

OS SISTEMAS AMBIENTAIS E A ANÁLISE AMBIENTAL NO CONTEXTO

SEMIÁRIDO: o caso da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa

Luis Ricardo Fernandes da **COSTA**

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará - UFC

<http://lattes.cnpq.br/2704188444257518>

ricardogeoufc@yahoo.com.br

Vlândia Pinto Vidal de **OLIVEIRA**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC

<http://lattes.cnpq.br/5787834301134358>

vladia.ufc@gmail.com

Resumo: A análise ambiental em áreas semiáridas evidencia a importância cada vez mais crescente de políticas que visem práticas sustentáveis, além de condições favoráveis para o convívio nesses ambientes. O trabalho, com base nos estudos integrados, discute elementos que proporcionam subsídios para o diagnóstico ambiental, assim como identifica e caracteriza os sistemas ambientais encontrados na área de pesquisa. As bases conceituais estão elencadas na concepção holística, orientada para uma visão integrativa dos elementos da paisagem. A associação de solos em conjunto com a geomorfologia foram os principais critérios para a delimitação dos sistemas ambientais da área. Do ponto de vista metodológico o trabalho foi executado em quatro etapas: análise de material bibliográfico, cartográfico e imagens de satélites; produção de mapas para auxílio no campo; trabalhos de campo para a comprovação dos dados; correção e adequação do material cartográfico produzido para o contexto da pesquisa. Foram identificados cinco sistemas ambientais: sertões moderadamente dissecados de Jaguaratama; sertões pediplanados de Morada Nova; planície ribeirinha e áreas de inundação sazonal; tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas e cristas residuais e inselbergs. É possível perceber que a utilização dos recursos naturais dos sistemas ambientais da sub-bacia baseia-se predominantemente no pequeno agricultor, na tradicional pecuária extensiva e extrativismo vegetal.

Palavras-chave: Sistemas Ambientais. Ambiente semiárido. Sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS AND ANALYSIS IN THE ENVIRONMENTAL CONTEXT SEMIARID: the case of sub-basin of the Santa Rosa Creek

Abstract: The environmental analysis in semi-arid areas highlights the ever-increasing importance of policies aimed at sustainable practices and favorable conditions for living in these environments. The work, based on integrated studies, discusses elements that provide

grants for environmental assessment, and identifies and characterizes the environmental systems found in the search area. The conceptual bases are listed in the holistic approach, geared to an integrative vision of landscape elements. The Soil Association sub-basin was the main criterion for the distribution of environmental systems. From a methodological point of view the work was carried out in four stages: bibliographic material analysis, cartographic and satellite images; production of maps to help in the field; fieldwork for verification of the data; accuracy and adequacy of the cartographic material produced for the research context. Five environmental systems were identified: hinterlands moderately dissected Jaguaratama; pediplanados hinterlands of Morada Nova; plain and riverside areas of seasonal flooding; interior trays with colluvium-eluvial covers detrital and residual inselbergs and ridges. As a partial result is noticed that the use of resources Environmental Systems sub-basin is based predominantly on small farmers and traditional extensive livestock and plant extraction.

Keywords: Environmental Systems. Semiarid environment. Sub-basin of the Santa Rosa Creek.

SISTEMAS AMBIENTALES Y ANÁLISIS EN EL CONTEXTO AMBIENTAL semiárido: el caso de la sub-cuenca del Santa Rosa

Resumen: El análisis del medio ambiente en las zonas semiáridas destaca la creciente importancia de las políticas destinadas a las prácticas sostenibles y condiciones favorables para vivir en estos ambientes. El trabajo, basado en estudios integrados, analiza los elementos que proporcionan subvenciones para la evaluación ambiental, e identifica y caracteriza a los sistemas ambientales que se encuentran en la zona de búsqueda. Las bases conceptuales se enumeran en el enfoque integral, orientado a una visión integradora de los elementos del paisaje. La subcuenca Soil Association fue el principal criterio para la distribución de los sistemas ambientales. Desde el punto de vista del trabajo se llevó a cabo en cuatro etapas metodológicas: análisis de material bibliográfico, imágenes cartográficas y de satélite; producción de mapas para ayudar en el campo; trabajo de campo para la verificación de los datos; exactitud y pertinencia del material cartográfico producido para el contexto de la investigación. Se identificaron cinco sistemas ecológicos: hinterlands moderadamente disecados Jaguaratama; pediplanados zonas de influencia de Morada Nova; zonas llanas y de ribera de las inundaciones estacionales; interior bandejas con coluvial-eluvial cubre inselbergs y crestas detríticos y residuales. Como resultado parcial se dio cuenta de que el uso de los recursos de Sistemas Ambientales subcuenca se basa predominantemente en los pequeños agricultores y la ganadería extensiva tradicional y la extracción de la planta.

Palabras clave: Sistemas Ambientales. Ambiente semiárido. Sub-cuenca del Santa Rosa.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro abrange uma área de 1.561.177 Km², abrangendo nove estados da federação: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Possui uma população com cerca de 53 milhões de habitantes, representando aproximadamente 30% do efetivo demográfico do país (IBGE, 2010).

Por essa região ser caracterizada pela semiaridez, incidindo sobre uma área de aproximadamente 800 mil Km², o que equivale a quase metade de sua região total. Tal constatação desencadeia problemas que vão desde a esfera socioeconômica, até mesmo a natural, provocando inúmeros transtornos às populações que residem nesta área.

No estado do Ceará a problemática não é diferente, com cerca de 92% do território sob condições de semiaridez (CEARÁ, 2010), onde adquire uma situação de degradação dos recursos naturais principalmente na área dos sertões, em que a degradação dos recursos atingiu condições irreversíveis, inviabilizando a capacidade de resiliência da natureza (OLIVEIRA, 2006).

O clima semiárido do estado do Ceará é caracterizado por condições de temperaturas regulares e intensa insolação durante o ano. Médias térmicas sempre superiores a 26° C, com pluviometria variada, possuindo uma estação chuvosa de 3 a 5 meses por ano, com períodos de 7 a 9 meses secos por ano, com uma isoieta que varia de 500 a 800 mm (SOARES *et al.*, 1995).

A drenagem com padrão dendrítico é predominante, resultado da impermeabilidade das litologias que facilitam o escoamento superficial. Os solos, apesar de possuírem fertilidade média a alta, são em geral rasos, necessitando de um manejo adequado para seu melhor proveito agropastoril. A vegetação típica das caatingas predomina, com exceções para área com condições hídricas mais favoráveis, a destacar as áreas de inundação sazonal, com ocorrência de carnaubais (SOARES *et al.*, 1995).

Com essas características naturais do semiárido, resultado da irregularidade e incerteza das chuvas, o Estado do Ceará apresenta uma área extremamente vulnerável do ponto de vista social e ambiental, necessitando de estudos que possibilitem uma melhor compreensão da dinâmica socioambiental.

A aplicação sistêmica norteou o desenvolvimento do trabalho, onde foram analisadas as condições físicas da sub-bacia. A partir do diagnóstico ambiental e da análise dos componentes naturais como geologia, geomorfologia, clima, hidrologia de superfície, solos e cobertura vegetal, além dos padrões de uso e ocupação do solo, foram delimitados os sistemas ambientais.

Para tanto, o trabalho tem como objetivo identificar e descrever os sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa, fazendo uma análise ambiental na área em estudo e dessa forma compreender a inter-relação de seus componentes naturais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas ambientais e a bacia hidrográfica como célula de análise ambiental

As bases conceituais do trabalho são estabelecidas em grande parte nos trabalhos que envolvem a esfera ambiental, ou seja, que estabelecem a visão sistêmica a qual temos como referencial teórico autores como Bertalanffy (1973), Bertrand (1971), Tricart (1977/1981), Christofolletti (1999), Souza (2000), e Souza e Oliveira (2011), que contribuem para as bases teóricas e metodológicas do trabalho, além de ressaltar o esforço para o manuseio dos elementos que envolvem a análise sistêmica, pautada em sua grande esfera nos estudos da Geografia física.

Tal concepção geossistêmica estaria atrelada à categoria geográfica ao qual o trabalho tem base, ou seja, a concepção de Paisagem, que no contexto do trabalho baseia-se em compreendê-la não apenas como uma simples adição de elementos geográficos desconexos, e sim como uma determinada porção do espaço, 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).

Segundo Christofolletti (1999), os sistemas ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, onde sua espacialidade se torna uma característica fundamental e necessária.

A análise geoambiental em tal contexto procura fundamentar-se como um instrumento para a análise sistêmica. A identificação e hierarquização dos componentes são de fundamental importância para o sucesso na análise dos sistemas ambientais, assim como aponta os autores:

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes geoambientais, suas dimensões e características de origem e evolução. Considerando a diversidade interna dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações que configura, espacialmente, os subsistemas. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para a delimitação das subunidades, em decorrência da exposição de padrões fisionômicos uniformes ou de relativa homogeneidade (SANTOS e SOUZA, 2014, p. 222 e 223).

Tal concepção é de fundamental importância para a identificação e descrição das unidades homogêneas da sub-bacia em estudo. O critério para a delimitação dos sistemas se pautou majoritariamente pela distribuição das classes de solo. Tal opção foi efetivada pela

inexpressividade das classes de relevo, critério clássico para a delimitação de unidades geoambientais (SOUZA, 2007).

A bacia hidrográfica pode ser concebida como célula básica de análise ambiental, permitindo conhecer e avaliar seus diversos componentes, processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental (BOTELHO e SILVA, 2004).

A bacia hidrográfica, segundo Guerra e Guerra (1997), pode ser considerada como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. No entanto, é possível encontrar outras definições para a compreensão dessa célula de estudo e sua importância para os estudos integrados.

Os problemas enfrentados no planejamento dos recursos hídricos têm incitado cada vez mais a utilização de abordagens integradas, e como já foi dito anteriormente, a bacia de drenagem é uma dessas possibilidades.

Segundo Pires e Santos (1995), abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante. Os autores destacam ainda que:

As características biogeofísicas dessas bacias apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos. No início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacia hidrográficas visa basicamente à solução de problemas relacionados à água, prioridade para o controle de inundações, para a irrigação, navegação ou para o abastecimento público e industrial (PIRES e SANTOS, 1995, p. 41).

Ainda segundo os autores, essa abordagem mais complexa busca solucionar conflitos entre os usuários e dimensionar a qualidade e quantidade de recursos que cabe a cada um, assim como suas responsabilidades sobre tais recursos (PIRES e SANTOS, 1995).

Podemos adotar o conceito de bacia hidrográfica para a conservação de recursos naturais com a possibilidade de avaliar, em uma determinada área geográfica, o seu potencial de desenvolvimento e a sua produtividade biológica, determinando as melhores formas de aproveitamento dos mesmos, com o mínimo impacto ambiental (PIRES *et al.*, 2005).

Bacias hidrográficas em regiões semiáridas ainda passam pelas intempéries naturais, ou seja, a irregularidade pluviométrica compromete muitas vezes o planejamento em áreas deste tipo. Tal agravante é maior em ambientes que muitas vezes não tem uma assistência às condições básicas de moradia, como saneamento básico, água potável e assistência saúde pública de qualidade.

Dentre as principais causas que ameaçam a qualidade ambiental em uma bacia hidrográfica, estão relacionadas às atividades não sustentáveis, com o objetivo de lucro

imediatos, que não computam os custos ambientais e sociais, repassando-os a terceiros (PIRES *et al.*, 2005).

Para tanto, as abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante, pois as características biogeofísicas dessas bacias apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (LORANDI e CANÇADO, 2005).

Assim, a análise dos parâmetros físicos de uma bacia hidrográfica mostra-se como um caminho coerente para a análise e intervenção nesse sistema ambiental, a partir da concepção sistêmica.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Localizada na bacia do rio Banabuiú, no estado do Ceará, a sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa está localizada na porção centro-norte do estado do Ceará, com uma área de aproximadamente 675 Km². A compreensão de sub-bacia partiu da delimitação de Faustino (1996 *apud* Teodoro *et al.*, 2007), onde este classifica sub-bacia com áreas maiores que 100km² e menores que 700km². O acesso à área pode ser feito através da BR 116 e posteriormente pela CE 371.

A sub-bacia do riacho Santa Rosa compreende parte da bacia do rio Banabuiú. Esta última por sinal faz parte da bacia do rio Jaguaribe, que compreende 51,9% do Estado, com área aproximada de 75.669 Km² (CEARÁ, 2009).

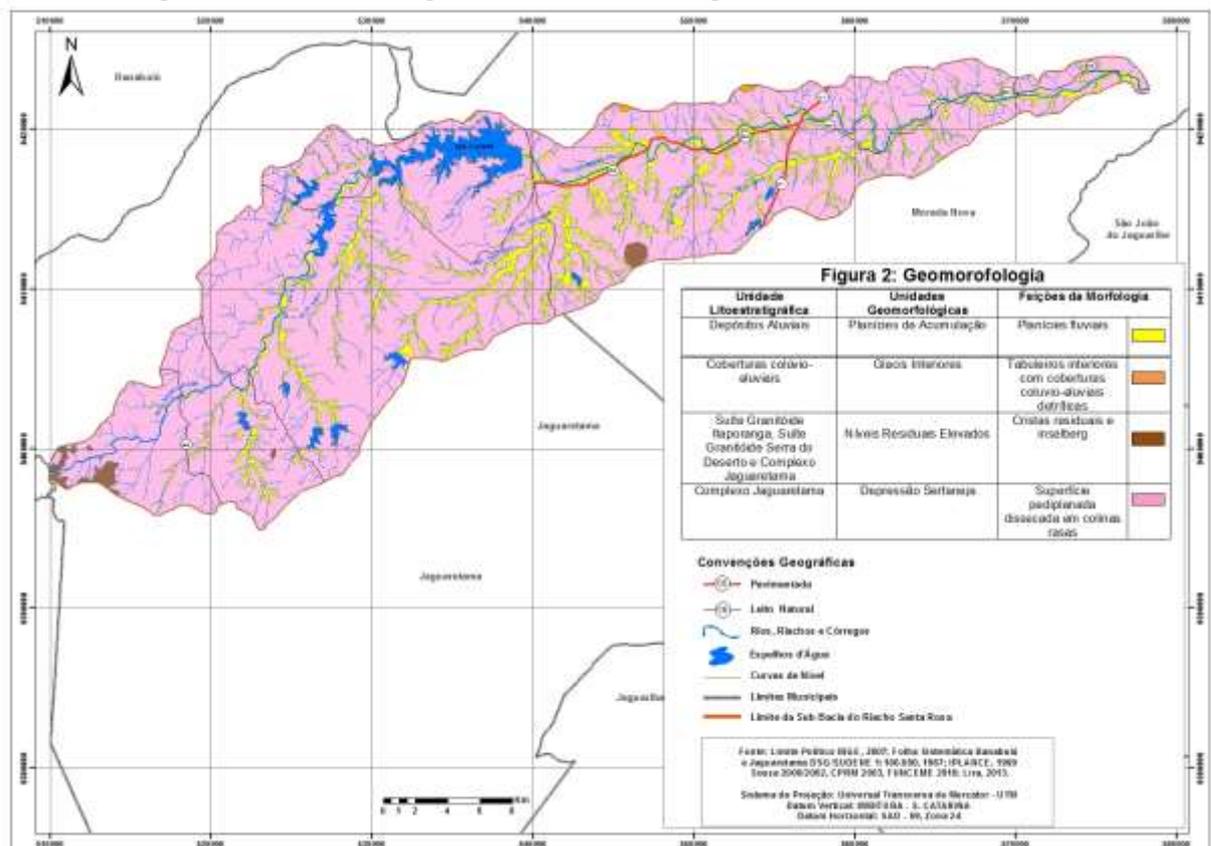
A bacia hidrográfica do rio Banabuiú constitui-se como uma sub-bacia do rio Jaguaribe, juntamente com as sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e sub-bacia do Salgado. A área da bacia compreende, essencialmente, os municípios localizados nos sertões centrais, limitando-se com quase todas as bacias do Estado, com exceção das bacias do Coreaú, do litoral e a sub-bacia do Salgado (CEARÁ, 2009).

A geologia da área é caracterizada pelo Complexo Jaguaretama, constituído de ortognaisses migmatizados, composição entre granito e tonalito, como paragnaisses, anfíbolitos, quartzitos, metaultramáficas e rochas calcissilicáticas (CPRM, 2003).

De forma mais específica, os municípios de Morada Nova e Jaguaretama compõem a sub-bacia do riacho Santa Rosa com ocorrência de rochas com grau metamórfico mais brando (fácies xisto-verde a anfíbolito), conhecidas na literatura científica como Grupo Orós (SOUZA, OLIVEIRA e GRANGEIRO, 2002).

Do ponto de vista geomorfológico, (figura 1) a área é caracterizada pela ocorrência de pedimentos (feições aplainadas que convergem através de declives suaves para os fundos de vales), influência principalmente da morfogênese mecânica (intemperismo físico), que trunca indistintamente as litologias do embasamento cristalino, elaborando a assim a Depressão Sertaneja. Dessa forma pode-se afirmar que a área em estudo está inserida na Depressão Periférica Oriental do Ceará, posicionada a oeste da bacia Mesozóica Potiguar (SOUZA, OLIVEIRA e GRANGEIRO, 2002).

Figura 1 - Geomorfologia da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

O clima regional, predominantemente semiárido, apresenta irregularidades pluviométricas temporo-espaciais. O regime pluviométrico é do tipo tropical com um curto período chuvoso e um prolongado período de estiagem. O índice de aridez¹ para área da sub-bacia foi estabelecido através de dados secundários dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova, onde os índices desses municípios são respectivamente de 0,44 e 0,43 (SOARES *et al.*, 1995).

A irregularidade pluviométrica atinge máximos de estiagem, ocorrendo secas calamitosas e também chuvas excepcionais que provocam cheias, primordialmente nas áreas adjacentes aos grandes vales fluviais, como por exemplo, o caso do rio Jaguaribe (SOUZA, OLIVEIRA e GRANGEIRO, 2002).

Os solos da área são caracterizados pela ocorrência da Associação de Planossolos Solódicos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos. Os solos da sub-bacia da Santa Rosa têm essas características devido à sua relação com a Depressão Sertaneja, impulsionados pela escassez de recursos hídricos, provocando assim o baixo desenvolvimento dos perfis de solo. A vegetação é caracterizada pela ocorrência da caatinga arbustiva.

Considerando a agricultura temporária, os dois municípios apresentam razoável aptidão para as culturas de milho e feijão, destacando-se como grande produtor de arroz e feijão, o município de Morada Nova, em função do seu projeto de irrigação (CEARÁ, 2009).

A partir da análise dos atributos socioeconômicos é importante perceber quais as principais tipologias de uso que estão atuando na bacia e quais os principais impactos causados pelos agentes produtores do espaço na área. Como ressaltado anteriormente, a base produtiva na sub-bacia ainda continua calcada na agricultura e pecuária extensiva, principalmente nas comunidades mais distantes dos núcleos urbanos.

De acordo com Nascimento (2006), as tipologias de uso/ocupação da terra relacionam-se aos modelos de exploração dos recursos naturais e aos ativos ambientais em razão do seu valor econômico-social e das atividades exercidas em determinadas áreas como a agricultura, desenvolvimento urbano, turístico e industrial, e implantação de estrutura de base sofisticada.

Essas atividades em conjunto causam danos principalmente à cobertura vegetal e aos solos da região. Além da lenha para o consumo de muitas famílias, a produção de carvão foi observada na região, assim como as queimadas para o plantio, o que ainda revela uma grande influência nos antigos modos rudimentares no preparo da terra.

Outro problema observado é o condicionamento do lixo, que muitas vezes, ou é lançado nas áreas adjacentes ou queimado, prática muito comum em muitas comunidades visitadas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa utilizou-se da análise sistêmica, uma vez que esta procura compreender a paisagem a partir da combinação dinâmica entre seus elementos (físicos e antrópicos). Além disso, também foram agregadas as discussões referentes às técnicas do sensoriamento remoto,

para que dessa forma o trabalho adquirisse maior qualidade no que se refere ao geoprocessamento como ferramenta na análise ambiental.

Para a confecção dos mapas foram utilizadas as cartas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste SUDENE, mais precisamente as folhas Banabuiú e Jaguaretama; Cartas do projeto RADAM BRASIL (1981); Atlas do Ceará, da Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará IPLANCE (1989), assim como dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Utilizaram-se duas imagens de satélite, Landsat 8/OLI datadas respectivamente dos dias 23 de maio de 2013 e 8 de junho de 2013, com o objetivo de analisar os aspectos geoambientais e os principais padrões de uso da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa.

Foi utilizado o Software Arcgis 10 (licença disponível no departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará) para a produção dos mapas; imagens de satélite Landsat 8, com a utilização das bandas 6, 5 e 4, combinação necessária para a visualização dos diferentes tons de verde, corpos d'água e bancos de sedimentos, aspecto importante para análise dos componentes ambientais das imagens; dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), obtidas através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), além de computadores para o processamento dos dados.

Trabalhos de campo, registro fotográfico e coleta de materiais (amostras de rocha e solo) foram sucessivamente realizados para validação dos dados. Os trabalhos de campo foram realizados no segundo semestre de 2012 e primeiro semestre de 2013.

Os padrões de uso e ocupação da terra foram identificados a partir da pesquisa bibliográfica e cartográfica e dos trabalhos de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa

Por mais que observemos os sertões de forma homogênea não podemos esquecer que estes, inseridos na Depressão Sertaneja, têm suas peculiaridades e características geoambientais variando significativamente a partir dos elementos que compõem a Paisagem, sejam estes, a geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e cobertura vegetal.

Além das variáveis naturais, as formas de uso e ocupação do solo são importantes na análise integrada dos elementos que compõem o cenário ambiental, onde a partir desses parâmetros seja possível delimitar e analisar os sistemas ambientais.

Para isso, propôs-se a classificação em cinco sistemas ambientais, os quais foram delimitados a partir de critérios geoambientais, levando em considerações variáveis como geomorfologia e classes de solos. Os padrões de uso de uso e ocupação também foram analisados e inseridos com critério na delimitação e análise dos sistemas ambientais.

A geomorfologia evidencia-se como um critério clássico para a delimitação de unidades geoambientais. Segundo Souza (2007), a geomorfologia é uma variável que sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais. Reconhecidamente, os limites do relevo e as feições do modelado são passíveis de uma delimitação mais precisa (SOUZA, 2007).

Embora a análise geomorfológica seja preponderantemente um critério unificador para o ambiente, tal fato fica comprometido em decorrência da escala de trabalho e da própria dimensão da unidade geoambiental.

A área, de uma forma geral, não tem grandes variações no relevo, o que impossibilitaria uma delimitação adequada usando exclusivamente o critério geomorfológico.

Outro critério utilizado na delimitação dos sistemas ambientais da sub-bacia do riacho Santa Rosa foram os parâmetros pedológicos. A utilização das classes de solo em conjunto com as formas de relevo tem uma capacidade de melhor sintetizar as variáveis geoambientais em áreas de Depressão Sertaneja (SOUZA, 2000).

Dessa forma, foram delimitados cinco Sistemas Ambientais na sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa: 1- sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama; 2 - sertões pediplanados de Morada Nova; 3- planície ribeirinha e áreas de inundação sazonal; 4 - tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas e 5 - cristas residuais e inselbergs. A seguir, tem-se a caracterização de cada um deles.

1 Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama

Este sistema ambiental ocupa aproximadamente 293 km² da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa, ou seja, 43,4% da área total. É composta essencialmente por rochas metamórficas do Complexo Jaguaretama, a destacar os ortognaisses. No extremo oeste da área é possível observar uma configuração estrutural associada à falha de Orós, que

localmente representa um divisor de águas, apresentando uma paisagem com conjuntos de cristas alinhadas em direção N-S.

O relevo é suave-ondulado a ondulado, com declividade de 3% a 8%. Paisagem típica da Depressão Sertaneja, com sua superfície truncada pela morfogênese mecânica, predominando rampas de pedimentação que convergem para os fundos de vales.

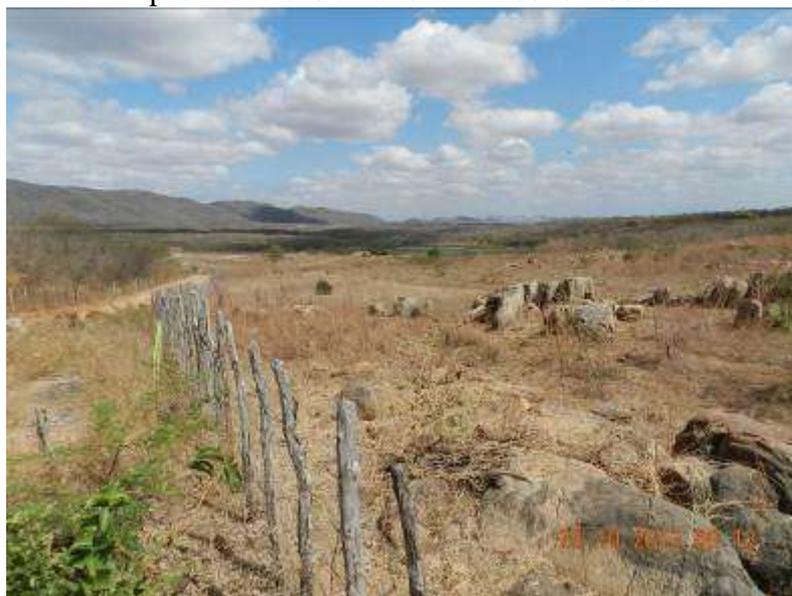
De forma geral, a superfície é moderadamente dissecada, com o aparecimento de sulcos de erosão onde o declive e o desmatamento se instalam com maior intensidade. O padrão de drenagem é dendrítico e subdendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Os níveis altimétricos variam de 140 a 240 metros, com uma variedade de solos que se configura como um grande mosaico na área de estudo. Nos níveis altimétricos mais elevados ha ocorrência de Luvisolos associados aos Neossolos Litólicos, além de apresentar manchas de Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos.

Na medida em que o declive fica menos acentuado, a ocorrência de Planossolos associados aos Neossolos Litólicos e afloramentos se acentua.

Do ponto de vista vegetacional é possível observar a ocorrência de caatinga arbustiva densa e outra de configuração mais aberta. A primeira está associada às áreas de menor acesso por parte das populações locais; a segunda, com uma abrangência espacial maior, resquício da descaracterização desta em detrimento da produção de energia através da lenha e expansão da pecuária extensiva. A Figura 2 exemplifica o primeiro sistema ambiental identificado.

Figura 2 - Sertões de Jaguaratama com ocorrência em áreas pedimentadas de afloramentos rochosos



Fonte: Acervo do autor (2013).

2 Sertões pediplanados de Morada Nova

Este sistema ambiental, juntamente com o anterior, ocupa a maior área da sub-bacia do riacho Santa Rosa, com uma área de 234,9 km², correspondendo a 34,8% da sua área. É composta predominantemente por rochas metamórficas do Complexo Jaguaretama e em menor ocorrência, por rochas graníticas da Suíte Granitoide Itaporanga.

O relevo é suave-ondulado, com declividade de 3% a 8%. Paisagem preponderante de Depressão Sertaneja com superfície truncada pela morfogênese mecânica, predominando rampas de pedimentação com convergência para os fundos de vales.

Esse sistema ambiental é caracterizado por ser uma superfície aplainada por processos de pediplanação, com declives mais suaves em relação à unidade anterior. O padrão de drenagem é caracterizado por ser dendrítico e subdendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Os níveis altimétricos variam de 60 a 140 metros, com uma variedade de solos que depende dos condicionantes locais. Devido às características do relevo local há a predominância de Planossolos associados a Neossolos Litólicos, além da presença de afloramentos rochosos e caos de blocos.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência de caatinga arbustiva aberta com alto grau de alteração por parte das atividades econômicas locais como a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal. Na Figura 3 pode ser observado um exemplo do sistema ambiental.

Figura 3 - Sertões de Morada Nova: observa-se a rampa de pedimentação convergindo para o vale do riacho Santa Rosa. Comunidade Flor de Liz.



Fonte: Acervo do autor (2013).

3 Planície ribeirinha e áreas de inundação sazonal

Referem-se às áreas onde os processos fluviais de caráter deposicional preponderam, ocupando uma área de 86, 8 km², correspondendo a 13% da área da sub-bacia do riacho Santa Rosa. Dessa forma pode-se constatar a grande relevância desse sistema em relação aos anteriores, tendo em vista potencialidades voltadas à agricultura local.

Tal fato está associado à ocorrência de Neossolos Flúvicos que margeiam os canais fluviais. Essa característica acentua a maior fertilidade dos solos locais, possibilitando o cultivo de diversas variedades, a destacar o milho e o feijão.

Ao longo das calhas fluviais há ocorrência de aluviões quaternárias que se acumulam ao longo de toda a sub-bacia, destacando-se as áreas do médio e baixo curso do referido sistema.

A cobertura vegetal é composta por vegetação de várzea, caracterizada pela ocorrência da mata ciliar de carnaúba associada predominantemente aos Neossolos Flúvicos e Planossolos, localizadas em setores deprimidos passíveis de encharcamento natural no período chuvoso.

O avanço do desmatamento é um ponto a ser destacado nesse sistema, fato desencadeado pelo maior grau de ocupação por parte das comunidades locais. Este sistema ambiental pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Planície fluvial do riacho Santa Rosa. Comunidade Flor de Liz.



Fonte: Acervo do autor (2013).

4 Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas

Sistema ambiental caracterizado pela ocorrência de áreas planas a suave onduladas, com declividade de 0% a 3%. Possui área total de 33,5 km², correspondendo a 4,9% do total da área da sub-bacia do riacho Santa Rosa. Geologicamente é constituída por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos cenozóicos.

O relevo é plano, correlacionado geomorfologicamente com os tabuleiros interiores. Os níveis altimétricos variam de 80 a 120 metros, sem grandes variações evidentes no interior da depressão sertaneja local, o que leva a considerar os mesmos mecanismos de gênese na estrutura das paisagens, comandados essencialmente por climas semiáridos.

Do ponto de vista pedológico, predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos associados aos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. O padrão de drenagem é caracterizado por ser subdendrítico e paralelo, com rios intermitentes sazonais.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação subcaducifólia de tabuleiro. A vegetação nativa foi quase totalmente desmatada para dar lugar aos pastos para o gado. A Figura 5 evidencia este sistema ambiental.

Figura 5 - Tabuleiros interiores próximos ao distrito de Roldão em Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

5 Cristas residuais e inselbergs

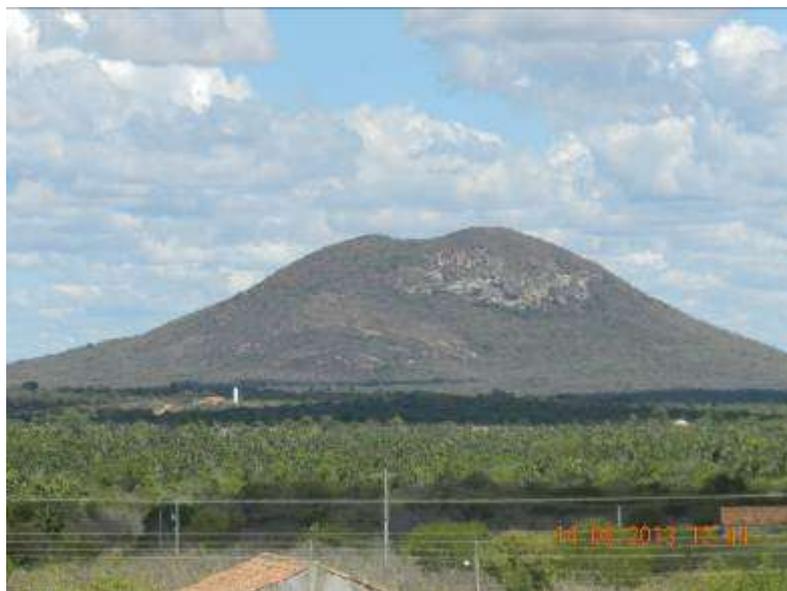
Menor unidade representativa dos sistemas ambientais da sub-bacia do riacho Santa Rosa. Esta unidade compreende as cristas residuais e inselbergs, com uma área de 5,9 km², correspondendo a 0,8% da área da sub-bacia.

Esse sistema ambiental é caracterizado pela ocorrência de níveis altimétricos mais elevados, a destacar a Serra da Santa Marta, inselberg que rompe a monotonia da depressão sertaneja e as cristas residuais que se situam no extremo oeste da bacia.

Os níveis altimétricos dessas áreas giram em torno dos 240 metros, com a ocorrência de Neossolos Litólicos associados aos afloramentos rochosos. A vegetação é composta predominantemente por uma caatinga arbustiva aberta.

Pelo difícil acesso e condições ambientais desfavoráveis em relação aos sistemas ambientais anteriores, este último é pouco explorado, apresentando limitações para as atividades agroextrativistas. A Figura 6 é um exemplo deste sistema ambiental.

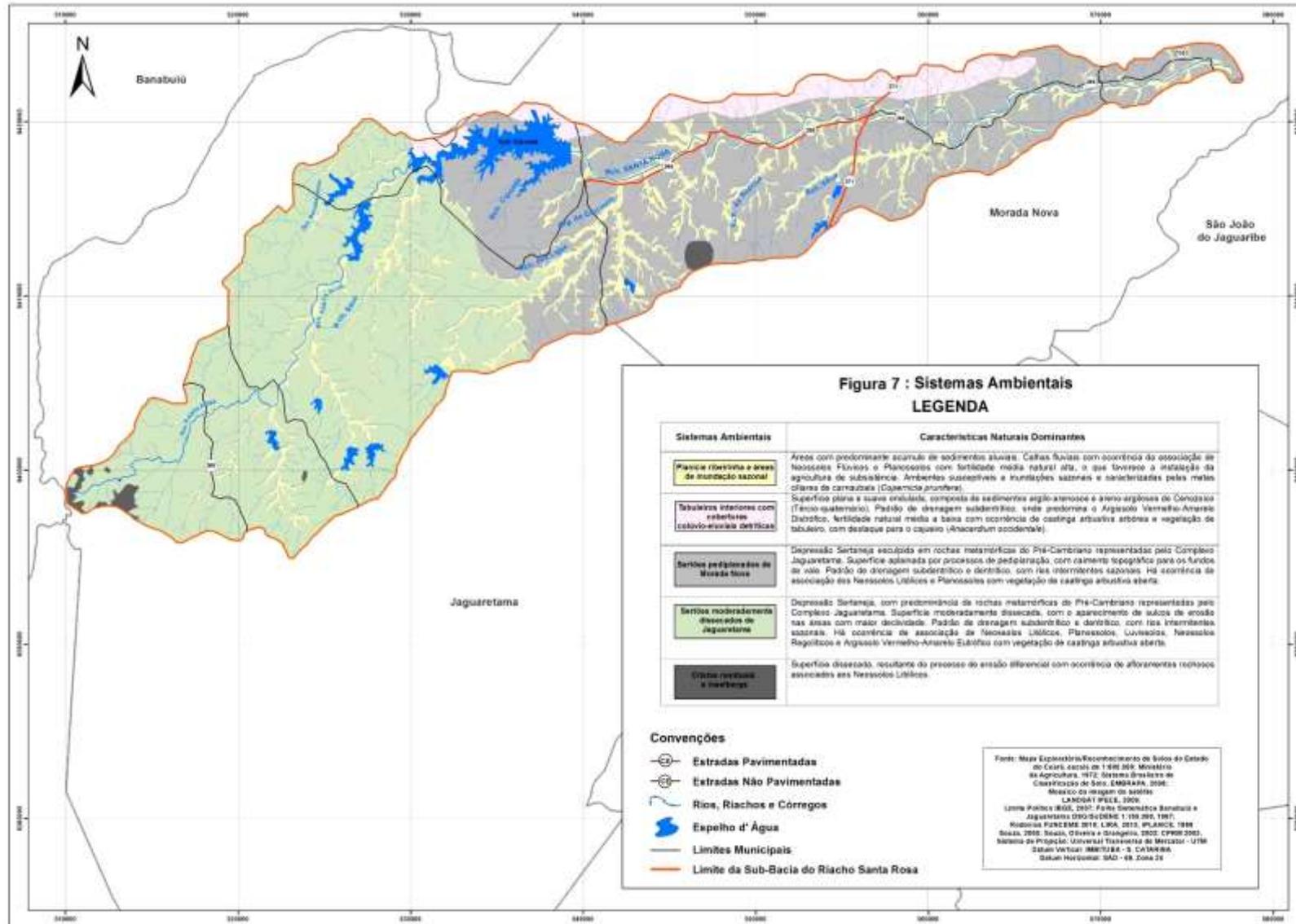
Figura 6 - Inselberg representado pela serra da Santa Marta, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Todos os sistemas ambientais identificados para a sub-bacia do riacho Santa Rosa podem ser visualizados na Figura 7.

Figura 7 - Sistemas Ambientais da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa.



Fonte: elaborado pelos autores (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa sofre com a pressão do uso indiscriminado dos recursos naturais, tendo como agente marcante o uso e ocupação do solo que é caracterizado majoritariamente pela pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

O processo de uso e ocupação da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa não é um processo que foge à regra das grandes áreas semiáridas do Nordeste brasileiro, mas que merece atenção para que os processos de degradação não avancem.

Os sertões pediplanados de Morada Nova apresentaram o maior grau de degradação dos sistemas ambientais identificados. Isso decorre da pressão sobre os recursos naturais da bacia, intensificados principalmente pela pecuária extensiva e o extrativismo vegetal.

O estudo através dos sistemas integrados possibilitou a análise das condições geoambientais da sub-bacia, além de perceber como os agentes que compõem o arcabouço unitário se comportam quando se realiza o exercício da integração dos elementos. As ferramentas do geoprocessamento auxiliaram nas atividades, proporcionando subsídios para a correlação dos dados coletados em campo e tratados em gabinete.

Diante disso, fica evidente a contribuição dos estudos integrados na análise da paisagem, subsidiando pesquisas que devem ser consultadas para o melhor gerenciamento e planejamento do ambiente. Embora muitas vezes os trabalhos sejam negligenciados ou simplesmente engavetados, nosso objetivo é continuar aplicando os conhecimentos acadêmicos de forma prática e dessa maneira a aplicá-los no ordenamento do território.

¹ O índice estabelece o grau de aridez de determinada área. Com base nos estudos de Thornthwaite, esse índice deriva da razão entre a Precipitação (P) e da perda máxima possível de água por Evapotranspiração Potencial (ETP), o qual indica semiaridez quando se situa entre 0,50 e 0,21.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil Intertropical. **Geomorfologia**, n.53, São Paulo, IGEOG, 1977.

BEEKMAN, G.B. El programa combate a la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía em América del Sur IICA / BID. In: ABRAHAM, E.M; BEEKMAN, G.B. (orgs). **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Argentina. Editora Martín Fierro, 2006.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de ciências da terra**, n.13, p- 1-27, 1971.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. PAN-BRASIL. Edições MMA, Brasília, 2004.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. SANTANA, E.W. de (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009.

CEARÁ (Estado). **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 372p.

CONTI, J.B. **Desertificação nos Trópicos**: proposta de metodologia aplicada ao Nordeste Brasileiro. Tese de Livre Docência – USP, São Paulo, 1995.

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia/**IBGE**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009.

LORANDI, R; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. (editores). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**. Ilhéus – BA: Editora da UESC, 2005.

MATALLO JÚNIOR, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C.S; JÚNIOR, H. M. (org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

OLIVEIRA, V. P. V. A Problemática da Degradação dos Recursos Naturais no Domínio dos Sertões Secos do Estado do Ceará-Brasil. In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C. e MEIRELES, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão**: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

PIRES, J. S. R; SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas: integração entre o meio ambiente e desenvolvimento. **Revista Ciência Hoje: Águas do Brasil: má utilização e falta de planejamento**, vol. 19, nº 110. SBPC, 1995. p. 40-45.

_____; DEL PRETTE. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. (editores). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**. Ilhéus – BA: Editora da UESC, 2005.

PROJETO RADAMBRASIL. **FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL**: geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro. 1981.

RÊGO, A.H. **Os sertões e os desertos: o combate à desertificação e a política externa brasileira**. Brasília: FUNAG, 2012.

SALES, M. C. L; OLIVEIRA, J. G. B. Análise da Degradação Ambiental no Núcleo de Desertificação de Irauçuba. In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C. e MEIRELES, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

SANTOS, J.O; SOUZA, M.J.N. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. In: **Boletim Goiano de Geografia**. v.34. n. 2, 2014.

SOARES, A. M. L; LEITE, F. R. B; LEMOS, J. J. S; MARTINS, M. L. R; NERA, R. D. M; OLIVEIRA, V. P. V. de. Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará. In: GOMES, M. G; SOUZA, H. R; MAGALHÃES, A. R. (org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA:1995.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. In: **Revista de Geologia**. Fortaleza: v.1, p.73-91. Edições Universidade Federal do Ceará, 1988.

SOUZA, M. J. N. Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C. (Org). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Funece, 2000. p. 06 -103.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V.P.V. Semi-árido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca. IN: Hubp, J.L.e Inbar, M. (compiladores). **Desastres Naturales em América Latina**. Fondo de Cultura Econômica. México. 2002.p. 207-221.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V.P.V; GRANGEIRO, M.M.G. Análise Geoambiental. In: ELIAS, D. (Org.) **O novo espaço da produção globalizada – o baixo Jaguaribe**. Fortaleza: Funeme, 2002.

SOUZA, M. J. N; SANTOS, J.O; OLIVEIRA, V.P.V. Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará: **Revista Continentes**. Ano 1. n.1, 2012.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V. **Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa**. 2011. Disponível em:

<<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/viewArticle/168>>. Acesso em 25 de setembro de 2013.

_____. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE; T. DANTAS, E. (Org). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 227-245, 2007.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

_____. **Paisagem e Ecologia**. Traduzido pelo Prof^o Carlos A. F. Monteiro, SP: Instituto de Geografia; USP, 1981.