	Piabanha, Dois Rios, Médio Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul e Paraíba do Sul	SP, RJ, MG
4	PCJ	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	SP, MG
5	Rio São Francisco	São Francisco e Velhas	MG, GO, DF, BA, PE, AL, SE
6	Rio Doce	Doce, Piranga, Piracicaba, Santo Antônio, Suaçuí, Caratinga e Manhuaçu	MG, ES
7	Rio Grande	Grande	SP, MG
8	Rio Paranapanema	Paranapanema	SP, PR
9	Rio Guandu	Guandu	RJ
10	Baía de Guanabara	Piraque, Saracuruna, Irajá, Acarí, Guapí, dentre outros.	RJ
11	Baía de Ilha Grande	Paca Grande, Mambucaba, dentre outros.	RJ
12	Lagos São João	Lagoas Arauama e Saquarema e rios São João e Uma.	RJ
13	Itaboana	Itaboana	RJ
14	Macaé e Rio das Ostras	Macaé, Macabú, Imboassica, Jurubatiba e Ostras.	RJ
15	Sorocaba e Médio Tietê	Sorocaba e Tietê	SP
16	Baixada Santista	Cubatão, Mogi, Quilombo, Guaratuba, Itanhaém, dentre outros.	SP
17	Piranhas Açú	Piranhas Açú, Espinhares, Picuí e Seridó.	PB, RN

Quadro 14: Comitês de bacias hidrográficas que efetuam a cobrança pelo uso da água, 2013.

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2013.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

O Estado de Sergipe iniciará o processo de cobrança pelo uso da água, nas suas três bacias hidrográficas, após a conclusão dos Planos de Bacias Hidrográficas, da atualização do enquadramento dos cursos d'água das bacias hidrográficas dos rios Sergipe, Piauí e Japaratuba, da criação da agência de águas e, principalmente, da vontade política.

A cobrança aos usuários da água é feita anualmente, sendo dividida em doze parcelas e recolhidas pela Agência de Águas ou entidade delegatária que administra os recursos do comitê de bacias hidrográficas. Segundo a ANA (2013), juntos, os comitês de bacias hidrográficas do Brasil arrecadaram no ano de 2012 valores que ultrapassaram os R\$ 153.000.000,00 (Cento e cinquenta e três milhões de reais) e que serviram de fundos para investimentos de projetos voltados para a sustentabilidade da própria bacia hidrográfica.

A Cobrança não é um imposto, mas uma remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço é fixado a partir de um pacto entre os usuários da água, a sociedade civil e o poder público no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH's, a quem a Legislação Brasileira estabelece a competência de pactuar e propor ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos os mecanismos e valores de Cobrança a serem adotados na sua área de atuação. (ANA, 2013)

Vários comitês de bacias hidrográficas do Brasil, através das suas agências ou entidades delegatárias, utilizam uma rotina comum e que vem se mostrando eficiente no processo de construção das etapas para efetivação da cobrança. Primeiro é necessário a consolidação de um cadastro de usuários que é feito com reuniões preparatórias e treinamento de pessoal técnico e administrativo. Logo após é feita uma longa etapa de comunicação e divulgação da cobrança junto às entidades interessadas e a comunidade residente no âmbito da bacia hidrográfica. Essa divulgação é feita através de palestras e comerciais nos meios de comunicação locais como rádio, televisão, jornais e revistas, dentre outros.

Em seguida é feito um ato convocatório com a emissão de correspondência a todos os usuários cadastrados na bacia hidrográfica, a fim de confirmarem os dados de vazões utilizadas e os volumes de cargas poluidoras. Isso é feito com o auxílio de um formulário eletrônico e com campanha informativa também para os usuários não cadastrados, convidando-os a se regularizarem. Após essa etapa, é feita a abertura da conta em um banco, de preferência oficial e determinado pelo órgão gestor, como também são feitos os procedimentos administrativos como contratos, assinaturas, dentre outros.

Outra etapa do processo é a confecção de boletos para pagamentos, conferência dos dados impressos e postagem para quem de interesse. Em seguida, é feito um procedimento de controle e acompanhamento de todo o processo de cobrança e dos valores arrecadados, para que a mesa diretora do comitê possa ter conhecimento e, assim, poder selecionar melhor os projetos de interesse dos recursos hídricos para bacia apresentados para que possam ser discutidos e passar pelo crivo da plenária do comitê e serem fomentados.

Procedendo dessa forma, os comitês de bacias que buscam alcançar a cobrança pelo uso da água, garantirão idoneidade e a certeza de que estão em conformidade com as determinações impostas pela legislação vigente. Por estar previsto em Lei, é dever do Estado promover a implementação de todos instrumentos de gestão e incentivar a política de cobrança pelo uso da água para que não tenhamos, num futuro próximo, a necessidade de gerar uma política de restrição ao acesso a água.

A Lei Federal que dispõe sobre a política de recursos hídricos trouxe à tona a realidade das águas no Brasil em forma de palavras, acenando para uma necessidade de mudanças no modelo de gerir esse patrimônio vital e criando mecanismos que possibilitem a ocorrência de ações no âmbito da gestão participativa, descentralizada e democrática dos recursos hídricos.

Atualmente, a gestão dos recursos hídricos no Brasil e em Sergipe apresenta um caráter participativo com vistas a inserção de toda sociedade no processo de gestão, indo na mesma direção ao que estabelece as legislações vigentes. Esse modelo de gestão, preconizado nos princípios fundamentais da Lei Federal 9.433/97 de 08 de janeiro de 1997 e da Lei Estadual 3.870 de 25 de setembro de 1997, afirma que a água é um bem de domínio público e que sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil organizada.

Para alcançar o modelo de gestão adequada, capaz de proteger e melhorar as condições qualitativas das águas do Estado de Sergipe, objetivando atender as atuais e futuras gerações, a Política Estadual de Recursos Hídricos trouxe no seu arcabouço a prerrogativa de implementar instrumentos de gestão que pudessem melhor gerir os recursos hídricos.

A experiência do Estado de Sergipe em gestão dos recursos hídricos é bastante recente, remota dos últimos vinte anos, principalmente com a implementação de estudos e projetos de pesquisas elaborados pelo governo do Estado. Dentre esses estudos está o de diagnósticos e prognósticos sobre os recursos naturais do Estado, elaborados por um comitê técnico que coordenou estudos de desenvolvimento dos Recursos Hídricos do Estado Sergipe, através do acordo de cooperação técnica com a Agência de Cooperação Internacional do Japão JICA, que perdurou dos anos de 2000 a 2005.

Desde então, o Estado de Sergipe buscou em modelos de gestão mais avançados, uma estrutura organizacional administrativa que pudesse evidenciar a política de valorização dos recursos hídricos, buscando a inserção desse tema na agenda política do Estado de Sergipe e ampliando a possibilidade de inserção da sociedade civil na organização e gestão da política de recursos hídricos estadual.

Dessa forma, abriu-se caminho para a execução de projetos mais audaciosos, como a necessidade de criação de uma legislação específica que pudesse disciplinar os usos múltiplos da água no âmbito estadual, sendo então promulgada em 1997 a Lei que regulamentaria a gestão das águas no Estado de Sergipe.

Para tanto foi criada uma estrutura organizacional administrativa que abarcaria toda política de meio ambiente e de recursos hídricos, a qual, até o ano de 2007, fazia parte da Secretaria de Estado do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia - SEPLANTEC, ficando a cargo hoje da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH, através da Superintendência de Recursos Hídricos – SRH, conforme figura 20.

Esta Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), órgão estadual e gestora dos recursos hídricos do Estado de Sergipe, apresentava até o ano de 2013 um total de 25 (vinte e cinco) funcionários colaboradores, destes, 06 (seis) eram lotados no quadro da SEMARH, 07 (sete) funcionários pertenciam ao quadro de outros órgãos estaduais ou municipais, sendo que 08 (oito) são colaboradores sem vínculo em governos e que estão atrelados a Cargos em Comissão (CC), 03 (três) estagiários e 01 (um) funcionário contratado através de empresa terceirizada. Sendo que, o valor orçamentário neste mesmo ano foi da ordem de R\$ 8.117.683,00, (oito milhões, cento e dezessete mil, seiscentos e oitenta e três reais). (SEMARH, 2013). Diante das reais necessidades, verifica-se um valor de pequena relevância para atender as várias demandas e passivos existentes na gestão estadual de recursos hídricos. A figura 20 apresenta a estrutura organizacional da SRH até o ano de 2013.

Quanto ao nível de instrução do quadro de pessoal da SRH, até o ano de 2013 a Superintendência possuía 76,0% do total de funcionários com nível superior de diversas áreas como engenheiro, geólogo, geógrafo, economista, administrador, pedagogo, dentre outros. Isso demonstra o alto grau de capacidade técnica do órgão. Porém, essa condição de limitação de pessoal e de reduzida capacidade financeira demonstra quanto caminho precisa ser percorrido para alcançarmos com plenitude a gestão descentralizada, integrada e participativa dos recursos hídricos do Estado de Sergipe, como previstos em Lei. Por falta de uma política que possa dar sustentação a projetos e programas de defesa do meio ambiente e dos recursos hídricos, esses governos pecam quando não conseguem manter o mínimo de contingente necessário nos órgãos envolvidos com responsáveis pelo licenciamento, controle meteorológico, suporte aos comitês de bacias, fiscalização e autuação. São órgãos sucateados, com limitados equipamentos técnicos e humanos. Os profissionais existentes, mesmo com o alto nível técnico que possuem, sentem-se desmotivados em razão das políticas organizacionais e salariais pouco atraentes e estimulantes.

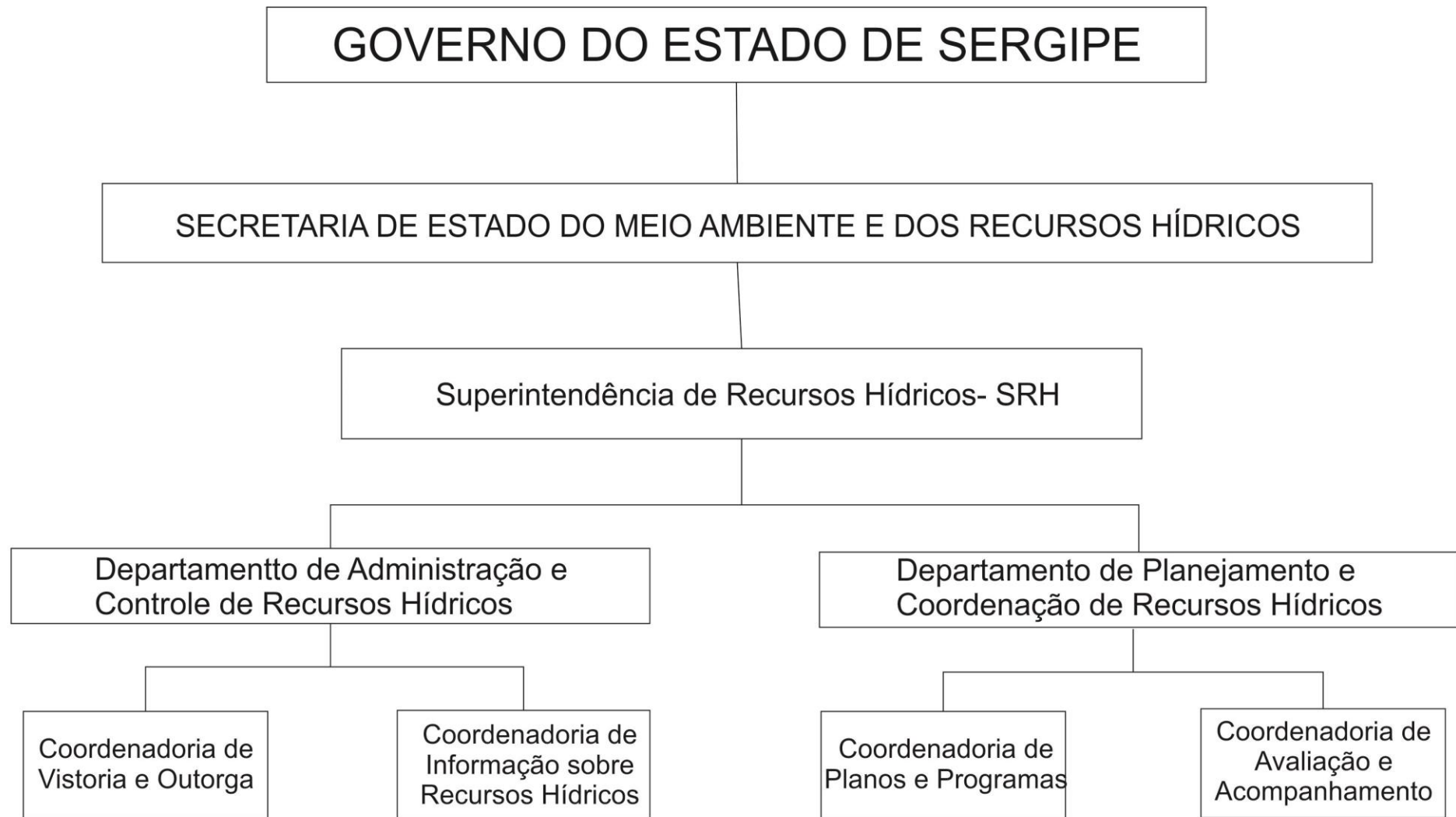


Figura 20: Estrutura Organizacional da SRH, 2008.

Fonte: SEMARH/SRH, 2013

Esse modelo de estrutura organizacional, em forma de caixinhas e em atividade há seis anos, mostra a hierarquia institucional exercida pela SEMARH/SE, no tocante a sua Superintendência de Recursos Hídricos – SRH, que tem influência direta no formato da condução da política de recursos hídricos no Estado de Sergipe. Devido a sua incipiente estrutura humana e administrativa, a SRH comporta apenas duas diretorias/departamentos, que têm a função de abarcar todos os instrumentos de gestão com prerrogativas para autorizar, acompanhar, administrar e fiscalizar as inserções que se referem aos recursos hídricos.

A estrutura da SRH é composta por um Superintendente, que tem um link direto com o Secretário Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, tendo a função de gerenciar e fazer cumprir o estabelecido na Lei 8.370/97. Para tanto, a Superintendência de Recursos Hídricos conta com a diretoria departamental de administração e controle de recursos hídricos, que coordena e emite as outorgas e atua na fiscalização de ocorrências em todo Estado.

Outra coordenação dessa diretoria é a de informações sobre Recursos Hídricos. Ela atua na manutenção do banco de dados e informações dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, a fim de suprir os programas de prevenção sobre catástrofes e desastres, como também nos dados de previsões meteorológicas e construções de cartas e mapas sobre o que se refere a água no âmbito do Estado de Sergipe. Essas informações são acompanhadas através de uma sala de situação com interface direta com o INPE, localizada na sede da Secretaria e que serve como centro nervoso das informações meteorológicas dando suporte às prefeituras, defesa civil e aos órgãos voltados a ações de dependência climatológica.

A diretoria de Planejamento e Coordenação de Recursos Hídricos também possui duas coordenadorias, a de Planos e programas, a qual abriga o suporte aos comitês de bacias hidrográficas, e a de avaliação e acompanhamento, que tem a função de apontar os caminhos em que o desenvolvimento do Estado irá trilhar, através de uma política de sustentabilidade dos recursos hídricos, uma vez que a água é tida como o elemento balizador do crescimento socioeconômico de uma região.

Somente por meio da implementação dos instrumentos de gestão como o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, os Planos de Bacias Hidrográficas dos rios Sergipe, Piauí e Japaratuba, além dos Comitês Estaduais de Bacias Hidrográficas, o Estado de Sergipe conseguirá garantir a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

A Constituição Federal de 1988 veio com uma nova proposta de gerenciamento das políticas públicas, na qual ela deve ser implementada de tal forma que possa congrega a

participação de toda sociedade, o que requer o estabelecimento de novos arranjos institucionais com estruturas flexíveis, (SEMARH/SRH 2010). Novas posturas políticas se fazem necessárias para encaminhar a gestão das políticas públicas setoriais que devem ser firmadas, pois o arcabouço jurídico-institucional garante o controle social dessas políticas públicas, inclusive a que trata da gestão dos recursos hídricos.

Somente assim, com a participação e o empenho de todos é que a sociedade atual terá oportunidade de estabelecer uma conexão direta entre a difícil realidade vivenciada pelos nossos recursos naturais, notadamente os recursos hídricos, e a utopia estabelecida nos inúmeros planos e políticas mal elaboradas e que vêm, a cada geração, sucumbindo cada vez mais as parcas águas ainda existentes em nosso território, comprometendo dia a dia o futuro das gerações vindouras.

No capítulo seguinte, buscou-se confrontar a realidade da potencialidade hídrica que tem a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe com os diversos conflitos pelo uso da água, abordando vários cenários de disputas que, na maioria das vezes, ocorrem à revelia da própria legislação vigente. Nele, são discutidos os diversos tipos de usos das águas superficiais e subterrâneas da BHS, com a preocupação de mostrar as tendências positivas e negativas que o atual modelo de gestão para os múltiplos usos das águas pode provocar.

Esse capítulo foi denominado de “POTENCIALIDADES E CONFLITOS HÍDRICOS A PARTIR DOS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA” e nele são abordadas discussões que nos levam a reflexões acerca de como estamos tratando as nossas águas e de que maneira elas deveriam ser cuidadas, levando-se em conta as necessidades humanas e as normatizações vigentes.

CAPÍTULO 4



Rio Jacarecica no município de Moita Bonita.

POTENCIALIDADES E CONFLITOS A PARTIR DOS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA

4 POTENCIALIDADES E CONFLITOS A PARTIR DOS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA

4.1 Potencialidade e fragilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Sergipe

A água tem sido nos últimos anos o elemento natural de maior dificuldade de resolução de conflitos. De acordo com a região, a potencialidade hídrica e a cultura, podemos encontrar grandes variedades de usos múltiplos da água, tornando uma necessidade permanente dela fazer frente ao contínuo crescimento das atividades produtivas. Isso tem gerado uma forte pressão sobre os recursos hídricos, tanto subterrâneos como de superfícies, culminando assim em inúmeros conflitos pelo uso da água.

Após estudo detalhado da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe foi avaliado o grau de fragilidade hídrica utilizando as especificidades que possui cada uma das três seções fisiográficas existentes em seu território, considerando as peculiaridades de cada uma dessas seções em diversos aspectos, sejam aquelas que apresentam rios intermitentes ou caudalosos, com ou sem presença de mata ciliar, de solos cristalinos ou sedimentares, em clima semiárido ou litorâneo, ou ainda em ambientes antropizados ou não dentro da bacia hidrográfica.

A seção do ACBHS é marcada pela quantidade de rios intermitentes com baixa vazão, água subterrânea salobra e em pequena quantidade; vegetação com alguns testemunhos de caatinga rarefeita, pois está cada vez mais sendo substituídas por cultivos agrícolas em escala comercial, como o milho, o algodão e a mamona; elevada temperatura e, conseqüentemente, alta evaporação das suas parcas águas, o que ocasiona a necessidade de transposição de água da bacia do rio São Francisco para manutenção das atividades humanas e dessedentação de animais.

Como a seção do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe está inserida na área de domínio do clima semiárido sergipano, toda água utilizada nas atividades de produção e de uso direto provém de uma extensa malha de adutoras, espalhada por todos os oito municípios da seção, sedes e diversos povoados, tendo como manancial de origem o rio São Francisco em dois pontos de captação de água, nos municípios de Porto da Folha e Amparo do São Francisco.

A aridez do clima e a rede de drenagem intermitente transformam essa seção num cenário com necessidades de intervenções estruturantes, através, principalmente, dos poderes públicos, atuando com políticas territoriais de impacto visível, objetivando o apoio e suportes necessários para sobrevivência daquelas populações.

A dependência dessa região das águas do São Francisco torna-se mais evidente quando nos referimos às águas subterrâneas dessa seção da bacia. Devido ao alto teor de sais concentrados na estratificação geológica do cristalino, comum nessa parte da BHS, as águas subterrâneas no semiárido são salobras, precisando ser dessalinizadas para tornarem-se potável. A produtividade dos dessalinizadores, através do processo de osmose reversa, implantado ao lado dos poços tubulares perfurados em algumas pequenas comunidades, é muito baixa, em média, cerca de 30 litros de água dessalinizada para cada 100 litros de água salobra, além de gerar uma grande quantidade de resíduos de água salgada e que é lançada no solo sem nenhum tratamento, tornando-o infértil e improdutivo. (Figura 21)



Figura 21: Equipamento de dessalinização da água subterrânea na seção do ACBHS.
Fonte: SOUSA SILVA, L. C., 2013.

O dessalinizador, mostrado na figura 21, faz parte do sistema isolado de abastecimento de água através do poço tubular instalado no Assentamento Santa Helena, município de Nossa Senhora da Glória, na seção do ACBHS. Essa região, onde também está a nascente do rio Sergipe, faz parte da estrutura geológica do cristalino e seus solos apresentam elevado teor de sais, comprometendo assim a qualidade da água subterrânea.

Dessa forma, apenas com o uso de dessalinizadores é que a população dessa região da BHS, por não ter a alternativa da água de transposição, pode fazer uso diário de água potável,

uma vez que a frequência dos caminhões-pipas não atende as necessidades das suas demandas diárias.

Apesar da dessalinização das águas poder se constituir numa ferramenta concreta para o desenvolvimento das regiões semiáridas, é necessário considerar os riscos ambientais decorrentes, porque no processo de dessalinização, além da água potável, objeto da osmose reversa, se gera também uma considerável quantidade de água residuária (rejeito), que é altamente salgado e de poder poluente.

Esses resíduos, lançados no solo de forma in natura, tornam-no impróprio para o cultivo agrícola, pois o teor de sal aumenta a sua alcalinidade e acidez. São poucos os projetos de incentivo a piscicultura com a utilização dos resíduos dos dessalinizadores. Em algumas comunidades de outros Estados da região Nordeste do Brasil, a criação de peixes em tanques com a utilização de águas salgadas, provenientes dos dessalinizadores, serve como alternativa de renda e sobrevivência para muitas famílias daquelas comunidades.

Além da criação de peixes, outros projetos de utilização dos resíduos vêm se destacando, com o propósito de minimizar essa problemática. Dentre eles temos: o uso da evaporação com precipitação seletiva dos sais; a utilização como água de irrigação para cultivo de forrageiras halófitas, cultivo de melão rendilhado através da hidroponia, cultivo da alface hidropônica, dentre outras; e também como meio líquido para melhorar o sabor de tilápias (*Tilapia rendali*, *Oreochromis niloticus*), oriundas de viveiros de terra.

Segundo o IBGE (2010), há quarenta e seis pequenas comunidades na seção do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe sem o abastecimento regular de água, seja através de rede de distribuição ou por chafariz público. Essas comunidades, a maioria dispersa e espalhada por todos os oito municípios da seção, possuem até cinquenta famílias e tendo a agricultura como principal atividade produtiva. Dessa forma, a implantação de projetos de criação de peixes, utilizando águas provenientes de resíduos de dessalinizadores é uma forte alternativa para minimizar as carências alimentares e gerar renda para essas famílias.

Nesta seção da bacia, as atividades econômicas são voltadas, principalmente, para o setor primário da economia, tendo a pecuária extensiva e a produção de milho como principais orientações da agricultura.

Ainda segundo o IBGE (2010), o Estado de Sergipe foi o segundo maior produtor de milho da região Nordeste do Brasil no ano de 2011. Essa postura se deu pela adesão dos proprietários de grandes extensões de terras em substituir parte da área ocupada com pastos e outras culturas temporárias por extensas plantações de milho. Também é verificado nesta

seção o desmatamento de grandes áreas que outrora eram ocupadas com resquícios do bioma caatinga.

Com a remoção de parte da caatinga nessa seção da bacia, o preparo dos solos para o plantio e o retardo nas chegadas das chuvas na região deixa grande parte da paisagem com característica desértica, comprometendo o funcionamento dos sistemas naturais locais e dos recursos hídricos da bacia. Com os solos expostos, os riscos de erosão, lixiviamento e impermeabilização ficam mais iminentes, porém, com pouca ação prática, devido ao comportamento plano do relevo local.

Na seção do médio curso há uma maior concentração de atividades com grande demanda por água, como o abastecimento público urbano e rural, a intensa atividade olerícola, as extensas plantações de cana-de-açúcar, a aquicultura artesanal e comercial em reservatórios hídricos de águas interioranas, as atividades das indústrias cerâmica, metalúrgica, madeireira e outras. Nessa seção da BHS ocorre a maior quantidade de nascentes de rios e riachos, tornando-a, momentaneamente, alto suficiente em água para o atendimento das demandas presentes.

Essas diferenciações hidrológicas e atividades produtivas só são possíveis, nessa seção da bacia, devido sua litologia ser composta pela estrutura do embasamento vulcano/cristalino das serras residuais. Isso torna os solos potencialmente férteis, pelo clima ameno e regularidade das chuvas, além da presença de uma malha hídrica perene e abundante, com um grande número de rios e riachos com vazões constantes e água com qualidade ainda acessível. Há também uma abrangente área de recarga que proporciona um forte potencial de águas subterrâneas e o surgimento de várias nascentes de elevada importância para manutenção perene dos cursos d'água na bacia.

Esses rios também são responsáveis pelo abastecimento público das populações de vários municípios, tanto inseridos nesta seção, como também de outras regiões fora dela.

As barragens do Jacarecica I, Jacarecica II e do Açude da Macela são importantes reservatórios hídricos para subsidiar projetos de irrigação de cultivos diversos, dentre eles, produção de frutas e olerícolas. Outras formas de utilização das suas águas são com as atividades pesqueiras artesanais, a aquicultura com a implantação de viveiros com as espécies Tambaquis (*Colossoma macropomum*) e Tilápias (*Tilapia rendali*, *Oreochromis niloticus*), a recreação náutica, o turismo e o transporte em alguns poucos trechos navegáveis.

É na seção do BCBHS onde encontramos a maior quantidade de rios caudalosos e trechos com maior vazão de água. Devido à aproximação com o Oceano Atlântico, local do

exutório da bacia e por ser exorréica, os principais rios que compõem essa parte inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se engrandecem e modificam a paisagem natural da seção.

A sub-bacia hidrográfica do rio Poxim é composta pelos rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim, Pitanga, riacho Timbó e canal de Santa Maria. É uma das principais fornecedoras de água da margem direita na foz do rio Sergipe, sendo ela de grande importância para o abastecimento de água de Aracaju através dos rios Poxim e Pitanga. Nas suas áreas de nascentes predominam pequenas propriedades rurais, localizadas nas regiões serranas. Já no curso médio dos seus principais rios, encontram-se grandes propriedades agrícolas produtoras de cana-de-açúcar, sendo que, na sua foz, encontramos as de maior antropização da BHS, com a presença de áreas industriais e urbanas. Apesar de sua importância social e econômica, a sub-bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se em elevado estado de degradação ambiental, principalmente no que se refere à deposição de efluentes e resíduos sólidos, ocupação irregular das suas margens e da supressão de sua vegetação ciliar. (Figura 22)

Esses passivos ocorrem devido à penetração da crescente urbanização dos municípios de São Cristóvão e Aracaju em toda extensão do baixo e médio cursos, alcançando todos os rios que formam a sub-bacia hidrográfica do rio Poxim.



Figura 22: Foz do rio Poxim sob pressão urbana na cidade de Aracaju.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A foz do rio Poxim, vista do alto com sua imponência e determinação, margeia o litoral Sul da cidade de Aracaju, trazendo consigo uma grande quantidade de sedimentos e efluentes não tratados provenientes das áreas urbanas onde ainda não têm cobertura de coleta e tratamento de esgotos, descarregando juntamente com toda sua sinergia também no estuário do rio Sergipe.

Outra importante sub-bacia hidrográfica é a do rio do Sal, totalmente inserida na zona costeira e urbana, sob grande influência antrópica, é formada pelos riachos Palame, Cabral, Mangabeira e Aratu. Nessa sub-bacia estão inseridos os bairros e conjuntos habitacionais das periferias norte de Aracaju e sul de Nossa Senhora do Socorro, a exemplo do Bugio, Santos Dumont, Jardim Centenário, Soledade, Lamarão, Porto Dantas, Novo Oriente, Ângela Catarina e do Complexo Habitacional com os Conjuntos João Alves Filho, Fernando Collor de Melo, Marcos Freire I, II e III.

Nos últimos anos esse rio tem se tornado num laboratório para vários estudos científicos e acadêmicos, voltados para análise da qualidade das suas águas e das formas de ocupação humana ao longo do seu curso. Além de promover a divisa natural de dois importantes municípios do Estado de Sergipe - Aracaju e Nossa Senhora do Socorro -, e por agregar interesses comuns, tanto da sociedade acadêmica, dos governos municipais e estadual, além dos moradores ribeirinhos, o rio do Sal também atua como corpo receptor dos efluentes da Estação Recuperadora de Qualidade de Águas Norte (ERQ-Norte), a qual trata os esgotos provenientes da cidade de Aracaju e do município de Nossa Senhora do Socorro.

Essa condição ambiental do rio do Sal vem causando preocupação aos pescadores locais que veem o pescado reduzindo cada vez mais a cada temporada. Periodicamente, é comum presenciar a mortandade de peixes de forma concentrada e instantânea, sem que se possa afirmar com evidências sua origem. No momento vários estudos feitos pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Tiradentes (UNIT), Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITPS) e Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), estão em curso para detectar as causas dessas ocorrências.



Figura 23: Ocupações irregulares em APP às margens do rio do Sal em Nossa Senhora do Socorro/SE. Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A pressão antrópica sobre o rio do Sal, próximo à Ponte no Conjunto João Alves em Nossa Senhora do Socorro, é mostrada na figura 23, a qual é possível verificar a ocupação sem planejamento das suas margens, levando essas pessoas a várias condições de riscos e tornando o rio num grande receptor de efluentes domésticos sem tratamento, contribuindo para deixar suas águas mais poluídas e, conseqüentemente, mais contaminadas e com iminentes riscos a saúde desses ribeirinhos.

Segundo a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), nenhum bairro integrante da sub-bacia hidrográfica do rio do Sal possui sistema de esgotamento sanitário, contribuindo substancialmente para a baixa qualidade das suas águas. De acordo com a ADEMA, as águas do rio do Sal e seus afluentes possuem significativo grau de poluição e comprometimento da qualidade, em função tanto dos esgotos lançados de forma in natura quanto da pouca eficiência do tratamento dos esgotos pela Estação Recuperadora de ERQ-Norte, estação essa operada pela DESO e responsável pelo tratamento dos esgotos proveniente do Complexo Habitacional Marcos Freire em Nossa Senhora do Socorro e de grande parte de Aracaju.

Sua toponímia remete para a inutilização das suas águas com vistas ao abastecimento humano, sendo esse uma importante fonte de pescados para população ribeirinha e utilizado como via de navegação.

Já a sub-bacia do rio Cotinguiba, outra importante rede tributária do baixo curso da BHS, se constitui em um dos mais importantes afluentes de sua margem direita. Depois de percorrer trechos do clima semiúmido e úmido, abrangendo áreas recobertas de sedimentos do Grupo Barreiras, despeja suas águas no leito do rio Sergipe em forma de estuário. Essa sub-bacia drena suas águas pelos municípios de Areia Branca, a partir da Serra Comprida, local da sua nascente, Riachuelo e Laranjeiras, desaguando no rio Sergipe em Nossa Senhora do Socorro.

Possui uma rede de drenagem com vários tributários de fluxo d'água permanente, dentre eles estão os riachos Manilha, Pati, Bexiga, Boa Sorte, Tramandaí e Cajaíba. Como o rio do Sal, o rio Cotinguiba também tem suas águas impróprias para o consumo humano, pois a influência da cunha salina proveniente do Mar torna as águas da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba úteis para a piscicultura com a pesca artesanal, carcinicultura, navegação, como também corpo receptor de efluentes.

O rio Pomonga ou Canal do Pomonga, afluente da margem esquerda do rio Sergipe, se caracteriza por ter água salgada em todo seu percurso. Com 32,0 Km de extensão, esse rio foi aberto por força de uma Lei de 1835, que autorizava o Presidente da Província a abrir um canal fluvial ligando o rio Sergipe ao rio Japarutuba. Configura-se no único rio da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe que está presente, de forma simultânea, em duas bacias hidrográficas estaduais. Separa os municípios de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros, transformando esse em uma Ilha. Suas águas têm como estuários, de um lado o rio Sergipe, entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros, e do outro, o rio Japarutuba, entre os municípios de Pirambu e Santo Amaro das Brotas.

Na época, tinha como principal função o transporte fluvial para o escoamento da produção do açúcar produzido no Vale do Cotinguiba, o qual se destinava ao Porto de Sergipe, localizado na foz do rio Sergipe em Aracaju. Hoje, o canal do Pomonga é uma importante via fluvial muito utilizada para turismo ecológico, tendo ainda uma pequena reserva do ecossistema manguezal que é utilizado por pescadores artesanais para o sustento de suas famílias e pela carcinicultura.

Devido à proximidade da área de expansão da Grande Aracaju, nos últimos anos esse rio vem sofrendo forte pressão da ocupação urbana, notadamente no município de Barra dos Coqueiros. Outra perigosa ameaça a sua sobrevivência vem dos intensos desmatamentos das

suas margens, deixando os solos expostos e conduzindo sedimentos para o seu leito, tornando parte dele assoreado e raso.

Das três seções da BHS, a seção do BCBHS é a que apresenta maior pressão e perturbação urbana na rede de drenagem. Suas águas recebem forte influência das ações antrópicas por estarem banhando toda Região Metropolitana de Aracaju (RMA), onde as ocorrências de desagravo ao meio ambiente são mais intensas e recorrentes.

Excetuando os rios das sub-bacias do Poxim e Pitanga, todos os outros rios da seção do BCBHS não oferecem condições de potabilidade em suas águas, por apresentarem elevados níveis de salinidade, poluentes diversos e alguns com baixas vazões, limitando assim, a oferta de água e tornando a seção cada vez mais dependente de outras bacias hidrográficas.

4.2 Usos múltiplos da água e arenas de conflitos

A utilização dos recursos hídricos se manifesta através de diversas formas, com aplicação para inúmeros fins. Quanto a natureza da utilização dos recursos hídricos, ela pode ter caráter consuntivo ou não consuntivo. Cada uso da água deve ter normas próprias, mas são necessárias normas gerais que regulamentem as suas inter-relações e estabeleçam prioridades e regras para a solução dos conflitos entre os usuários. (SETTI, 2000, p. 78)

Segundo Carrera-Fernandez,

Usos consuntivos de água são aqueles que retiram a água de seus mananciais, através de captações ou derivações, e apenas parte dessa água retorna as suas formas de origem. Usos não consuntivos são aqueles que utilizam a água em seus próprios mananciais sem haver necessidade de retirá-la ou, após captada, retorna integralmente a seus mananciais. (CARRERA-FERNANDEZ, 2002, pg. 22 e 23)

Quando se refere aos usos que aproveitam a disponibilidade de água em sua fonte sem qualquer modificação relevante, temporal ou espacial, de disponibilidade quantitativa, conceituamos essa natureza de uso como local.

Qualquer que seja o uso consuntivo do recurso hídrico, o usuário está intrinsecamente condicionado a avaliar e/ou auferir a disponibilidade momentânea com a demanda a ser utilizada.

Essas diferentes formas de utilização das águas muitas vezes acarretam efeitos danosos e irreversíveis ao corpo hídrico. Sem os devidos cuidados, o uso consuntivo pode promover poluição orgânica e bacteriológica à água, produzir substâncias tóxicas, elevar a

temperatura do manancial, lixiviar resíduos de agrotóxicos e fertilizantes, provocar alteração na qualidade da água com efeitos difusos, além de carrear matérias orgânicas, de suspensão e de saltação.

Assim como a distribuição espacial, o consumo da água também é muito desigual entre os países do mundo. Ele oscila de acordo com a renda dos países, (RIBEIRO, 2008). Quanto maior a renda da sociedade, maior é o consumo de água. Mesmo assim, a quantidade de pessoas sem acesso a água de qualidade ou mesmo aos serviços de saneamento básico não diminui. Segundo a UNESCO (2003), cerca de 2,5 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso a esses serviços.

As dificuldades para estabelecer uma equação equilibrada e minimizar esses passivos são históricas. Passa desde a escassez de água pontual em várias regiões do mundo até pela escassez de recursos e tecnologia, como também pela necessidade de proteger as águas subterrâneas dos diversos tipos de poluição. Segundo Lanna,

Os padrões de qualidade para sistemas de abastecimento de água são muito exigentes o que determina, em geral, o tratamento das águas em estações de tratamento de água (ETA) previamente às suas distribuições e consumo. As águas subterrâneas podem oferecer uma alternativa qualitativamente mais adequada. É mais facilmente evitada a poluição de aquíferos subterrâneos do que de rios ou lagos, embora na despoluição destes mananciais ocorra exatamente o contrário. Daí a necessidade estratégica de proteção dos aquíferos subterrâneos, como reserva hídrica para as futuras gerações, atividade que tem assumido a maior relevância em regiões industrializadas e com alta densidade demográfica que apresenta alta demanda, acrescida de alto potencial de poluição. (LANNA, 1999, P. 06)

As demandas relacionadas às águas são intensificadas com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento da quantidade exigida para determinada utilização, quanto no que se refere à variedade dessas utilizações, (LANNA, 1999). No princípio, a água era usada principalmente para dessedentação, criação de animais e outros usos domésticos, usos agrícolas a partir das precipitações pluviais e, menos frequentemente, com a irrigação e algum uso industrial. Junto com o desenvolvimento, outros tipos de necessidades foram surgindo e os usos se aprimorando, disputando águas muitas vezes escassas e estabelecendo conflitos entre usuários. O Quadro 15 apresenta as principais categorias de múltiplos usos da água.

CATEGORIAS	DEMANDAS	TIPOS DE USOS
INFRAESTRUTURA SOCIAL	- dessedentação de animais - navegação - usos domésticos em geral - recreação e lazer - usos públicos - amenidades	- consuntivo - não-consuntivo - consuntivo - não-consuntivo - consuntivo e não-consuntivo - não consuntivo
AGRICULTURA E AQUICULTURA	- agricultura - irrigação - piscicultura - pecuária - uso de estuários e banhados	- consuntivo - não-consuntivo - consuntivo - não-consuntivo e local - local
INDUSTRIAL	- arrefecimento - mineração - processamento industrial - transporte hidráulico	- consuntivo - não-consuntivo - não-consuntivo - consuntivo
EM TODAS AS CATEGORIAS ACIMA	- transporte, diluição e depuração de efluentes líquidos e gasosos.	- não-consuntivo
PROTEÇÃO (PRESERVAÇÃO, CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO)	- consideração de valores de opção de uso, de existência ou intrínseco	- não-consuntivo e local

Quadro 15: Múltiplos usos das águas da BHS.

Fonte: adaptado de Lanna (1999)

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe podem ser encontradas diversas formas de utilização das suas águas, tais como:

1- Público – uso em residências, canteiros, rega de logradouros, parques e jardins, chafarizes, poços, edifícios públicos, balneários, piscinas públicas e recreação, hospitais, mercado público, escolas, pesca, paisagismo, dentre outros;

2- Doméstico - higiene corporal, descarga de sanitários, preparo de alimentos, bebidas, rega de jardins e quintal, lavagem de roupa e automotores, limpeza em geral;

3- Comercial - restaurantes, bares e lanchonetes, lojas, postos de combustíveis, frigoríficos, escolas, salões de beleza, lava a jatos, dentre outros;

4- Agrícola e pecuária - irrigação, lavagem de currais e pocilgas, instalações de tanques para clubes e balneários, abastecimento de açudes e barragens;

5- Industrial/agroindustrial - água como matéria-prima, consumida no processo de produção, umedecimento de argila, utilizada para resfriamento e lavagem, necessária para a instalação de sanitários, refeitórios;

6- Especial - combates a incêndios, instalações desportivas, estações rodoviárias e postos de combustíveis, diluição de dejetos, dentre outros.

Dessa forma, verificamos que os usos múltiplos da água, mesmo em ambientes de forte potencial hídrico, mas com elevada demanda, podem causar conflitos, pois numa sociedade de cunho capitalista, os interesses individuais entrarão constantemente em confrontação com a legislação, tornando imprescindíveis gestões de caráter democrático e participativo consorciado a leis que respeitem as particularidades de cada ambiente.

Como visto, há uma grande quantidade de interesses pelo uso das águas, sendo que os maiores conflitos dentro da área da Bacia estão entre o tratamento errôneo que o homem dispensa no processo de preservação e conservação dos recursos naturais e seus interesses econômicos atrelados ao modelo de desenvolvimento ora praticado.

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta forte pressão pelo uso múltiplo das águas, assumindo importância significativa na manutenção e preservação da vida nessa unidade de planejamento.

Existem algumas situações diferenciadas nos processos de abastecimento público de água de vários municípios da BHS, onde seus mananciais estão localizados a grandes distâncias das sedes municipais. São várias situações, dentre elas temos Rosário do Catete que é abastecido com água subterrânea da fonte das Caldas, oriunda da bacia hidrográfica do rio Japarutuba. A cidade de Itaporanga D'Ajuda que recebe água do rio Fundo, afluente da margem esquerda do rio Piauí, principal curso d'água da bacia hidrográfica do rio Piauí. Já as cidades de Siriri e Nossa Senhora das Dores fazem parte das bacias hidrográficas dos rios Japarutuba e Sergipe e são abastecidas com águas dos rios Canabrava e Sangradouro, respectivamente, mananciais pertencentes à bacia hidrográfica do rio Japarutuba.

O abastecimento para alguns municípios com água subterrânea é feito através de poços tubulares profundos e surgências tipo Amazonas², que são responsáveis pelo atendimento das demandas por água, tanto para consumo direto como indireto de cidades como Aracaju, Ribeirópolis, Moita Bonita, Santa Rosa de Lima, Maruim e Laranjeiras, atendendo também as necessidades por água das populações de algumas comunidades do meio rural.

Já o abastecimento para os municípios da BHS com águas superficiais é feito através dos rios Jacarecica, com tomada d'água na barragem Jacarecica II e que atende as demandas dos municípios de Areia Branca e Itabaiana, além de dezenas de povoados e localidades no meio rural desses municípios; pelos rios Cajueiro dos Veados e Mata Verde para a cidade de

² Tipo de surgência para captação de água subterrânea, com escavação mais profunda e com maior capacidade de armazenamento de água devido ao seu diâmetro de abertura ser avantajado.

Malhador; rio Tiloto que abastece a área urbana de Santo Amaro das Brotas e rio Jacarecica que atende as necessidades da sede do município de Riachuelo.

Para atender as demandas da população da Grande Aracaju, se faz necessário a transposição das águas do Rio São Francisco, uma vez que os mananciais da surgência da Ibura (água subterrânea), rio Poxim e rio Pitanga (água superficial), não possuem potencial hídrico suficiente para o atendimento satisfatório das demandas e do crescimento contínuo da população.

Os municípios de Itabaiana, Aracaju e Barra dos Coqueiros são abastecidos por águas superficiais da própria BHS, com necessidade de complementação com água de transposição. Itabaiana, além da barragem do Jacarecica II, também recebe água da bacia hidrográfica do rio Vaza Barris, através do rio Traíras, na barragem da Cajaíba, e da barragem do riacho da Ribeira.

As águas subterrâneas do aquífero Sapucari, localizado no interior da Floresta Nacional da Ibura (FLONAI) onde a DESO mantém uma captação, servem para complementar o abastecimento dos municípios de Aracaju e Nossa Senhora do Socorro, uma vez que a maior parcela das vazões necessárias provém do rio São Francisco, através de duas linhas de adutoras em aço de 1.000 mm de diâmetro cada, numa extensão de 97,00 km, desde o município de Telha, no Norte do Estado, até a Estação de Tratamento de Água (ETA) Engenheiro João Ednaldo, localizada no povoado Sobrado em Nossa Senhora do Socorro.

Já os municípios de Carira, Feira Nova, Frei Paulo, Graccho Cardoso, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora Aparecida e São Miguel do Aleixo, todos pertencentes a seção do ACBHS, não possuem mananciais, tanto de superfície quanto subterrâneo nos seus territórios em condições qualiquantitativas para atendimento ao abastecimento público. Assim, esses municípios são atendidos por uma extensa malha de adutoras que se espalha por todo semiárido sergipano, transportando água do rio São Francisco para áreas urbanas e rurais desses municípios.

Também nessa situação encontra-se a cidade de Divina Pastora, que é abastecida pelas fontes de água subterrânea da Boa Cica e dos Padres, além da cidade de Nossa Senhora das Dores com alguns povoados, que recebem água do rio Sangradouro, ambos pertencentes a bacia hidrográfica do rio Japarutuba.

Os municípios de Itaporanga D'ajuda, Rosário do Catete, Siriri e São Cristóvão possuem parcela de suas terras inseridas na BHS. Estando as sedes instaladas em sítios fora da área de abrangência da BHS. A origem das águas utilizadas nas demandas destas cidades provém das bacias hidrográficas limítrofes a do rio Sergipe: Bacia hidrográfica do rio Vaza

Barris e bacia hidrográfica do rio Japaratuba. A primeira atende aos municípios de Itaporanga D' Ajuda e São Cristóvão, enquanto a segunda aos municípios de Rosário do Catete e Siriri.

Os municípios da BHS que não possuem condições hídricas satisfatórias em qualidade e quantidade para atender toda sua demanda, necessita de água provinda de transposição de outras bacias. No caso específico da BHS, considerando a proximidade e condições favoráveis de transposição, estas águas provêm das bacias hidrográficas dos rios Vaza Barris, Japaratuba e São Francisco.

No item atendimento urbano com sistema de abastecimento público de água, a situação dos municípios da BHS se apresenta mais confortável, com índices que ultrapassam a média da região Nordeste e, em alguns casos, também a média nacional. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), até o ano de 2010 os municípios da BHS apresentavam a situação mostrada na tabela 02.

A ausência de sistemas de esgotamento sanitário com coleta, tratamento e destinação final dos esgotos em vinte e três dos vinte e seis municípios da BHS, conota o grau do problema ambiental existente em toda bacia hidrográfica, tendo maior reflexo negativo na qualidade das águas dos seus corpos hídricos e na saúde da população desses municípios.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, assim como todo Estado, é refém de um passivo sanitário que corrói e aniquila os investimentos em saúde feitos a curto prazo, como também ao meio ambiente, uma vez que, sem o tratamento adequado e a destinação correta, os esgotos sanitários produzidos por essa crescente massa populacional comprometem a qualidade de vida das pessoas e a saúde dos cursos d'água de todas as bacias hidrográficas desse Estado.

Dentre os principais problemas ambientais existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe estão os lixões setoriais e municipais; a inexistência e deficiência de sistemas de esgotamento sanitário nas áreas urbanizadas da bacia; o desmatamento das reservas vegetais nas áreas de recarga e degradação das matas ciliares; a erosão e ocupação desordenada do solo; a contaminação por fontes diversas e irregularidades no abastecimento de água; a má qualidade das águas de vários tributários; o uso intensivo de agrotóxicos provenientes da intensa atividade agrícola na bacia; o mau uso da água; a exploração de areia/argila nas margens e calhas fluviais; as queimadas indiscriminadas e criminosas; a deficiência de educação ambiental junto a população inserida; a pesca e caça predatórias; a irregularidade no regime pluviométrico e pouca recarga no alto curso, além de enchentes nas áreas ribeirinhas, principalmente no seu baixo curso.

Tabela 02: Situação do Saneamento Básico dos municípios da BHS.

Nº	Município	Atendimento Urbano com Água (%)	Atendimento Urbano com Esgoto (%)
1	Aracaju	98,90	33,60
2	Areia Branca	98,90	0,00
3	Barra dos Coqueiros	94,90	0,00
4	Carira	82,00	0,00
5	Divina Pastora	93,90	0,00
6	Feira Nova	91,80	0,00
7	Frei Paulo	98,80	0,00
8	Graccho Cardoso	97,80	0,00
9	Itabaiana	96,30	0,00
10	Itaporanga D'Ajuda	52,20	0,00
11	Laranjeiras	69,20	0,00
12	Malhador	96,40	0,00
13	Maruim	98,70	0,00
14	Moita Bonita	97,60	0,00
15	Nossa Senhora Aparecida	84,10	0,00
16	Nossa Senhora das Dores	93,50	0,00
17	Nossa Senhora da Glória	98,70	0,00
18	Nossa Senhora do Socorro	83,20	29,80
19	Riachuelo	93,50	0,00
20	Ribeirópolis	95,80	0,00
21	Rosário do Catete	96,70	0,00
22	Santa Rosa de Lima	98,80	0,00
23	Santo Amaro das Brotas	97,20	0,00
24	São Cristovão	60,90	22,60
25	São Miguel do Aleixo	92,10	0,00
26	Siriri	98,30	0,00

Fonte: SNIS, 2010.

A qualidade da água da bacia do rio Sergipe apresenta uma grande variação na composição físico-química, principalmente no conteúdo de sais, que diminui sua concentração de montante para jusante, em consequência do aporte de águas com baixo teor de salinidade provenientes das regiões do baixo e médio curso da Bacia, formadas por rochas sedimentares, nas quais a incidência de chuvas é maior.

Estes dois fatores possibilitam também uma boa recarga, circulação e elevada renovação das águas subterrâneas que alimentam os afluentes e proporcionam a sua rede de drenagem um regime hidrológico permanente. Por outro lado, no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe as águas se apresentam de baixa e média qualidade físico-química e com vazões inferiores às do médio curso e baixo curso, em decorrência da presença de rochas cristalinas, de caráter metamórfico.

A seção do baixo curso se caracteriza por abrigar a região da Grande Aracaju e municípios limítrofes. São áreas que sofrem fortes pressões urbanas que, somadas, aproximam-se de 900.000 habitantes. (IBGE, Censo 2010) Para atender as demandas da população da Grande Aracaju, se faz necessário a transposição das águas do Rio São Francisco, uma vez que os mananciais da Ibura, Poxim e Pitanga não possuem potencial hídrico suficiente, devido o crescimento da população e suas necessidades.

Esse contingente populacional é responsável pela maior demanda dos recursos hídricos dessa parte da bacia, tendo seus rios vazões insuficientes para atender toda necessidade, gerando assim um déficit hídrico. Dessa forma, se faz necessária a transposição de águas da bacia do rio São Francisco para complementação dos múltiplos usos na seção do BCBHS. A outra parte da água utilizada é fornecida pelos rios Poxim e Pitanga, afluentes da margem direita do rio Sergipe, como também pela surgência do aquífero Sapucari, localizada dentro da Floresta Nacional do Ibura, município de Laranjeiras.

Com o aporte de mais da metade da água utilizada em diversas atividades, oriundas do rio São Francisco, essa área do baixo curso da bacia do rio Sergipe recebe o despejo de toneladas de efluentes sem tratamento em seus corpos d'água, provenientes das atividades humanas em ambientes urbanos, contribuindo assim para o comprometimento da queda na qualidade das águas da bacia, somada a influência da cunha salina proveniente das marés.

Em toda bacia hidrográfica, por não haver mananciais com qualidade e quantidade suficientes de água para as demandas necessárias, os municípios inseridos no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe – Região Semiárida, exceto a cidade de Ribeirópolis, são abastecidos através dos Sistemas Integrados de Adutoras do Alto Sertão, Semi-Árido e Sertaneja, que têm como manancial o rio São Francisco, a partir das captações de Ilha do Ouro no município de Porto da Folha e Área 200 (Unidade Operacional da DESO), no município de Amparo do São Francisco.

A figura 24 mostra a tubulação de ferro fundido exposta e aérea na adutora Sertaneja, no trecho do município de Amparo do São Francisco. Essa linha de adução transporta água tratada, a partir da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Área 200, próximo ao rio São Francisco no município de Amparo do São Francisco, para vários outros municípios da região semiárida das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Sergipe.

Na região da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe os circuitos são construídos por meio da circulação material das águas e imateriais das ações e informações. As formas de controle desta circulação denotam processos complexos tanto físicos, econômicos e sociais quanto políticos que merecem análise.



Figura 24: Trecho aéreo da adutora Sertaneja no município de Amparo do São Francisco/SE.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2012.

Como algumas cidades estão localizadas fora da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, estando elas inseridas nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Japarutuba, Vaza Barris e Piauí, e abastecidas com água das próprias bacias hidrográficas as quais estão inseridas, como da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, verifica-se a existência de uma rede compartilhada de sistemas diferentes dentro da BHS, tanto isolados como integrados.

Estão nessa condição a cidade de São Cristóvão, abastecida por águas da bacia hidrográfica do rio Vaza Barris; as cidades de Frei Paulo e Graccho Cardoso, integrantes do sistema de adutoras do Semiárido, tendo como manancial o rio São Francisco; as sedes municipais de Siriri e Rosário do Catete que recebem água da bacia hidrográfica do rio Japarutuba; e por fim, a cidade de Itaporanga D'Ajuda que tem como manancial para abastecimento público o rio Fundo, afluente da margem esquerda do rio Piauí, principal curso d'água da bacia hidrográfica do rio Piauí, localizada na região centro-sul do Estado.

A malha de adutoras implantada pela DESO e COHIDRO em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe alimenta vários sistemas de abastecimento de água isolados e integrados. Os sistemas isolados com mananciais superficiais atendem as sedes municipais e povoados de porte médio e grande, a partir de rios e riachos com vazões limitadas e suficientes para suprir

apenas a população de uma comunidade, dificultando assim, a execução de projetos que promovam o crescimento e o desenvolvimento dessas localidades.

O quadro 16 apresenta uma síntese do modelo de produção e distribuição de água em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, onde a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) detém e opera diversos sistemas de diferentes mananciais, com vazões de produção variada, formas de tratamentos diferenciados e de acordo com a qualidade da água do manancial, além de ofertá-la para vinte e cinco das vinte e seis sedes da BHS.

As pequenas povoações são atendidas por sistemas isolados que têm como mananciais águas subterrâneas, através de poços tubulares em que, na maioria das situações, são perfurados pela COHIDRO e Prefeituras Municipais. Esses sistemas são mais baratos e acessíveis, pois dispensa o tratamento convencional da água, limitando-a apenas ao processo de desinfecção através da cloração.

Como exemplos de sistemas isolados com mananciais de superfície na BHS, temos as cidades de Nossa Senhora das Dores, Siriri, Itaporanga D'Ajuda, São Cristóvão, Malhador, Riachuelo e Santo Amaro das Brotas. Já os sistemas de abastecimento de água isolados com mananciais de água subterrânea atendem as cidades de Ribeirópolis, Moita Bonita, Santa Rosa de Lima, Divina Pastora, Laranjeiras, Maruim e Rosário do Catete. Cada sistema faz uso de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), sendo todas operadas pela DESO.

Os sistemas de abastecimento de água integrados são compostos por projetos mais complexos, em que há uma dependência sistemática da vazão do manancial, da energia elétrica e das estruturas físicas e dos equipamentos eletromecânicos que compõem os sistemas como: Estações Elevatórias de Água Bruta, Estações de Tratamento de Água, Estações Elevatórias de Água Tratada, Adutoras de água bruta e tratada, Reservatórios Apoiados, Semienterrados e Elevados e redes de distribuição.

Os sistemas de abastecimento de água integrados são considerados mais democráticos. Através de aquedutos, promovem a interligação de comunidades que não possuem em seus solos mananciais que contemplem quantidade e qualidade de água suficiente para receber investimentos e poderem servir ao sustento dessas comunidades. Além disso, integra bacias hidrográficas e compartilha água da mesma origem com pessoas de costumes diferentes.

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE

MUNICÍPIO	SISTEMA/TIPO CAPTAÇÃO	MANANCIAL	CAPACIDADE DO SISTEMA (l/s)	TIPO DE TRATAMENTO
Nossa Senhora da Glória	Integrado Adutora Sertaneja/Superfície	Rio São Francisco	254,17	Filtração Direta Ascendente
Graccho Cardoso	Integrado Adutora Sertaneja/Superfície	Rio São Francisco	254,17	Filtração Direta Ascendente
Carira	Integrado Adutora Sertaneja/Superfície	Rio São Francisco	254,17	Filtração Direta Ascendente
Pedra Mole	Integrado Adutora do Alto Sertão/Superfície	Rio São Francisco	440,00	Filtração Direta Ascendente
São Miguel do Aleixo	Integrado Adutora do Alto Sertão/Superfície	Rio São Francisco	440,00	Filtração Direta Ascendente
Nossa Senhora Aparecida	Integrado Adutora do Alto Sertão/Superfície	Rio São Francisco	440,00	Filtração Direta Ascendente
Frei Paulo	Integrado Adutora do Alto Sertão/Superfície	Rio São Francisco	440,00	Filtração Direta Ascendente
Nossa Senhora das Dores	Isolado/Superfície	Rio Sangradouro	60,00	Filtração Direta Ascendente
Ribeirópolis	Isolado/Subterrâneo	Poços Tubulares	46,50	Desinfecção por cloro
Moita Bonita	Isolado/Subterrâneo	Poços Tubulares	30,00	Desinfecção por cloro
Itabaiana	Integrado do Agreste/Superfície	Barragens Jacarecica II, Poção da Ribeira e Cajaíba	424,00	Tratamento em Ciclo Completo e Floto-Filtração
Malhador	Isolado/Superfície	Rios Mata Verde e Cajueiro dos Veados	26,49	Dupla Filtração
Santa Rosa de Lima	Isolado/Subterrâneo	Poços Tubulares	11,78	Desinfecção por cloro
Siriri	Isolado/Superfície	Riacho Canabrava	16,67	Filtração Direta Ascendente
Divina Pastora	Isolado/Subterrâneo	Três Poços Tubulares, Surgência dos Padres e Boa Cica	11,78	Desinfecção por cloro
Areia Branca	Integrado do Agreste/Superfície	Barragem Jacarecica II	35,00	Floto-Filtração
Riachuelo	Isolado/Superfície	Rio Jacarecica	33,00	Dupla Filtração
Maruim	Isolado/Subterrâneo	Poços Tubulares	50,00	Desinfecção por cloro
Rosário do Catete	Isolado/Subterrâneo	Surgência das Caldas	17,50	Desinfecção por cloro
Santo Amaro da Brotas	Isolado/Superfície	Rio Tiloto	33,00	Filtração Direta Ascendente
Laranjeiras	Isolado/Subterrâneo	Poço Tubular	48,89	Desinfecção por cloro

Nossa Senhora do Socorro	Integrado da Adutora do Rio São Francisco/Superfície. Surgência da Ibura/Subterrânea	Rio São Francisco Surgência da Ibura	192,00 75,00	Tratamento em Ciclo Completo Desinfecção por cloro
Barra dos Coqueiros	Integrado da Adutora do Rio São Francisco/Superfície	Rio São Francisco	60,00	Tratamento em Ciclo Completo
Aracaju	Isolados e Integrado da Adutora do Rio São Francisco/Superfície e Subterrânea	Surgência da Ibura e Rios Poxim, Pitanga e São Francisco	3.020,00	Tratamento em Ciclo Completo Desinfecção por cloro
São Cristóvão – Explorado pela autarquia municipal do SAAE	Isolado/Superfície	Rio Cumprido	185,00	Tratamento em Ciclo Completo
Itaporanga D'Ajuda	Isolado/Superfície	Rio Fundo	36,00	Filtração Direta Ascendente

Quadro 16: Sistemas de abastecimento de água da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe

Fonte: Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, 2013.

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é contemplada com três sistemas de abastecimento de água integrados. O primeiro tem o rio São Francisco como fornecedor de água e foi batizado de Sistema Integrado Adutor do Semiárido. Administrado pela DESO, ele integra, dentro da BHS, as cidades de Nossa Senhora da Glória, Graccho Cardoso, Feira Nova, Carira, Nossa Senhora Aparecida, São Miguel do Aleixo e Frei Paulo.

O segundo atende as cidades de Areia Branca e Itabaiana na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e as cidades de Campo do Brito, Macambira e São Domingos, pertencentes a bacia hidrográfica do rio Vaza Barris. Foi batizado de Sistema Integrado do Agreste e capta suas águas a partir do reservatório hídrico da barragem do Jacarecica II e além das sedes municipais, fornece água também para dezenas de povoados.

O outro sistema integrado de abastecimento de água da BHS é o do São Francisco, que tem o próprio rio São Francisco como manancial e fornece água para as cidades de Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e Aracaju, além de Malhada dos Bois que pertence a bacia hidrográfica do rio Japaratuba. Esse sistema possui uma adutora duplicada em tubos de aço de 1000 mm de diâmetro, com extensão de noventa e sete quilômetros e é o de maior produção de água, pois atende a região da Grande Aracaju. (Figura 25)

Com a expansão das atividades agrícolas e pecuárias nas três seções da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, a maioria das áreas de nascentes se apresenta sem a mata ciliar, aumentando assim o processo erosivo, a incidência de calor e, conseqüentemente, a evapotranspiração das suas parcas águas, tornando a paisagem dessas áreas bastante peculiar.

Dentre os conflitos existentes na BHS, o uso das águas é o que tem relação direta com os demais conflitos existentes na região. A pouca oferta hídrica contradiz com a expansão das atividades humanas, o que se percebe pela intensificação dos problemas ambientais, sociais, econômicos e políticos.

A expansão urbana na bacia do Rio Sergipe, associada à falta de investimentos em saneamento urbano, contribui para o incremento da produção de efluentes, reduzindo sensivelmente a qualidade das águas em toda a bacia.

A falta de investimento em sistemas de esgotamento sanitário em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é um dos principais entraves para melhoria da qualidade das suas águas. Dos 26 municípios da BHS, apenas Aracaju, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão têm alguma mancha urbana com coleta, tratamento e destinação adequada dos esgotos sanitários.

Essa deficiência nos investimentos em saneamento básico provoca forte pressão sobre os cursos d'água de toda bacia hidrográfica, transformando sua rede de drenagem em corpos receptores de esgotos sem tratamento. Muitos canais fluviais de baixa vazão de água, próximos às áreas urbanas, permanecem perenes durante todo ano, independente da estação, isso porque recebem contribuições ininterruptas de esgotos domésticos e industriais que deixam esses canais com volumes de água de baixa qualidade e que vão contribuir para o aumento da degradação ambiental nos rios da BHS. (Figura 26)

A maioria dos imóveis localizados em regiões sem cobertura de coleta e tratamento de esgotos usa da prerrogativa de lançarem seus efluentes em Galerias de Águas Pluviais (GAP), as quais conduzem essas águas até os diversos canais que cortam as cidades e que, conseqüentemente, despejam nos rios, riachos e marés, principalmente nas regiões estuarinas. Contudo, vale ressaltar que as redes de drenagem existentes nas cidades deveriam servir para absorver e conduzir apenas águas pluviais, devido à incapacidade que tem essas águas de chuvas em infiltrar no solo, impedidas pela impermeabilização urbana.



Figura 26: Despejo de efluentes domésticos sem tratamento direto no riacho Palame, sub-bacia hidrográfica do rio do Sal no Conjunto Jardim, município de Nossa Senhora do Socorro/SE.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2012.

Além do descaso ao meio ambiente, essas comunidades terminam causando mal às suas próprias condições de saúde, quando contaminam águas que deverão ser utilizadas a sua jusante e que não proverá de nenhum tipo de tratamento. Porém, a falta de alternativas locais

como implantação de fossas sépticas, sumidouros ou até mesmo de sistemas de tratamentos adequados, contribuem para que imagens como essa da figura 26 continuem a existir por várias gerações e que atentem para prejudicar a condição ideal de estabilidade ambiental.

Na agricultura, estes conflitos são visíveis na análise de projetos de irrigação presentes na bacia, a exemplo do Jacarecica I e da Macela em Itabaiana e Jacarecica II em Areia Branca/Malhador. A grande quantidade de pequenos produtores e o uso indiscriminado de agrotóxicos são fatores que contribuem para a contaminação e a redução da qualidade das águas.

Dentre os vários exemplos de usos consuntivos da água na área de estudo, podemos citar o da criação de peixes em tanques-rede que gera forte conflito com outras atividades produtivas e que tem na legislação o fator de conciliação. Assim,

O reservatório hídrico da barragem do Rio Jacarecica II, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e administrado pela COHIDRO – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação do Estado de Sergipe apresenta hoje um cenário de elevado grau de conflitos entre a Associação de Pequenos Produtores do município de Areia Branca, atuando na atividade piscicultura com a criação e comercialização de espécies exóticas como Tilápias (*Tilapia rendali*, *Oreochromis niloticus*) e Tambaquis (*Colossoma macropomum*), em 117 tanques-rede no interior do lago; A COHIDRO, que controla e regula essa atividade, dando apoio e suporte técnico necessários aos associados pescadores; A Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), com sua função coletiva de atender as necessidades de abastecimento de água potável a diversos povoados e sedes dos municípios de Areia Branca, Itabaiana, Campo do Brito e São Domingos, vê nessa atividade um percalço comprometedor da qualidade da água do reservatório. A grande quantidade de ração alimentícia para os peixes e seus resíduos excretados, provoca maior concentração de nutrientes na água, formando o ambiente propício a proliferação e o aumento de ciano- bactérias.

Estas bactérias, difíceis de serem removidas com o tratamento convencional da água bruta, feito pela DESO, tendem a prejudicar a saúde da população consumidora dessas águas.

Por outro lado, a atividade de criação de peixes em tanques-rede tem se tornado uma excelente fonte de renda para dezenas de famílias do município de Areia Branca, com melhoras substanciais na sua qualidade de vida, gerando emprego e renda, uma vez que há uma grande aceitação de consumo e a potencialidade do mercado consumidor desses produtos é crescente.

Já no âmbito legal, a legislação atual não permite o licenciamento de criação de espécies exóticas em ambientes de águas interiores artificiais, como barragens e açudes. Também, a Lei estadual 3.870/97, que trata da Política de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe, preconiza numa de suas diretrizes que, numa situação de escassez hídrica a prioridade é o abastecimento público, como também cria a figura do Comitê de Bacia

hidrográfica para mediar conflitos de água no âmbito da bacia hidrográfica.
(Relatório de campo DESO, 2011)

Como visto, atividades dessa natureza e gerenciadas de forma unilateral, ou seja, sem levar em conta as determinações prescritas na Lei e os interesses da maioria da população, põem em risco a sustentabilidade de toda uma geração que depende dos recursos naturais e que não possui amplas alternativas. A figura 27 mostra a atividade de criação de peixes exóticos em tanques-rede no reservatório hídrico da barragem Jacarecica II, local onde se instalou um forte conflito pelo uso da água e esperança para dezenas de famílias locais.



Figura 27: Conflitos pelo uso da água com criação de peixes em tanques-rede na barragem Jacarecica II.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Nesse espaço do reservatório hídrico da barragem Jacarecica II foram instalados pelos pescadores vinculados à Associação dos Agricultores do município de Areia Branca, cento e dezessete tanques-rede com quatro metros quadrados cada, acomodando até quatro mil alevinos e cerca de duzentos animais adultos e em condições de abate.

Como a quantidade de animais é grande e o confinamento é feito em uma área concentrada, a quantidade de excrementos despejados simultaneamente numa única parte do reservatório termina ocasionando uma concentração de poluentes na água, os quais são misturados com resíduos das rações utilizadas como alimentos para os peixes e são transportados para jusante desse ponto de criação, sendo conduzidos pelo fluxo normal das

águas em direção a área de captação de água para abastecimento público feito pela DESO para atender o sistema integrado do Agreste.

Esse procedimento feito diuturnamente no reservatório leva a atividade a uma condição conflituosa e danosa para qualidade das águas do Jacarecica II. (Figura 28)



Figura 28: Criação de peixes exóticos em tanques-rede na barragem Jacarecica II.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A figura 28 apresenta um exemplo de criação de peixes em tanques-rede num reservatório hídrico destinado, também, ao abastecimento humano. Tais condições revelam conflitos comumente encontrados em vários corpos hídricos de quase toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Apesar de a atividade conduzir para uma melhora na qualidade de vida, gerando emprego e renda para algumas famílias de agricultores/pescadores do município de Areia Branca, também leva riscos a saúde dessa população.

A expansão dessa atividade acarretará no comprometimento dos recursos hídricos do reservatório da barragem Jacarecica II que tem como principal finalidade o abastecimento público e a irrigação de cultivos agrícolas. Para o atendimento qualiquantitativo do abastecimento de água ao sistema integrado do Agreste, a DESO acredita que não há outro manancial com essas condições na seção do MCBHS.

A melhoria da qualidade agrícola é vista hoje como vital para garantia da sobrevivência humana. A utilização de técnicas que promovam o aumento da produtividade é crucial para que possa alcançar esse objetivo. Dentre várias dessas técnicas está a atividade de irrigação de cultivos agrícolas, seja em escala comercial ou de subsistência.

Na BHS, dezenas de barragens são construídas ao longo dos rios para possibilitar o acúmulo d'água em reservatórios-bacias, também com a finalidade de recalca-la para a prática da irrigação na agricultura, desenvolvida com fins econômicos e de forma intensa na área da bacia do rio Jacarecica.

A interligação da produção agrária às técnicas de irrigação gera, consubstancialmente, aumento da produtividade neste setor. Atrelada às técnicas modernas de produção, a irrigação vem ganhando espaço e atenção dos produtores de áreas carentes de pluviosidade constante na BHS, visto que os resultados a curto e médio prazos nas lavouras são compensadores. Em relação aos investimentos dessa técnica agrícola, o custo de implantação depende do nível de complexidade do sistema.

Os recursos hídricos da bacia do rio Sergipe, mesmo sendo muitas vezes utilizados de forma irracional, constituem-se ainda no principal fator de sustentação da produção irrigada, através de poços tubulares e água acumulada em pequenos açudes e barragens ao longo dos seus rios e riachos. Graças a essa prática, várias propriedades, sejam minifúndios ou latifúndios, se viabilizam em seus mais diversos graus, contando com um elenco de condições naturais favoráveis, embora não utilizadas em toda a sua potencialidade e presente, principalmente, nas seções do MCBHS e do ACBHS.

A prática de alguns proprietários de terras percoladas pela rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, de construir barramentos clandestinos e sem autorização dos órgãos competentes, objetivando a formação de pequenas bacias de acumulação de água para fins de irrigação, preocupa os órgãos de fiscalização e os demais usuários dessas águas, pois com a retirada de água sem controle e sem outorga, provoca reduções das vazões ecológicas e compromete o desempenho dos diversos sistemas ecológicos localizados a jusante das áreas barradas, além de gerar constantes conflitos pelo uso da água. A figura 29 mostra como ocorre essa ação e de forma recorrente, principalmente nos meses de estiagem.

Barramentos clandestinos localizados no leito seco do rio Jacarecica, principalmente no município de Itabaiana/SE, apontam para um desmando e desrespeito a legislação e a gestão dos recursos hídricos no Estado de Sergipe. O descumprimento às leis ambientais e a falta de conhecimento dos princípios básicos de convivência coletiva por parte de grande

parcela da população leva a sustentabilidade do meio ambiente para um elevado patamar de preocupação.



Figura 29: Barramento particular não autorizado no rio Jacarecica em período de estiagem.
Fonte: SOUSA SILVA, L. C., 2013.

Ao longo da BHS foram construídas várias barragens e açudes oficiais para irrigação e abastecimento humano. São quatro barragens de grande porte, construídas pelo poder público com a prática de múltiplos usos. Também podem ser vistos dezenas de pequenos barramentos, como o mostrado na figura 29, construídos à revelia da Lei e feitos de forma artesanal utilizando sacos com areia ou até mesmo concreto ciclópico³, causando o aumento da intermitência do rio a alterando suas condições biológicas e naturais.

A primeira e mais antiga é o Açude da Macela em Itabaiana e que foi construída pelo DNOCS na década de 1950. Essa barragem encontra-se margeando a área urbana da sede municipal e funciona como corpo receptor de efluentes provenientes das diversas atividades humanas na região. Serve também como fornecedor de água para irrigação da atividade

³ Fundo de pedra argamassada, como é conhecido em algumas aplicações. É a incorporação de pedras denominadas “pedras de mão” ou “matação” ao concreto pronto. A pedra de mão é um material de granulometria variável, com comprimentos entre 10cm e 40cm e peso médio superior a 5 kg.

olerícola, a qual tem uma forte resistência da população consumidora devido à origem da água utilizada no processo. (Figura 30)

A contaminação das águas através de lançamentos de esgotos e deposição de dejetos, dos desmatamentos e dos resíduos agrícolas, está provocando grandes mudanças no uso e nas formas de utilização das águas nessa seção da BHS. Assim,

[...] é impressionante a quantidade e diversidade de agrotóxicos colocados na horticultura. E o que é pior, usados sem assistência técnica ou cuidados com o meio ambiente, sobretudo para o envenenamento das águas do açude que assim retornam à lavoura com mais substâncias tóxicas deixando a saúde dos usuários comprometida. (DINIZ e FRANÇA, 1991, p.56)



Figura 30: Tomada d'água para irrigação no Açude da Macela em Itabaiana.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos, 2013.

O Açude da Macela, mostrado na figura 30, é o retrato fiel da antropização urbana sobre os recursos naturais. A qualidade das suas águas, devido ao elevado grau de poluição (ADEMA, 2013), compromete a saúde dos consumidores de olerícolas irrigados por elas e o abastecimento público de localidades a sua jusante. Essa situação também mostra a baixa eficácia dos órgãos fiscalizadores dos recursos hídricos e da saúde, que não deveriam permitir o uso dessas águas para cultivo de alimentos.

Um plano de despoluição do Açude da Macela estará sendo posto em prática até o ano de 2017, quando a DESO irá colocar em operação o sistema de esgotamento sanitário da cidade de Itabaiana. Essa obra fará parte do audacioso “Programa Águas de Sergipe” (PAS), através da parceria entre o Governo do Estado e diversos órgãos estaduais que atuam na área de recursos hídricos, no qual o Banco Mundial efetuou um empréstimo de U\$\$ 117.000.000,00 (cento e dezessete milhões de dólares) a fundo perdido para serem usados em vários projetos de despoluição da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, quando serão beneficiados os municípios que compõem a referida bacia.

O PAS tem como objetivo geral fortalecer o marco institucional e de políticas para a gestão integrada dos recursos hídricos e meio ambiente no Estado de Sergipe e implementar ações que contribuam para a revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, sob uma perspectiva integrada.

O Programa Águas de Sergipe prioriza investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e Região Metropolitana de Aracaju, buscando a expansão e melhoria da infraestrutura hídrica e de saneamento ambiental da bacia hidrográfica, propiciando a recuperação, proteção e o potencial aproveitamento sustentável de seus recursos naturais.

A concepção do Programa prevê ações de fortalecimento da gestão ambiental e de recursos hídricos no Estado, aprimoramento da gestão de saneamento e intervenções em infraestrutura hídrica e de saneamento.

A Barragem do Rio Jacarecica I, também em Itabaiana, se configura num fundamental reservatório da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica, importante afluente da margem direita do rio Sergipe. Também tem como finalidade irrigar lotes agrícolas para produção de frutas e olerícolas, contribuindo com o fortalecimento da agricultura familiar na região. Nos períodos de estiagem o reservatório tem sua vazão comprometida com grandes quantidades de água retirada para irrigação, causando mais um conflito pelo uso da água, uma vez que o reservatório hídrico também é utilizado pela DESO como manancial para abastecer o povoado Agrovila, município de Itabaiana. (Figura 31)

Esse reservatório foi construído a partir do barramento do rio Jacarecica, e na figura 31 é possível ver o baixo nível das suas águas do reservatório hídrico no período de estiagem na região, deixando as estruturas físicas à mostra, comprometendo a qualidade da água para abastecimento do povoado Agrovila e a quantidade ofertada para irrigação.

Já a Barragem Jacarecica II, localizada entre os municípios de Areia Branca e Malhador, foi construída para irrigar o Perímetro que leva o seu nome no município de Malhador e para fornecer água para o sistema integrado do Agreste, contemplando as cidades

de Areia Branca e Itabaiana na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e as cidades de Campo do Brito, Macambira e São Domingos, pertencentes a bacia hidrográfica do rio Vaza Barris, além de dezenas de povoados desses municípios.



Figura 31: Vista interna do reservatório e vertedouro da Barragem Jacarecica I.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos, 2013.

Nela, há uma grande quantidade de conflitos pelo uso da água e pela forma de ocupação das terras do seu entorno. A ocupação das vertentes e encostas com atividade bovinocultôra, a criação de peixes em tanques-rede, o uso de embarcações motorizadas, o despejo de esgotos doméstico, frigorífico e industrial, a ausência da mata ciliar e os grandes vazamentos na estrutura física de contenção das águas, vem reduzindo drasticamente as condições quali-quantitativas das águas da barragem Jacarecica II.

Essa barragem foi estrategicamente construída para atender a uma forte demanda de múltiplos usos da água. Tem a finalidade de irrigar 820 hectares em 76 pequenos lotes agrícolas e 17 lotes empresariais agrícolas, além de abastecer aproximadamente 50.000 economias residenciais, comerciais e industriais de cinco municípios que integram o sistema produtor do Agreste. (Figura 32)

Administrada pela COHIDRO, essa barragem, assim como várias outras, vem se deteriorando pela falta de investimentos nos processos de manutenção preventiva e manutenção corretiva, causando forte preocupação aos seus usuários e principalmente a

DESO, por utilizá-lo como manancial e devido a sua condição de Empresa fornecedora pública de água.



Figura 32: Vista panorâmica do reservatório hídrico da Barragem Jacarecica II entre os municípios de Areia Branca e Malhador/SE.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A figura 32 mostra o espelho d'água do reservatório hídrico da Barragem Jacarecica II, entre os municípios de Malhador e Areia Branca. Apesar de ser operacionalizada pela COHIDRO, a barragem Jacarecica II foi construída pela CEHOP, sendo esse, o maior reservatório hídrico com o maior volume de água de todo médio curso da BHS.

Outra importante barragem da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é a do rio Poxim-Açú. Instalada na seção do baixo curso da BHS e recém-inaugurada, a barragem do rio Poxim-Açú foi construída e é administrada pela DESO. Está localizada nos arredores do povoado Timbó, município de São Cristóvão. Tem a finalidade de regularizar a vazão do rio Poxim e garantir o abastecimento de água da Grande Aracaju para os próximos 25 anos. É a barragem que contempla o maior reservatório hídrico do Estado de Sergipe, com uma capacidade de armazenamento de até 32 bilhões de litros e um espelho d'água com uma área de mais de 5,0 km². (Figura 33).

Essa barragem servirá como principal manancial do sistema de abastecimento de água do Poxim e irá substituir a atual captação do sistema, localizado às margens do rio Poxim,

próximo ao Campus da UFS em São Cristóvão, onde o rio se apresenta completamente antropizado e degradado, devido a pressão urbana exercida ao longo do seu trajeto nos municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro, principalmente com a expansão imobiliária e as ocupações irregulares das suas margens.

A má qualidade das suas águas faz com que a DESO utilize maiores quantidades de produtos químicos no tratamento, tornando o processo de potabilidade mais oneroso e demorado. Com a nova tomada d'água e uma adutora de doze quilômetros, a partir da nova barragem do rio Poxim-Açú, até a ETA Poxim em Aracaju, estará garantido para a população de Aracaju e localidades de São Cristóvão como o Conjunto Eduardo Gomes, bairro Rosa Elze e adjacências, inclusive a Cidade Universitária da UFS, água de melhor qualidade e sem risco iminente de colapso.



Figura 33: Vista do reservatório hídrico da barragem Poxim-Açú em São Cristóvão/SE.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Hoje, o principal reservatório hídrico da BHS, mostrado na figura 33, está passando pelo processo de renovação das suas águas, devido a existência de vegetação que deixou de ser removida antes do processo de enchimento, onde a decomposição da matéria orgânica provoca forte alteração na composição físico-química da água, deixando-a escura e com fortes odores.

Porém, devido à proximidade com as áreas urbanas da Grande Aracaju e das facilidades de acesso, a área do reservatório da nova barragem do rio Poxim vem se configurando num balneário público, o que vai de encontro com o seu propósito.

Essa convivência conflituosa, provocada por pessoas das mais diversas classes sociais, recai numa condição de ausência de políticas públicas voltadas para área da educação e da informação, uma vez que remete ao descaso todo investimento público e a garantia de sustentabilidade hídrica para as atuais e futuras gerações.

São casos de desmandos e vandalismos com o patrimônio público. As pessoas, sem o devido esclarecimento, fazem uso da área ao seu bel prazer, promovendo festas, churrascos, pescaria artesanal e esportiva, atividades de banho e lazer, passeios de lanchas, jet-skis e barcos a motor, contribuindo assim, para alteração da qualidade das águas. Outra forma de agressão é a ocupação não autorizada das áreas de proteção vegetal do entorno do reservatório, que se configura numa faixa de 100 metros de largura, a partir do limite do nível máximo da água, ao longo de toda extensão perimetral, e que, no momento, está sendo desmatada e ocupada indevidamente com barracas de madeira e tendas de lona, podendo no futuro, dar lugar a casas de alvenaria.

Essas iniciativas irão perdurar enquanto não houver aplicação de medidas que possam promover a garantia e a segurança dos bens públicos, voltadas para o público. Isso passa pela aplicação, através da DESO e do governo do Estado, de uma política de controle e segurança patrimonial, em que se faz necessário o cercamento de todo perímetro da barragem, bem como a sinalização e orientação internas, além de uma política de educação ambiental junto às comunidades inseridas no seu entorno.

Como condutores de modernização dentro da atividade agrícola, os sistemas de irrigação nas pequenas propriedades na área da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, utilizando água subterrânea e dos reservatórios hídricos, estão vinculados à difusão de insumos modernos. A agricultura irrigada é caracterizada pelo uso de tecnologias como defensivos e adubação química.

Faz parte dessa prática, principalmente em pequenas propriedades, o uso da água subterrânea para irrigação, através da perfuração de poços tubulares que extraem água de boa qualidade a profundidades modestas, em que, segundo a DESO e a COHIDRO, esses poços têm profundidade média de sessenta metros na seção do ACBHS, trinta metros na seção do MCBHS e em torno de vinte metros na seção do BCBHS. A figura 34 mostra o uso da água subterrânea na irrigação de cultivos temporários.

O uso crescente e intensivo de água subterrânea para irrigação do mesmo aquífero utilizado para o abastecimento público de várias pequenas comunidades compromete substancialmente o atendimento contínuo de água, principalmente no período de redução pluviométrica e recarga do aquífero. Essas ações, feitas muitas vezes sem planejamento, geram conflitos pelo uso da água e compromete a qualidade de vida da população inserida nesse contexto, além de estar em desacordo com o estabelecido na legislação.



Figura 34: Poço tubular e irrigação de cultivos agrícolas temporários em Moita Bonita/SE.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A irrigação, através da água subterrânea, a partir de poços tubulares, é mostrada na figura 34, tendo essa, a função de manter úmida a terra com a utilização de métodos tradicionais como aspersores e gotejamento. Municípios como Itabaiana, Moita Bonita e Malhador fazem uso constante dessa técnica agrícola.

Em muitas ocasiões, vários produtores usam do desconhecimento para aumentar a área irrigada e a quantidade de água, a fim de compensar a falta de chuvas em períodos de estiagens. São retiradas vazões acima do outorgado, quando há outorga, sem que haja uma fiscalização adequada pelo órgão gestor dos recursos hídricos, pondo em risco o nível do aquífero e o abastecimento público de água.

Além desse recurso para atividade agrícola, as águas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe são utilizadas também como forma de integração e desenvolvimento da sua população residente, a partir de ações de saúde, higiene e educação ambiental que norteiam o

propósito de qualidade de vida, como também as relações que trazem benefícios às pessoas, ao meio ambiente e aos recursos hídricos da BHS.

Outra modalidade conflituosa, recorrente e constante, encontrada em muitos rios e riachos de pouca vazão, principalmente ao longo da rede de drenagem das seções do MCBHS e BCBHS, é a lavagem de roupas e animais nos leitos desses cursos d'água, geralmente próximo a comunidades sem alternativa de abastecimento público com chafariz ou rede doméstica. Essa prática, feita de forma intensa, causa sérios danos ambientais e riscos a qualidade das águas a jusante do ponto onde há ocorrência. (Figura 35)

Os vários produtos químicos utilizados nos processos de lavagem resultam em piorar a qualidade da água, introduzindo na sua composição gorduras diversas, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, nitrato, nitrito, amônia e até mesmo metais pesados.

Os danos são maiores quando a sua jusante existem pontos de captação de água, tanto para abastecimento público como para irrigação. A utilização dessas águas, sem o mínimo de tratamento, pode ocasionar sérios riscos a saúde das pessoas e animais que a utilizam.



Figura 35: Utilização da água do rio Jacarecica para lavagem de roupas, utensílios e banho.
Fonte: Sousa Silva, Luiz Carlos. 2013.

A figura 35 mostra o momento de uma situação de conflito com a utilização da água do rio Jacarecica, no município de Riachuelo, de forma agressiva e perturbadora. O banho e a lavagem de roupa e utensílios domésticos acontecem diariamente nesta parte do rio, que fica a montante da captação de água da DESO para a cidade de Riachuelo.

Tais conflitos estão mais presentes em comunidades de áreas rurais dos municípios da bacia hidrográfica, onde há carência de sistemas regulares de abastecimento de água e um forte enraizamento cultural das chamadas lavadeiras de roupas em rios. Essa prática está associada ao baixo custo laboral, onde a abundância de água em ambiente lótico de fluxo contínuo facilita a lavagem e promove lazer e ganhos.

Outra consequência perniciosa dessa atividade é a contaminação de animais, principalmente bovinos e equinos, criados de forma extensiva, se dessedentam com água contaminada com produtos químicos e orgânicos, levando a uma baixa qualidade dos seus derivados para consumo humano, como até mesmo a sua morte.

A importância de mitigar fontes de poluição e eventuais conflitos pelas disponibilidades hídricas, também em trechos a montante, é vital para garantia da segurança hídrica da BHS. As principais ações para implantação da infraestrutura sanitária em todos os municípios da Bacia hidrográfica, nos quais se constata elevada insuficiência da qualidade ambiental, tanto no que tange à coleta e tratamento de esgotos sanitários, quanto na disposição final de resíduos sólidos, gerando cargas poluidoras que são transportadas até a zona costeira, comprometendo a qualidade das águas do rio Sergipe, se constituídas em tempo hábil, resultarão, consubstancialmente, no aumento da expectativa de vida das pessoas residentes na bacia hidrográfica.

O atual modelo de vida adotado pela sociedade moderna provoca uma forte aceleração na demanda, acompanhada da redução na oferta qualitativa da água. As atividades agrícolas e industriais são as maiores consumidoras de água no mundo, expondo esse recurso a um desequilíbrio de acessibilidade cada vez mais intenso. Dessa forma,

Garantir o acesso à água para toda população do planeta é uma tarefa política. O consumismo adotado em larga escala dificulta sua realização mais que o crescimento populacional. Seria preciso estabelecer um acordo que possibilitasse a democratização do acesso à água, algo que ainda parece distante. (RIBEIRO, 2008, p. 127)

Somente com eficientes modelos de gestão, atrelados a modernos processos de planejamento dos recursos hídricos, é que as gerações atuais e futuras terão garantido o acesso à água de qualidade e em quantidades suficientes. Contudo, a disponibilidade dos recursos da água deve ser repartida entre os múltiplos usuários com igualdades e oportunidades, mas de modo tal que o benefício social líquido seja maximizado. (CARRERA-FERNANDEZ, 2002)

Os diversos interesses no processo de exploração dos recursos naturais existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, na maioria das vezes, se confrontam com os interesses da maioria da população inserida no seu espaço e que, segundo Silva (2009),

Na região da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe existem conflitos dos mais diversos. Dentre estes podemos citar os do uso da água, do lançamento de efluentes domésticos e industriais, da deposição dos resíduos sólidos, do processo de expansão de áreas urbanas, de implantação de indústrias e de cultivos, além da expansão da pecuária (Silva, 2009, 16).

Portanto, essas unidades territoriais precisam continuar com a adoção de medidas mitigadoras, seja por parte do poder público Federal, Estadual ou Municipal, seja pela iniciativa privada ou pela sociedade, capazes de estancar o processo de degradação vivenciada por estas áreas vulneráveis que se apresentam ambientalmente frágeis e eco dinamicamente instáveis.

Somente assim, é possível vislumbrar um cenário de equilíbrio ambiental entre os cursos d'água e as necessidades das atividades humanas, de modo a assegurar a potencialidade hídrica necessária à sobrevivência dos rios desta Bacia e das populações inseridas atualmente e futuramente.

4.3 O sistema de gestão dos recursos hídricos e a dependência do rio São Francisco.

Faz parte da segurança hídrica no Brasil a gestão voltada para garantia da soberania das suas águas interioranas, como também para melhoria e manutenção da qualidade de vida da população, através das ações voltadas para os múltiplos usos das suas águas. O Brasil possui doze regiões hidrográficas, sendo algumas delas vitais para o sustento e o desenvolvimento da região.

É o caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco, que é tida como a principal rede de drenagem que banha as terras da região Nordeste do Brasil. É responsável pela garantia de fornecimento de água para diversos projetos de irrigação, hidroeletricidade, piscicultura e abastecimento público de água em todas as sete Unidades da Federação banhadas por ela – Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe - abrangendo terras de 521 municípios em 641,000 km² de área.

Em Sergipe, o rio São Francisco é o principal fornecedor de água para os sistemas integrados das adutoras do Alto Sertão, Sertaneja e do Semiárido, responsáveis por levar água para dezessete municípios inseridos na região do semiárido Sergipano, sendo sete deles

pertencentes a BHS, do sistema integrado de Propriá, que atende também aos municípios de Cedro de São João e Telha e o da adutora do São Francisco que fornece água para a região da Grande Aracaju. Além desses, o rio São Francisco atende com o fornecimento de água a diversos sistemas de abastecimento isolados, promovendo sustentação e levando desenvolvimento a vários municípios ao longo do seu baixo curso.

Devido aos seus múltiplos usos, as águas da bacia hidrográfica do rio São Francisco são motivos de inúmeros conflitos por toda sua extensão. Por ser de maior interesse do Estado, a produção de energia elétrica, ao longo do seu curso, tornou-se prioridade desde a adoção da hidroeletricidade como matriz energética brasileira. São várias Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e onze grandes Usinas administradas pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). São elas: Três Marias, Sobradinho, Moxotó, Delmiro Gouveia, Luiz Gonzaga, Itaparica, Paulo Afonso I, Paulo Afonso II, Paulo Afonso III, Paulo Afonso IV e Xingó.

Vale ressaltar que o controle de vazão das águas do rio São Francisco é de responsabilidade do ONS e da CHESF, que tem a função de gerar energia elétrica a partir das águas do rio São Francisco e que, em Sergipe, administra o reservatório da Barragem Xingó, responsável pela produção de energia da Usina Hidroelétrica de Xingó, na divisa dos Estados de Sergipe e Alagoas.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), nos últimos três anos os índices pluviométricos na região banhada pela bacia do São Francisco têm sido os mais baixos já registrados. Com a falta de chuvas nas cabeceiras do rio São Francisco, nos Estados de Minas Gerais e Bahia, os níveis dos reservatórios ao longo do rio caíram substancialmente, fazendo com que a CHESF controle, de forma mais eloquente, as liberações de água para as usinas e, conseqüentemente, para as vazões ecológicas. Nesse período, a CHESF tem mantido regularmente a vazão liberada no reservatório da usina de Xingó em 1.100 m³/s, limitando algumas atividades produtivas na região do baixo São Francisco.

Indo de encontro ao que estabelece a lei 9.433/97, que rege sobre os recursos hídricos do Brasil, no tocante às prioridades dos usos da água, está escrito num dos fundamentos do artigo 1º que, “em situação de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”. Dessa forma, o que se observa na bacia do rio São Francisco é o controle das vazões nos reservatórios da CHESF para geração de energia elétrica, em detrimento dos vários outros usos da água ao longo do seu baixo curso, principalmente para os Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

Periodicamente, a CHESF anuncia redução na vazão para liberação das águas na barragem da usina de Xingó, alegando o baixo nível do reservatório na barragem de Sobradinho, na Bahia. Esse procedimento de redução, na ordem de 1.300m³/seg. para 1.100m³/seg., afeta principalmente o Estado de Sergipe, que tem no rio São Francisco o seu principal manancial para abastecimento humano em toda região do semiárido sergipano e da Grande Aracaju, além de diversos sistemas de abastecimento isolados ao longo do seu curso no Estado.

Com a redução da vazão, ocorre a desaceleração na oferta de água para os perímetros irrigados no Estado que usa água do rio São Francisco, como também para navegação, projetos de piscicultura, diminuição do pescado, alteração da fauna e da flora aquática, lazer e turismo. Outra consequência é a sensível mudança na qualidade da água. Sendo o rio um corpo receptor de efluentes dos diversos centros urbanos ao longo das suas margens, torna-se mais difícil a sua diluição com baixas vazões e pouca sinergia.

Com a permanência duradoura do período de estiagem na região do semiárido e a pouca oferta de água para as diversas atividades humanas e produtivas, aumenta os conflitos pelo uso da água, tanto nas áreas urbanas como no meio rural.

A necessidade de transpor águas da bacia hidrográfica do rio São Francisco para atender as demandas de consumo na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, remota a uma reflexão sobre a teoria de Modernidade Reflexiva de Beck (1986) in Mol e Spaargaren (2003), também conhecida para a sociologia ambiental como sociedade de risco, a qual induz o crescimento econômico de uma região à existência efetiva de energia e recursos naturais, principalmente água em quantidade e qualidade.

A falta de chuvas dos últimos anos no semiárido sergipano vem alterando significativamente as condições sociais, culturais, econômicas e ambientais das áreas atingidas por esse desastre. Nos últimos três anos, a região vem recebendo os piores índices pluviométricos desde 1963, transformando essa, numa das piores secas da história da região.

Para minimizar o impacto causado pela estiagem prolongada no ACBHS, os municípios apresentam suas necessidades aos governos Federal e Estadual que, após analisarem a real situação, decretam estado de emergência. Dessa forma, as comunidades afetadas passam a receber ajuda da Defesa Civil através de ações e políticas de combate a seca, a fome, a falta de emprego, as perdas produtivas, a baixa estima, dentre outras. Essas ações visam, tão somente, buscar a sobrevivência dessas sociedades de forma momentânea, necessitando, portanto, de políticas duradouras e eficazes.

Historicamente, o fenômeno da estiagem acontece em toda região do semiárido nordestino de forma sazonal. Essa condição climática altera, não somente a paisagem da região, mas também o comportamento sociocultural e a economia de toda área atingida.

Uma das razões que provoca baixos índices de precipitações pluviométricas na região Nordeste é motivada pelo relevo da porção leste, pois o mesmo também exerce influência no clima do Sertão. Entre as formações geomorfológicas existentes na região, estão as chapadas da Borborema e Diamantina, que funcionam como um bloqueio aos ventos de leste, quentes e úmidos. Essas chapadas impedem que as massas de ar quentes e úmidas avancem do oceano para o interior da região. Ao se aproximar delas, as massas de ar elevam-se sobre o relevo e resfriam-se. Esse resfriamento faz com que a umidade presente nessas massas de ar se condense, provocando fortes precipitações na porção voltada para o agreste e a Zona da Mata, chegando ao Sertão com pouca umidade e, conseqüentemente, mais seco.

A diversidade de formas de combate a esse fenômeno proporciona aos governantes inúmeros meios de promoção social e pessoal. A indústria da seca, já retratada fielmente por Celso Furtado e José Graziano da Silva, é o caminho adotado por gestores inescrupulosos e com condutas inapropriadas, causando danos ainda maiores a essas sociedades já carentes do mínimo necessário, a uma qualidade de vida condigna e sonhando com expectativas de dias melhores.

O fenômeno natural das secas no nordeste ensejou o surgimento de um fato político denominado indústria da seca. Os grandes latifundiários nordestinos, valendo-se de seus aliados políticos, governadores, senadores, deputados, prefeitos e outros, interferem nas decisões tomadas, em escala federal, estadual e municipal. Beneficiam-se dos investimentos realizados e dos créditos bancários concedidos. Não muito raro, aplicam grande parte dos financiamentos obtidos em projetos de cunho pessoal, em detrimento de projetos que possam beneficiar a população necessitada. Aproveitam-se da divulgação dramática das secas para não pagarem as dívidas contraídas. Os grupos dominantes têm saído fortalecidos, enquanto é protelada a busca de soluções para os problemas sociais e de oferta de trabalho às populações pobres.

Coordenado pela Defesa Civil Estadual e com apoio de Órgãos como o DNOCS, Exército Brasileiro, a DESO, Secretaria Estadual de Combate a Pobreza e Inclusão Social, Secretarias Municipais, Sindicatos, Igrejas e a Sociedade Civil Organizada, através das ONG's, o trabalho de apoio a essas populações carentes do semiárido tem se tornado na principal ação de sobrevivência para essas comunidades, alcançando, em algumas situações, objetivos políticos e eleitoreiros.

Esses órgãos atuam em projetos e ações nos municípios em situação de emergência no semiárido sergipano, incluindo aí todos inseridos na seção do ACBHS. Cada um atua de forma distinta e de acordo com suas atribuições e prerrogativas como: a distribuição de água potável, através de caminhões pipas, feita por particulares e pelo Exército, sendo a água fornecida pela DESO; a construção de casas, cisternas, barragens, açudes e barreiros, feitos pelas prefeituras municipais e coordenada pelo DNOCS; distribuição de sementes pelo Governo do Estado; além da distribuição de cestas básicas e renda, através do Programa Bolsa Família do Governo Federal.

Hoje, Estados da região Nordeste brasileira como Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará estão prestes a receber também água do rio São Francisco, após a conclusão das obras do canal do eixo Norte, numa extensão de 402 km e do canal do eixo Leste do projeto de transposição, que terá uma extensão de 220 km, implementados pelo Governo Federal e com obras já iniciadas em alguns trechos do percurso. Não se trata apenas de sobrevivência humana nem de mais uma alternativa para convivência dessas populações com o semiárido, mas também de uma expressiva dependência de um rio que se encontra pressionado com o dinâmico crescimento das atividades produtivas da região.

A figura 36 mostra o esquema de distribuição dos eixos do projeto de transposição do rio São Francisco, que é considerado o maior projeto de desenvolvimento da região Nordeste da atualidade.

A distribuição dos canais de transposição, mostrados na figura 36, obedece a critérios técnicos, estabelecidos pelo projeto, onde a pretensão é suprir de água vários açudes e barragens, espalhados por várias bacias hidrográficas dos Estados que serão beneficiados, os quais servirão para o abastecimento de água de diversas localidades como também para alimentar de água vários projetos de irrigação e outros.

Essa dependência de localidades que se encontram a centenas de quilômetros do rio São Francisco, mostra o quanto se faz necessário o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos em regiões de regime de escassez hídrica, como o Nordeste do Brasil.

O Projeto de Transposição das águas do rio São Francisco faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) que é a mais importante iniciativa do governo federal em se tratando de política nacional de recursos hídricos para região Nordeste do Brasil. O projeto objetiva garantir a oferta de água para o desenvolvimento sustentável da porção Setentrional da região, onde há escassez de água e as secas acontecem frequentemente. Ele prevê, prioritariamente, o abastecimento de água desde grandes centros urbanos da região, como Fortaleza/CE, Juazeiro do Norte/CE, Crato/CE, Mossoró/RN, Campina Grande/PB,

Caruaru/PE, até centenas de pequenas e médias cidades inseridas no semiárido e de áreas do interior da região Nordeste, priorizando a política de desenvolvimento regional sustentável, onde 390 municípios serão beneficiados diretamente.



Figura 36: Canal de derivação de água de um dos eixos do projeto de transposição do rio São Francisco em Pernambuco. 2012.

Fonte: www.integracao.gov.br/saofrancisco/projeto/eixos.asp, 2013.

Essa importante obra para o desenvolvimento da região irá trazer vários benefícios, dentre eles o aumento da garantia de oferta hídrica proporcionada pelos maiores reservatórios estaduais; a redução dos conflitos existentes nas bacias hidrográficas dos estados; uma melhor distribuição espacial da água ofertada pelos açudes estaduais; o abastecimento de água seguro para municípios; o alcance para a população rural, cujo abastecimento será por meio de centenas de quilômetros de canais e de leitos de rios perenizados ou por intermédio de adutoras para o atendimento de um conjunto de localidades.

Assim como trará vários benefícios, o Projeto de Transposição das águas do rio São Francisco deverá proporcionar vários problemas de forte impacto ambiental, principalmente para os Estados de Alagoas e Sergipe, que estão localizados no seu baixo curso. Com o desvio das águas do curso principal do rio, previstos inicialmente em 0,5% da vazão de descarga, deverá haver também redução da sinergia do rio, diminuindo sua força de lançamento no mar

e provocando o aumento da cunha salina com a penetração, em maiores vazões, da água do Oceano Atlântico a partir da região do exutório do rio.

Como o projeto de transposição irá beneficiar centenas de outros projetos de produção de alimentos, além da implantação e regularização do abastecimento público em diversas comunidades, os quais têm necessidade de crescimento natural, haverá riscos de maior dependência e comprometimento do rio, devido à necessidade de aumento da vazão para atender a essas possíveis incrementações de demandas.

Como esses dois Estados têm vários projetos de piscicultura, irrigação e abastecimento humano com água do rio São Francisco, torna-se comprometedor a manutenção ou ampliação desses projetos, uma vez que a água salobra não tem serventia para esse fim.

Em Sergipe, as áreas de tomadas d'águas para captações dos sistemas de abastecimento integrados e isolados, e que atendem a mais de 1.5 milhões de pessoas, podem ser comprometidas e emperrar o desenvolvimento do Estado. Além do problema da transposição das águas, o Estado de Sergipe também sofre com a redução das vazões do rio São Francisco, promovida pela CHESF para manter o nível do reservatório hídrico da barragem, suficiente para geração de energia elétrica, principalmente na Usina Hidrelétrica de Xingó (UHX). (Figura 37)

Graças à Usina Hidrelétrica de Xingó, o município de Canindé de São Francisco ostenta hoje o maior PIB per capita do Estado. Contudo, o impacto da construção da UHX em Sergipe não se limita ao fornecimento de energia para as distribuidoras no Estado. A construção da usina no rio São Francisco foi um marco na região ao reformular a paisagem do Estado. O grande lago ali formado ajudou a criar um novo atrativo turístico na região e fez do município de Canindé de São Francisco um pólo regional, graças ao pagamento de royalties pela geração de energia elétrica que permitiu ao município criar as condições adequadas para implementação de programas sociais, visando a melhoria da qualidade de vida da população mais carente.

Esses benefícios traduzem em manutenção da situação atual, em que, em Sergipe, o sistema prioriza a produção de energia a partir da barragem de Xingó, em detrimento dos riscos causados à sustentabilidade em toda região a sua jusante, provocados pela redução periódica da vazão das suas águas.



Figura 37: Usina Hidrelétrica de Xingó no rio São Francisco, entre os Estados de Sergipe e Alagoas. Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos, 2013.

A figura 37 mostra a Usina Hidrelétrica de Xingó, inaugurada no ano de 1994 e localizada entre os municípios de Canindé de São Francisco/SE e Piranhas/AL. Está instalada no rio São Francisco e faz parte do complexo energético de geração da Companhia Hidrelétrica do São Francisco. Atualmente, com seis grandes turbinas Siemens, possui uma capacidade energética de 3.162 MW de potência instalada, sendo neste quesito considerada a quarta maior Usina Hidrelétrica do país. Hoje, a UHE de Xingó é responsável por cerca de 30% da geração de energia para região Nordeste.

Além de gerar energia elétrica que contribui para o sustento do desenvolvimento socioeconômico de vários Estados da região Nordeste do Brasil, incluindo Sergipe, a UHX também fornece críticas de ambientalistas que defendem a condição natural do rio São Francisco e a sustentação da sua sinergia, evitando assim o avanço da cunha salina por vários quilômetros para dentro do seu canal fluvial.

A barragem da UHX é a razão para retenção do volume de água que serviria para garantir a vazão ecológica adequada e o incremento de projetos com perímetros irrigados, de aquicultura, de piscicultura e ainda, ampliar e implantar diversos sistemas de abastecimento de água em toda região do seu baixo curso.

Com as futuras fugas de água para atender o Projeto de Transposição e as atuais reduções de vazão a partir do reservatório de Xingó, provocadas principalmente pela

diminuição dos índices de pluviosidade nos períodos de estiagens da região do semiárido nordestino, notadamente, devido à condição de estarem próximos a área do exutório do rio São Francisco, são os Estados de Alagoas e Sergipe que recebem os maiores impactos negativos.

Portanto, é por falta de diálogo entre os mais variados órgãos envolvidos com a gestão dos recursos hídricos, juntamente com os diversos usuários de água, que decisões tomadas de forma unilateral, muitas vezes provocam conflitos com a Lei e com a prática cotidiana dos seus pequenos usuários. É preciso olhar o rio de forma integrada e acabar com privilégios individuais, mesmo que em nome de uma matriz energética, mas que atentem sim, a sustentabilidade da coletividade.

Com o intuito de complementar as respostas das indagações formuladas nessa tese, foi escrito o capítulo seguinte, intitulado “FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE”. Nele, foi possível confrontar a ideia de fragilidade hídrica existente na BHS, nas suas diferentes regiões fisiográficas, com as condições geoambientais e formas de ocupação do espaço.

A partir da adaptação da metodologia implementada por Ross (1994), com a inserção do elemento origem da água, foi possível chegar ao resultado no qual é mostrada a fragilidade potencial ecodinâmica, a fragilidade emergente ecodinâmica e a fragilidade hídrica vivenciada na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

CAPÍTULO 5



Barreiro na área rural do município de Nossa Senhora da Glória

FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE

5 FRAGILIDADE HÍDRICA E ECODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE

5.1 As diferentes realidades de potencialidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Sergipe

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe tem hoje uma demanda por água em torno de 275.000 m³/dia, para atender os diversos usos em todos os seus vinte e seis municípios. No entanto, o volume de água tratada gerado pelos seus diversos sistemas produtores em toda bacia hidrográfica alcança a ordem de 89.600 m³/dia. Essas águas são originadas, principalmente, dos rios Jacarecica, Mata Verde, Poxim, Pitanga, barragem Jacarecica I, barragem Jacarecica II e demais sistemas que utilizam águas subterrâneas, totalizando um déficit hídrico em torno de 185.400 m³/dia.

Esse déficit hídrico é suprido hoje pelos vários sistemas de transposição de águas, a exemplo do rio São Francisco, que fornece água para os sistemas integrados da adutora do São Francisco, destinada para o abastecimento da Grande Aracaju, e a adutora Sertaneja que destina suas águas para os municípios do ACBHS; rio Traíras na bacia hidrográfica do rio Vaza Barris que contribui para o sistema integrado do Agreste no MCBHS; o rio Sangradouro que abastece a cidade de Nossa Senhora das Dores e alguns povoados, dentre outros. Segundo a DESO, esses sistemas juntos disponibilizam diariamente em torno de 210.000 m³ de água.

A tabela 03 apresenta informações sobre o volume de água produzido e população atendida, para fins de abastecimento público, a partir de mananciais de superfície e subterrâneos dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

A produção de água tratada oriunda de mananciais de superfície da BHS está abaixo da demanda da população, quando utilizados os critérios estabelecidos pela ONU, que preconiza para o consumo diário de água de uma pessoa no mínimo 150 litros. Os rios e riachos da BHS produzem aproximadamente 3,89 m³/hab/mês de água, o que equivale a 129,66 l/hab/dia, ou seja, há um déficit médio de 20,34 l/hab/dia.

Quanto ao volume de água proveniente do subsolo da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, verifica-se também uma deficiência em autosuficiência da água, uma vez que são extraídos aproximadamente 3,44 m³/hab/mês. Em média, são cerca de 114,00 litros de água que cada habitante de município que usa água subterrânea tem direito por dia, valor que também está bem abaixo do ideal para garantir o bem estar e uma qualidade de vida digna a uma pessoa.

Tabela 03: Relação entre oferta e demanda por água na BHS

Manancial	Volume Produzido		População Atendida (2010)	Consumo per capita (l/hab/dia)	Origem da água
	(m³/mês)	(%)			
Superfície	1.268.446	57,93	325.424	129,66	Barragens Jacarecica I e II, Riacho Mata Verde, rio Jacarecica, rio Pitanga e rio Poxim.
Subterrâneo	813.452	42,07	236.281	114,66	Grupo Barreiras (Cristalino), Formações Maruim e Cotinguiba (Calcário), Formação Sapucari (Quaternário).
Total	2.687.857	100,00	561.705		

Fonte: Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, 2013.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe possui água subterrânea em toda sua extensão, sendo diferenciadas geograficamente em suas quantidades e qualidades. A seção do MCBHS é a que possui maior quantidade de água subterrânea com melhor qualidade, como também é a mais explorada por poços profundos. (SEMARH/SRH, 2010). A seção do BCBHS tem considerável volume de água subterrânea, porém recebe fortes cargas de poluentes urbanos em decorrência dos solos arenosos e quartzosos serem bastante permeáveis. Também existe a presença de cloreto de sódio na sua composição, devido à influência das marés, além da concentração urbana que forma a região metropolitana da grande Aracaju, tornando a qualidade dessas águas menos confiáveis para o consumo humano. Devido à condição climática, apresentando pouca recarga pluviométrica e a elevada concentração de sal na composição do solo, a seção do ACBHS possui a menor quantidade de água subterrânea e a pior condição qualitativa, sendo essas águas pouco utilizadas para uso humano e animal. Quando utilizadas, primeiramente passam pelo processo de dessalinização para torná-la potável e aí sim, em condições de uso.

Segundo a SRH/SEMARH, os estudos hidrogeológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe indicam a possibilidade de exploração⁴ de água na seção do BCBHS, onde há uma

⁴ - Termo técnico usado para a retirada, extração ou obtenção de recursos naturais, geralmente não renováveis, para fins de aproveitamento econômico, pelo seu beneficiamento, transformação e utilização.

capacidade para retirada de até 214.000 m³/ano, descontada a vazão ecológica que é estimada em 40% das reservas reguladoras. Esse volume de água é o resultado da soma das águas superficiais com as águas subterrâneas da BHS, onde, nessa seção, ela é abundante devido a proximidade do litoral e da sua configuração hidrogeológica.

A capacidade de exploração de água na seção do MCBHS é limitada, uma vez que a exploração das águas subterrâneas se dá com mais intensidade, por conta das atividades rurais fazerem usos frequente dessas águas. Já na seção do ACBHS as possibilidades de retirada de água são improváveis.

A dinâmica de exploração dos recursos naturais, empreendida pela ação humana no cenário das bacias hidrográficas, traz à tona a discussão do desenvolvimento sustentável e do modelo de sobrevivência adotado pela sociedade moderna.

Segundo a Organização das Nações Unidas,

Estima-se que um bilhão de pessoas carece de acesso a um abastecimento de água suficiente, definido como uma fonte que possa fornecer 150 litros por pessoa por dia a uma distância não superior a mil metros. Essas fontes incluem ligações domésticas, fontes públicas, fossos, poços e nascentes protegidos e a coleta de águas pluviais. (ONU, 2012)

Por apresentar déficit hídrico, a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe mantém uma relação de proximidade com outras bacias hidrográficas do Estado, que possibilita o acesso aos mananciais sem grandes distâncias. O tamanho do território da BHS e as pequenas distâncias entre seus municípios também corroboram para que o acesso a água seja possível.

A cultura do mau uso e do desperdício convive harmoniosamente em nossa sociedade. Pouco se faz para extirpá-la do comportamento vicioso das sociedades. Diariamente são vistas torneiras abertas sem uso da água.

Lamentavelmente, estamos vivendo momentos em que a preocupação com o meio ambiente e a preservação dos recursos hídricos têm se mostrado eficaz no papel e no discurso. Indo pela contramão, as pessoas insistem em continuar abusando do desperdício e do mau uso, na confiança de que a água potável, em quantidade e acessível, nunca irá se acabar.

5.2 As fragilidades ecodinâmicas potencial e emergente da bacia hidrográfica do rio Sergipe

5.2.1 A fragilidade potencial e ecodinâmica da bacia hidrográfica do rio Sergipe

Os elementos da natureza que são determinantes para definição do grau de fragilidade potencial de uma região exercem papel fundamental nos processos da pedogênese e da

morfogênese, atuando concomitantemente com as condições ambientais e de acordo com a situação de cada área a ser estudada.

A determinação da fragilidade ambiental é vislumbrada a partir da fragilidade ambiental potencial, que se caracteriza pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir da abrangência do tipo de solo, da frequência de declividade do relevo, dos tipos climáticos atrelados aos índices de pluviosidade no ambiente. Estes e outros elementos, aliados à metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, oferecem resultados que podem indicar o status ecodinâmico da área estudada.

A fragilidade ambiental está relacionada tanto com a dinâmica dos elementos naturais, como com a forma de utilização desses pelo homem. Para a realização de pesquisas na área ambiental se faz necessário o estudo mais profundo dos elementos formadores do ambiente natural, bem como o conhecimento dos processos que os formam para que seja possível o entendimento da dinâmica dos mesmos. Da mesma maneira, é preciso considerar a dinâmica de ocupação destes locais, a partir da ação humana, uma vez que estas ações são, em muitos casos, determinantes para o equilíbrio ou desequilíbrio ambiental.

Ao se analisar determinadas áreas sobre o prisma da fragilidade potencial, se consideram apenas aspectos naturais da Geografia Física. Para a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe a fragilidade potencial foi obtida a partir do cruzamento dos mapas de declividade e de tipos de solos, onde sobre o resultado foram inseridos os pesos referentes aos tipos de clima com suas frequências pluviométricas. Como foram utilizadas seis Áreas Referenciais de Fragilidade (ARF) para as análises detalhadas das condições geoambientais de toda BHS, serão apresentados os perfis dos níveis de fragilidade potencial de cada uma dessas áreas.

Esse estudo apresenta como resultado síntese a construção de mapas de fragilidade ambiental. O primeiro de fragilidade potencial, que foi obtido a partir do cruzamento dos mapas de declividade do relevo com o mapa de tipos de solos. Um segundo, de fragilidade ambiental emergente, foi construído com base no resultado da fragilidade potencial e a inserção do uso e cobertura do solo de cada área referencial de fragilidade das três seções da BHS. O terceiro mapa corresponde ao grau de fragilidade decorrente da origem da água utilizada pelas sedes dos municípios formadores da BHS.

A construção dos mapas de fragilidade potencial, fragilidade emergente e fragilidade hídrica se deu a partir da criação de matrizes de correlação resultantes do cruzamento dos valores numéricos atribuídos a cada elemento de análise.

Apresentamos as matrizes de correlação resultantes destes cruzamentos e os direcionamentos que demos ao processo de confecção das cartas-síntese.

A matriz de correlação 1 foi aplicada a todas as áreas referenciais, resultando nas seguintes combinações. (Tabela 04)

As matrizes descritas representam as combinações que foram identificadas em cada uma das áreas de referência, quando do cruzamento de dados de declividade e tipo de solo. O primeiro algarismo da combinação refere-se à classe de fragilidade da declividade; o segundo, à classe de fragilidade do tipo de solo e o terceiro à classe de fragilidade referente ao de clima.

Nas áreas referenciais 5B e 6B ocorreram numa mesma área dois tipos climáticos diferenciados, por conta de as mesmas localizarem-se em áreas de transição climática. Nestes casos, consideramos a média aritmética simples dos resultados obtidos em cada uma das combinações, após a aplicação dos pesos correspondentes a cada elemento considerado na análise.

O grau de fragilidade de cada combinação foi definido a partir da média ponderada de cada um dos atributos considerados. Pela especificidade deste trabalho e pela extensão longitudinal da área em estudo, consideramos plausível e necessário atribuímos pesos a cada um dos elementos, uma vez que se este procedimento não fosse adotado, teríamos os resultados mascarados pelo fator climático. Consideradas estas premissas, foram atribuídos os seguintes pesos para cada um dos elementos da análise: declividade (3), solo (3) e clima (4).

Após a média dos níveis de fragilidade, os mesmos foram distribuídos em classes de fragilidade, o que direcionou a elaboração da carta de fragilidade potencial⁵ de cada uma das áreas de referência. As classes ficaram assim organizadas com: 0-2 (pedogênese); 2-3 (intergrade) e + de 3 (morfogênese), conforme demonstrado na tabela 05.

De posse dos resultados da fragilidade potencial, partimos para o cruzamento destes com o grau de fragilidade do uso e cobertura do solo, resultando dois algarismos. O primeiro correspondente à fragilidade potencial e o segundo referente ao valor atribuído a cada conjunto de uso e cobertura do solo, conforme tabela 06.

⁵ As respectivas correspondências aos patamares estabelecidos por Tricart (1977).

Tabela 04 :Matriz de correlação declividade/solo nas áreas referenciais de fragilidade da BHS.

DECLIVIDADE	TIPO DE SOLO				
	Planossolos	Neossolos,Luvissolos	Luvissolos	Chernossolos	Solos arenosos, Neossolos
Grau de Fragilidade	Muito baixo 1	Baixo 2	Médio 3	Alto 4	Muito Alto 5
ARF-1A					
<6% 1-Muito baixo	-	125	135	-	-
6%-12% 2-Baixo	-	-	-	-	-
12%-20% 3-Médio	-	-	-	-	-
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-2A					
<6% 1-Muito baixo	-	124	134	-	-
6%-12% 2-Baixo	-	-	234	-	-
12%-20% 3-Médio	-	-	334	-	-
20%a30% 4-Alto	-	-	434	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-3M					
<6% 1-Muito baixo	113	123	133	-	-
6%-12% 2-Baixo	213	223	233	-	-
12%-20% 3-Médio	313	323	333	-	-
20%a30% 4-Alto	413	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-4M					
<6% 1-Muito baixo	-	122	133	-	153
6%-12% 2-Baixo	-	222	233	-	253
12%-20% 3-Médio	-	322	333	-	353
20%a30% 4-Alto	-	422	433	-	453
>30% 5-Muito Alto	-	522	-	-	-
ARF-5B					
<6% 1-Muito baixo	-	-	131/132	141/142	151/152
6%-12% 2-Baixo	-	-	231/232	241/242	251/252
12%-20% 3-Médio	-	-	331/332	-	351/352
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-6B					
<6% 1-Muito baixo	-	-	131/132	-	151/152
6%-12% 2-Baixo	-	-	231/232	-	251/252
12%-20% 3-Médio	-	-	331/332	-	
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Tabela 05: Apresentação gráfica dos resultados, cálculo da média ponderada e distribuição por classes de fragilidade potencial da BHS.

DECLIVIDADE	TIPO DE SOLO				
	Planossolos	Neossolos, Luvisolos	Luvisolos	Chernossolos	Solos arenosos, Neossolos
	Muito baixo 1	Baixo 2	Médio 3	Alto 4	Muito Alto 5
ARF-1A					
<6% 1-Muito baixo	-	29	32	-	-
6%-12% 2-Baixo	-	-	-	-	-
12%-20% 3-Médio	-	-	-	-	-
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-2A					
<6% 1-Muito baixo	-	25	28	-	-
6%-12% 2-Baixo	-	-	31	-	-
12%-20% 3-Médio	-	-	34	-	-
20%a30% 4-Alto	-	-	37	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-3M					
<6% 1-Muito baixo	18	21	24	-	-
6%-12% 2-Baixo	21	24	27	-	-
12%-20% 3-Médio	24	27	30	-	-
20%a30% 4-Alto	27	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-4M					
<6% 1-Muito baixo	-	17	24	-	30
6%-12% 2-Baixo	-	20	27	-	33
12%-20% 3-Médio	-	23	30	-	36
20%a30% 4-Alto	-	26	33	-	39
>30% 5-Muito Alto	-	29	-	-	-
ARF-5B					
<6% 1-Muito baixo	-	-	18	21	24
6%-12% 2-Baixo	-	-	21	24	27
12%-20% 3-Médio	-	-	24	-	30
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-
ARF-6B					
<6% 1-Muito baixo	-	-	18	-	24
6%-12% 2-Baixo	-	-	21	-	27
12%-20% 3-Médio	-	-	24	-	-
20%a30% 4-Alto	-	-	-	-	-
>30% 5-Muito Alto	-	-	-	-	-

Fragilidade potencial

Alta	
Média	
Baixa	

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Tabela 06: Matriz de correlação fragilidade potencial/uso e cobertura do solo nas áreas referenciais de fragilidade da BHS.

FRAGILIDADE POTENCIAL	USO E COBERTURA DO SOLO				
	Floresta	Mata Ciliar	Caatinga, Manguezal, Pastagem.	Associação de Caatinga, Cultivos e Pastagens, Povoados e Distritos.	Sedes municipais, degradadas áreas industriais.
Graude Fragilidade	Muito baixo 1	Baixo 2	Médio 3	Alto 4	Muito Alto 5
ARF-1A					
1-Baixo 125	-	-	13	-	-
2-Medio	-	-	-	24	-
3-Alto 135	-	-	-	-	-
ARF-2A					
1-Baixo	-	-		-	-
2-Medio 124/134	-	-		24	-
3-Alto 234/334/434	-	-		44	-
ARF-3VI					
1-Baixo 113			13	14	15
2-Medio 231/313/413/123 223/323/133/233			23	24	25
3-Alto 333	41	-	-	-	-
ARF-4VI					
1-Baixo 122	11		13	14	15
2-Medio 222/322/422/522 133/233/333/153	-		23	24	25
4-Alto 253/353/453	-		43		
ARF-5B					
1-Baixo 131/132	11	-	13	14	15
2-Medio 231/232/331/332 141/142/241/242 151/152/251/252 351/352	31	32	33	34	35
3-Alto	-	-	-	-	-
ARF-6B					
1-Baixo 131/132	11	-	13	14	15
2-Medio 231/232/331/332 151/152/251/252	21	22	23	24	25
3-Alto	-	-	-	-	

Elaboração: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A partir da análise destes resultados numéricos, observamos que o uso e cobertura do solo se sobrepõem à fragilidade potencial, o que nos permitiu caracterizar a área tomando como referência esses elementos de análise.

A fragilidade potencial foi classificada em três níveis: baixa, média e alta. As tabelas abaixo apresentam as seis Áreas Referenciais de Fragilidade com seus respectivos níveis de fragilidade potencial ecodinâmico, suas áreas de abrangência e o percentual de cada classe de fragilidade potencial nas respectivas áreas referenciais.

A tabela 07 mostra os resultados obtidos do cruzamento dos mapas de declividade e tipos de solos da ARF-1A. Essa área referencial está inserida na seção do alto curso da BHS e abrange terras dos municípios de Carira e Nossa Senhora da Glória.

Tabela 07: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-1A

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Média	19,07	24,3
Alta	59,43	75,7
Total	78,50	100,0

Por localizar-se no domínio do pediplano sertanejo sergipano, a ARF-1A apresenta como principal característica geoambiental o desequilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese, onde a devastação da caatinga e a supração da vegetação nativa deram lugar a um ambiente em que sua superfície tem intensas ações da dinâmica morfogenética.

A área ocupada pela classe de fragilidade média tem o domínio dos processos de equilíbrio ecodinâmico ou intergrade e está em menor abrangência. Isso ocorre em função da presença dos Neossolos que contribuem para manutenção da condição biofísica devido à maior resistência nos processos de intemperismo.

Já a classe de fragilidade potencial alta ocorre em declividades com menos de 6,0%, ou seja, em relevos que se apresentam planos, sem muita variação altimétrica expressiva e que possa provocar fortes alterações nos solos, uma vez que predomina nessa área a influência dos processos de morfogênese.

A classe de fragilidade potencial alta é a de maior representatividade nessa ARF. Ocupa quase todos os setores da área de referência, exceto a parte sudoeste, cuja fragilidade potencial é média. A área de fragilidade potencial alta abrange uma porção que corresponde a 75,7 % da ARF, representando uma extensão total de 59,43 Km². O clima semiárido mediano

da área agrava as condições geoambientais dos ambientes tornando-os frágeis, dando suporte para o domínio da morfogênese em quase toda área de estudo.

A figura 38 mostra Neossolos de uma porção da ARF-1A, com pouca cobertura vegetal e solos expostos, presente num relevo plano e sem fortes variações altimétricas. Essa parte da ARF-1A apresenta uma fragilidade potencial alta, visto que as altas temperaturas da região contribuem para inviabilização da perenidade da sua rede de drenagem, aumentando assim, sua dependência hídrica.



Figura 38: Paisagem em morfogênese com alta fragilidade na ARF-1A da seção do alto curso da BHS. Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A ARF-1A tem no seu domínio a presença de Neossolos e Luvisolos, que tem relação direta com a estrutura do embasamento cristalino da região, pois ainda são solos em formação.

Esses solos tornam a estrutura geológica, assim como as superfícies dessas áreas de referências, ligeiramente impermeável, dificultando a infiltração das águas pluviais e reduzindo o volume de reserva de água subterrânea. Como consequência, ocorre um maior escoamento superficial das águas, tornando o solo raso e susceptível a erosão e formação de ravinas. Essa fragilidade só não é mais danosa nessas áreas, devido ao relevo se apresentar com pouca variação altimétrica, com baixas declividades.

O clima nessa seção da BHS é fator preponderante para determinação do grau de fragilidade hídrica e geoambiental. Rege a perenicidade dos rios e riachos como também as áreas de recarga para alimentação do lençol freático. Controla a intensidade do intemperismo físico e químico e determina as temperaturas ambientes que interferem na condição natural dos elementos geoambientais.

A fragilidade potencial da ARF-2A foi considerada em quase toda sua totalidade como média, 98,9%, quando há uma predominância dos processos de equilíbrio ecodinâmico. Exceto por uma pequena mancha de menos de um quilômetro quadrado em que tem relevância a morfogênese e que possui classe de fragilidade alta, ocupando 1,1% do total da ARF-2A, mostrando que as atuações dos elementos climáticos e pluviométricos têm maior influência na condição ecodinâmica da área, mesmo agindo em relevo um pouco mais acidentado, com declividade que varia entre 6,0% e 30,0% e predominância dos Neossolos. (Tabela 08)

Tabela 08: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-2A

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Média	77,67	98,9
Alta	0,83	1,1
Total	78.50	100,0

A fragilidade potencial média corresponde às áreas da seção onde predominam declividades inferiores a 6,0%. Neste patamar de declividade do relevo desenvolve-se em geral os Luvisolos, oriundos da estrutura geológica do embasamento cristalino; são solos rasos com pouca disposição para intensas atividades agrícolas, os quais ocupam grande parte da superfície e subsuperfície da região.

Outro nível de fragilidade é encontrado em áreas formadas apenas por substratos de solos Luvisolos, com maior influência na atividade agrícola. Como em grande parte dessas áreas houve descaracterização da caatinga, em detrimento da expansão de cultivos agrícolas temporários, os solos ficaram mais expostos, sobre forte incidência dos raios solares e, conseqüentemente, propensos à evaporação com mais intensidade das parcas águas superficiais dessas áreas.

Os elementos naturais que compõem a paisagem dessa área de referência também se comportam de forma a torná-la mais hostil. Contudo, a predominância do relevo com menos de 6,0% de declividade mostra a condição de fragilidade potencial em toda essa área,

semelhante ao ocorrido na ARF-1A. A predominância do equilíbrio ecodinâmico nessa área referencial ainda é um sinal de que as ações antrópicas podem determinar a manutenção ou a reversão dessa condição para os processos morfogenéticos.

Essa condição de fragilidade potencial média torna-se mais evidente quando o homem promove o desmatamento da vegetação, deixando os solos desnudados por períodos longos e sujeitos às intempéries naturais. A exemplo de várias regiões do semiárido sergipano, na ARF-2A também existe porções em que o solo é preparado sazonalmente para o cultivo de milho e o plantio de pastos, estando estes sempre sujeitos a se posicionarem em graus de fragilidades que comprometem a sua sustentabilidade.

A ausência de cursos d'água perenes nessa área de referência é mostrada na figura 39, assim como os solos expostos e a aridez climática. A predominância da fragilidade potencial média na ARF-2A é devido a sua estrutura litológica e a suavidade do seu relevo, diminuindo assim os riscos de erodibilidade e maiores danos nos processos pedogenéticos e morfogenéticos, tornando esse ambiente num intergrade ecodinâmico.



Figura 39: Paisagem com intergrade, apresentando fragilidade média na ARF-2A da seção do alto curso da BHS.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Nota-se na figura em questão que mesmo estando em equilíbrio ecodinâmico, quando os elementos naturais de formação da fragilidade potencial se associam para tornar o ambiente mais resistente aos processos do intemperismo, a paisagem apresenta uma tendência a

consolidação dos processos da morfogênese, podendo elevar essa área a uma classe de fragilidade potencial alta.

Analisando a fragilidade potencial das duas Áreas Referenciais de Fragilidade da seção do ACBHS, concluímos que há predominância dos graus de fragilidade alto e médio, principalmente em decorrência das condições climáticas serem desfavoráveis aos recursos hídricos e a categoria de solos Luvisolos ser mais expressiva nas áreas estudadas. Na seção do ACBHS os graus de fragilidades predominantes alto na ARF-1A e médio na ARF-2A foram preponderantes para definição dessas áreas como ecodinamicamente frágeis e instáveis. (Figura 40)

Já na seção do médio curso da BHS as condições geoambientais dos elementos utilizados na definição dos graus de fragilidade potencial são representadas nas tabelas 09 e 10, onde ocorreram variações nos seus níveis de fragilidade.

De acordo com a tabela 09, a ARF-3M apresenta 61,0% da sua área com fragilidade potencial baixa e com maior influência aos processos pedogenéticos da ecodinâmica. Isso decorre da condição de resistência dos seus solos, uma vez que são originados de perfis litológicos do cristalino com forte presença de Neossolos e de uma topografia com poucas variações altimétricas, diminuindo assim os riscos de deslizamentos e erosões. Ocorre basicamente nas porções central e oeste da área referencial apontada.

A fragilidade potencial média ocupa 37,8% da área, o que demonstra certo equilíbrio ecodinâmico nessa porção da área estudada, ocupando basicamente toda parte Centro-Leste da área de referência. Os processos de atuação do intergrade nessa porção da ARF-3M são provenientes da dinâmica estabelecida entre o comportamento equilibrado dos elementos naturais e as formas com que esses elementos agem no ambiente natural, sendo meramente possível uma tendência de avanço para os processos de morfogênese devido a pujança e a dinâmica da região.

Tabela 09: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-3M

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	47,89	61,0
Média	29,67	37,8
Alta	0,94	1,2
Total	78.50	100,0

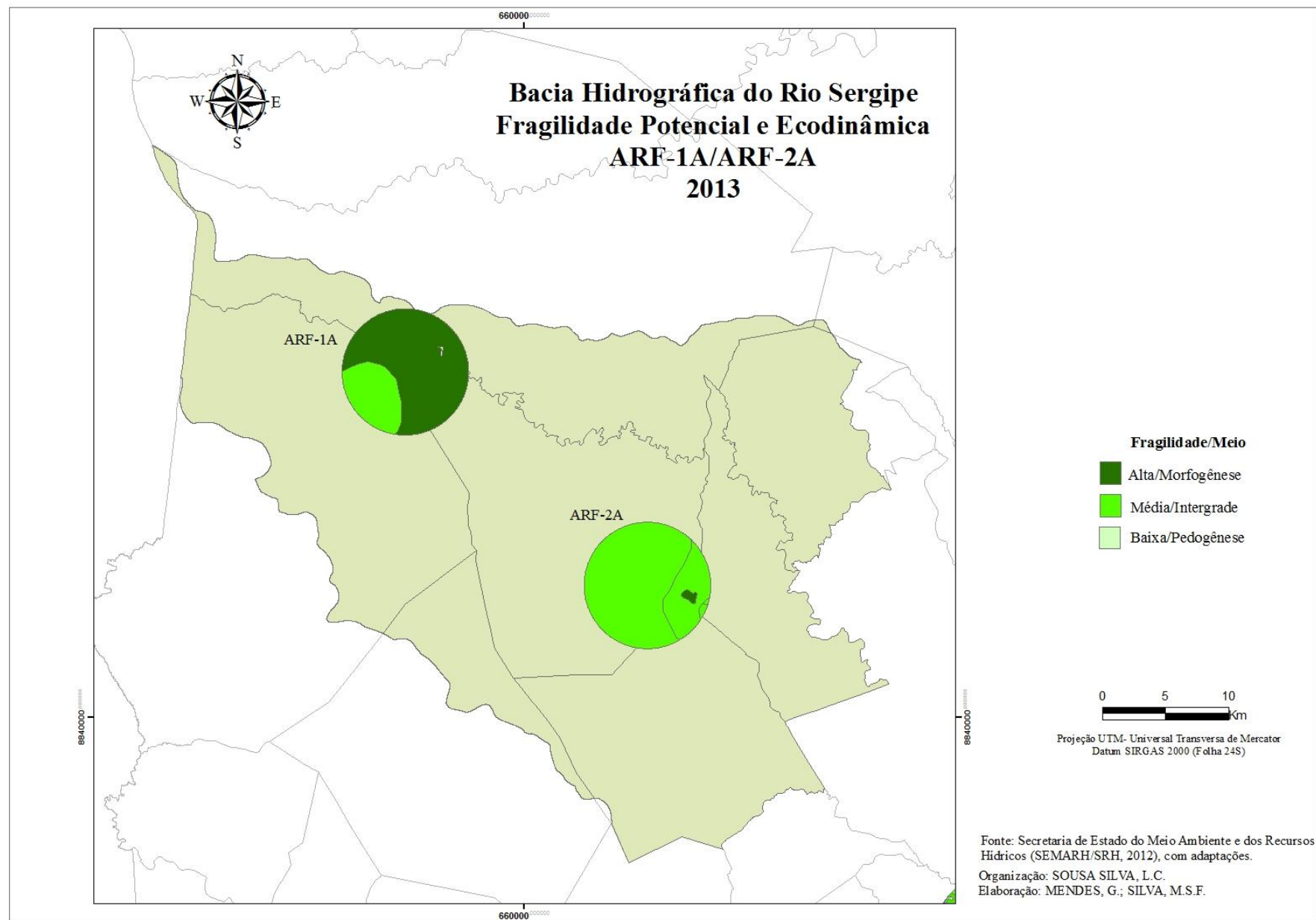


Figura 40: Meios ecodinâmicos de fragilidade potencial na seção do alto curso da BHS

Já a classe alta de fragilidade potencial está presente apenas em 1,2% do total e se concentra somente em pequenas porções do Nordeste e do Sudeste da referida área referencial. A presença do complexo de serras residuais numa pequena parte da região da mencionada área de referência produz solos rasos e em formação, o que, aliado com declividade que ultrapassa 30,0%, e com clima de transição semiárido com 4 a 5 meses secos, faz com que ocorra nessa faixa manchas de fragilidade potencial alta, ou seja, com tendência a morfogênese.

A área localizada no município de Malhador, nas proximidades da ARF-3M, mostra uma colina desnudada, com forte presença da ação antrópica, onde a cobertura vegetal foi removida deixando os solos expostos e com alto grau de fragilidade potencial, levando essa área a uma condição ecodinâmica de inserção dos processos morfogenéticos. (Figura 41)



Figura 41: Paisagem com sulcos e ravinamentos na ARF-3M da seção do médio curso da BHS.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A predominância dos Planossolos e dos Luvissolos em quase toda ARF, combinado com uma grande região do pediplano sertanejo e que apresenta declividades menores que 6,0% a 12,0%, traduz em uma grande abrangência do grau de fragilidade potencial média na ARF-3M. A figura acima mostra uma tendência de maior fragilização do solo quando há interferência antrópica, levando essa área a uma condição de risco e enquadramento nos processos de ecodinâmica da morfogênese.

Outra formação importante no relevo dessa área estudada é uma pequena parte do Domo de Itabaiana, elevação com 559 metros de altitude no seu ápice e que se destaca na paisagem do médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Contribui para a manutenção do grau de fragilidade potencial alta quando seus solos, mesmo resistentes, estão sobre influência de fortes altitudes, levando o ambiente a riscos naturais. Essa estrutura do embasamento cristalino também possui solos rasos e férteis, principalmente o Luvissolos, bastante utilizado na produção comercial de olerícolas por ser de origem vulcânica.

A predominância do grau de fragilidade baixa na ARF-3M condiz principalmente com a condição de transição climática entre o agreste e o semiárido sergipano, aliado a formação litológica do embasamento cristalino e da pouca variação altimétrica no seu relevo.

A ARF-4M caracteriza-se principalmente por apresentar uma dinâmica variedade das suas feições topográficas e uma intensa diversidade de solos e associações de solos. Nessa região da seção do médio curso da BHS, as condições edafoclimáticas se manifestam positivamente para proporcionar aos seus elementos geoambientais maiores possibilidades de sustentabilidade natural e de equilíbrio ecodinâmico.

O resultado dos cruzamentos da declividade com os tipos de solos predominantes na referida área chamaram mais a atenção quando foram inseridas as informações sobre os tipos climáticos, deixando a ARF-4M com três classes de fragilidade potencial, conforme tabela 10.

Tabela 10: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-4M

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	5,97	7,6
Média	60,37	76,9
Alta	12,16	15,5
Total	78.50	100,00

Nessa área referencial a fragilidade potencial média ocupa uma extensão superior a 60 km², o que corresponde a quase 77,0% do total da ARF e onde há uma combinação Luvissolos, que juntos, promovem uma condição de equilíbrio ecodinâmico às atividades ambientais e agrícolas, conotando uma forte influência dos meios intergrade.

Esse grau de fragilidade potencial se faz presente por toda área de estudo e mostra as interferências permanentes da morfogênese e da pedogênese, com exceção da sua porção

central que tem o domínio da fragilidade potencial alta, com influência das condições morfogênicas na sua ecodinâmica.

Contudo, na análise ecodinâmica, há de se ressaltar a pequena influência dos processos pedogenéticos, ainda devido à forte presença do complexo de serras residuais numa restrita porção da região, além da existência de solos ainda em formação. Já a influência da morfogênese ocorre também numa pequena porção da área referencial e que é fator determinante para promover, de forma diferenciada, alterações no modelado natural da área.

A declividade que ocorre com maior frequência na ARF-4M está enquadrada nas classes de altitude que vão de 6,0% a 30,0%. Essa maior elevação no comportamento do relevo da área, mesmo com a combinação da presença de solos mais plásticos como os Luvisolos, torna essa área de referência com forte potencial de instabilidade ecodinâmica.

Também se faz presente nessa área de referência a classe de fragilidade baixa. Ocupa uma mancha de quase 7,0 km² na porção Oeste da ARF, totalizando 7,6% do total da área. É composta por solos Luvisolos e permeia sobre uma superfície com declividades de média elevação que variam de 20,0% a 30,0%, sendo essas, partes do complexo de serras residuais instaladas na seção do médio curso da BHS, portanto, apresentam maior resistência quanto às ações da morfogênese.

Já a área com fragilidade potencial alta compõe várias manchas espalhadas pelas porções Oeste e Central da área de referência, e que juntas alcançam um total de 12,16 km², correspondente a 15,5% do total.

Nessa faixa com fragilidade potencial alta ocorre em mais de 10,0 km² de área a presença de Neossolos e que estão presentes em áreas com elevações entre 12,0% a 30,0% de variação altimétrica. Apesar da característica de ser um tipo de solo mais friável, os Neossolos também estão presentes na ARF-4M em regiões de até 12,0% de declividade, decorrentes da presença dos leitos fluviais ao longo dessa área de referência.

Como principais características, os solos do tipo aluviões são rudimentares, pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes. Por definição, desenvolvem-se apenas nas planícies aluvionais de origem fluvial, marinho ou lacustre. Na seção do médio curso da BHS estão presentes ao longo de vários rios e riachos, em que, devido as condições de fragilização das suas margens, seus componentes e sedimentos são transportados e lixiviados para áreas a jusante, provocando assoreamentos e obstruções dos canais fluviais. (Figura 42)



Figura 42: Paisagem com sedimentos e aluviões nas margens e na calha do riacho Mata Verde em Malhador, pertencente à ARF-4M da seção do médio curso da BHS.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Esse trecho do riacho Mata Verde, contribuinte da margem esquerda do rio Sergipe e responsável pelo abastecimento da cidade de Malhador, é típico do comportamento do solo de aluvião, em que a dinâmica da sua pedogênese sempre lhe dá a oportunidade de tornar-se desagregado e friável, principalmente em ambientes de planícies aluvionais de origem fluvial. Nota-se também a perenidade do rio Mata Verde em um trecho com pouca proteção ciliar e em que há uma predisposição ao lixiviamento de sedimentos e, conseqüentemente, a sedimentação de partes do rio.

Na seção do médio curso da BHS encontramos classes de fragilidade potencial distintas entre as duas áreas referenciais estudadas. Na ARF-3M a classe de fragilidade predominante encontrada foi a baixa, com 61,0% do total da área referencial com relevo de altitudes moderadas e coberta com solos originados de rochas ígneas, sendo esses mais resistentes a erosão pluviométrica, contribuindo para que essa área possua grau de fragilidade potencial baixo, dando assim uma condição de maior segurança ao ambiente. A ARF-4M apresentou um grau de fragilidade ecodinâmica um pouco maior, estando seus solos dispostos em relevo com declividade superior, portanto, enquadrada no grau de fragilidade potencial de predominância média. (Figura 43)

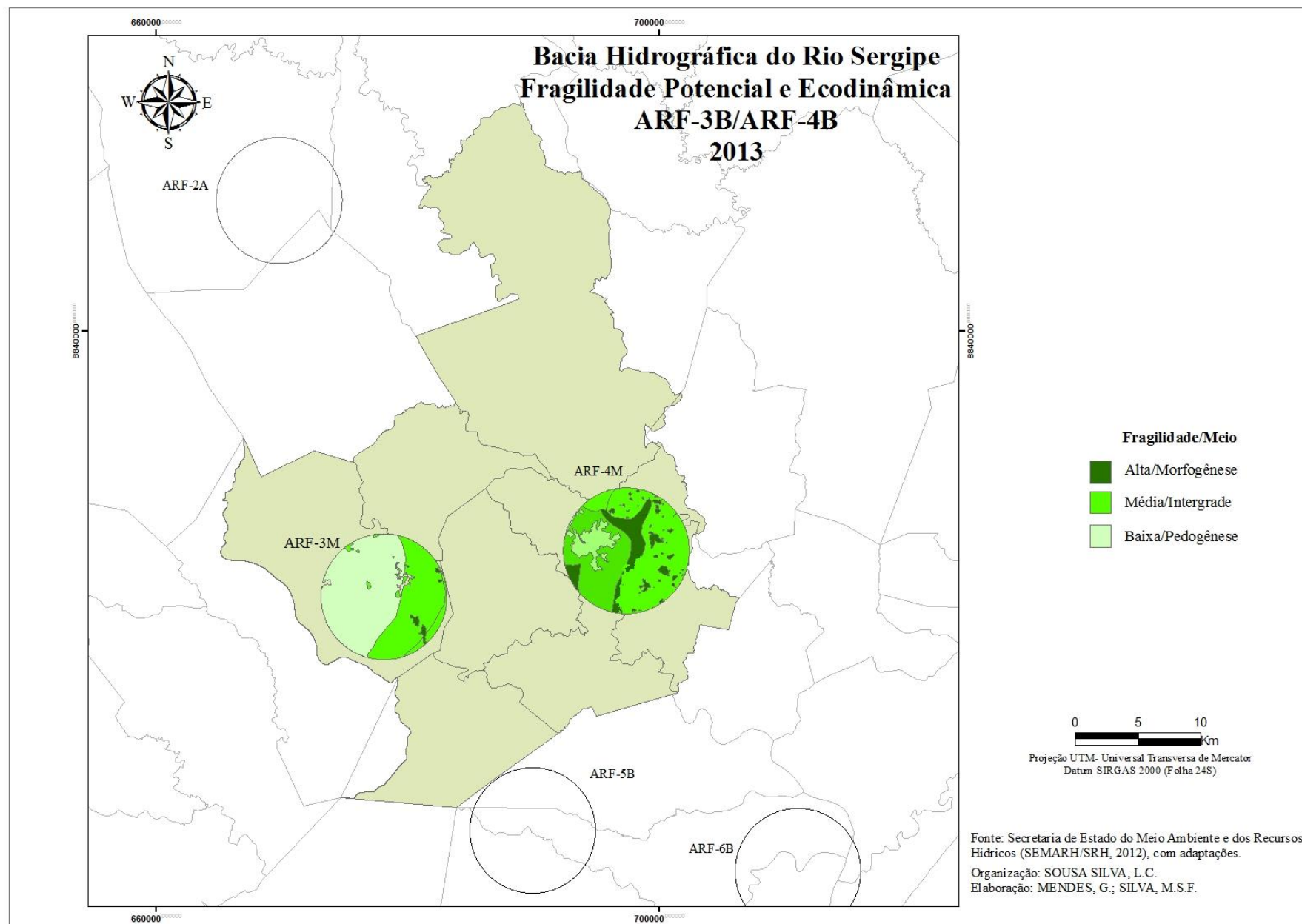


Figura 43: Meios ecodinâmicos de fragilidade potencial na seção do alto médio da BHS

Com características que lhe são peculiares, como a presença de uma rede de drenagem perene com rios caudalosos e de múltiplos usos, solos férteis e profundos que dão possibilidades de cultivos monocultores e policultores comerciais e de subsistência, clima ameno com chuvas regulares ao longo do ano e temperatura média anual em torno de 25°C, a ARF-5B, localizada na seção do baixo curso da BHS, passa a ter relevante importância nos estudos para definição da fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, em função desses e de outros atributos. A tabela 11 retrata a distribuição das classes de fragilidade potencial dessa referida área encontrada na pesquisa.

Tabela 11: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-5B

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	61,33	78,2
Média	17,17	21,8
Total	78.50	100,00

A classe de fragilidade potencial baixo, que corresponde a 78,2% do total da área, está distribuída por todos os setores da ARF-5B. Isso é decorrente da presença dos Gleissolos nas porções Central e Sul, com a combinação de relevo variado que oscila menor que 6,0% até 20,0%.

Na análise ecodinâmica a ARF-5B apresenta intenso predomínio dos processos pedogenéticos, em que a formação dos solos nessa porção da BHS ainda recebe forte determinação dos fatores originados no complexo de serras residuais do médio curso, e que corroboram para a redução da degradação geoambiental na sua superfície. A atuação do intemperismo químico e físico em quase 22,0% dessa área referencial indica um equilíbrio ecodinâmico com a formação de processos intergrade.

A predominância de fragilidade potencial baixa com expressiva atuação da pedogênese ocorre em declividades de pouca variação altimétrica, ou seja, em relevos que se apresentam praticamente planos. Nestas áreas planas se desenvolvem, sobretudo, os solos Luvisolos, no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, representados por solos em que as atividades agrícolas são atuantes.

Dos 78,50 km² do total da ARF-5B, 21,8% estão na classe de fragilidade potencial média, sendo decorrente da presença dos Chernossolos e que tem abrangência na porção Norte da ARF. Além desses, os solos Luvisolos, agindo em terrenos com declividade entre

20,0% a 30,0%, também formam uma grande mancha com fragilidade potencial média, confirmando a tendência de equilíbrio ecodinâmico dos meios intergrade. A fragilidade potencial média está distribuída por todas as porções da ARF-5B. (Figura 44)



Figura 44: Paisagem em intergrade e relevo colinoso na ARF-5B da seção do baixo curso da BHS.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A figura 44 mostra a predominância do relevo suave ondulado com variação altimétrica entre 20,0% a 30,0% na porção central da ARF-5B. Como vistos, os solos dessa área são propícios ao desenvolvimento de culturas variadas, apresentando uma soma de fatores que propiciam, principalmente, o cultivo da cana-de-açúcar em vastas áreas da seção do baixo curso da BHS.

Outro elemento de fundamental importância para determinação da predominância da classe de fragilidade baixo na maior parte da ARF-5B é o clima úmido com três meses secos em média. Com um pequeno período no ano com poucas chuvas, o clima dessa porção da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe contribui significativamente para o equilíbrio da ecodinâmica, proporcionando uma maior proteção dos solos, através da manutenção das reservas florestais e matas, como também garantindo uma maior dinâmica nas atividades de plantio da cana de açúcar, que reduz os processos de erosão dos solos.

Na área referencial de fragilidade 6B a condição geoambiental dos elementos naturais como declividade da superfície, tipos de solo do substrato litológico e a atuação climática da faixa litorânea, promove as situações ideais para que essa porção da BHS apresente uma

condição de fragilidade potencial com classes baixa e média. A ARF-6B apresenta desproporcionalidade na condição de fragilidade potencial do seu conjunto, com porções bem definidas de cada atuação dos elementos naturais que compõem a fragilidade potencial. (Tabela 12)

Tabela 12: Resultado da fragilidade potencial ecodinâmica da ARF-6B

Fragilidade Potencial	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	44,49	56,6
Média	21,53	27,4
Cursos d'água	12,48	16,0
Total	78.50	100,0

Por causa da expressividade de água existente nos exutórios dos rios Sergipe e do Sal e por estarem incluídos nessa área referencial, optamos por informar os valores absolutos e relativos das suas áreas de abrangência contidos na tabela 12. Demonstrando a importância desse elemento natural na área de referência, vimos o considerável espaço que esses atributos ocupam, sendo que o total da área de atuação é de 12,48 km², o que corresponde a 16,0% do total da ARF-6B.

A região da Grande Aracaju proporciona um clima mais ameno, que corresponde a úmido com 1 a 2 meses secos, contribuindo substancialmente para manter a maior parte dessa ARF com classe de fragilidade potencial baixa, realçando assim os processos pedogenéticos dos seus elementos geoambientais. Nessa porção da seção do BCBHS se verifica a presença de poucas alterações hipsométricas, o que torna seu relevo ligeiramente suave e pouco susceptível a processos morfogenéticos. A maior elevação encontra-se na região Norte da cidade de Aracaju, onde a declividade oscila entre 20% a 30% e é representado pelo Morro do Urubu e os bairros Palestina, 18 do Forte e Cidade Nova.

A área que ocupa classe de fragilidade potencial média, ou em vias de ações dos meios intergrade, está presente em 27,4% da área total da ARF-6B, sendo relevante para essa determinação a presença de algumas áreas com Neossolos quartzônicos e a abundância da perenidade dos seus rios. (Figura 45)

A ARF-6B é a que apresenta o maior volume de água dos rios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, o que contribui para aumentar a umidade atmosférica e tornar a

temperatura nessa parte da BHS um pouco mais amena, somada à umidade atmosférica gerada pela presença litorânea do Oceano Atlântico.



Figura 45: Paisagem em intergrade e com fragilidade potencial média na ARF-6B da seção do baixo curso da BHS.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A classe de fragilidade potencial de maior representatividade nessa área de referência é a baixa, correspondendo a 44,49 km² do total da área. Ocorre que os Luvisolos, que ocupam 46,81 km² de área e que correspondem a mais de 50,0% do total da ARF e, aliado a suavidade do relevo, promovem uma maior estabilidade ecodinâmica e tornando a região menos frágil. Dessa forma, os processos da ecodinâmica apontam para a presença da condição morfogenética nessas porções da BHS.

Na seção do BCBHS estão as áreas referenciais com solos de maior plasticidade e rasos, correspondentes aos arenosos, quartzosos e neossolos e declividades que oscilam entre 6,0% e 20%. Essa condição aponta para uma fragilidade potencial baixa. De fato, as duas áreas referenciais estudadas apontaram para esse resultado. Tanto a ARF-5B quanto a ARF-6B tiveram predominância da classe de fragilidade potencial baixa, ou seja, com predominância dos processos pedogenéticos, sendo a área 6 mais intensa, com 75,5% da sua superfície ocupada por solos friáveis. (Figura 46)

Dessa forma, os resultados obtidos nessa seção do BCBHS apontam para uma condição ecodinâmica de pouca interferência do intemperismo físicoquímico, estando as condições dos elementos naturais ainda sem muita interferência antrópica, tornando os processos pedogenéticos mais atuantes em toda área estudada. (Figura 47)

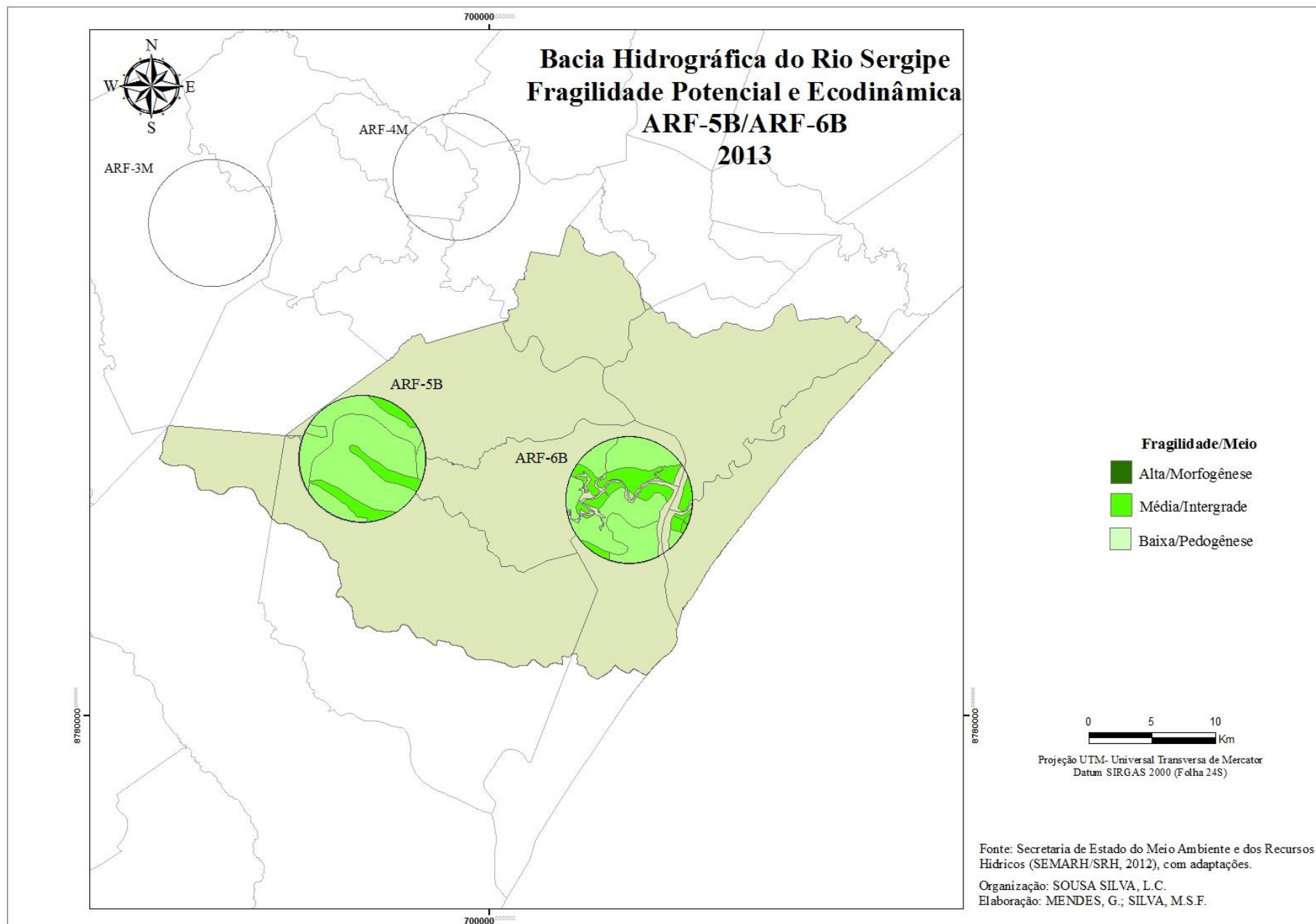


Figura 46: Meios ecodinâmicos de fragilidade potencial na seção do baixo curso da BHS

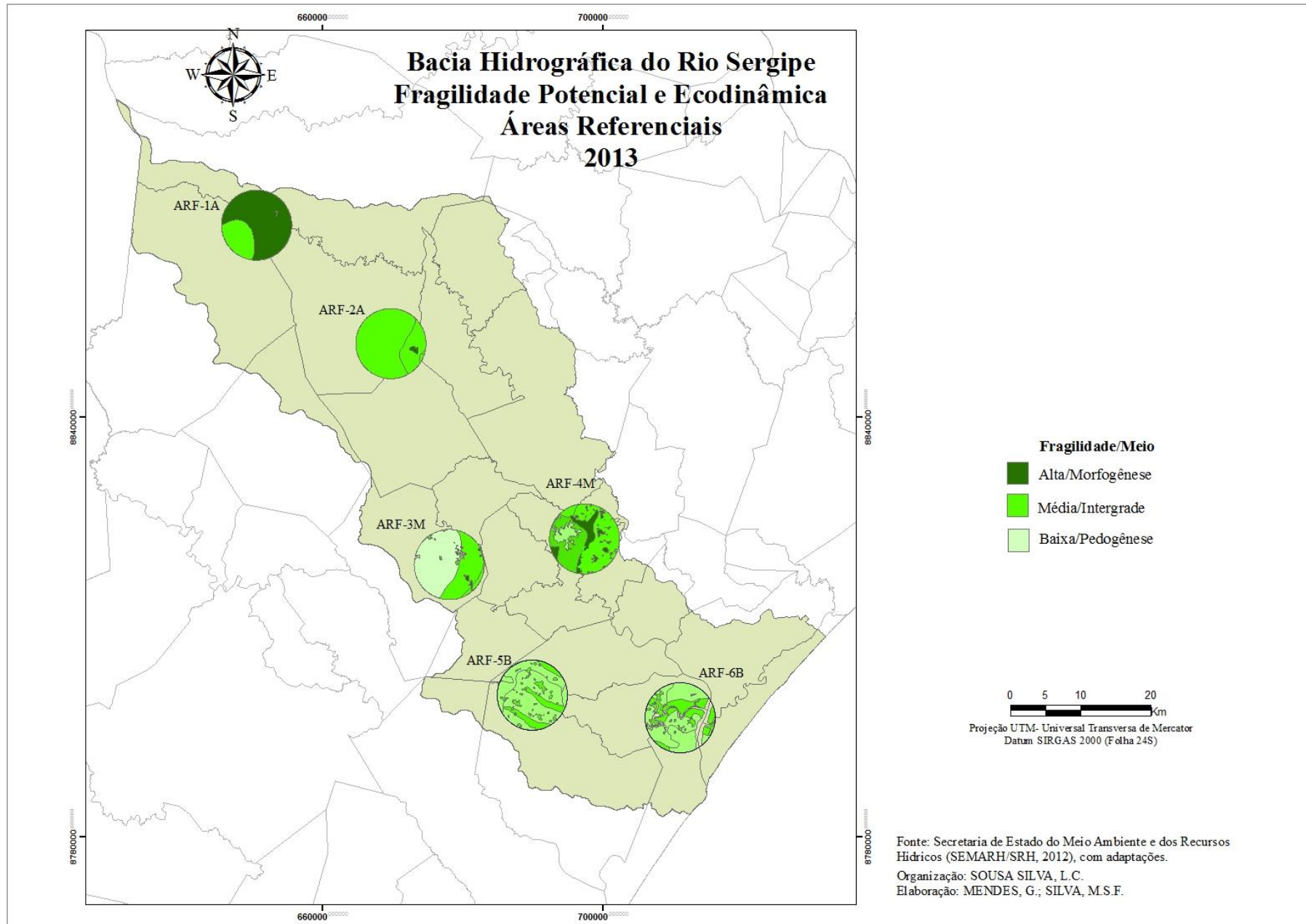


Figura 47: Áreas referenciais de fragilidade ecodinâmica e potencial na BHS

Os elementos naturais que compõem a paisagem dessa área de referência contribuem substancialmente para manutenção desse nível de fragilidade baixa. Tanto a baixa variação topográfica quanto a presença de um clima ameno em toda área são fatores decisivos que interferem diretamente na situação geoambiental.

A partir dos resultados obtidos pode-se dizer, com relação à fragilidade potencial, que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta-se em relativo desequilíbrio ambiental, visto que as declividades geralmente pouco acentuadas e a consequente presença de solos com pouca profundidade, porém resistentes, levaram a BHS a uma predominância de resultados distintos das áreas referenciais a uma fragilidade potencial baixa com três ocorrências (processos em pedogêneses), média com duas ocorrências (processos em intergrade) e alta com uma ocorrência (processos em morfogênese).

Portanto, a definição da fragilidade potencial nas três seções da BHS, notadamente nas seis Áreas Referenciais de Fragilidade, foi imprescindível para o desenvolvimento da pesquisa, dando a possibilidade de conhecer melhor as condições edafoclimáticas de cada seção, analisar dados ambientais e identificar os principais impactos causados pelo uso inadequado dos ambientes naturais, além de servirem de apoio a tomada de decisão e para o planejamento geoambiental.

5.2.2 A fragilidade emergente e ecodinâmica da bacia hidrográfica do rio Sergipe.

A fragilidade emergente, além de considerar os elementos naturais já constantes para definição da fragilidade potencial, como tipo de solo e declividade, acrescenta o elemento humano como fator determinante. Neste estudo, foram utilizados o uso e cobertura dos solos das seis áreas referenciais de fragilidade, bem como a origem da água utilizada para abastecimento das sedes da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

As informações alusivas ao uso e cobertura do solo das seis áreas de referência são representadas nesse trabalho pelas atividades antrópicas e pela cobertura vegetal. Essas escolhas são de elevada importância para avaliação e mapeamento da fragilidade emergente, uma vez que a ação do homem altera os processos naturais de uma paisagem, com incisiva influência na dinâmica de construção e/ou destruição dessa paisagem, tendo como consequência a interferência na condição de vida da população.

O uso do solo a partir da cobertura vegetal representa também um agente de equilíbrio da paisagem, evitando o impacto direto e agressivo da água da chuva contra a superfície do terreno, fato que ocasiona a desagregação das partículas e reduz a porosidade do solo.

Portanto, a atuação da cobertura do solo na dinâmica da paisagem, seja por cobertura vegetal ou por impermeabilização artificial, está diretamente ligada a sua capacidade de proteção.

Para definição da fragilidade emergente das seis áreas de referência desse estudo, foi considerado como uso e cobertura do solo a cobertura vegetal e os elementos urbanos e da atividade econômica que sofreram interferência do homem.

Todos os atributos utilizados para determinação do grau de fragilidade emergente foram reunidos em grupos e classificados em escala de pesos, conforme o descrito nos procedimentos metodológicos dessa pesquisa.

A tabela 13 apresenta o resultado do cruzamento da fragilidade potencial com o uso e cobertura do solo da ARF-1A. Apenas duas classes de fragilidade emergente foram identificadas nessa área de estudo, a de média fragilidade emergente e a de alta fragilidade emergente, sendo que a de maior predominância e com quase a totalidade da área é a classe de fragilidade emergente ecodinâmica alta.

Essa área referencial está localizada em terras dos municípios de Nossa Senhora da Glória e Carira. É a área de estudo mais a montante e mais próxima da nascente do rio Sergipe que, segundo a SEMARH, o rio nasce em terras do Estado da Bahia, onde percola por cerca de 250,00 metros até alcançar o território sergipano, a partir do município de Nossa Senhora da Glória, em condições de total intermitência no fluxo de suas águas, decorrentes, principalmente, das condições edafoclimáticas da região, indo se tornar perene, somente, a partir da seção do MCBHS.

Tabela 13: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-1A

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Média	0,90	1,2
Alta	77,60	98,8
Total	78.50	100,0

A fragilidade emergente alta está presente em 98,8% da área de referência, o que corresponde a uma extensão territorial de 77,60 km² dos 78,50 km² possíveis. Esta classe de fragilidade ocorre por todas as porções da ARF-1A e está vinculada ao modelo de uso e cobertura do solo.

Nessa área, fica evidenciado o predomínio dos processos morfogenéticos quando da análise da ecodinâmica local. As formas de perturbações no ambiente natural, provocadas pelas ações do homem, aceleram consubstancialmente as condições de degradação dos

ambientes naturais dessa área de estudo. Contudo, as exposições do solo nu ao clima semiárido, devido ao plantio de cultivos temporários, e as constantes inserções de desprovento da vegetação, levam a rede de drenagem da região a situação de forte intermitência hídrica, consolidando assim a atuação e o domínio da morfogênese na ARF-1A.

Com várias propriedades caracterizadas como latifúndios, e tendo a pecuária extensiva como principal atividade econômica, essa parte da seção do alto curso da BHS também possui uma rede de drenagem totalmente intermitente, onde o principal rio da bacia hidrográfica, o Sergipe, contribui apenas com o seu canal fluvial seco por vários quilômetros, durante aproximadamente dez meses no ano.

Essa deficiência hídrica, aliada aos solos pedregulhosos e de formação litólica, como também as altas médias térmicas registradas na maioria dos meses e que age como elemento natural evaporador da umidade, deixa na superfície e no subsolo relativas concentrações de sais que prejudicam a água subterrânea e o solo da região. Esses fatores contribuem sistematicamente para tornar essa área de referência ambientalmente frágil, com fortes processos morfogenéticos e com poucas perspectivas de mudanças.

Nessa área de referência não há presença de atividades urbanas, nem tampouco o uso do solo com variadas culturas agrícolas. A predominância da cobertura do solo é com a Associação de Caatinga com cultivos da monocultura e pastagens, que corresponde a 98,5% do total da área estudada. 1,15% da área é coberta com Caatinga Arbustiva Arbórea, porém nos últimos anos esse bioma vem cedendo espaço para o cultivo do milho e da mamona, onde essas atividades, com o apoio de novas técnicas de cultivo e sementes especiais, têm encontrado condições ideais para se desenvolverem comercialmente, apesar da pouca disponibilidade hídrica.

Está cada vez mais comum na paisagem da seção do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, assim como em grande parte da faixa de domínio do semiárido sergipano, a presença de grandes áreas com os cultivos do milho e de outros grãos de ciclo temporário para fins comerciais. (Figura 48)



Figura 48: Propriedade na ARF-1A com cultivo de milho próximo a vegetação de Caatinga, indicando fragilidade emergente alta e em processo de morfogênese.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Essa prática contribui sensivelmente para descaracterizar o ambiente natural e aumentar os riscos de desertificação nessas áreas, uma vez que a retirada da vegetação nativa e sua substituição por cultivos diversos não significa proteção para os solos. Além disso, torna-se cada vez mais necessário o uso de técnicas de manejo como adubação, fertilização, correção do solo e irrigação, numa região onde a água local é escassa.

A área com fragilidade emergente de classe média ocupa apenas menos de um quilômetro quadrado da ARF, o que totaliza 1,2% da área abrangente, estando essa reduzida área com melhor equilíbrio geoambiental devido a preservação do bioma natural da região e da pouca atividade humana, sendo esse um fator decisivo na alteração da paisagem. Geograficamente, fica localizada na porção noroeste da ARF e se comporta como uma pequena ilha no oceano.

Nessa pequena parcela da área referencial de fragilidade 1A, também não há cursos d'água perenes e os solos também são originários de rochas ígneas. O clima é semiárido meridiano com sete a oito meses secos, o que torna essa área relativamente anecúmena aos interesses do homem.

Na ARF-2A a classe de fragilidade ambiental emergente mais representativa também é a alta, ocorrendo em 99,5% da sua área total, o que corresponde a uma extensão territorial de

78,13 km². Nota-se que esta área referencial apresenta uma predominância dos processos ecodinâmicos de forte influência morfogenética, onde o elemento uso do solo é fator preponderante na condução da dinâmica de preservação e sustentabilidade dessa área de estudo.

As baixas altitudes estão presentes em quase toda extensão dessa área referencial e são interrompidas apenas por uma pequena mancha de elevada altitude na parte leste da área estudada. Essa pequena área com fragilidade emergente de classe média, ou seja, com tendência aos meios intergrade de ecodinâmica, ocupa apenas 0,5% do total abrangente, o que corresponde a 370,00 m² de área. (Tabela 14)

Tabela 14: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-2A

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Média	0,37	0,5
Alta	78,13	99,5
Total	78.50	100,0

A ARF-2A apresenta uma condição de fragilidade emergente muito semelhante a ARF-1A, inclusive apontando para o domínio da classe de fragilidade alta em quase todo seu território. O diferencial está na maior intensificação das atividades socioeconômicas, inclusive com a totalidade da sede do município de Nossa Senhora Aparecida, inserida na porção central da referida área de estudo, ocupando uma área correspondente a 0,5% do total.

Por ser uma cidade considerada de porte pequeno, dentro dos critérios estabelecidos pelo IBGE, Nossa Senhora Aparecida não oferece grandes riscos ao meio ambiente local no tocante à impermeabilização dos solos e ao aumento da temperatura ambiente (Figura 49). Contudo, como não está dotada de um sistema de coleta, tratamento e destinação final dos esgotos produzidos, corrobora para manter poluídos os canais de drenagem e os açudes que servem como corpos receptores desses efluentes, aumentando a poluição do meio ambiente e dos recursos hídricos.

As áreas urbanizadas são fortes indícios de perturbações aos ambientes naturais e contribuem sistematicamente para tornar o ar, a água e o solo em condições desfavoráveis aos ambientes rurais e com pouca interferência humana, apontando assim a incidência de fragilidade ambiental voltada para ações morfogenéticas da ecodinâmica.



Figura 49: Nossa Senhora Aparecida: vida urbana na paisagem da ARF-2A, reforçando o sentido de fragilidade emergente alta.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A presença da cidade, juntamente com outras localidades urbanizadas como povoados e vilarejos dentro da área de referência, a deixa mais vulnerável numa situação de defesa da sustentabilidade. Para construir e manter esses equipamentos urbanos o homem faz uso sistemático dos recursos naturais da região, agredindo, danificando e transformando o ambiente natural.

Além da presença das áreas urbanizadas, o uso do solo nessa porção da seção do ACBHS é formado pela associação de caatinga com cultivos e pastagens, ocupando uma área em torno de 77,00 km². Nessa ARF, a cobertura do solo também é formada com pequenas manchas de Caatinga Arbustiva Arbórea, cultivos agrícolas diversos, mais uma diminuta área com solos expostos, totalizando 0,65 km² de área.

A classe predominante nessas duas áreas de estudo é a de fragilidade emergente alta, ocorrendo geralmente nas áreas onde os resultados da fragilidade potencial apontam para classes de alta e média instabilidade geoambiental. Contudo, possuem a cobertura vegetal original bastante alterada e em estágios avançados de desertificação provocados por ações antrópicas danosas.

Assim, podemos afirmar que as condições edafoclimáticas desfavoráveis da seção do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, aliadas a um conjunto de fatores que

dificultam a manutenção da sustentabilidade na região, e sobretudo com inserção da mão humana que promove fortes alterações ao meio ambiente natural, contribuem significativamente para tornar essa parte da BHS em uma área com fragilidade ambiental de alto risco voltada para os processos da morfogênese.

Nessa área referencial também foram encontrados 5,47 km² de área na classe de fragilidade emergente baixa. Essa mancha está concentrada principalmente nas porções Sul e Sudeste da ARF-2A.

Essa é uma área em que há um domínio das atividades produtivas e da exploração impiedosa dos recursos naturais, uma vez que nela está o município de Itabaiana, considerado o maior pólo produtor de cultivos olerícolas e o maior entreposto de comercialização de produtos hortifrutigranjeiros do Estado de Sergipe.

Com os resultados da fragilidade potencial das duas áreas referenciais da seção do ACBHS, introduzimos o uso e a cobertura do solo de cada área e chegamos a resultados diferentes. Na ARF-1A a condição de alto risco ambiental permanece, ampliando mais ainda a área de atuação que passou para 98,8% de toda sua superfície com fragilidade emergente voltada a morfogênese. Essa mudança se deu pela combinação de resultados quanto ao modelo de ocupação do solo e o comportamento dos elementos geoambientais da área.

Na ARF-2A a condição de fragilidade mudou de média para alta em quase a totalidade da sua área, 99,5%. Isso é decorrente dos processos de ocupação do solo, em que a rede de drenagem é insuficiente para o atendimento das necessidades locais, além da cobertura vegetal com associação de caatinga, cultivos e pastagens, apresenta maior área em relação às demais. Essas condições ambientais garantem a seção do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe uma instabilidade natural numa área antropizada e com elevada fragilidade hídrica. (Figura 50)

A tabela 15 mostra a distribuição das áreas e a abrangência percentual das três classes de fragilidade emergente da área referencial 3 da seção do médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Diferente dos resultados apresentados nas áreas referenciais do alto curso da BHS, nessa seção do médio curso os resultados apontam para três classes de fragilidade emergente ecodinâmica. A de menor abrangência em área é a de baixa fragilidade, correspondente a 7,0% do total da ARF e dominada pelos processos da pedogênese na análise ecodinâmica. Isso é decorrente da segurança ambiental na área do sopé do Domo de Itabaiana, onde a combinação dos elementos tipos de solos, estrutura geomorfológica e proteção e uso do solo

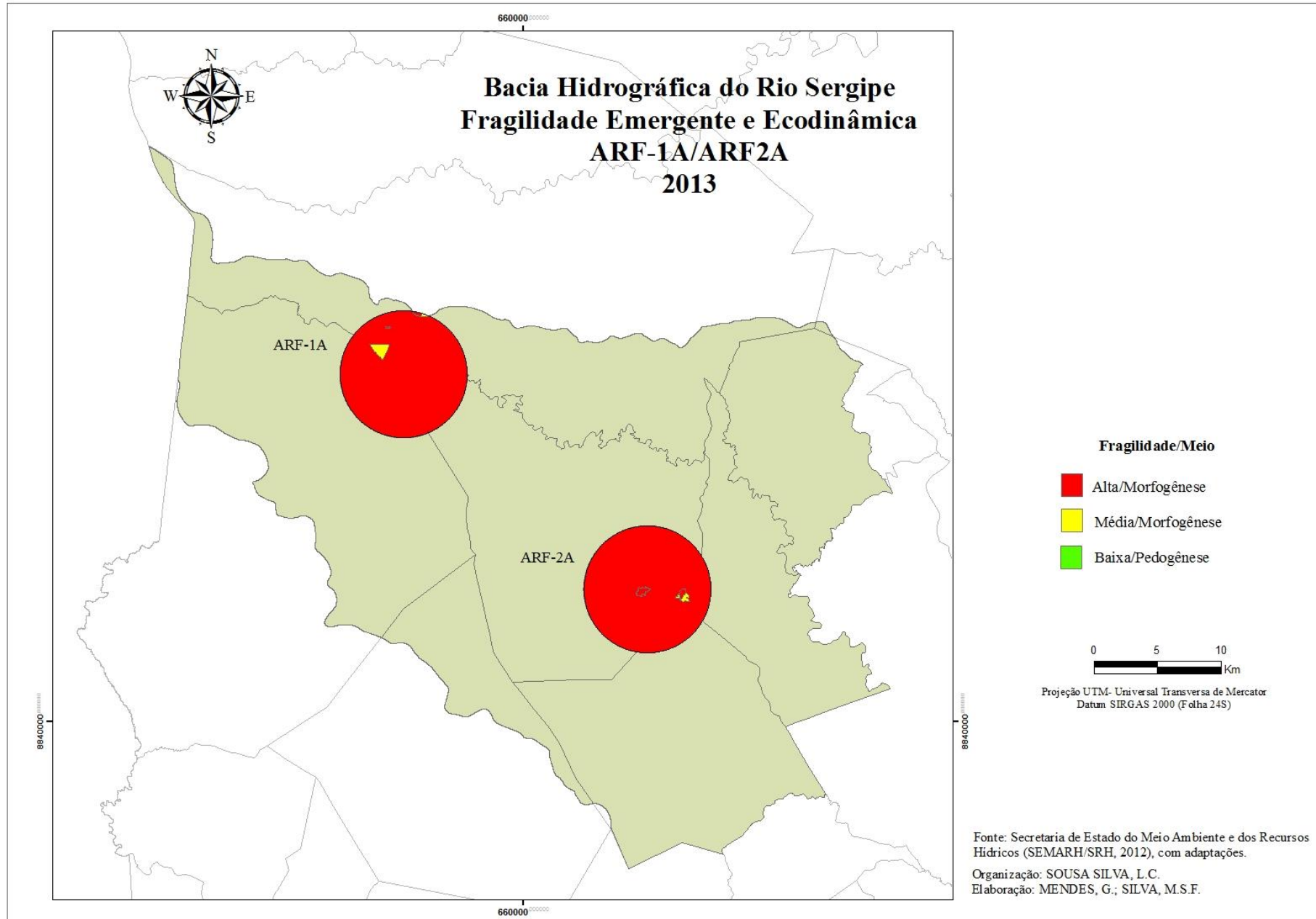


Figura 50: Áreas referenciais de fragilidade emergente e econdinâmica do alto curso da BHS

garante a essa pequena porção da ARF-3M uma condição diferenciada de fragilidade emergente baixa e com forte influência dos processos da pedogênese.

Os domínios dos meios intergrade e da morfogênese estão associados nessa área referencial. Com os restantes 93,0% do total da área, as classes de fragilidade média e alta se dividem e mostram uma tendência a perturbação aos ambientes naturais pelas ações do homem na forma de usar e ocupar o solo da região.

Tabela 15: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-3M

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	5,47	7,0
Média	36,50	46,5
Alta	36,55	46,5
Total	78.50	100,0

Os meios intergrade acontecem em áreas onde ainda há pouca atividade humana e são protegidas pela maciça presença de Neossolos e de alguma cobertura vegetal secundária. Já os processos da morfogênese atuam em ambientes completamente eutrofizados e de intensa atividade agrícola e urbana, uma vez que nessa área referencial encontra-se a cidade de Itabaiana.

O uso e a ocupação do solo nessa área referencial são intensamente concorridos, com a presença de vários elementos e formas de apropriação que contribuem para uma ocupação dinâmica e altamente antropizadora. Verificamos que 46,5% de toda área de estudo possui grau de fragilidade emergente médio, que significa forte pressão no uso do solo com a plantação de pastagens em relevo com declividade de até 12,0%. Porém, atenuado pela condição da estrutura litológica que torna menos agressivos os processos de degradação ambiental natural.

Já a classe de fragilidade emergente alta está presente também em 46,5% de toda ARF, o que corresponde a 36,55 km² da área estudada, o que, comparado com o mapa de fragilidade potencial, mostra uma grande área com cultivos agrícolas em terrenos com declividade que vai de 6,0% até 20,0%. Esse tipo de cobertura do solo na ARF-3M corresponde a 36,50 km² de área.

A área com cultivos agrícolas também tem forte presença nesta parte da seção do MCBHS, ocupando cerca de 44,0% do seu total. Como a região é conhecida por possuir centenas de pequenas propriedades com a prática da agricultura familiar, onde principalmente

são feitos os cultivos dos produtos da atividade olerícola, mostra que a ocupação do solo nessa região é bastante comprometedora para condição de estabilidade geoambiental. (Figura 51)



Figura 51: Cultivos de olerícolas na ARF-3M. Paisagem com forte interferência humana em Itabaiana. Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A presença do Domo de Itabaiana e de outros componentes do complexo de serras residuais no relevo da região contribui para a formação de solos Luvisolos e Neossolos que são resistentes e ideais para a prática da agricultura, uma vez que o Domo de Itabaiana é de origem vulcânica e formado por rochas com compostos duros, ricos em minerais e nutrientes para o desenvolvimento das plantas.

Outros usos a partir da implantação de áreas urbanas como cidade, vilas e povoados, além de formas de cobertura do solo com Florestas Estacionais, corpos d'água e áreas degradadas, estão presentes na área de estudo e ocupam pouco mais de 9,0% de toda área referencial.

A rede de drenagem dessa área de referência é composta por rios e riachos perenes e que atuam na melhoria da condição climática da região e contribuem para o sustento das atividades socioeconômicas. Porém, com a intensa atividade agrícola em toda área de referência, foi detectado que a relação oferta/demanda de água vem acompanhada de um significativo déficit hídrico, além da contaminação de grande parte das águas pelos resíduos da atividade agrícola.

Portanto, inserida nas classes de fragilidade emergente médio e alto, a área referencial 3M apresenta riscos ambientais causados pelas ações antrópicas em consonância com as suas condições geoambientais, tendo levado essa parte da seção do MCBHS a uma necessidade de maior atenção por parte dos gestores públicos e dos atores sociais que dependem dos recursos naturais e do ambiente para sobreviverem.

A situação da ARF-4M se difere da anterior pela maior abrangência da classe de fragilidade emergente média e pela equidade entre as classes de fragilidade baixa e alta, mostrando numa mesma área referencial a influência dos meios ecodinâmicos da pedogênese, do intergrade e da morfogênese, como mostra a tabela 16. Fazem parte desta área os municípios de Siriri, Nossa Senhora das Dores, Malhador, Riachuelo, Santa Rosa de Lima e Divina Pastora.

Tabela 16: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-4M

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	16,91	21,5
Média	43,91	56,0
Alta	17,68	22,5
Total	78.50	100,0

A porção da ARF-4M com classe de fragilidade emergente baixa está presente em várias manchas espalhadas por toda área, totalizando 16,91 km² de área. Nessas áreas há predominância da cobertura vegetal com Florestas Estacionais e Matas Ciliares em relevos com declividade entre 12,0% a 30,0%, sendo esses elementos ainda pouco agredidos pela ação antrópica, elevando essa área a uma categoria com influência ecodinâmica dos processos da pedogênese.

Nessa área estudada, a classe de fragilidade emergente média está presente em quase toda área, ocupando aproximadamente 44,00 km², o equivalente a 56,0% de toda ARF-4M e mostra o equilíbrio ecodinâmico dos elementos naturais geoambientais. O predomínio das pastagens em terrenos com declividade entre 6,0% a 20,0% em mais da metade da ARF é a condição para definir essa área como de fragilidade emergente média com tendência aos meios intergrade.

As áreas que apresentam fragilidade emergente alta estão concentradas nas porções Leste e Centro da ARF. Correspondem a 22,5% do total da área, sendo que o conjunto de suas manchas ocupa uma área de quase 18,0 km². Nelas, o uso e cobertura do solo são feitos

através da associação de caatinga com cultivos e pastagens, cultivos agrícolas com solos expostos, áreas urbanizadas e degradadas, sendo que essas áreas recebem poucos investimentos e atenção dos órgãos fiscalizadores e dos gestores estaduais e municipais, reforçando assim a predominância dos processos da morfogênese nessa porção da área de estudo.

Essa situação é reforçada quando a falta de conhecimento e a sensibilidade com as questões ambientais se evidenciam em áreas com fragilidade anunciada. Proprietários de terras que ultrapassam o limite da sensatez provocam danos ambientais que comprometem o funcionamento da ecodinâmica. São vários os fatores que contribuem para agressão em larga escala dos solos e da vegetação desta região. A figura 52 mostra queimadas na vegetação arbustiva, juntamente com o pisoteio do gado, tornando o solo denso e impermeável, dificultando as infiltrações nas áreas de recarga do riacho Cajueiro dos Veados.



Figura 52: Queimada como exemplo de definição da fragilidade emergente alta na área do riacho Cajueiro dos Veados em Malhador/SE, região da seção do MCBHS.
Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Ao longo da área estudada predomina a ocupação das terras com pastagem. Este fato torna a pecuária uma atividade econômica de natureza predatória, sendo responsável por grande parte do desmatamento e das queimadas nas encostas e vertentes dos rios.

Esta associação entre desmatamento do terreno e declividades fortes, sem a presença de vegetação ciliar, ocasiona a desagregação do solo e a acentuação dos processos

morfogenéticos. Estes processos se aceleram à medida em que com as precipitações sobre estes solos, que já se apresentam desestruturados, é lixiviado vertente abaixo, tornando-o desta maneira, menos fértil e susceptível a criação de ravinas e voçorocas.

Nas áreas referenciais da seção do MCBHS os resultados obtidos com a fragilidade emergente apontam para uma condição de fragilidade média e alta na ARF-3M, tendenciando a um desequilíbrio ecodinâmico e ambiental, uma vez que os percentuais referentes ao tamanho das áreas com uso e ocupação do solo foram iguais.

Já na ARF-4M o grau de fragilidade emergente predominante encontrado foi o médio, devido a presença da estrutura geológica vulcânica na região, representada por resquícios do complexo das Serras Residuais e grande quantidade de áreas com pastagens, sendo que o clima ameno e a rede de drenagem com rios perenes dessa área referencial contribui para essa situação de fragilidade e de equilíbrio ecodinâmico. (Figura 53)

A fragilidade emergente da ARF-5B está distribuída em três classes de risco ambiental: alta, média e baixa. A ARF-5B perpassa pelos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e São Cristóvão. Nela, estão presentes as áreas das nascentes dos rios Poxim Mirim e Poxim-Açú, além de se configurar como área de recarga da rede de drenagem da sub-bacia do rio Poxim.

A tabela 17 apresenta as classes de fragilidade emergente encontradas no decorrer da pesquisa. A classe que ocupa a maior abrangência dentro dessa ARF é a alta. Cerca de 35,00 km² de área são ocupados com corpos d'água, cultivos agrícolas e solos expostos, além de vilas e povoados, estando presente, principalmente, na porção Centro-Leste da área estudada, apontando para uma forte influência da morfogênese naquela área.

Nesta região, o plantio da cana-de-açúcar faz parte da paisagem. Com seus mecanismos e tratos culturais que agredem os recursos naturais e o meio ambiente, tornou-se a atividade mais encontrada nessa área. Devido a sua sazonalidade, a cana-de-açúcar expõe sistematicamente os solos e o relevo da região a uma condição de desgaste e degradação, criando assim um ambiente de fragilidade e de risco iminente, como também eleva o grau de fragilidade geoambiental.

Apesar dos riscos ambientais provocados pela atividade, inclusive com plantio feito às margens dos rios e riachos da área referencial e da grande quantidade de resíduos de agrotóxicos lançados nos seus leitos, o cultivo da cana é dotado de grande importância econômica para região, gerando empregos e renda para os seus municípios. Daí, a cautela em limitar as áreas de plantio e dotar essa cultura de forma a ser considerada ambientalmente correta.

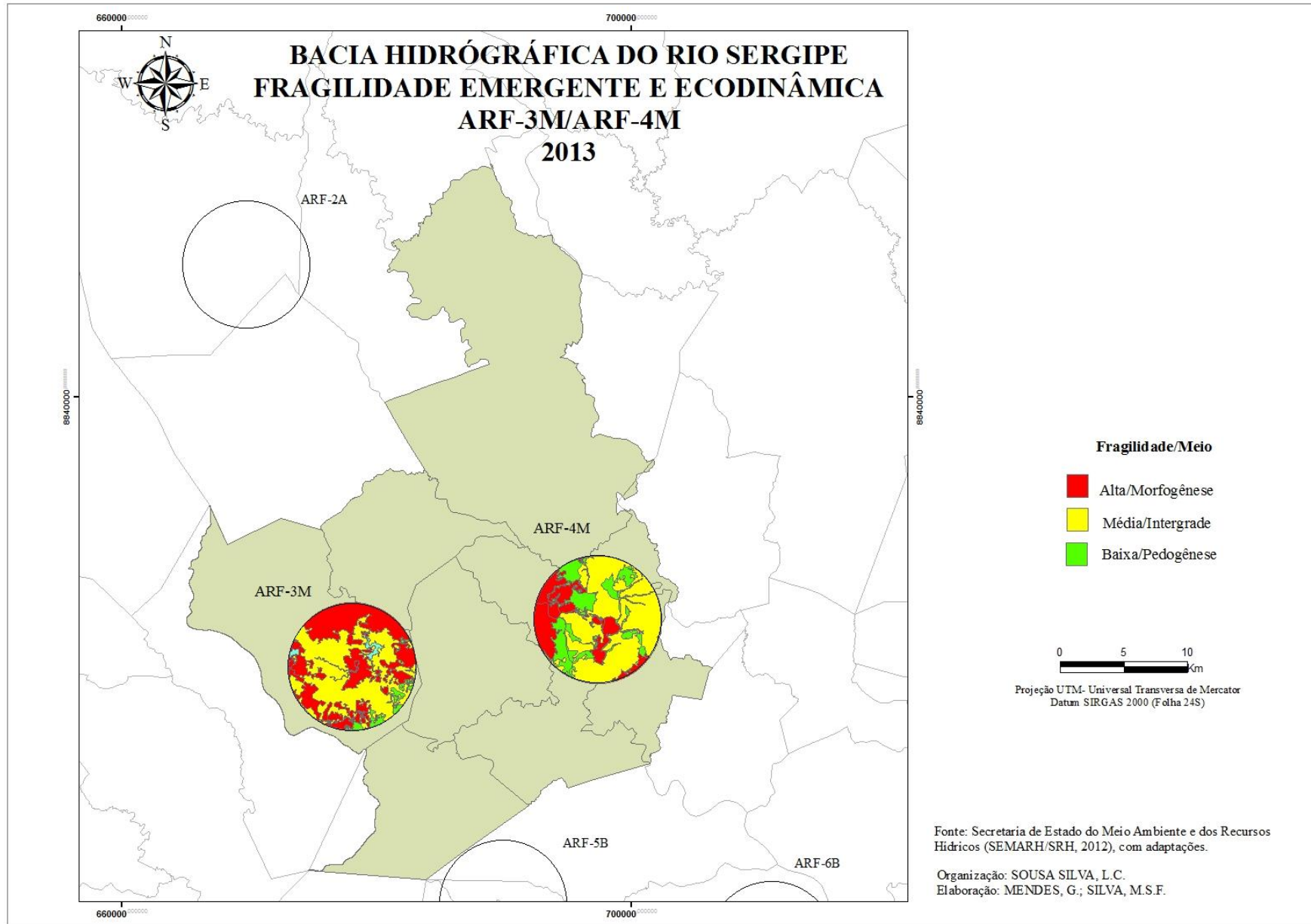


Figura 53: Áreas referenciais de fragilidade emergente e econdinâmica do médio curso da BHS

Tabela 17: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-5B.

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	24,55	31,2
Média	19,20	24,5
Alta	34,75	44,3
Total	78.50	100,0

A classe de fragilidade emergente média, predominando os meios intergrade da ecodinâmica, ocupa uma área de 19,20 km² e está presente em todo Centro-Sul, sendo constituída basicamente por pastagens e áreas embrejadas. Como em todas as outras áreas referenciais, as áreas com pastagens representam médio risco de fragilidade ambiental devido ao pisoteio do gado tornar o solo impermeável e a vegetação rasteira das pastagens, sem a presença de arbustos concentrados, não criar sombreamento na superfície, deixando os espelhos d'água expostos a incidência dos raios solares e, conseqüentemente, aumentando o processo de evapotranspiração dos cursos d'água.

Já a baixa fragilidade emergente é composta por Florestas Estacionais, que se renovam a cada ciclo de estação climática, constituída de vegetação típica do bioma da Mata Atlântica e condicionada pela dupla estacionalidade climática, perdendo parte das folhas nos períodos secos; como também dos resquícios de Matas Ciliares ainda encontrados na área estudada, mostrando assim, a ação da pedogênese na análise da ecodinâmica. Essa classe ocorre em pouco mais de 31,0% da ARF e ocupa uma área de aproximadamente 25,00 km², estando presente em quase toda porção centro-oeste da ARF-5B. (Figura 54)

Essa região é dotada de condições favoráveis ao desenvolvimento e a sustentabilidade dos seus municípios. São várias as possibilidades em que o ambiente se apresenta em condições de oferecer recursos suficientes para a produção e a auto-sustentação da população.

Essa parte da BHS também é provida de ambientes bem conservados e que contribuem para a manutenção do equilíbrio de risco ecodinâmico. A figura 54 retrata essa condição quando nesse momento da Paisagem mostra o rio Poxim-Açú protegido e cercado por Matas Ciliares ao longo de parte do seu trajeto no município de São Cristóvão.



Figura 54: Paisagem com sedimentos aluvionais no rio Poxim-Açú, na ARF-5B da seção do MCBHS. Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

Já no ambiente representado pela ARF-6B, as condições geoambientais são totalmente desfavoráveis ao equilíbrio ecodinâmico da seção. De todas as seis, essa é a área referencial mais antropizada, portanto, a que oferece maior risco de fragilidade emergente dentro dos processos da ecodinâmica. É composta pelos municípios de Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros.

Aproximadamente 59,00 km² de toda ARF-6B é composta pela classe de fragilidade alta. Isso corresponde a 75,5% de toda área pesquisada e ocorre em relevo praticamente plano com declividade menor que 6,0% a 12,0% e solos predominantemente Gleissolos e Neossolos. Ocorre que nessas áreas a inserção da urbanização e seus atributos é fator preponderante e incisivo para tornar o ambiente em domínio dos processos da morfogênese. (Tabela 18)

Já as classes de fragilidade emergente média, que apresenta sinais de equilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese, e a baixa, ainda sustentada pela pedogênese, juntas correspondem a menos de 20,00 km², o que equivale a 24,5% de toda área pesquisada. Uma das poucas áreas com Floresta Estacional ainda preservada e classificada como de baixa fragilidade emergente na ARF-6B é o Parque Estadual Morro do Urubu, localizado na zona Norte da cidade de Aracaju e tombado por Lei Ambiental Estadual.

Tabela 18: Resultado da fragilidade emergente ecodinâmica da ARF-6B

Fragilidade Emergente	Área (Km²)	Abrangência (%)
Baixa	3,38	4,3
Média	15,88	20,2
Alta	59,24	75,5
Total	78.50	100,0

As áreas urbanas, por apresentarem forte pressão sobre os elementos da paisagem natural, ocupando cada vez mais espaços dos mais variados ambientes e ecossistemas, são consideradas áreas de alto risco para o equilíbrio ecodinâmico.

Nessa área de estudo foram encontradas as maiores diversidades de múltiplos usos da água, assim como o uso e cobertura do solo de toda bacia hidrográfica. A presença da Grande Aracaju como maior área urbanizada da BHS, reflete as condições de antropização exercida sobre os meios ambientes e as paisagens. A fragilidade hídrica se concretiza com a presença nessa área dos estuários de vários e importantes rios da BHS como o rio do Sal, o rio Pomonga, o rio Poxim e o próprio rio Sergipe.

A classe de fragilidade emergente alta se expressa quando verificamos que a combinação dos elementos responsáveis pela cobertura vegetal como as Florestas, os Manguezais e as áreas com Pastagens não ultrapassam 15,0% do total da área estudada. Já a ocupação com os objetos urbanos, que dão o tom do crescimento das cidades e ratifica a pressão sobre os ambientes naturais, incluindo aí os corpos d'água, abrange mais de 67,0% de toda ARF-6B.

Analisando a seção do baixo curso da BHS, encontramos as áreas referenciais de fragilidade 5 e 6. Ambas apresentaram resultados na fragilidade emergente com predomínio da morfogênese, onde as classes de fragilidade nessas áreas alcançaram o patamar alto. A área 5 tem a cana-de-açúcar como principal atividade econômica, comprometendo o solo e a qualidade das águas, quando do lançamento do caxixe diretamente na lavoura, infiltrando no solo e lixiviando os resíduos para as calhas fluviais. Outra forma de perturbação do ambiente é a retirada de areia dos leitos fluviais através da presença de várias jazidas e areais, alterando a velocidade das águas e aumentando a sedimentação nos meandros.

A área referencial 6 é a que apresenta o maior nível de antropização dentre todas as outras. A presença de Aracaju inviabiliza qualquer tentativa de torná-la altamente sustentável, pois a pressão sobre o solo, meio ambiente e recursos hídricos reforça essa tese. Mesmo com

o clima ameno do litoral, essa área torna-se frágil em decorrência da necessidade de transposição de água.

Por estarem localizadas numa zona costeira, existem ainda nessa área referencial vários ambientes com áreas degradadas, embrejadas, assoreadas e com viveiros utilizados na piscicultura e carcinicultura. Chama a atenção para a presença de pouco mais de 13,00 km² de cultivos e solos expostos, ocorrendo, notadamente, nos municípios de Santo Amaro das Brotas e Nossa Senhora do Socorro. Nessas áreas são praticadas algumas culturas de subsistência e da cana-de-açúcar como comercial. O fator antrópico mais relevante nessa ARF é a presença da malha urbana comandada pela cidade de Aracaju, a qual exerce forte influência sobre as ações antrópicas na região, bem como sobre os processos ecodinâmicos da morfogênese. (Figura 55)



Figura 55: Vista aérea da área estuarina da cidade de Aracaju na ARF-6B: Região de forte pressão sobre os recursos hídricos e o meio ambiente.

Fonte: SOUSA SILVA, Luiz Carlos. 2013.

A pressão sobre os recursos hídricos e os solos dessa região se configura com a ocupação cada vez mais intensa das planícies aluvionais e fluviais. A concentração urbana vivenciada em Aracaju e nos municípios do seu entorno vem provocando sérios danos aos sistemas de equilíbrio ambiental, juntamente com as formas com que se dão essa ocupação.

A cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, é banhada pela foz do rio Sergipe. Nela está concentrada a maior população absoluta e relativa de todo Estado. Também na seção do baixo curso da BHS está inserido o município de Nossa Senhora do Socorro, que

contempla a segunda maior população estadual (IBGE, 2010). Esse contingente populacional, que hoje se aproxima dos 800.000 habitantes, exerce uma forte pressão sobre os elementos da paisagem natural de toda região como solo, água, ar, vegetação, relevo, dentre outros, em prol da adequação ao modo da forma de vida de cada comunidade.

A figura 56 mostra o mapa dos meios ecodinâmicos de fragilidade emergente do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Nele é possível vislumbrar a predominância dos processos morfogenéticos sobre os diversos ambientes dessa seção.

O resultado dessas investidas é a total transformação dos espaços, através da exploração e apropriação desses recursos que, na maioria das vezes, são feitos sem os devidos estudos e o planejamento necessário que promova essa adequação de forma sustentável. São as ocupações imobiliárias das margens fluviais, principalmente nas sub-bacias hidrográficas dos rios Poxim em Aracaju e São Cristóvão, e do Sal em Aracaju e Nossa Senhora do Socorro; os despejos de efluentes domésticos sem o devido tratamento; o aterro das áreas de mangues e o desmonte de morros e encostas; a impermeabilização dos solos através da ampliação da infraestrutura urbana como pavimentação de ruas e construções de casas, onde as maiores consequências são o aumento da temperatura ambiente e o risco de enchentes e enxurradas; dentre outros.

Já a pressão sobre a água utilizada para os múltiplos usos nessa área de estudo é feita a partir da elevada demanda e da pouca oferta com água da própria BHS. É preciso, segundo a DESO, transpor mais de 6.970 m³/h para suprir as necessidades de toda população, uma vez que os sistemas do Poxim, Cabrita e Ibura, juntos, só produzem pouco mais de 4.600 m³/h. Isso leva a seção do BCBHS a uma situação de extrema dependência da água de outras bacias hidrográficas, tornando essa, numa das mais frágeis de todas as áreas referenciais estudadas. (Figura 57)

Após estes estudos, verificamos que o uso e cobertura do solo são responsáveis pela determinação do grau de fragilidade emergente. Em consequência disso, transpusemos por meio de inferências os resultados a que chegamos para cada uma das áreas referenciais de fragilidade em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, o que nos permitiu construir o Mapa de Fragilidade Emergente da BHS como um todo. (Figura 58)

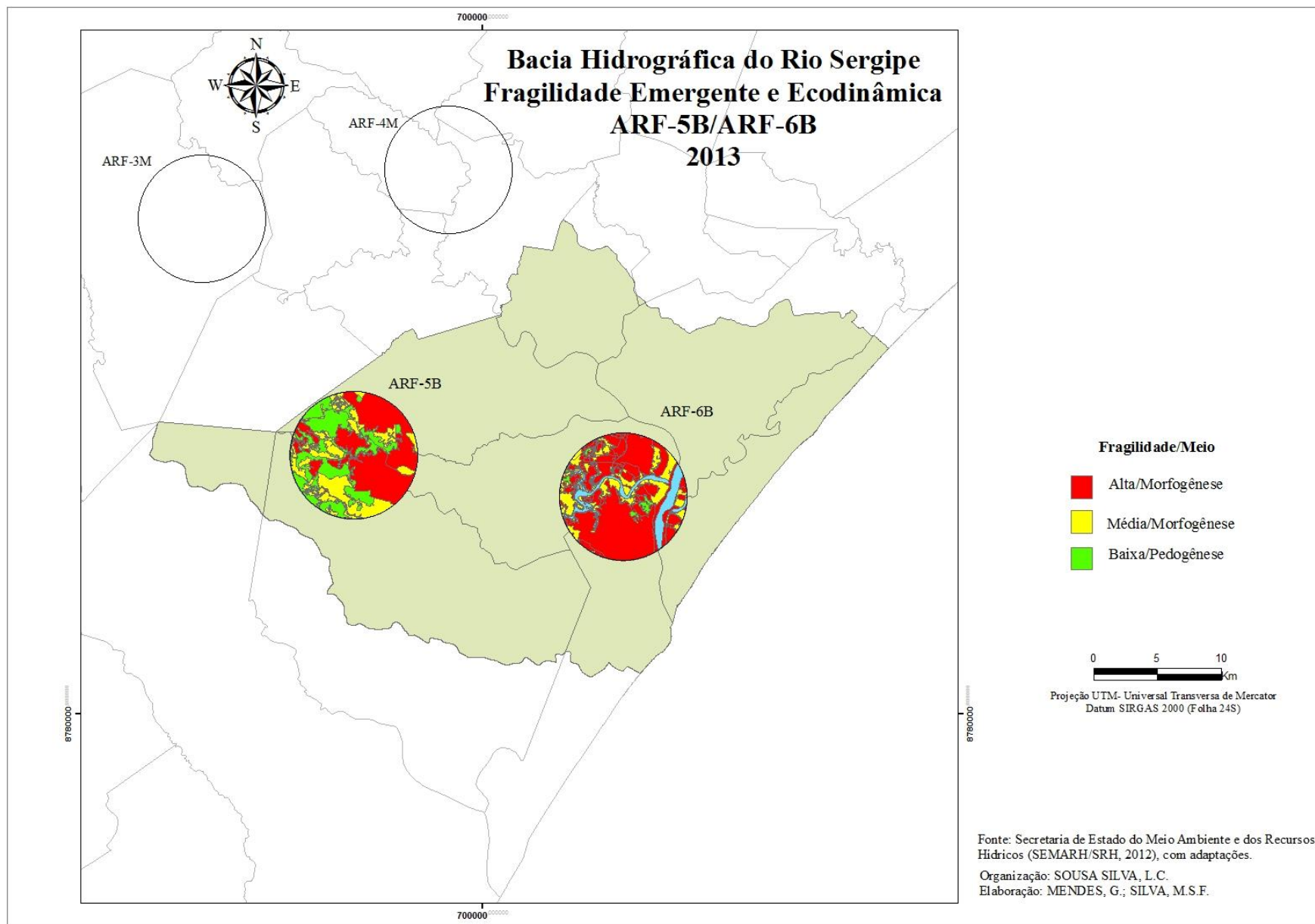


Figura 56: Áreas referenciais de fragilidade emergente e econdinâmica do alto baixo da BHS

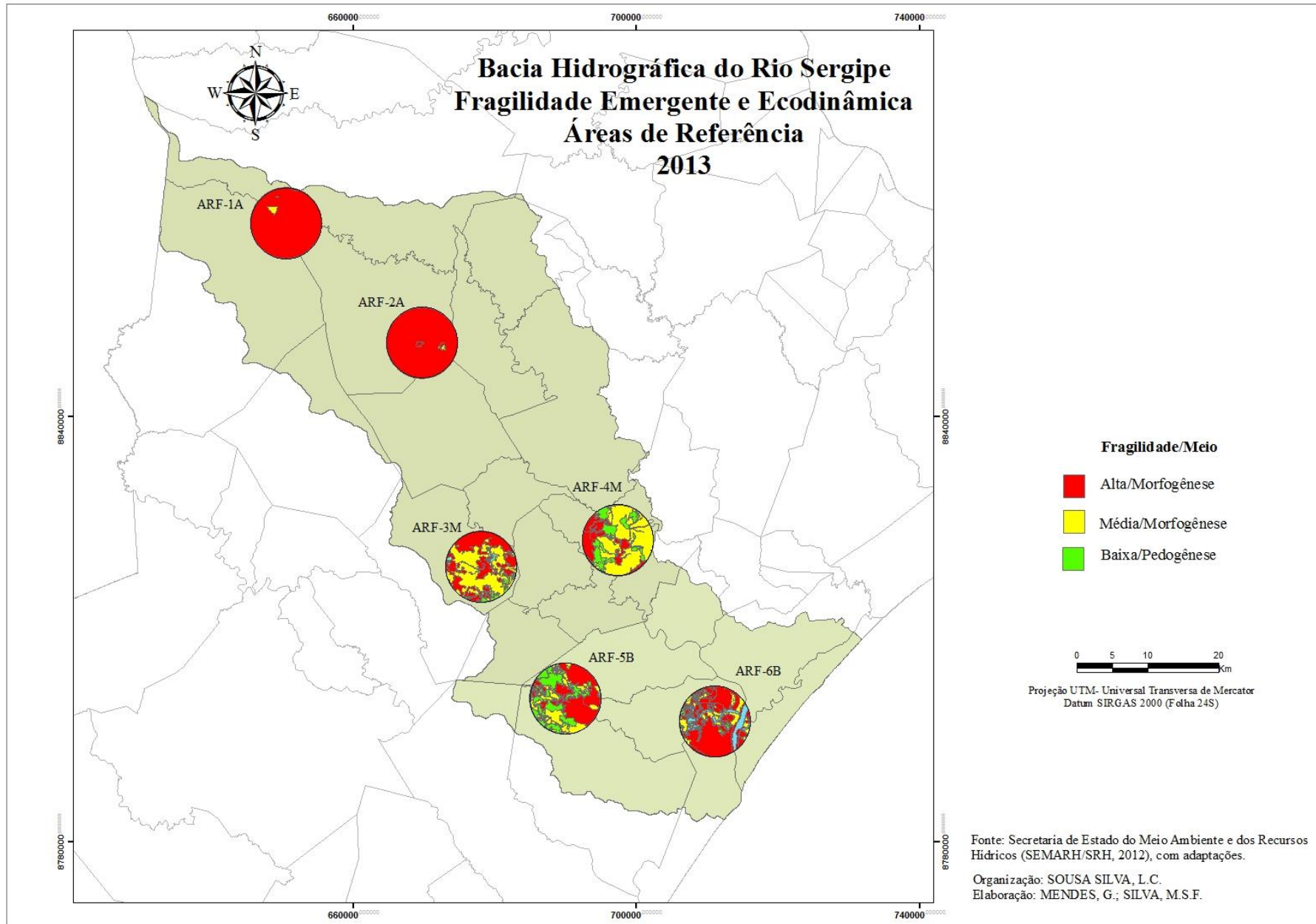


Figura 57: Áreas referenciais de fragilidade emergente e econdinâmica da BHS

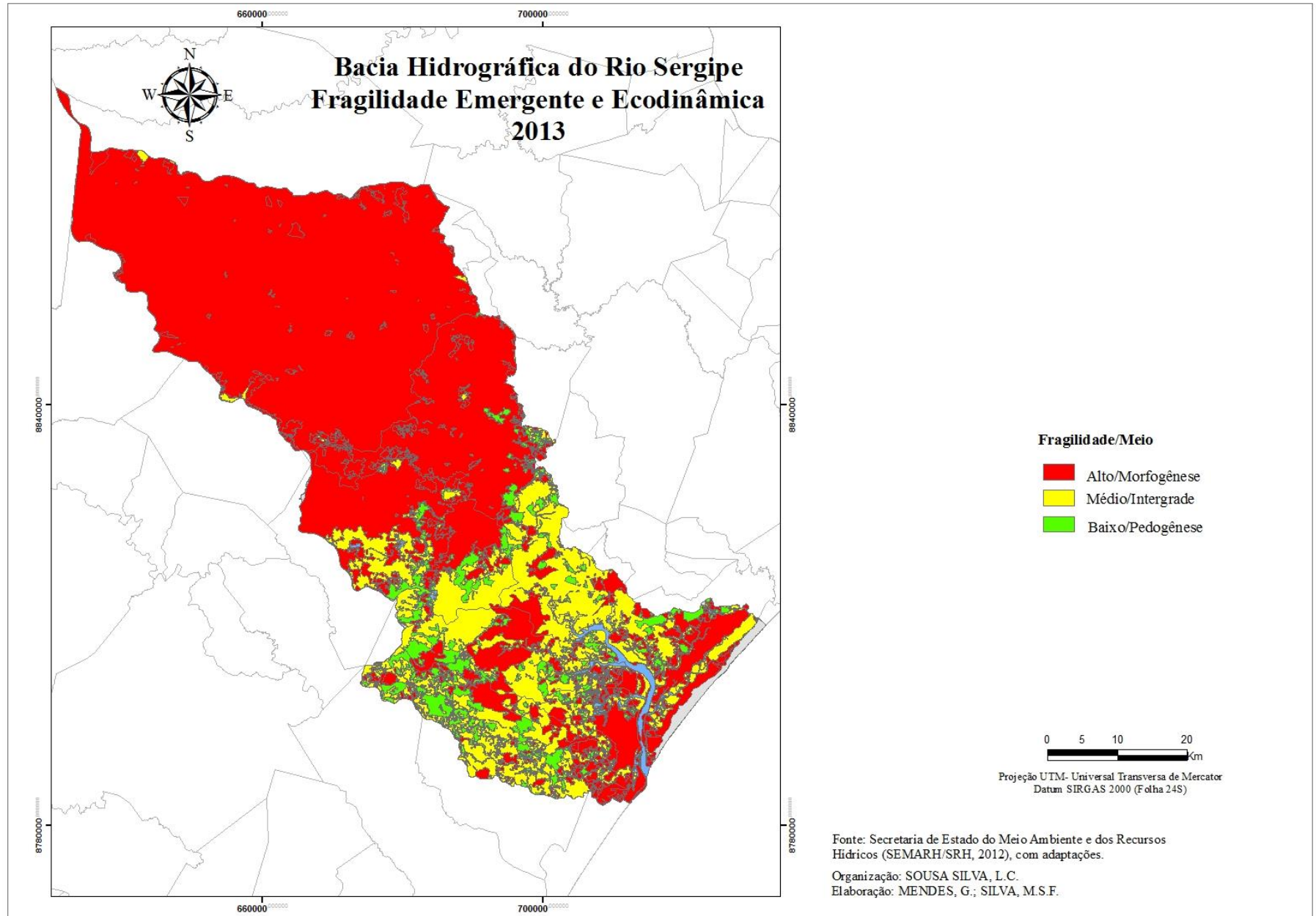


Figura 58: Fragilidade emergente e ecodinâmica da BHS

5.2.3 Fragilidade hídrica e ecodinâmica da bacia hidrográfica do rio Sergipe

Quanto à capacidade de atendimento das demandas por água dos municípios, por mananciais localizados na própria BHS ou fora dela, foi estabelecido o critério decrescente de valorização de acordo com a origem da água. O maior valor de fragilidade foi para categoria que tem a água subterrânea da própria BHS como origem, seguido da água superficial da BHS, da água subterrânea mais água de transposição, da água superficial mais água de transposição, e como menor valor a categoria que define a água somente de transposição, conforme informações constantes nos procedimentos metodológicos.

Esse caminho metodológico tem como objetivo mostrar a importância da água no contexto geral para definição da classe de fragilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

A valorização maior da água subterrânea dá-se pelo fato desses aquíferos estarem numa condição de segurança e proteção maior que as outras formas de depósito. A água de superfície está mais sujeita a riscos de contaminação e poluição pelas ações antrópicas. Já a água de transposição aponta para uma dependência e deficiência do município pertencente à bacia hidrográfica em atender suas demandas com suas próprias águas, sendo essa situação considerada de alto risco. (Figura 59)

A partir da origem da água de cada uma das áreas de referência, buscou-se a classificação da fragilidade hídrica, levando em conta a origem da água e a fragilidade que cada sistema oferece. Considerando a fragilidade destes sistemas, estabelecemos três classes de fragilidade hídrica: baixa, média e alta.

A classe de fragilidade hídrica baixa foi composta pelos sistemas que são abastecidos por água da BHS, sejam elas subterrâneas ou superficiais. A classe de fragilidade hídrica média comporta os sistemas abastecidos com água subterrânea da própria BHS mais água de transposição. Na classe de fragilidade hídrica alta estão os sistemas abastecidos por água superficial da BHS mais água de transposição e aqueles que são abastecidos apenas por água de transposição.

Esta classificação levou em conta a segurança da oferta de água, entendendo que a dependência de água de outras bacias compromete a sustentabilidade das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica. (Figura 60)

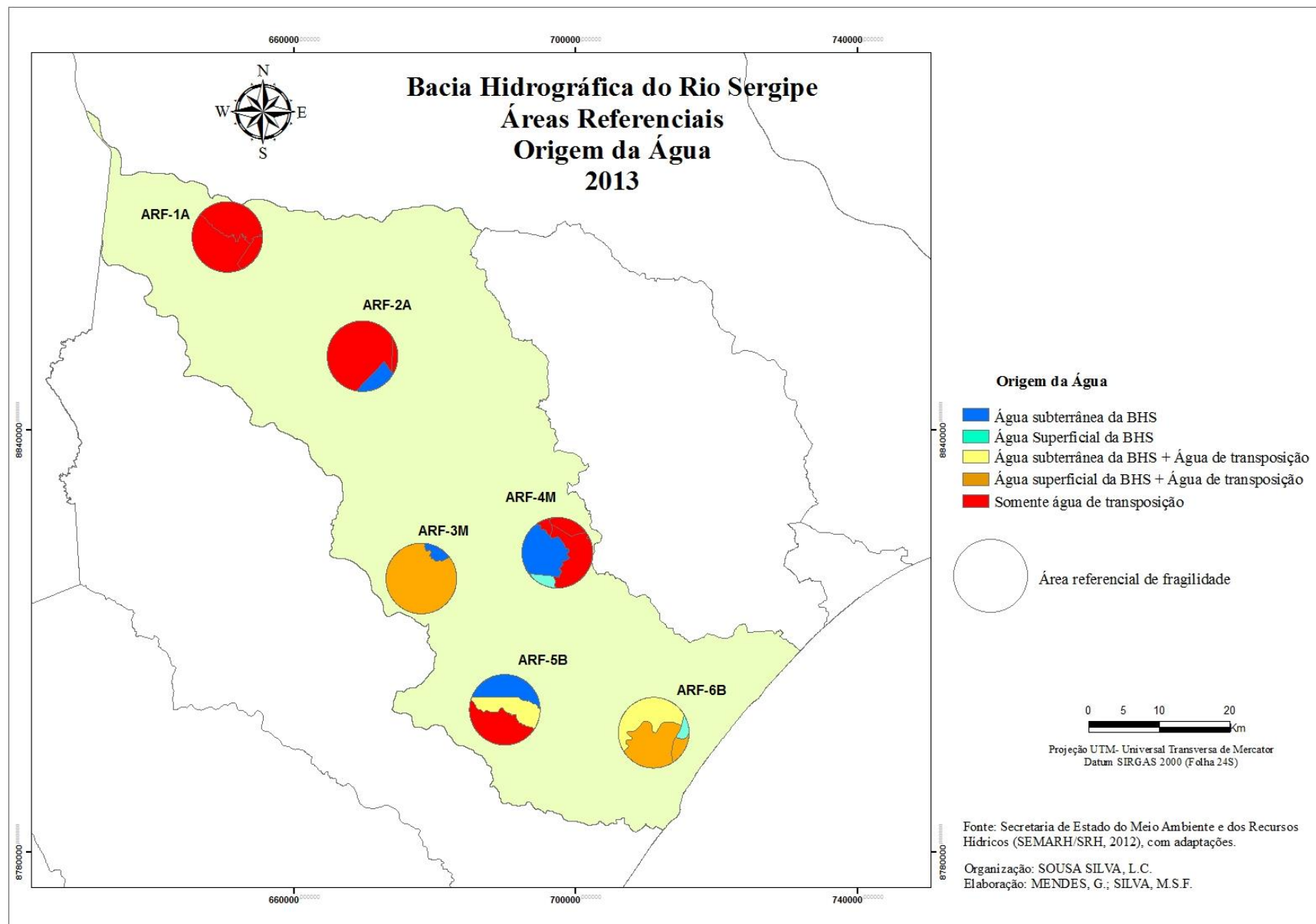


Figura 59: Áreas referenciais e origem da água na BHS

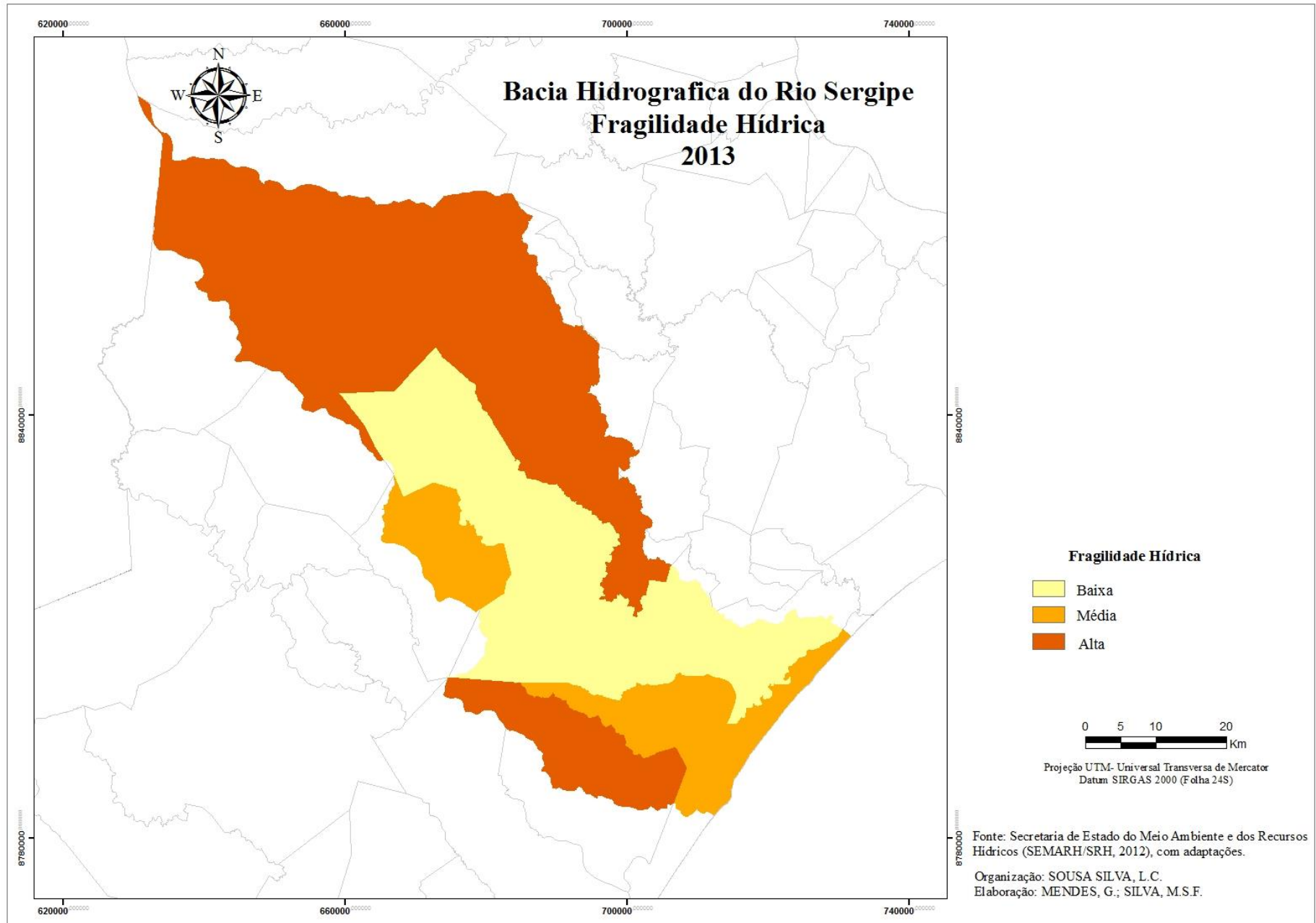


Figura 60: Áreas referenciais de fragilidade hídrica da BHS

A partir deste resultado, partimos para inserção dos dados empíricos e técnicos que dispomos das áreas a fim de configurarmos o mapa de fragilidade hídrica e ecodinâmica. Também foi feita uma avaliação do potencial e das condições ambientais de cada manancial, os quais contribuíram, pela importância que tem no resultado obtido da origem da água, para o abastecimento das cidades. Estas informações alteraram significativamente a configuração do mapa de Fragilidade Hídrica, após o cruzamento das informações referentes à origem da água e ao uso e ocupação do solo, em consequência de especificidades e particularidades apresentadas por alguns municípios que integram a BHS. O mapa de fragilidade, a partir da origem da água, foi cruzado com as informações do uso e cobertura do solo. A partir daí observamos que tais cruzamentos ofereciam características que nos permitiram classificá-las do seguinte modo: Média, Alta e Muito Alta. (Figura 61)

O mapa de fragilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe nos mostra uma realidade preocupante na espacialização da origem da água na BHS, como também no grau de dependência que tem essa bacia hidrográfica das águas de outras unidades de planejamento localizadas no seu entorno. Aponta para uma situação presente em que 17 dos seus 26 municípios estão reféns da água de outras bacias hidrográficas, sendo 10 desses municípios abastecidos com água da bacia hidrográfica do rio São Francisco, uma vez que esses não têm capacidade física nos seus territórios para produzir e fornecer água em quantidade e qualidade suficientes para os múltiplos usos.

A situação é mais grave na seção do alto curso da BHS, quando temos uma condição ambiental e climática desfavorável à produção e reservação de água e onde os municípios de Nossa Senhora da Glória, Carira, Graccho Cardoso, Feira Nova, Nossa Senhora Aparecida, Frei Paulo e São Miguel do Aleixo dependem de uma malha de adutoras que percola toda região, levando água de transposição, a partir do rio São Francisco para o atendimento dos múltiplos usos. Sendo assim, quase toda essa seção é considerada de risco muito alto, ou seja, com forte influência dos processos ecodinâmicos da morfogênese.

A exceção nessa faixa da BHS é o município de Ribeirópolis que tem o seu próprio subsolo como fornecedor de água para o atendimento das suas necessidades, porém, estando suas reservas subterrâneas apontando para redução da potencialidade de produção. Desse modo, foi aceso um sinal de alerta que deu início aos estudos para que sua sede também seja abastecida pelo rio São Francisco em futuro próximo. Portanto, esse município está enquadrado numa condição de fragilidade hídrica de risco alto.

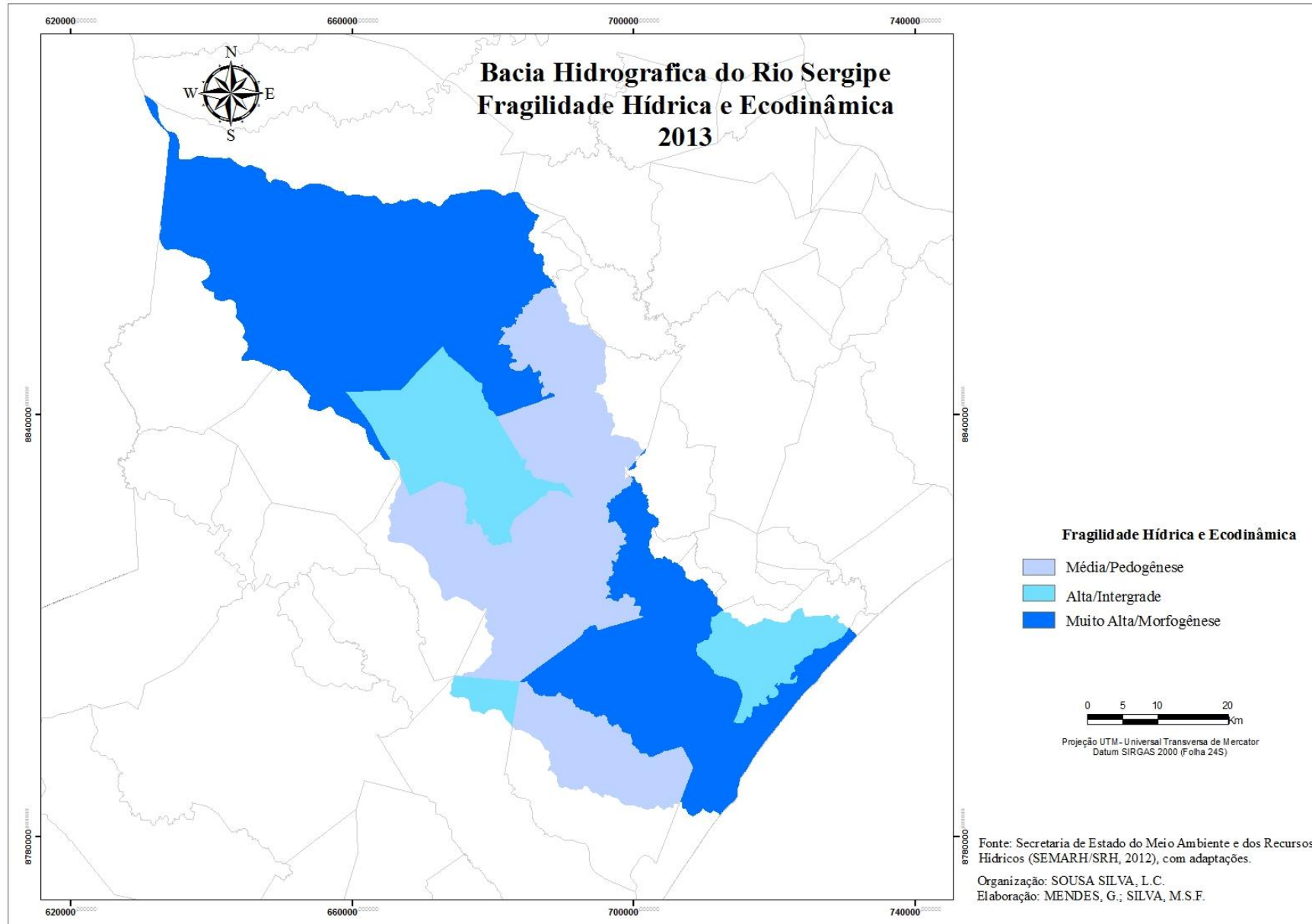


Figura 61: Fragilidade hídrica e ecodinâmica na BHS

Quando fizemos a relação da origem da água com o uso e ocupação do solo de cada município da seção do ACBHS, observamos que os processos morfogênicos também atuam de forma incisiva sobre a superfície de todos os municípios desta seção. As condições edafoclimáticas contribuem substancialmente para tornar essa parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe completamente dependente de sistemas de transposição de água, como também limitando o desenvolvimento agrícola e a expansão de diversas comunidades rurais.

São situações nas quais alguns municípios, com ajuda dos órgãos competentes, buscam alternativas diversas para suprir suas deficiências no fornecimento de água para os múltiplos usos, como a perfuração de poços tubulares, a dessalinização da água subterrânea, o barramento de encostas para o acúmulo de água da chuva, a escavação de tanques e barreiros, como também a implantação de cisternas para a reserva das águas pluviais com apoio do Governo Federal.

Essas ações têm contribuído significativamente para minimização dos impactos negativos causados pelas condições adversas da geoambiental da região. Contudo, há de se ressaltar que, mesmo estando em condições desfavoráveis no quesito água, as populações desses municípios encontram sempre alternativas e justificativas plausíveis para continuarem ocupando e utilizando os solos dessa seção.

Na seção do médio curso da BHS encontramos algumas situações adversas. O município de Itabaiana encontra-se numa situação relativamente confortável, pois é abastecido com água da barragem Jacarecica II e da barragem da Cajaíba, sendo esta de transposição. Porém, os volumes de água registrados nesses mananciais e as extensões das adutoras que conduzem a água até a cidade tornam o custo benefício dessa água baixo, consequentemente Itabaiana se posicionou na escala de fragilidade hídrica média.

Na mesma situação de classe de fragilidade encontram-se os municípios de Areia Branca, Riachuelo, Malhador, Santa Rosa de Lima e Nossa Senhora das Dores. Porém, cada um com suas especificidades e com situações de abastecimento diferenciadas, prevalecendo a influência da ecodinâmica para a pedogênese.

Assim como Itabaiana, o município de Areia Branca também tem como manancial a barragem Jacarecica II, ou seja, água em quantidade suficiente para garantir o abastecimento da cidade, segundo a DESO, para os próximos 25 anos, porém, utiliza apenas essa fonte para o abastecimento da sua sede e não necessitando de água de transposição. Já os municípios de Riachuelo e Malhador têm como mananciais rios da própria BHS com vazões significativas para o atendimento do quantitativo populacional de cada município e que estão localizados a uma distância segura das cidades.

Essas informações foram inseridas após o resultado da fragilidade emergente de cada área referencial para caracterizar e ou ratificar o grau de fragilidade ambiental das seções da BHS. Além dessas informações, foram também acrescentadas as análises empíricas das condições geoambientais de cada manancial utilizado para o abastecimento da cidade, bem como a distância percorrida pela água até o seu local de destino.

O município de Nossa Senhora das Dores, também com classe de fragilidade hídrica média, mesmo sendo abastecido com água superficial de transposição, tem a garantia de possuir um manancial que produz água bruta de boa qualidade, com vazões constantes durante o ano e protegida das pressões urbanas, pois está localizado a 12 km da sede municipal.

O município de Moita Bonita encontra-se numa situação de grau de fragilidade alta, ou seja, ainda em equilíbrio ecodinâmico, porém enveredando pelos caminhos da morfogênese. Seu manancial é a água subterrânea do aquífero Granular, onde foi montada uma bateria com oito poços tubulares no próprio município com a função de atender as demandas por água da sede e de outras localidades. Ocorre que esse mesmo aquífero atende também as demandas para irrigação das diversas propriedades agrícolas que utilizam água para melhorar a produtividade dos seus cultivos, causando disputa principalmente em períodos de estiagens.

Os extremos nessa seção do MCBHS são os municípios de Siriri e Divina Pastora, pois foram enquadrados na escala de fragilidade hídrica muito alta. O município de Siriri faz uso do riacho Canabrava, pertencente à bacia hidrográfica do rio Japarutuba. É considerado um curso d'água bastante antropizado e degradado, tem vazões limitadas em períodos de estiagens e é o único corpo hídrico capaz de absorver os efluentes produzidos na área urbana, além de ter se tornado cada vez mais urbano por estar margeando a sede do município. Devido a esses fatores, Siriri passou a fazer parte do grupo de municípios que apresentam grau de fragilidade hídrica muito alta, ambiente de predomínio dos processos ecodinâmicos da morfogênese.

Já o município de Divina Pastora encontra-se também em condições de fragilidade hídrica muito alta em função do seu manancial, que é o aquífero subterrâneo Granular, pertencente ao Grupo Sergipe, concorrer com as atividades de irrigação da cana-de-açúcar que tem forte presença no município e a PETROBRAS que utiliza águas subterrâneas para o preenchimento dos vazios provocados pela extração de óleo e gás nos domínios do município. Isso leva a um forte conflito pelo uso da água quando são feitas grandes retiradas de água, provocando queda no nível da surgência onde é feita a captação para o abastecimento da cidade.

Em situação um pouco mais confortável estão os municípios da seção do baixo curso da BHS, que foram classificados como de fragilidade hídrica média, alta e muito alta. O município de São Cristóvão é o único da seção classificado como de risco médio, demonstrando uma vez que é abastecido com água superficial do rio Cumprido e permeando pelos arredores da cidade. Por estar tão próximo da sede municipal, esse rio tem sido alvo de inúmeras perturbações geoambientais, em que as condições da quantidade e da qualidade das suas águas têm sido gradativamente reduzidas a cada dia. Porém, o município apresenta uma rica rede de drenagem com vários mananciais capazes de atender em quantidade e qualidade as suas demandas por água e até exportar, assim como faz para Aracaju através do rio Pitanga.

Já a classe de fragilidade hídrica com tendência ao equilíbrio ecodinâmico foi encontrada nos municípios de Santo Amaro das Brotas e Itaporanga D'Ajuda, os quais foram considerados de risco hídrico alto. Santo Amaro das Brotas recebe água de superfície e subterrânea da própria BHS, demonstrando certo equilíbrio entre a demanda e o que a bacia tem para oferecer como opções estratégicas para o abastecimento público.

O município de Itaporanga D'Ajuda também se enquadra nesta classe de fragilidade hídrica, pois seu manancial, o rio Fundo, um dos principais afluentes da bacia hidrográfica do rio Piauí, mesmo estando a mais de 24km da ETA e em outra bacia hidrográfica, oferece água de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender ao município, segundo a DESO, até o ano de 2030.

Os outros municípios dessa parte da BHS têm grau de fragilidade hídrica muito alta, com forte predominância dos processos morfogenéticos da ecodinâmica. Estão nessa condição os municípios de Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e Aracaju que possuem quatro mananciais diferentes para atender a uma alta e crescente demanda por recursos hídricos. Fazem parte do grupo de mananciais para Aracaju e Barra dos Coqueiros os rios São Francisco, Poxim e Pitanga, além da surgência da Ibura localizada no município de Laranjeiras. Para Nossa Senhora do Socorro a DESO utiliza água do rio São Francisco e do sistema Ibura.

A fragilidade muito alta encontrada em Aracaju decorre da dependência que tem esse município de grandes vazões externas para complementar o volume necessário para o atendimento das necessidades da sua população. Além disso, Aracaju concentra uma forte pressão no consumo de água, principalmente decorrente da acelerada expansão urbana e populacional vivida nos momentos atuais.

Essa situação poderá sofrer alterações para melhor quando da entrada em operação do novo sistema de captação e adução de água a partir da nova barragem de regularização de

vazão do rio Poxim-Açú, prevista para entrar em funcionamento a partir do ano de 2015, com a implantação de uma nova adutora de água bruta, trazendo um recurso de melhor qualidade para uma nova ETA, que deverá ser construída ao lado da atual do sistema Poxim.

Os municípios de Laranjeiras e Maruim estão na situação de competição da água subterrânea que abastece suas sedes com as atividades de produção mineral, como a extração de calcário para produção de cimento, como também para irrigação da cana-de-açúcar. Ocorre que esse conflito é danoso para os interesses de utilização da água para o abastecimento público, em virtude dos danos que as constantes explosões no subsolo desses sítios podem provocar no aquífero, promovendo fuga de água como também contaminação por infiltração.

O mapa de fragilidade hídrica e ecodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe aponta para uma situação de fragilidade muito alta tanto no seu alto curso como na maioria dos municípios formadores do seu baixo curso. Porém, como a estrutura hidrogeológica do médio curso, atrelada à grande quantidade de nascentes e rios mais volumosos, na seção do médio curso predominaram as classes de fragilidade média e alta, apontando para uma tendência entre a pedogênese e o intergrade. Há também um diferencial e uma necessidade de melhor gerir os recursos hídricos locais para que essa região não se torne dependente de água externas.

Dessa forma, é possível vislumbrar um cenário de alto risco aos elementos naturais da BHS, que servem para dar sustentabilidade às populações e que são desprezados pelos responsáveis que deveriam garantir essa condição, ou seja, os poderes constituídos e a sociedade.

Os riscos de colapso nos sistemas naturais que conduzem a vida e as sociedades são iminentes, uma vez que o modelo atual de exploração dos recursos naturais e as formas utilizadas pelo homem para usar e ocupar os espaços geográficos em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe não condizem com a necessidade de manter preservados os meios ambientes para o proveito de todos.

A partir dos resultados obtidos das análises que definiram os graus de fragilidade potencial e emergente de cada Área Referencial de Fragilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e com base nos mapas construídos para dar suporte a essa conclusão, foi possível definir a situação de risco a qual se encontra essa unidade de planejamento.

Portanto, apesar das condições diferenciadas de abastecimento de água para população de alguns municípios da BHS, nota-se com o resultado desse estudo uma grande preocupação com o futuro da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Não foi possível detectar situação de

fragilidade baixa em nenhum dos seus 26 municípios. Esse cenário aponta para num futuro próximo, um enunciado colapso nos diversos sistemas de abastecimento de água da BHS.

As condições atuais em que se encontra a espacialização da distribuição de água, a partir do manancial qualiquantitativamente ideal para suprir as necessidades de múltiplos usos dos municípios da BHS, são mostradas no mapa de fragilidade hídrica dessa bacia hidrográfica como preocupante. São situações adversas e conflitantes em que os riscos de colapso no abastecimento de água para alguns municípios são reais. Situações em que a dependência por água de outras bacias hidrográficas deixa esses municípios com limitações ao desenvolvimento.

Como visto, a realidade das condições geoambientais, notadamente dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, carece de várias decisões e ações que permitam transformá-la em um cenário de prosperidade com equidade e sustentabilidade.

O mapa de fragilidade hídrica e ecodinâmica demonstra a realidade espacial e quantitativa dos objetos e ações que permeiam pela BHS. As condições de atendimento as demandas atuais e futuras dependem do nível de consciência de todos os atores que fazem a bacia hidrográfica, como também aos métodos utilizados para o enfrentamento desse problema.

Assim, todas as áreas referenciais de fragilidade foram mapeadas e classificadas de acordo com suas características físicas e especificidades locais.

Contudo, esta fragilidade hídrica e ambiental, apresentada neste estudo científico, serve como alerta para sociedade sobre as reais condições físicas e sociais a qual se encontra a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Retrata também uma realidade ambiental que, para ser melhorada e equilibrada, é necessário que se faça valer o direito que as pessoas têm a vida, com qualidade e dignidade.

Portanto, foi identificado neste estudo que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe encontra-se em elevado risco hídrico e ambiental, onde os resultados apontaram para uma predominância do grau de fragilidade emergente alto. Isso significa que as formas e os métodos adotados pela sociedade atual na ocupação e uso do solo em um ambiente potencialmente limitado como o da BHS, não condizem com a necessidade que tem esse espaço em oferecer as condições naturais e ideais para promoção da melhoria da qualidade de vida de toda sociedade.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A bacia hidrográfica como unidade de estudo geoambiental é um importante cenário para o conhecimento do funcionamento dos diversos sistemas que congregam os recursos naturais e consequente planejamento eficaz e equilibrado de sua utilização, de modo a adequar-se às potencialidades e características peculiares de cada ambiente.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é considerada como uma das mais dinâmicas e influentes áreas de planejamento para a política de gestão estadual dos recursos hídricos. Nela encontramos uma diversidade de paisagens, culturas, costumes, objetos, ações e pessoas. É tida como a que contribui com o maior volume de água para o abastecimento humano no Estado, após a bacia hidrográfica do rio São Francisco. No entanto, sofre com ações humanas que, diariamente, descaracterizam suas paisagens e contribuem para alterações, muitas vezes permanentes, dos elementos geoambientais formadores da sua dinâmica. A BHS tem importante papel no cenário e na vida de quase metade da população sergipana, quando passa a ser a fornecedora e mantenedora de diversos sistemas de abastecimento de água a partir dos rios e riachos que banham essa unidade de planejamento.

A sociedade atual e moderna começa a conviver com situações comportamentais extremas, nas quais, de um lado, está a impregnação da cultura, em uma sociedade consumista, de que a água existe em abundância e nunca irá acabar, do outro, aqueles abnegados ambientalistas, pesquisadores e educadores que tem na ciência a certeza de que a água é um bem finito e prestes a sucumbir pela ganância e mau uso feito por essa mesma sociedade.

Esse estudo trouxe à tona a realidade atual vivenciada pela Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, juntamente com seus atores, no tocante às suas condições de fragilidade geoambiental e hídrica. O resultado aponta para uma situação em que a iminência de um colapso hídrico, num futuro próximo, seja relevante e considerada uma realidade local.

As práticas de utilização dos recursos hídricos, feitas de forma incoerente com a atual realidade de escassez hídrica vivenciada pela sociedade moderna, mostram-se incompatíveis com o desejo de tornar sustentável o ambiente em que vivemos.

A fragilidade hídrica da água de mananciais de superfície se desponta quando é comparada com a maior segurança da água subterrânea. Nas seções do MCBHS e do BCBHS o uso da água superficial é mais comum, seja para o abastecimento humano ou para atividades agrícolas. Nestas seções os rios e riachos possuem maiores volumes de água e, conseqüentemente, maiores possibilidades e diversidades de uso. Na seção do ACBHS não há

cursos d'água perenes com possibilidades de usos nem com qualidade suficiente para irrigação, sendo necessário transpor água do rio São Francisco para o atendimento das demandas por água.

A transposição de águas entre bacias hidrográficas, como ocorre na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, além de estabelecer uma relação de dependência hídrica, pode também fragilizar a bacia hidrográfica que fornece a água. Quando é feita a retirada de água, em um corpo hídrico, com vazões necessárias para atender as prerrogativas estabelecidas em projetos, significa que o volume de água destinada para outra bacia hidrográfica pode ser o limitador de desenvolvimento e expansão de localidades a jusante.

O rio que fornece água reduz a sua vazão ecológica, pondo em risco o funcionamento de diversos ecossistemas aquáticos. Com a redução da sua vazão, torna-se limitada a absorção e depuração dos resíduos e efluentes que são lançados no seu leito, contribuindo para a piora da qualidade das águas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe recebe águas de transposição de quatro das oito bacias hidrográficas do Estado de Sergipe, a dos rios Japarutuba, Vaza Barris, Piauí e São Francisco, sendo essa última a que contribui com o maior volume de água transposta e a que atende o maior número de municípios da BHS. A que menos contribui com suas águas é a bacia hidrográfica do rio Piauí, a qual fornece água do rio Fundo para o abastecimento público da cidade de Itaporanga D'Ajuda.

Alguns rios de outras bacias hidrográficas como o São Francisco, Traíras e Fundo, além de contribuírem para redução do déficit hídrico da BHS também fornecem água para outras localidades de outras bacias hidrográficas, assim como para projetos industriais e de irrigação.

O rio São Francisco, comprovadamente, é o que apresenta a maior vazão e o maior volume de água, é também o manancial mais utilizado pela DESO nos projetos de abastecimento público de água para toda região do semiárido sergipano, inclusive para os municípios da BHS inseridos nessa região, como também pra aumentar o suprimento de água da região da Grande Aracaju, através da adutora do rio São Francisco. Esse rio também é utilizado como fonte de captação de água para vários projetos de irrigação e piscicultura ao longo de sua trajetória por terras sergipanas.

Essa situação de dependência das águas do rio São Francisco torna os municípios da BHS reféns de projetos que possam atenuar o desenvolvimento local. Além dessa desconfortável situação, as populações desses municípios passam a conviver com situações conflitantes em diversos níveis, desde a necessidade de aumento na oferta de água para suprir

suas necessidades maiores, até com as ocorrências ambientais prejudiciais que acontecem à montante.

Os maiores riscos de colapso nos sistemas que o rio São Francisco alimenta estão por conta do projeto de transposição das suas águas para o interior do Nordeste semiárido, o chamado projeto de transposição do rio São Francisco, uma vez que as vazões utilizadas pelos sistemas locais são bem inferiores às vazões que serão utilizadas nesse mega projeto.

Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem direta ou indiretamente nos rios. A cultura do mau uso, do desperdício, do não se importar, da agressão aos mananciais através das diversas formas poluidoras e da pouca ou falta de consciência ambiental da sociedade, vão de encontro ao que chamamos de natureza ambiental, pois, permeia sobre a maior parcela da população inserida na bacia e que necessita e faz uso desses recursos hídricos, tornando-os mais frágeis num ambiente de total vulnerabilidade.

A legislação estadual sobre os recursos hídricos é tida como uma das mais importantes e avançadas conquistas em defesa da vida e do meio ambiente dos últimos anos em Sergipe, uma vez que ela define a água como um bem de domínio público e que sua gestão deve ser integrada, democrática e descentralizada.

A Lei 3.870/97, que instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem seus pressupostos baseados na Lei Federal 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No capítulo I, artigo primeiro, que aborda sobre os fundamentos da Lei, no seu parágrafo terceiro, há uma importante determinação de priorização que pouco é respeitada e seguida. “Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação animal”. Contudo, existe uma forte resistência por parte dos órgãos gestores e fiscalizadores dos recursos hídricos em Sergipe de colocar em prática o enunciado na Lei.

São inúmeras situações no dia a dia em que os proprietários de terras por onde percolam as águas dos rios sentem-se no direito de barrar, explorar, poluir, mudar o curso, remover a mata ciliar, assorear, despejar resíduos e, principalmente, retirar altas vazões sem outorga, comprometendo substancialmente a vazão ecológica do rio e a região da sua jusante.

Essas situações, comuns aos olhos dos poderes fiscalizadores, refletem na possibilidade de redução da quantidade de água destinada ao abastecimento público, indo de encontro ao que estabelece a legislação.

Para tanto, é necessário que haja dentro do sistema estadual de gerenciamento dos recursos hídricos, mecanismos que possam coibir essas práticas perniciosas aos nossos parques e que tanto prejudicam a coletividade, beneficiando apenas a individualidade.

Por ser responsável pela política de abastecimento coletivo de água tratada, e que beneficia comunidades inteiras, a legislação estadual de recursos hídricos deveria conter dispositivo regulamentar que dotasse a Companhia de Saneamento de Sergipe e as Autarquias Municipais de Serviço Autônomo de Água e Esgotos, de poderes fiscalizadores e autuadores do meio ambiente e dos recursos hídricos a níveis Municipal e Estadual.

Essa prerrogativa visaria à garantia de que os cursos d'água utilizados para o abastecimento público estariam permanentemente em condições de oferecer qualiquantitativamente água para o suprimento das necessidades da população de cada localidade, principalmente em regiões onde há conflitos pelo uso da água.

Sergipe territorialmente é o menor Estado da Federação brasileira. Apesar de possuir apenas 22.050,40 km² de área (IBGE, 2010), o Estado convive com um regime de escassez hídrica permanente, o qual compromete o crescimento mais acelerado de algumas regiões, devido ser a água o balizador desse desenvolvimento.

São poucos e limitados os cursos d'água no Estado de Sergipe em condições de oferecer qualidade de água e vazões suficientes para que possam receber investimentos em sistemas de adução, tratamento, reservação e distribuição de água, devido ao custo de implantação desses equipamentos ser muito alto.

Apesar dessa situação ser tão incisiva para o planejamento e as ações que envolvem os recursos hídricos estaduais, é notório que são necessárias mudanças em pontos estratégicos do modelo de gestão atual, para que possamos atingir as condições ideais de desenvolvimento e sustentabilidade dos limitados sistemas biofísicos do Estado de Sergipe.

Apesar de ter sido fundamentada para legislar sobre todo Estado de Sergipe, a Lei 3.870/97 não contempla as especificidades de cada bacia hidrográfica estadual, deixando de abranger em áreas remotas e cruciais para milhares de pessoas como a região do semiárido sergipano. O âmago da Lei 3.870 foi escrito sem a devida preocupação de adequação às condições edafoclimáticas existentes em cada bacia hidrográfica do Estado de Sergipe, o que acarreta dificuldade na condução da sua política de gestão.

Dessa forma, com os resultados apresentados nesse estudo, verificamos que parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe não é contemplada nem beneficiada com esse modelo de gestão instituído pela Lei estadual de recursos hídricos, sendo necessário promover mudanças

que possam envolver, de forma mais incisiva, regiões onde um considerável contingente populacional vive à mercê das águas das chuvas e das águas de transposição.

Com isso, pudemos dizer que as atuais formas de gestão das águas na BHS, pautadas nas prerrogativas estabelecidas na Lei 3.870/97, não atendem as especificidades de cada região hidrográfica da bacia, sendo necessário efetuar mudanças no conteúdo da Lei, nos costumes socioculturais dos atores envolvidos e nas práticas de múltiplos usos das águas. Somente assim, será possível contemplar todas essas diferentes regiões fisiográficas com um modelo sustentável de gestão.

Portanto, para que possamos ter uma legislação que preconize as diversidades das diferentes regiões hidrográficas do Estado de Sergipe, que possa promover a garantia da água com qualidade e em quantidade para todas as pessoas, independentemente da sua condição, seja social, política ou religiosa, que possa punir aqueles que vão de encontro com a soberania da coletividade, e que dê condições de implementação das políticas de gestão das águas, se faz necessária a participação de toda sociedade em prol da garantia da sustentabilidade.

Existe um hiato entre os discursos presentes nos documentos técnicos, nos discursos políticos ou mesmo entre o cotidiano das pessoas e as ações concretas que visam à solução de problemas. Em meio a estas discussões atuais, mas muito mais envolvidos pelo desejo de contribuir com a discussão acerca da melhor utilização dos recursos naturais, particularmente os recursos hídricos, é que estamos propondo algumas mudanças no modelo atual que geri os recursos hídricos no âmbito do Estado de Sergipe, a saber:

- Que sejam criados, dentro da Lei 3.870/97, dispositivos e mecanismos legais para que os municípios sergipanos possam legislar sobre os recursos hídricos locais, em consonância com as Leis ambientais estaduais e no limite do que rege a Constituição Federal, uma vez que os municípios já legislam sobre uso e ocupação dos seus solos.

- Incentivar a criação de Conselhos Municipais de Recursos Hídricos, dentro dos moldes existentes dos atuais Conselhos Municipais de Meio Ambiente, os quais agregariam toda sociedade municipal, através de seus representantes que teriam a função de fiscalizar, mitigar e proteger as águas existentes no município.

- No âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe deverão ser criados consórcios municipais que levem em conta a fragilidade hídrica e ecodinâmica, nas quais estão presentes características similares e problemas comuns a serem resolvidos. Esses consórcios terão a função de auxiliar na gestão municipal dos recursos hídricos e dar suporte aos conselhos municipais de recursos hídricos, uma vez que em cada classe de fragilidade hídrica e

ecodinâmica existem elementos da pedogênese e da morfogênese que devem ser considerados em conjunto no interior da BHS.

- Criar uma política de armazenamento da água de rios perenes em todo Estado de Sergipe, com a construção de barragens e açudes, para que possam contribuir com o abastecimento público e garantir a segurança hídrica local.

- Adotar em Sergipe modelos de práticas conservacionistas, já experimentados e aprovados em outras regiões do país e do mundo, afim de que tenhamos a adequação das condições edafoclimáticas de cada bacia hidrográfica estadual com as reais necessidades da população que depende desse espaço.

- Dotar as escolas de ensino fundamental e médio de todo Estado de Sergipe de propostas educacionais que incentivem e valorizem as práticas ambientais, principalmente, através de órgãos ligados a gestão dos recursos hídricos, e que promovam a cultura do uso racional da água e dos recursos naturais.

Ressaltamos que essas recomendações não deverão eliminar nem tampouco reduzir as atribuições previstas em Lei, demandadas aos comitês de bacias hidrográficas, tendo esses a prerrogativa de atuarem no âmbito de toda bacia hidrográfica, inclusive com a participação do poder público municipal, porém, nem todos os municípios da bacia hidrográfica são representados no comitê.

Encontrar alternativas para dirimir os inúmeros conflitos pelo uso dos recursos naturais, principalmente pelo uso da água é, sem sombra de dúvidas, a maior missão que a sociedade atual e moderna herdou. Apesar das diversas formas empregadas, nas mais diferentes sociedades, e que, em muitos lugares do mundo, já provaram o fracasso, permitindo o crescimento no número de pessoas sem acesso a água, é chegada a hora de empreender políticas sociais que possam realmente afrontar esse risco vital.

A gestão participativa, integrada e descentralizada, empreendida no Brasil e em Sergipe pelas suas legislações de recursos hídricos, tem demonstrado ser ainda uma ferramenta incapaz de fazer frente a um possível desabastecimento hídrico em algumas regiões do Brasil e de Sergipe, principalmente pela não implementação dos seus instrumentos de gestão, que deveriam auxiliar nos processos de condução das políticas de recursos hídricos. Para tanto, é preciso que essa sociedade esteja envolvida com os riscos de um futuro colapso hídrico e que possam ser criados mecanismos e canais de fiscalização e cobrança à esfera associada, principalmente, ao meio econômico e político.

O ambiente hídrico da BHS tem se mostrado cada vez mais frágil. Essa fragilidade é regida pelo modelo de uso e ocupação do solo nos vinte e seis municípios da BHS. Esta

constatação reforça a tese de que, pelas características peculiares e particulares de cada ambiente fisiográfico presente na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, associadas às particularidades referentes à ocupação humana, à fragilidade hídrica e à fragilidade hídrica e ecodinâmica, o modelo de gestão precisa ser revisto, aprimorado, atualizado e posto em prática, no sentido de fortalecer a gestão dos recursos hídricos e garantir água qualitativamente em toda Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe para os múltiplos usos da atual e das futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2012, Brasília/DF, 2012.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Informativo**. 2012, Brasília/DF, 2013.
- ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C (EDS.) “**Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**”. Curitiba: SANEPAR, FINEP, 2005.
- ATLAS DE SERGIPE. UFS/SEPLAN. Aracaju. 1979.
- ATLAS SÓCIO-ECONÔMICO DE SERGIPE. Aracaju, UFS/NPGEO/DCE, 1996.
- BELTRAME, Ângela V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelos e aplicação**. Editora da UFSC, Florianópolis, 1994.
- BERTALANFFY, Ludwing Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis/RJ. Ed. Vozes. 1973. Original em Inglês de 1968.
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, SP. Ed. Ícone. 1990.
- BERTRAND, G; BERTRAND, C. **Uma Geografia Transversal e de travessias. (O meio ambiente através dos territórios e das territorialidades)**. (Organizador): PASSOS, M. M. Maringá. Ed. Massoni, 2007. 332 p.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Cadernos de Ciências da Terra. Nº 13, Instituto de Geografia da USP, 1971, 27 p. (Tradução. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique, 1968).
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global – Esboço metodológico**. Trad. O. Cruz. São Paulo: IG/USP, v.13, p.27, 1972. (Série Caderno de Ciências da Terra).
- BERTRAND, G. La “**science du paysage**”, une “**science diagonale**” In: Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest, p. 127-133, Toulouse, 1972.

- BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. n. 6. São Paulo, p. 45 – 61. 1992.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Ed. Bertrand Brasil. 1999.
- BOUGUERRA, Mohamed Larbi. **As batalhas da água: Por um bem comum da humanidade**. Petrópolis/RJ. Ed. Vozes. 2004.
- BRAGA, Rhalf Magalhães. **O espaço geográfico: um esforço de definição** in: GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 22, pp. 65 - 72, 2007.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Clarendon, 1986.
- CAMDESSUS, Michel et al. **Água: oito milhões de mortos por ano: um escândalo mundial**. Ed. Bertrand. Rio de Janeiro, 2005.
- CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução de Newton Roberval Echemberg. São Paulo: Cultrix, 2004
- CARRERA-FERNANDEZ, José. GARRIDO, Raymundo-José. **Economia dos Recursos Hídricos**. Edufba. Salvador/BA. 2002.
- CARVALHO, Márcia Eliane Silva. **A questão Hídrica na Bacia Sergipana do rio Vaza Barris**. Tese de Doutorado, NPDEO/UFS, 2010.
- CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.I.]. Disponível em <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em 03/05/2013.
- CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Sérgio da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (organizadores). **Geografia: Conceitos e Temas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CASTRO, Iná Elias; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (organizadores). **Questões atuais da reorganização do território**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2010.
- CHORLEY, R. J.; KENEDY, B.A. **Physical geography: a systems approach**. London: Prentice Hall int. Inc., 1971.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo. HUCITEC: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo. Ed. Edgard Blücher. 2ª edição. 1980.
- CORRÊA, Roberto Lobato. **Trajetórias geográficas**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

- DAVID da SILVA, Demétrius; PRUSKI, Fernando Falco, editores. **Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos legais, econômicos e sociais**. Universidade Federal de Viçosa/MG. ABRH, Porto Alegre, 2005.
- DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana. **Pescadores, Camponeses e Trabalhadores do Mar**. Ática. São Paulo, 1983.
- DINIZ, José A. F.; FRANÇA, Vera Lúcia Alves. **Notas sobre a posição econômica de Sergipe nos contextos regional e nacional**. Cadernos de Geografia. Aracaju. Nº 16, 1991.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro/RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos, Rio de Janeiro. EMBRAPA – SPI, 2009. 412 p.
- FONSECA, Vânia e BASTOS, Eduardo Alves (organizadores). **Sertão do Baixo São Francisco Sergipano, bacia hidrográfica como unidade de estudo**. Aracaju. CODEVASF, UFS, CNPq, 1997.
- FONTES, J. A. C., **Caracterização Geoambiental da Sub-Bacia do Rio Fundo**. (Dissertação de Mestrado). NPGeo/UFS. São Cristóvão – SE. 2010.
- FONTES. Aracy Losano. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japarutuba/Se**. Rio Claro/SP, 1997. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP.
- GALLAIS, Jean. **Alguns aspectos do espaço vivido nas civilizações do mundo tropical**. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, 1977.
- GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Monica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2006.
- HARVEY, David. **Justiça Social e a Cidade**. Baltimore:. A Johns Hopkins University Press, 1973. 336 pp. Avaliado por Brian Berryjl, University of Chicago. www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10,1111/j.1467-8330.1974.tb00606.x
- HARVEY, David. **Condição pós-moderna. “uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural”**. São Paulo/SP. Editora Loyola, 1989. (Traduzido para o Português em 1992)
- IBGE, **Contagem da População**. 2010.
- JACOBI, Pedro Roberto. Comitês de Bacias Hidrográficas: O que está em jogo na Gestão Compartilhada e Participativa. In Dowbor, Ladislau e Tagnim, Renato Arnaldo (Organizadores). **Administrando a água como se fosse importante: Gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo. Ed. Senac São Paulo, 2005.
- LANNA, A. Eduardo. **Gestão das Águas**. UFRGS, Porto Alegre, 1999.
- LEFÉBVRE, H. **La Production de L'Espace**. Paris. Anthrops. 1974.
- LEFÉBVRE, H. **Espacio y Política**. Barcelona. Ediciones Peninsula. 1976.

- MACEDO, Ricardo Kohen de. A importância da Avaliação Ambiental. In: TAUKTORNISIELO, Sâmia Maria; GOBBI, Nivar; FOWLER, Harold Gordon. **Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar**, São Paulo/SP. Editora da UNESP, 1995.
- MAIA, M. R. **Zoneamento Geoambiental do Município de Vitória da Conquista/BA: Um subsídio ao planejamento**. Dissertação de Mestrado, UFBA. Salvador/BA. 2005.
- MASSA, Eric Macedo; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP**. Revista do Departamento de Geografia. USP. São Paulo/SP. Volume 24, 2012.
- MELO e SOUZA, Rosemeri e [et. al.], **Território, Planejamento e Sustentabilidade: Conceitos e Práticas**. São Cristóvão. Ed. UFS. 2009.
- MENEZES, L. A. de. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Joanes – BA** (Dissertação de Mestrado). UFS/NPGEO, 2006.
- MONTEIRO, C. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.
- MORAES, Antônio Carlos Robert. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 4ª Edição. Editora Annablume. São Paulo/SP. 2005.
- MORATO, R. G., KAWAKUBO, F. S. e LUCHIARI, A. **O Geoprocessamento como Subsídio ao Estudo da Fragilidade Ambiental**. In X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Trabalho de Graduação Individual. Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia da FFLCH, 44p. 2000.
- MOURA, M. M. **Camponeses**. 2 ed., São Paulo, Ática, 1988.
- NASCIMENTO, F. R. de & SAMPAIO. J. L. F. 2005, ‘Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem’ in **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, vol.6/7, nº. 1, pp. 167-178.
- NYSTUEN, J. Identification of Some Fundamental Spatial Concepts. In: BERRY, B. J. L. e MARBLE, D. Ed. **Spatial Analysis. A Reader in Statistical Geography** Englewood Chiffes, Prentice-Hall Inc. 1968.
- ONU. **A ONU e a água**. www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-agua. 2012. Acesso em 21/12/2013.
- PASSOS, M. M. dos. O Geossistema: modelo teórico da paisagem. In: **Biogeografia e Paisagem**. Maringá. PR. UNESP, 2003.
- PINTO, Nelson L. de Souza e outros. **Hidrologia Básica**. São Paulo. Ed. Edgard Bluch, 1976.
- RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia Política da Água**. São Paulo. Ed. Annablume, 2008.
- RICHTA, R. **La Civilization au Carrefour**. Paris, Ed. Du Seuil. 1974.

- RODRIGUES, M. **Introdução ao Geoprocessamento**. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, I. São Paulo, Escola Politécnica/USP. p. 1-26. 1990.
- RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V. **A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica**. In Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.
- RODRIGUEZ, José Manuel Mateo (Organizador). **Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza. Edições UFC. 2010.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia ambiente e Planejamento**. São Paulo, Contexto, 1990.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH/USP, N° 8, P. 63-73, 1994.
- ROSS, J. L. S. **Aspectos das Paisagens do Brasil**. São Paulo, Contexto. 1995, www.catalao.ufg.br
- SANTOS, Milton. **Espaço e Método**. São Paulo: Nobel, 1985.
- SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado, fundamentos: Teórico e metodológico da geografia**. Ed. Hucitec. São Paulo/SP. 1988.
- SANTOS, Milton. A Revolução Tecnológica e Território: Realidade e Perspectivas. In: **Geografia, Território e Tecnologia**. São Paulo: MARCO ZERO, 1991. (Terra Livre 09).
- SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo; Ed. Hucitec, 1996.
- SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2000.
- SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: EDUSP, 2002.
- SANTOS, Milton. O retorno do território. In: SANTOS, Milton. Et. al (org.). **Território, Globalização e Fragmentação**. 5ª ed. São Paulo: HUCITEC/ ANNABLUME, 2002b.
- SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- SANTOS, Milton. **O espaço dividido**. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- SANTOS, Milton. **Pensando o Espaço do Homem**. 5ª EDIÇÃO. SÃO Paulo: Edusp, 2004b.
- SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5ª Ed. São Paulo: EDUSP, 2005.
- SANTOS, Milton; BECKER, Bertha K. et al. **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3ª Ed., Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.
- SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. **O Brasil Território e sociedade no início do século XXI**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2003.

- SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia A. de; SILVEIRA, Maria Laura. (orgs.) **Território: Globalização e Fragmentação**. 5ª ed. São Paulo: HUCITEC/ANNABLUME, 2002.
- SEAGRI/COHIDRO. Programa Águas de Sergipe: Marco de Reassentamento Involuntário. Governo de Sergipe, 2010.
- SEMARH. **Atlas Digital de Recursos Hídricos**, 2007.
- SEMARH. **Atlas Digital de Recursos Hídricos**, 2010.
- SEMARH. **Atlas Digital de Recursos Hídricos**, 2012.
- SEMARH/SRH. **Relatório de Atividades**. Aracaju/SE. 2002.
- SERGIPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**, SEMARH/SRH, 2012.
- SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC). Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). **Gestão participativa das águas de Sergipe**. Aracaju/SE, 2002.
- SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.
- SOUZA SILVA, Luiz Carlos. **Olericultura e Trabalho Familiar em Itabaiana/SE**. (Dissertação de Mestrado). UFS/NPGeo, 2001.
- SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos**. GEOUSP. Espaço Novo Tempo. São Paulo/SP. Nº 15. PP. 39 – 49. 2004.
- SUDENE. Carta topográfica. SC-24-2-B-IV. Aracaju.
- TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária - PR**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- TAVARES, J. A. **Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Punaú/RN e área litorânea adjacente**. (Dissertação de Mestrado), UFRN. Natal, RN. 2006.
- TRICART, J. – **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE 1977.

TROPPMAIR, Helmut. **Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de geografia integrada.** Simpósio de Geografia Física Aplicada. Boletim de Geografia Teórica. 15 (29-30): 63-69, Rio Claro/SP. 1985.

TUAN, Y- Fu. **Topofilia.** São Paulo: Ed. Difel, 1980. [Texto original de 1974]

TUCCI, Carlos E. M. (organizador) **Hidrologia:** (Ciência e Aplicação). Porto Alegre. Ed. EDUSP, 1993.

TUNDISI, José Galiza. **Recursos Hídricos no Século XXI.** São Paulo, Oficina de Textos, 2011.

UNESCO. **Relatório da saúde mundial,** 2003.

VITTE, A. C.; SANTOS, I. **Proposta Metodológica para Determinação de "Unidades de Conservação" a partir do Conceito de Fragilidade Ambiental.** Revista Paranaense de Geografia. 4, 60-68. 1999.