

ANÁLISE DA FRAGILIDADE MORFODINÂMICA DE ÁREAS DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE

Luiz Carlos Sousa Silva

Professor de Geografia da SEED/SE, Geógrafo, Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Mestre e Doutorando em Geografia pelo NPGeo/UFS e Pesquisador do GEOPLAN/UFS. E-mail: lsousasilva@uol.com.br

Rosemeri Melo e Souza

Pós-Doutora em Geografia Física (Austrália), Professora Associada do Departamento de Geografia e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia (NPGeo) e em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFS. Líder do GEOPLAN/UFS e Pesquisadora do CNPq. E-mail: rome@ufs.br

RESUMO

O ensaio trata da análise geossistêmica de quatro áreas de nascentes de rios e riachos dentro do território da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, que abrange vinte e seis municípios e perpassa por três regiões geográficas do Estado de Sergipe: Semi-árido, Agreste e Litoral. Essas três regiões apresentam-se, fisiograficamente, de forma bem definida dentro dos cenários que as consolidam nos aspectos físicos, além dos sociais e ambientais. Devido a pressão exercida por uma dinâmica de crescimento socioeconômico na bacia, essas áreas de nascentes tornaram-se alvos de degradação com intensa fragilidade geofísica, estando seus solos, vegetação, águas e micro climas em constante alteração, com características de instabilidade ecodinâmica, isto devido a ações antrópicas de ocupação e exploração desses espaços de forma insustentável, deixando-as expostas as ações da natureza. O objetivo deste trabalho é analisar e mensurar quatro áreas de nascentes da bacia hidrográfica do rio Sergipe que apresentam elevado grau de fragilidade biofísica dos solos e vegetação, os quais contribuem para um possível estrangulamento da capacidade hídrica desses rios. Para tanto, fez-se uso da escala ecodinâmica estabelecida por JEAN TRICART (1977), para que possam ser mitigadas e recuperadas através de projetos e ações específicas. Para alcançar os objetivos propostos foram feitas consultas a ortofotocartas e imagens de satélites disponíveis nos bancos de dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH e Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLAG, além de bibliografias sobre o tema, para que esses pontos frágeis possam ser detectados com maior precisão e segurança. Assim, espera-se que as áreas de nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, situadas nessas condições, após as intervenções e guardando as devidas proporções, possam apresentar-se biofisiologicamente capazes de manter o equilíbrio entre a vazão de produção e as perdas com evapotranspiração, preservando a qualidade e quantidade das suas águas.

Palavras Chaves: Bacias Hidrográficas, Fragilidade Biofísica e Ecodinâmica.

ABSTRACT

The essay deals with the analysis of geo headwater of four areas of rivers and streams within the territory of the Sergipe River Basin, which spans twenty-six counties and runs through three geographic regions of the State of Sergipe: Semi-arid, coastal and Wasteland. These three regions are presented, physiographically so well defined in the scenarios that consolidate the physical aspects, in addition to social and environmental. Due to pressure exerted by the dynamics of socioeconomic growth in the basin, these headwater areas have become targets of intense fragility to degradation geophysics, with its soils, vegetation, water and micro climate of constant change in the character of instability ecodynamics this is due the anthropogenic occupation and exploitation of these spaces in an unsustainable way, leaving them exposed to acts of nature. The aim of this study is to analyze and measure four headwater areas of the Sergipe River basin that have a high degree of biophysical fragility of soils and vegetation, which contribute to a possible bottleneck in the hydraulic capacity of these rivers. For this, use has been made of the range established by ecodynamics TRICART JEAN (1977), so they can be mitigated and retrieved through projects and specific actions. To achieve the proposed goals were made ortofotocartas consultations and satellite imagery available in the

databases of the Secretary of State for the Environment and Water Resources - SEMARH and Secretary of State for Planning, Budget and Management - SEPLAG, and bibliographies on the theme so that those fragile can be detected with greater accuracy and safety. Thus, it is expected that the headwater areas of the Sergipe River Basin, located in such conditions, following the intervention and keeping the proper proportions, can present itself biophysically capable of maintaining a balance between flow and production losses from evapotranspiration preserving the quality and quantity of its waters.

Keywords: River Basin, Fragility Biophysics and Ecodynamics.

INTRODUÇÃO

Historicamente, as atividades humanas no meio físico sempre tiveram como parâmetro a ocupação e, conseqüentemente, a transformação do espaço para adequá-lo a sua condição e forma de viver. Na vanguarda deste modelo de desenvolvimento moderno está a exploração dos recursos naturais como o solo, os minérios, os minerais, a vegetação e a água que tem se tornado cada vez mais um recurso vital escasso. Hoje, o homem depende e precisa ainda mais dos recursos hídricos para sobreviver, seja na atividade agrícola, industrial ou para consumo direto. Na contramão desta necessidade está a anti-conscientização dos atores no processo da conservação e preservação, verificados em cada rio, riacho, lago ou córrego d'água existente em uma bacia hidrográfica.

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, fazendo uso, principalmente, dos recursos naturais disponíveis de forma isolada e/ou integrada.

Nos últimos anos tornaram-se comuns as discussões no meio científico ambiental sobre o tema bacias hidrográficas. Para Bertoni e Lombardi Neto, 1990, uma bacia hidrográfica 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.

Das seis bacias hidrográficas existentes no Estado de Sergipe, a do rio Sergipe é a que apresenta a maior diversidade de usos e conflitos. As inúmeras atividades econômicas, atreladas ao forte contingente populacional na área da bacia hidrográfica, promove um ambiente de intensa exploração e consumo dos recursos naturais, tornando a região alvo de intensas ações que envolvem o desenvolvimento e o meio ambiente.

Dos 2.019.679 habitantes do Estado de Sergipe (IBGE, 2009), 1.143.136 habitam a área de influência da Bacia do Rio Sergipe, o que corresponde a 56,6% da população estadual. A Grande Aracaju, com 794.465 habitantes, representa 39,33% da população residente na Bacia. O Rio Sergipe se constitui num importante curso d'água para o desenvolvimento econômico do Estado, contribuindo para as atividades econômicas e tornando-se um corredor atrativo para a implantação de empreendimentos nos setores industrial, agropecuário e de serviços, além de fazer parte dos sítios de importantes centros urbanos do Estado de Sergipe.

A área da bacia hidrográfica do rio Sergipe apresenta forte pressão pelo uso múltiplo das águas, assumindo importância significativa por permear vinte e seis municípios sergipanos, dos quais quinze estão parcialmente inseridos na área da bacia e nove deles, inseridos totalmente.

Com uma extensão de 210 quilômetros, o Rio Sergipe nasce na Serra Negra, divisa com o Estado da Bahia, atravessando Sergipe no sentido oeste/leste até desaguar no Oceano Atlântico, entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros, perfazendo uma área de 3.673 Km², o que corresponde a 16,70% do território sergipano. (Figura 01)

Dentre os principais problemas hídricos e 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 urbanas; o desmatamento das reservas vegetativas 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 fortes atividades agrícolas; 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.

O abastecimento de água para consumo humano na área da referida Bacia Hidrográfica é feito através dos rios tributários Poxim e Pitanga para Aracaju, Rio Jacarecica para Areia Branca, Itabaiana e Campo do Brito, Rios Cajueiro dos Veados e Mata Verde para a cidade de Malhador, Rio Tiloto que abastece a cidade de Santo Amaro das Brotas, além das surgências da Ibura para Aracaju e Boa Cica e dos Padres na cidade de Divina Pastora. Já os poços tubulares profundos são responsáveis pelo abastecimento de água dos municípios de Aracaju, Ribeirópolis, Moita Bonita, Santa Rosa de Lima, Maruim

e Laranjeiras, atendendo assim, as demandas das populações urbana e rural. 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, doravante o crescimento da população e suas necessidades.

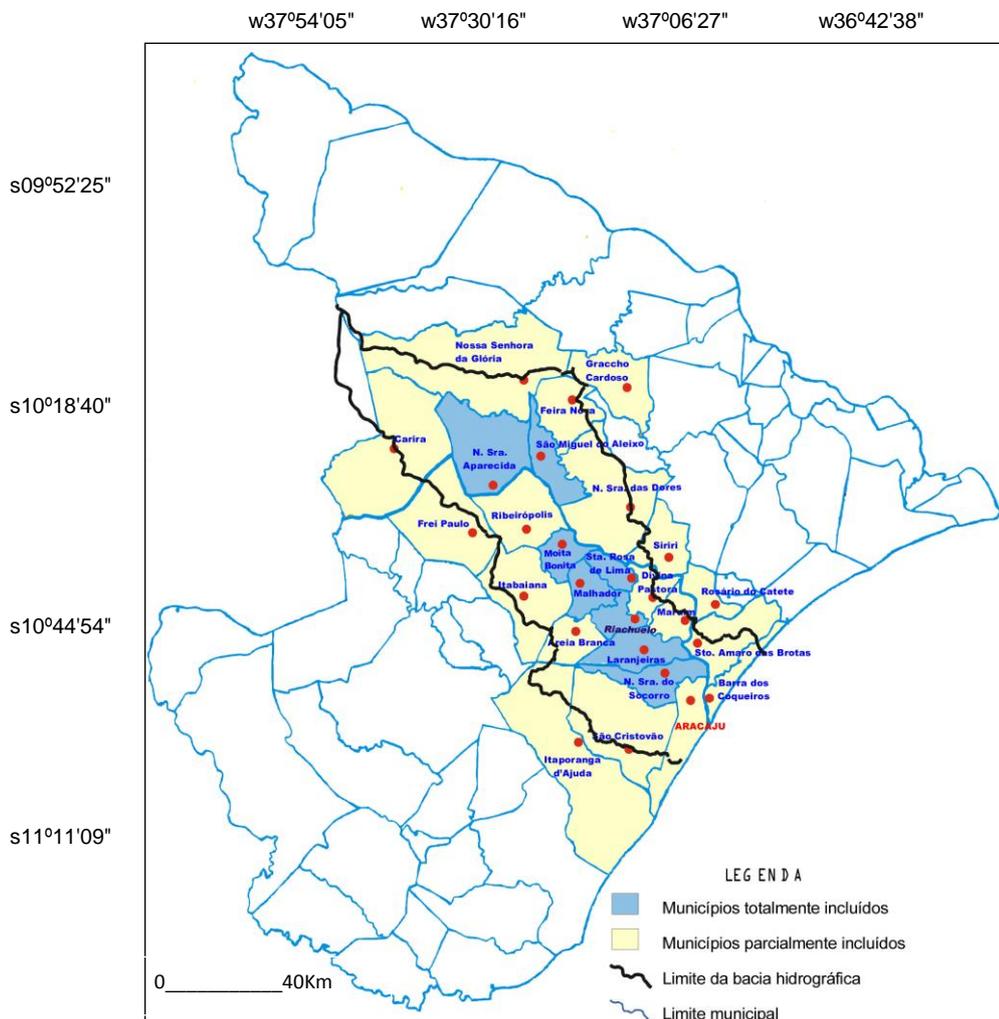


Figura 01: SERGIPE, Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.
Fonte: SRH/SEMARH, 2010.

Por não haver mananciais com qualidade e quantidade de águas suficientes para as demandas necessárias, os demais municípios inseridos na área da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, localizados no alto curso da Bacia – Região Semi-árida - são abastecidos através do Sistema Integrado de Adutoras do Alto Sertão e Sertaneja, que tem como fornecedor de água o Rio São Francisco, a partir das captações de Ilha do Ouro no município de Porto da Folha e Área 100 no município de Amparo do São Francisco.

As barragens de Jacarecica I e II e o Açude da Macela são importantes reservatórios de água para a irrigação de cultivos diversos, dentre eles frutas e olerícolas. Outras formas de utilização das suas águas são as atividades pesqueiras artesanais, a aquicultura com a implantação de viveiros de Tambaquis e Tilápias, a recreação náutica, o turismo e o transporte em alguns poucos trechos navegáveis.

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 hora praticado.

Com a expansão das atividades agrícolas e pecuárias na região da bacia hidrográfica do rio Sergipe, além da proximidade urbana, as áreas de nascentes se apresentam, na maioria dos casos, 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. (Fig. 02).



Figura 02: Área de recarga com ausência de mata ciliar.
Fonte: Arquivo dos autores.

Por perpassar por regiões fisiográficas diferentes como o Cristalino do Complexo de Serras Residuais da região central do Estado (Semi-Árido e Agreste) e da Planície de Sedimentação Costeira (Litoral), a Pedogênese da Bacia Hidrográfica proporcionou a formação de diversos tipos diferentes de solos como Associação de Podzólico Vermelho Amarelo (PV), Associação de Solos Litólicos Eutróficos (R), Solos Indiscriminados de Mangues (IM), Planosol Solódico Eutrófico (PL), Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (A), além de Vertisol (V) e Solos Aluviais (A), (Atlas digital sobre recursos hídricos do estado de Sergipe, 2004), incluindo a correção com a nova nomenclatura de solos da EMBRAPA (1999).

Com essa classificação de solos existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e utilizada pela EMBRAPA, verificamos a presença de vários tipos de formações pedógenas frágeis e friáveis com textura arenosa, passando por argilosa e até pedregosa.

São vários os fatores que contribuem para agressão em larga escala dos solos desta região, dentre eles está o pisoteio do gado, tornando-o denso e impermeável, dificultando as infiltrações nas áreas de recarga dos rios. Ao longo da Bacia predomina a ocupação das terras com pastagem, correspondendo a 46% da área física da Bacia. Este fato torna a pecuária uma atividade econômica de natureza predatória, sendo responsável por grande parte do desmatamento, 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% por áreas urbanas; 1,6% por vegetação de dunas; 1,3% por superfícies com água e 0,7% por áreas expostas. SEMARH, 2007. (Fig. 03).

As áreas de nascentes localizadas em ambientes instáveis, as quais, segundo o conceito de Ecodinâmica, prevalecem a morfogênese em detrimento da pedogênese (TRICART, 1977), e com predominância dos processos erosivos formadores do relevo devido a fragilidade dos seus solos, tornam-se suscetíveis à condição de extinção.

Na figura 04 é possível observar esta instabilidade ambiental através da intensidade da geodinâmica interna, devido, principalmente, a inexistência da cobertura vegetal densa, a presença de solos rasos e friáveis e a ocupação e uso incompatível do solo com a proximidade de atividades humanas como cultivos temporários e criação de animais. Outro fator preponderante a essa paisagem é o relevo com forte dissecação e sujeito a deposição de sedimentos nas áreas de formação dos olhos d'água. Por ser uma área de nascentes difusas, este rio, especificamente, tem admitido periodicamente redução da sua produção de água através da queda sazonal de suas vazões.



Figura 03: Queimada e pisoteio de gado em área de nascente.
Fonte: Arquivo dos autores.



Figura 04: Processos morfodinâmicos em área de nascente.
Fonte: Arquivo dos autores.

A retirada da vegetação existente nas áreas de recarga e nascentes, assim como a exposição a intensidade dos raios solares na maior parte do ano, vem provocando forte impacto nos leitos dos canais fluviais. Com a erosão dos solos nessas áreas, observa-se a formação de sulcos, ravinas e até voçorocas, juntamente com a deposição de sedimentos, causando assoreamentos à sua jusante (Fig. 05). Este dano ambiental tem contribuído substancialmente para redução potencial de diversos rios da Bacia como também prejudicando a qualidade dessas águas, alterando sua composição físico-química devido a grande quantidade de matéria orgânica inserida, provenientes dos resíduos vegetais e de animais que são lixiviados para o interior das suas calhas.



Figura 05: Erosão e deposição de sedimentos em área de nascente.
Fonte: Arquivo dos autores.

Com baixa disponibilidade hídrica, a bacia hidrográfica do rio Sergipe possui, aproximadamente, 2.420 nascentes distribuídas entre diversos rios, riachos, córregos e outras fontes que alimentam toda sua rede de drenagem, contribuindo para o aumento do seu potencial hídrico, principalmente a partir do seu médio curso, onde estão localizadas as nascentes dos principais tributários do rio Sergipe como o rio Jacarecica, Mata Verde, Cajueiro dos Veados, Cotinguiba, Poxim, Pitanga, dentre outros (Fig. 06).

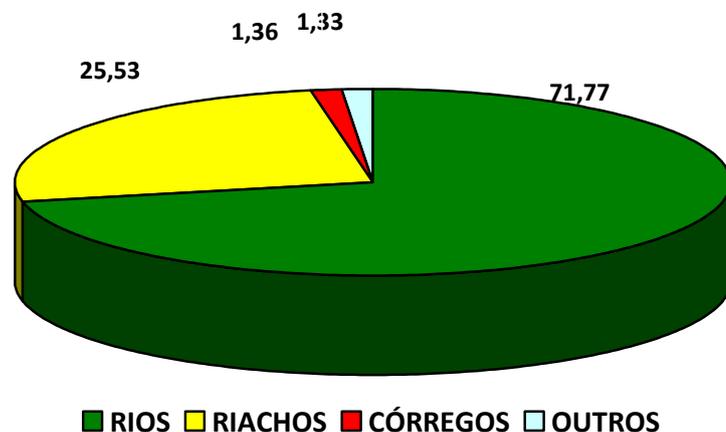


Figura 06: Percentual de nascentes por tipo de contribuição/manancial.
Fonte: SEMARH/SRH, 2010. Elaboração própria.

No alto curso da Bacia há predominância do Pediplano Sertanejo com estrutura geológica de características cristalina e pouca vegetação arbórea, além do clima semi-árido, com pluviosidade anual abaixo de 800 mm, baixa umidade atmosférica e temperatura média anual de 28°C, favorecendo assim o surgimento de poucas nascentes d'água e ao elevado nível de evapotranspiração.

Para efeitos de localização o médio curso do rio Sergipe está situado numa zona de transição entre o litoral e a caatinga, denominada de agreste, onde o clima, a vegetação e o solo contribuem para o surgimento da maioria das nascentes as quais se fez referência, justificando a caracterização dessa zona como detentora de uma relevante ecodinâmica que, segundo (TRICART, 1977), é a dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas e das biocenoses, como também, se constitui em área de significativa descarga hídrica que alimenta riachos e córregos e vai contribuir para elevar o nível das águas do rio em estudo.

A maior quantidade de nascentes existente na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe é difusa, com surgências e olhos d'água espalhados em áreas com solos areno/argilosos e que dão origem aos canais de drenagem primários. Em uma menor quantidade estão as nascentes concentradas e em áreas de solos areníticos.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar quatro áreas de nascentes de importantes tributários da bacia hidrográfica do rio Sergipe e mensurar o grau de fragilidade biofísica dos solos e vegetação, os quais apontam para um estrangulamento da produção e, conseqüentemente, redução do seu potencial hídrico. Para tanto, utilizou-se da escala ecodinâmica estabelecida por Tricart (1977) e adaptada por Crepani et al. (1996), com a qual, após sua conclusão, indicou como devem ser mitigadas e recuperadas através de projetos e ações específicas, criando assim, condições favoráveis para que a rede de drenagem alimentadora dos principais mananciais de água doce da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, possa continuar contribuindo para a melhoria da potencialidade hídrica e, conseqüentemente, atender as demandas populacionais locais por água.

METODOLOGIA

Para análise do grau de fragilidade das áreas de nascentes escolhidas, foi utilizado basicamente o conhecimento empírico, dados e informações de campo, além de consultas a ortofotocartas e imagens de satélites disponíveis nos bancos de dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH e Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLAG, além de levantamentos bibliográficos sobre o tema, para que esses pontos de fragilidade nas áreas de nascentes pudessem ser detectados com maior precisão e segurança.

Como base para análises, foram utilizadas quatro áreas de nascentes de importantes mananciais da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, localizadas no médio e baixo curso da Bacia, representadas no texto pelas figuras 02, 03, 04 e 05, e que apresentam características geodinâmicas e geoambientais divergentes, do ponto de vista da morfogênese e pedogênese.

Em seguida, foi criada uma tabela escalonar com as categorias morfodinâmicas estabelecidas por Crepani et al. (1996), a qual cria valores de 1.0 a 3.0, de acordo com essas categorias e que são determinadas pela relação pedogênese/morfogênese. O Quadro 01 resume esses valores.

Unidades	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio entre a Pedogênese e a Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Quadro 01: Valores atribuídos a morfogênese

Fonte: Crepani et al., (1996)

Por se tratar apenas de quatro áreas antropizadas e com tamanhos menores que uma tarefa, foi utilizada para análise do potencial de fragilidade dessas áreas, como componentes da paisagem, somente a Pedologia com os variados tipos de solos e Vegetação locais, descartando assim, todos os outros parâmetros utilizados por Crepani, 1998, quando da criação do seu modelo, como a Geologia, o Clima e a Geomorfologia.

Além disso, buscou-se fazer uma investigação entre a proximidade dessas áreas com as atividades humanas presentes nos seus entornos, tornando-as visivelmente vulneráveis no contexto da antropização.

A aptidão do uso da terra para a agricultura, assim como para outros fins como reservas florestais secundárias, áreas urbanizadas, atividades industriais, dentre outros, não pôde ser mensurado e analisado nestas áreas, uma vez que em seus entornos não fôra encontrados cultivos comerciais, apenas, em duas delas, criação de bovinos.

Devido as suas condições antrópicas, essas áreas foram também analisadas através de mapeamento dos graus de fragilidade dos seus solos e vegetação que, de acordo com a situação atual, encontram-se bastante comprometidas.

Para análise da escala de fragilidade das unidades territoriais – solo e vegetação – dentro de uma caracterização ecodinâmica, utilizamos os critérios desenvolvidos por Tricart (1977), que estabelece as seguintes categorias:

- 1- Meios estáveis:
 - Cobertura vegetal densa
 - dissecação moderada

- Ausência de manifestação vulcânica
- 2- Meios intergrades:
 - Balanço entre as interferências morfo genéticas e pedogenéticas.
- 3- Meios fortemente instáveis:
 - Condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas.
 - Relevo com vigorosa dissecação
 - Presença de solos rasos
 - Inexistência de cobertura vegetal densa
 - Planícies e fundos de vales sujeitos a inundação
 - Geodinâmica interna intensa.

Foram analisadas as situações dos solos e vegetação das quatro áreas, as quais apresentaram situações de degradação específicas e pontuais. Em relação a fragilidade dos solos encontrados nas áreas de nascentes da Bacia e analisados, buscou-se estabelecer uma relação com a tabela de valores (modificada), idealizada por Crepani et al. (2001) e com base na nova nomenclatura da EMBRAPA. Quadro 03.

CLASSES DE SOLO	FRAGILIDADE/ESTABILIDADE
Podzólico Vermelho Amarelo Planossol Eutróficos	2,0
Litólicos Eutróficos Mangues Areias Quartzosas Vertissolo Solos Aluviais	3,0

Quadro 03: Valores de fragilidade/Estabilidade de solos.

Fonte: Adaptado de Crepani et al., 2001.

Dentro dessa escala de fragilidade geoambiental, as unidades que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, as unidades de estabilidade intermediária são representadas por valores ao redor de 2,0, enquanto que as unidades territoriais básicas mais vulneráveis apresentam valores mais próximos de 3,0. (Crepani, et al., 2001).

ANÁLISE DO GRAU DE FRAGILIDADE

Na figura 02, a predominância dos solos é do tipo litólicos (R) e orgânicos (HO), denotando uma relativa pobreza e friabilidade na sua composição, visto que a área encontra-se estabelecida num vale encaixado e numa bacia receptora de sedimentos. Sem a presença de arbustos e por está situada dentro de uma zona de pastagem, esta área se caracteriza por concentrar matéria orgânica em abundancia (esterco de animais) no solo, tornando-o ácido e com ph elevado e também por apresentar um alto índice de evaporação do espelho d'água da sua linha de drenagem.

A figura 03 apresenta uma fraca cobertura vegetal e solos com características susceptível a erosão, sendo neste caso, devido a condição geomorfológica do lugar que valoriza a forte inclinação das suas vertentes e, conseqüentemente, aumentando a probabilidade de criação de processos erosivos como sulcos e ravinas. Vertentes íngremes com pouca cobertura vegetal, associadas à solos rasos e friáveis como areias quartzosas e solos aluviais, são propícios elementos formadores da paisagem desta área de nascente.

Quanto a figura 04, seus solos são caracterizados como planossolos (PL) com características de aluviais (A), friáveis e com granulometria fina, o que lhes confere elevado nível de fragilidade e propiciabilidade a erosão, além de apresentar um forte processo de devastação da sua vegetação com uma paisagem com visível nudez do solo. Os processos morfodinâmicos encontrados nesta área de recarga tem como principal fator a ação de antropização dos diferentes tipos de atividades existentes no entorno da área, como a extração de lenha, o preparo e o uso do solo para pasto, além da presença de alguns cultivos não comerciais.

Já a área representada pela figura 05 está em constante processo erosivo e de lixiviamento dos seus sedimentos para a calha do canal fluvial, visto que, seus solos são formados por areias quartzosas (A) e solos hidromórficos (HI) os tornam frágeis e sujeitos a constante instabilidade morfodinâmica. A presença de uma pequena planície de sedimentação sem a devida cobertura vegetal e as margens do estreito canal fluvial, contribui consubstancialmente para o cenário de fragilidade ecodinâmica.

A cobertura vegetal das áreas estudadas apresenta baixa densidade de matas ciliar e, em alguns casos, ausência de vegetação, tanto rasteira como arbórea. Assim, dentro da análise ecodinâmica de

Tricart (1977), é possível verificar a desproteção dessas áreas contra processos morfogenéticos como a erosão, através de ravinhas e voçorocas, como também o aumento da evapotranspiração e perda do potencial hídrico das águas da Bacia hidrográfica.

O Quadro 04 resume esta situação de fragilidade das áreas no tocante a parca cobertura vegetal existente e a relação com as categorias morfodinâmicas estabelecidas por Crepani et al. (2001).

Unidade de Paisagem	Valor	Grau de Vulnerabilidade	Categoria Morfodinâmica
Figura 02	2,5	Vulnerável	Instável
Figura 03	2,7	Vulnerável	Instável
Figura 04	3,0	Vulnerável	Instável
Figura 05	3,0	Vulnerável	Instável

Quadro 04: Situação de Vulnerabilidade de Categorias Morfodinâmicas de Áreas de Nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe – SOLO. Adaptado de Crepani et al. (2001).

Fonte: Trabalho de Campo, 2010.

Como nos solos, utilizamos os valores de 1 a 3 para definir o grau de fragilidade da vegetação das quatro áreas de nascentes integrantes da bacia hidrográfica do rio Sergipe, sendo 1 próximo a estabilidade e condição de equilíbrio da cobertura vegetal e 3 para baixa densidade e situação de criticidade da cobertura vegetal.

O fator climático pouco interfere no processo de modificação e variabilidade da condição da vegetação dessas áreas. A figura 02 apresenta cobertura vegetal rasteira com Gramíneas e Gramíneo-Lenhosa, muito presente no litoral e interior do Nordeste Brasileiro (Crepani, 2001), onde predominam pastos e, em áreas próximas a nascentes, verifica-se a presença de pequenos cultivos não comerciais. Quanto a figura 03, parte da cobertura vegetal formada por pequenos arbustos de baixa densidade, Estepes Gramíneo-Lenhosas plantadas em encostas, foi parcialmente queimada para dar lugar a pastos e criação extensiva de gado. Nesta área a presença contínua desses animais contribui para devastação da vegetação e criação de um corredor de nudez do solo que acelera o assoreamento e a acumulação de sedimentos no pequeno canal que dá início ao rio Cajueiro dos Veados.

Já as figuras 04 e 05 possuem cobertura vegetal dispersa e rarefeita, tornando o ambiente aberto a evapotranspiração dos seus pequenos espelhos d'água, principalmente nos meses mais quentes do ano na região e com chuvas menos frequentes, que vai de outubro ao mês de maio, provocando assim a redução do potencial hídrico nesses cursos d'água. Nestas áreas de nascentes predominam a formação de Savana-Estéptica Gramíneo-Lenhosa e pequenos arbustos e pequenos cultivos não comerciais de feijão, milho, mandioca, batata-doce, inhame, dentre outros.

Unidade de Paisagem	Valor	Grau de Vulnerabilidade	Categoria Morfodinâmica
Figura 02	2,8	Vulnerável	Instável
Figura 03	3,0	Vulnerável	Instável
Figura 04	3,0	Vulnerável	Instável
Figura 05	3,0	Vulnerável	Instável

Quadro 05: Situação de Vulnerabilidade de Categorias Morfodinâmicas de Áreas de Nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe – VEGETAÇÃO

Fonte: Trabalho de Campo, 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tanto na análise dos solos quanto na vegetação, verificamos em todas as áreas uma forte fragilidade geofísica, sendo as paisagens das áreas 04 e 05 aquelas que apresentam maior alteração na sua estrutura ambiental e em condições de instabilidade ecodinâmica, com comprometimento da produção hídrica, quantidade e qualidade.

Para alcançar resultados satisfatórios nos objetivos propostos, foram implementadas ações que puderam contribuir para a recuperação dessas áreas de nascentes antropizadas da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, dentre elas: Mudança de comportamento dos atores envolvidos nas áreas através de uma maior consciência ecológica a partir de informações sobre educação ambiental; Fortalecimento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe; Cumprimento dos dispositivos expostos na Lei Estadual 8.370/97, no que concernem as preservações e conservações dos cursos d'água perenes; Compromisso dos gestores públicos federais, estaduais e municipais com ações de fiscalização de danos e iniciativas para a melhoria

da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica; Implementação de Projetos de Preservação e Recuperação de Mananciais por iniciativas públicas, privadas e da Sociedade Civil Organizada; dentre outros.

Alguns Órgãos Públicos como a Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH, em parceria com a Sociedade Civil Organizada e com o apoio do Fórum Sergipano de Comitês de Bacias Hidrográficas – FSCBH deram início a Projetos como “Preservação e Recuperação de Mananciais Utilizados pela DESO para Abastecimento Público” e “Preservando Nascentes e Municípios” que, com a utilização de recursos públicos e o apoio dos proprietários de terras onde existem áreas de nascentes, dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Esses projetos consistem em criar parceria com o proprietário das terras para identificar, promover estudo de viabilidade técnica e o levantamento *in loco* das condições de fragilidade das áreas de nascentes; o cercamento dessas áreas com estacas de madeira e arame farpado, evitando assim a aproximação do gado; plantio de mais de 50 tipos diferentes de mudas da flora nativa e espécies exóticas; controle de erosão e proteção do solo; comunicação visual com a instalação de placas metálicas indicativas dos projetos e de sinalização; manutenção das áreas com coroamento, adubação, irrigação dos indivíduos e controle de pragas e concorrentes, além de uma constante vigilância e integração com as comunidades inseridas.

Espera-se que as ações mitigadoras apontadas neste estudo e realizadas nestas áreas de intensa antropização e de elevada fragilidade e instabilidade, devido suas localizações estarem cada vez mais acessíveis, sejam baseadas no que preconiza a legislação ambiental em vigor pois, a proteção as áreas de nascentes da forma como mencionado, urge diante da anunciada escassez hídrica. Assim, espera-se que as áreas situadas nessas condições, após as devidas e corretas intervenções e, guardando as devidas proporções, possam apresentar-se biofisicamente capazes de manter o equilíbrio entre a vazão de produção e a evapotranspiração com qualidade das suas águas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o elevado grau de vulnerabilidade das áreas de nascentes estudadas com relação aos níveis de degradação já pontuados nesta pesquisa, pode-se inferir que o conjunto de nascentes da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (estimado em cerca de 2.420) se encontre em condições muito próximas deste quadro. Esse fato denota enorme preocupação e inúmeros questionamentos quanto ao cenário futuro desta Bacia Hidrográfica, dado a sua importância pelos múltiplos usos de suas águas pelas comunidades nela inseridas.

Por tanto, 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 ecodinamicamente instáveis.

Somente assim, é possível vislumbrar um cenário de equilíbrio ambiental entre as áreas de nascentes e as necessidades das atividades humanas, de modo a assegurar a potencialidade hídrica necessária à sobrevivência dos rios desta Bacia e das populações inseridas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABES. **Catálogo de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro. 1989.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, SP. Ed. Ícone. 1990.

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.

COHIDRO. **Projeto Hidroagrícola da Barragem do rio Jacarecica. Estudo de viabilidade econômica e social**. Volume I/II, 1984.

CHRISTOFOLETTI. A. **Geomorfologia**. São Paulo. Ed. Edgard Blücher. 2ª edição. 1980.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F.; **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-econômico**. INPE, São José dos Campos, SP. 1998.

CREPANI, E. **Metodologia para obtenção da Vulnerabilidade à Perda de Solo**. INPE, São José dos Campos, SP. 2000.

EATON, Babbitt Horland. **Abastecimento de Água**. São Paulo. Ed. Edgard Bluch, 1973.

FIGUEIREDO, Antônio Manuel Ferreira de. **Geologia das bacias brasileiras**. Rio de Janeiro: Departamento de Exploração/ Petrobrás, 1985.

FONTES, Aracy Losano; COSTA, Jailton de Jesus. O Quaternário Costeiro no Município de Barra dos Coqueiros: implicações para a gestão ambiental. In: **Geonordeste**. Ano XIX. N.1. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2008.

HUBERT, J. (1982) in SPAARGEREN, Arthur P. J. **Meio Ambiente, Modernidade e Sociedade de Risco**. Tradução de Salvador Dal Pozzo Trevesan. Ilhéus, Ba.: Editora da UESC, 2003.

IBGE. **Contagem da População**. Sergipe. 2010.

MORAES, Luiz Roberto Santos. **Política de Saneamento Básico, Recursos Hídricos e Regulamentação**. Salvador, UFBA, 1997.

PIESA-SE (Projeto Integrado de Estudos do Semi-Árido Sergipano). **Microrregião Agreste de Itabaiana, a realidade de um espaço visto através de um estudo integrado**. Aracaju, UFS, CNPq, 1989.

PINTO, Josefa E. S. de S. (org.) **Os reflexos da Seca no Estado de Sergipe**. São Paulo, 1997. Tese de Doutorado em Geografia. DGE, IGCE, UNESP.

PINTO, Nelson L. de Souza e outros. **Hidrologia Básica**. São Paulo. Ed. Edgard Bluch, 1976.

POSTEL, Sandra. **Uma escassez anunciada**. Rio de Janeiro. FGU, 1993.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia Política da Água**. São Paulo, Ed. Annablume. 2008.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista Brasileira do Departamento de Geografia. Nº 08, p. 63-74, 1994.

SANTOS, Adelci Figueiredo. **O Processo de Minifundização do Município de Itabaiana**. Cadernos Sergipanos de Geografia (AGB). Aracaju, 1979.

SANTOS, Adelci Figueiredo; ANDRADE, José Augusto. **Geografia de Sergipe**. Aracaju. SEEC/UFS, 1986.

SERGIPE, Atlas Digital sobre Recursos Hídricos (SEPLAN/SRH), 2004.

SILVA, Luiz Carlos Sousa. **Olericultura e Trabalho Familiar em Itabaiana/Se**. (Dissertação de Mestrado), NPGeo/UFS, 2001.

SOUZA, Rosemeri Melo e [et. al.], **Território, Planejamento e Sustentabilidade: Conceitos e Práticas**. São Cristóvão. Ed. UFS. 2009.

SUDENE. Carta topográfica. SC-24-2-B-IV. Aracaju.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE/SUPREN, 1977.

TUCCI, Carlos E.M. (org.) **Hidrologia: (Ciência e Aplicação)**. Porto Alegre. Ed. EDUSP, 1993.