Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Fragilidade ambiental no contexto de sítio urbano na sub-bacia hidrográfica do Rio Banabuiú - Ceará

Luis Ricardo Fernandes da Costa¹, Vlândia Pinto Vidal de Oliveira², Jader de Oliveira Santos³

¹ Dr. em Geografia, Professor da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Avenida Rui Braga, Vila Mauricéia, CEP 39401-089, Montes Claros, Minas Gerais. lrdocosta@yahoo.com.br (autor correspondente). ² Dr^a em Engenharia Agrônoma, Professora da Universidade Federal do Ceará (UFC) Campus do Pici, CEP 60190-780, Fortaleza, Ceará. (87) vladia.ufc@gmail.com. ³ Dr em Geografia Física, Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC) Campus do Pici, CEP 60190-780, Fortaleza, Ceará. (87) jader.santos@gmail.com.

Artigo recebido em 02/10/2019 e aceito em 18/12/2019

RESUMO

O presente artigo trata da dinâmica dos sistemas ambientais e discute a aplicação de modelos de fragilidade ambiental em áreas de entorno de sítios urbanos. A metodologia do trabalho, pautada nos estudos integrados, procura estabelecer a relação de variáveis físico-ambientais e definir o mosaico para o estudo dos sistemas ambientais. A abordagem procedida possibilitou, a partir de uma análise interdisciplinar, visualizar a dinâmica dos sítios urbanos através da aplicação de quatro modelos de fragilidade ambiental. Os resultados demonstraram a importância da aplicação de diferentes modelos de fragilidade ambiental (potencial e emergente), com apoio de análises estatísticas, o que demonstrou, em diferentes situações, os elevados graus de degradação nas áreas de entorno dos sítios urbanos.

Palavras-chave: Análise integrada. Sistemas ambientais. Sítio urbano.

Environmental fragility in the context of an urban site in the basin of the banabuiú river – Ceará

ABSTRACT

This article deals with the dynamics of environmental systems and discusses the application of models of environmental fragility in areas surrounding urban sites. The work methodology, based on the integrated studies, seeks to establish the relationship of physical-environmental variables and to define the mosaic for the study of environmental systems. Based on an interdisciplinary analysis, the approach made possible to visualize the dynamics of the urban sites through the application of four models of environmental fragility. The results demonstrated the importance of the application of different models of environmental fragility (potential and emergent), with the support of statistical analysis, which demonstrated, in different situations, the high degrees of degradation in the surrounding areas of urban sites.

Keywords: Integrated analysis. Environmental systems. Urban site.

Introdução

A análise ambiental se constitui importante base para a aplicação de estudos em geografia física, pois possibilita a visualização de um caminho metodológico integrativo (Santos e Souza, 2014).

A aplicação em diferentes escalas de análise, desde grandes bacias hidrográficas a núcleos de pequenas cidades vem tornando-se um desafio pela questão metodológica, onde muitas vezes ocorre a inadequação da aplicação dessas metodologias de análise.

A utilização da fragilidade ambiental tem por objetivo determinar o grau de intervenção antrópica sobre o meio, de tal modo que procurar sistematizar as variadas interferências do ser humano nos fluxos de matéria e energia (Ross, 1994; Rodrigues, 2000).

Voltando-se para a análise do ordenamento territorial nas cidades brasileiras, observa-se uma rápida e intensa alteração das paisagens naturais em paisagens artificiais geradas, sobretudo, pelas construções humanas, o que acaba por resultar em inúmeros problemas para os cidadãos (Mendonça e Leitão, 2008; Santos e Ross, 2012).

Dessa forma, o estabelecimento do sítio urbano enquanto categoria analítica, pressupõe um arcabouço teórico para a concepção desta unidade de cunho integrativo, relacionando com os elementos da morfodinâmica atual. Assim, é possível compreender como os processos que ocorrem no meio físico interferem na organização da malha urbana e áreas do entorno.

Desse modo, o sítio urbano acaba por ser uma possibilidade de estudo interdisciplinar, que exige apreensão de aspectos distintos da estruturação geoambiental e de uso e ocupação do solo.

Partindo dessa problemática, o artigo trata da questão geoambiental na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, com o objetivo de analisar o grau de fragilidade ambiental dos sítios urbanos inseridos na área de pesquisa. Além disso, caracteriza os componentes setoriais da sub-bacia hidrográfica, além de contextualizar os sítios citados.

Material e métodos

O mapa de fragilidade ambiental é produto fundamental para a compreensão dos graus de estabilidade e instabilidade do ambiente.

Nessa perspectiva, os mapas de fragilidade ambiental foram elaborados utilizando os preceitos estabelecidos por Ross (1994) e Santos e Ross (2012), baseados nos graus de estabilidade propostos por Tricart (1977).

Como aperfeiçoamento da metodologia das unidades ecodinâmicas, divididas inicialmente em unidades estáveis de transição e instáveis, Ross (1994), propõe os conceitos de instabilidade potencial e emergente, onde a primeira correspondem aos ambientes estáveis e que foram menos afetados, e a segunda, representada pelos ambientes fortemente instáveis, numa escala que vai de muito baixa (1) a muito forte (5) (Ross, 1994).

De modo a contribuir na questão metodológica, o presente artigo propõe uma análise de quatro modelos (quadro 1) distintos da fragilidade ambiental. No primeiro definiu-se não utilizar a distinção entre unidades de fragilidade ambiental potencial e emergente. Essa opção justifica-se em detrimento da observação dos resultados numa análise majoritariamente quantitativa. No segundo modelo optou-se por fazer a distinção das unidades entre potencial e emergente.

Quadro 1. Descrição dos modelos de fragilidade ambiental aplicados

Modelo 1	Classificação da fragilidade ambiental sem distinção entre potencial e emergente.
Modelo 2	Classificação da fragilidade ambiental com distinção entre potencial e emergente.
Modelo 3	Classificação da fragilidade ambiental emergente e potencial com peso no uso e ocupação/vegetação e sem distinção entre potencial e emergente.
Modelo 4	Classificação da fragilidade ambiental emergente e potencial com peso no uso e ocupação/vegetação e com distinção entre potencial e emergente.

Para a análise do terceiro e quarto modelo a variável uso e ocupação foi o elemento fundamental na distinção das classes. Tal variável, para a realidade dos sertões cearenses, foi fundamental para a distinção do grau de intervenção atual, imbuindo-se dessa maneira uma variável de peso 2 na análise da fragilidade ambiental nos dois últimos modelos.

A fim de demonstrar os diferentes componentes que integram a fragilidade ambiental, utilizou-se das variáveis geomorfologia, solos e uso e ocupação, além

do tratamento estatístico para compor a matriz de classificação.

Classes de fragilidade para o relevo

Os dados referentes aos índices de dissecação do relevo, já evidenciados anteriormente, são essenciais para a construção do mapa de fragilidade ambiental, pois demonstram o grau de entalhamento dos vales.

Com base no Quadro 2, as categorias para a análise da fragilidade ambiental, quanto as suas propriedades morfométricas podem ser visualizadas na tabela abaixo.

Quadro 2. Classificação da fragilidade quanto a morfometria. Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Classificação da fragilidade	Matriz morfométrica
1 – Muito baixa	11
2 – Baixa	21, 22, 12
3 – Média	31, 32, 33, 13, 23
4 – Forte	41, 42, 43, 44, 14, 24, 34
5 – Muito forte	51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45

Classe de fragilidade para os solos

Além da adaptação referente a mudança de nomenclatura dos tipos de solos conforme a Embrapa (1999), a classe de Neossolos Flúvicos foi incluída na classe de

Quadro 3. Classificação da fragilidade quanto aos tipos de solo. Fonte: Adaptado de Ross (1994), Souza (2000) e Crispim (2016).

Classificação da fragilidade	Tipos de solos
1 – Muito baixa	-
2 – Baixa	-
3 – Média	Neossolos Flúvicos Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico
4 – Forte	Luvissolos Planossolos Chernossolos
5 – Muito forte	Neossolos Litólicos.

Classes de fragilidade para a vegetação/uso e ocupação

Para o estabelecimento do grau de fragilidade ambiental relacionado ao uso da terra, em decorrência da área de estudo, foram realizadas adaptações que evidenciassem as características, além do uso e ocupação da bacia, mas das condições da cobertura vegetal. Com base nessas observações foi elaborada o Quadro 4, que apresenta os graus de fragilidade para essa categoria.

Para essa classificação levou-se em consideração para a vegetação, o grau de alteração antrópica, levando-se em

fragilidade muito forte, devido a susceptibilidade dos processos de fluviais extremos, quando ocorre inundações em maior parte dessas áreas.

consideração os trabalhos de campo e imagens de satélite.

Tratamento estatístico na aplicação da fragilidade Ambiental

A fim de classificar a fragilidade ambiental em 5 diferentes categorias, foi utilizado o método das medidas separatrizes quantil, onde foi realizada as devidas separações das classes e foi feito alguns gráficos e tabelas para descrever o comportamento da fragilidade. No geral foi observado um alto nível de fragilidade nos ambientes estudados.

Quadro 4. Classificação da fragilidade quanto a vegetação/uso e ocupação. Fonte: Adaptado de Ross (1994) e do Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará (2015).

Fragilidade	Uso e ocupação/vegetação
Muito Baixa	Caatinga/mata seca moderadamente conservada com características naturais semelhantes do recobrimento vegetal original e com dinâmica ambiental progressiva, podendo apresentar porte arbóreo, arbustivo e herbáceo. São áreas, que pela dificuldade de acesso, muitas vezes localizadas em regiões com declividades mais acentuadas, possuem um estado de conservação mais acentuado.
Baixa	Caatinga/mata de tabuleiro degradada, com características de recobrimento vegetal secundário, alterada por atividades antrópicas principalmente para o extrativismo vegetal, agricultura e pecuária extensiva.
Média	Mata Ciliar ribeirinha degradada e fortemente degradada com características de recobrimento vegetal secundário transformado e com dinâmica ambiental com tendência regressiva, alterada pelas atividades humanas, como o extrativismo mineral e vegetal, agricultura e pecuária extensiva.
Forte	Caatinga degradada com características do recobrimento vegetal primário transformadas e com dinâmica ambiental com tendências regressivas, com inclusões de afloramentos rochosos, culturas de subsistência e pastagens extensivas.
Muito Forte	Caatinga fortemente degradada submetida a processos de desertificação e com solos e biodiversidade irreversivelmente comprometidos, com presença dispersa de espécies de caatinga arbustivo-arbórea, arbustivo-herbácea, cactáceas, exposições rochosas, matações, solos erodidos com intensa utilização pelo pastoreio extensivo.

Para entendermos melhor a metodologia aplicada neste trabalho, devemos primeiramente compreender porquê usá-la.

O grande objetivo do estudo é analisar o nível de fragilidade de determinados locais,

para isso foram considerados aspectos relevantes quanto ao relevo, o solo e o uso e ocupação/vegetação do ambiente, cada um desses aspectos foram avaliados em uma escala crescente de 1 a 5, da seguinte maneira:

1. Fragilidade - Muito baixa
2. Fragilidade - Baixa
3. Fragilidade - Média
4. Fragilidade - Forte
5. Fragilidade - Muito forte

Para cada “polígono” do ambiente que foi avaliado, foram considerados um total de três indicadores de fragilidade. Como o objetivo é dividir a fragilidade em 5 classes, separou-se os dados em grupos iguais de 20% dos elementos cada um, possibilitando assim finalmente construirmos os intervalos de valores que indiquem as classes de fragilidade do ambiente. Os intervalos adotados serão então:

Tabela 1. Intervalos das classes de fragilidade ambiental.

Fragilidade	Intervalo
Muito baixa	Menor que 7
Baixa	7 ou 8
Média	9 ou 10
Forte	11 ou 12
Muito forte	Maior que 12

Etapa de geoprocessamento

Para chegar ao produto final foram realizadas de recuos do geoprocessamento. Nesse sentido, para os mapas de fragilidade ambiental da análise das imagens de satélite: imagem LANDSAT 8, composição 6, 5 e 4, de resolução espacial de 30 metros, acrescido da banda 8 de resolução espacial de 15 metros, permitindo assim a análise na escala de 1:60.000, essencial para as áreas de entorno dos sítios urbanos. Utilizou-se ainda da base de mapas do Programa Estadual de Combate à Desertificação (PAE) e o Zoneamento Ecológico-Econômico dos núcleos de desertificação do Estado do Ceará.

Para a realização do trabalho cartográfico foram utilizados instrumentos para interpretação e produção de materiais, a saber: Software ArcGis 10.1 para a produção dos mapas; imagens de satélite Landsat 8, com a utilização de diferentes composições de bandas, necessária para a visualização dos diferentes tons de verde, corpos d'água e bancos de sedimento, 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.

Resultados e discussões

Sítio urbano como objeto de estudo da Geografia

O estudo do sítio urbano enquanto objeto de análise é importante, tendo em vista os variados elementos que proporcionam integração dos elementos físicos, a destacar a geomorfologia como atributo âncora da análise

integrada (Tricart, 1977; Ab'saber, 2007; Castilho, 2011; Santos e Ross, 2012).

A compreensão dos processos morfodinâmicos se constitui como elemento essencial na visualização de problemas que venham a se desenvolver, seja a médio ou a longo prazo. Definir os elementos dessa natureza é algo imprescindível para o estabelecimento da geografia física aplicada.

A discussão acerca do sítio urbano como unidade de planejamento na geografia se mostra como um debate essencial para a própria reavaliação dos estudos integrados como forma de intervenção no meio físico. A preocupação com a organização do espaço geográfico, materializado no ordenamento do território é ponto crucial para intervenções que beneficiem e valorizem o espaço urbano e suas áreas de entorno, promovendo o que Sousa (2003) vem discutir como desenvolvimento urbano.

Nesse sentido, o sítio urbano é o local onde a cidade está assentada, ou seja, onde teve possibilidade de desenvolver sua malha urbana ao longo do tempo. Para fins de compreensão e do escopo do trabalho, a expressão sítio urbano, segundo Ab'Saber (2007) “foi tomada em seu sentido geográfico mais simples, ou seja, o de um pequeno quadro de relevo que efetivamente aloja um organismo urbano”.

Ab'Saber (1975), ao expor a utilização da paisagem pelo homem afirma “utilizando-se da paisagem sempre a seu favor, os homens estão um pouco por toda parte. Aqui, cultivam os setores mais férteis dos terrenos, acolá usam o chão dos planaltos ou das colinas, e até mesmo partes de pântanos enxugados, para o sítio de suas cidades”.

Nesse contexto, o autor expressa a importância do meio como fator imprescindível para o estabelecimento das populações humanas, mas com a preocupação

do uso do conhecimento da paisagem, ou seja, utilizando-se do conhecimento integrativo da natureza para a ocupação em diversos ambientes.

Os sistemas morfodinâmicos, dessa maneira, são ponto de discussão para a forma de intervenção no meio físico. Estabelecer as diversas formas de interação ambiental e a posterior representação cartográfica é elemento basilar nos estudos geográficos aplicados.

Caracterização da sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú

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. O Banabuiú é o rio principal, cuja sub-bacia drena uma área aproximada de 19.810 km², desenvolve-se no sentido oeste-leste e percorre um curso total de 314 km, até desaguar no rio Jaguaribe nas proximidades com a cidade de Limoeiro do Norte. Sua área equivale a 13% do território cearense (Ceará, 2009).

A sub-bacia hidrográfica do Banabuiú apresenta um padrão geológico homogêneo, observando-se um predomínio de rochas do embasamento cristalino (96,53%), representadas por gnaisses e migmatitos diversos, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica (Ceará, 2009).

As condições geomorfológicas do vale do Banabuiú, são expressas essencialmente pela condição de aridez, expressa na conjuntura de um vasto Pediplano (Souza, 1988), condicionado através dos pedimentos que se inclinam deste a base dos maciços residuais.

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.

Os solos da área são caracterizados pela ocorrência da associação de Planossolos Solódicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Luvisolos, Argissolos, Chernossolos, além de outros. A vegetação é caracterizada pela ocorrência de vários estratos, variando desde a caatinga arbustiva a caatinga arbórea.

Dinâmica e fragilidade ambiental dos sítios urbanos inseridos na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú

Nesse tópico é discutida a importância dos sítios urbanos para a dinâmica socioambiental na sub-bacia hidrográfica do Rio Banabuiú, além de correlacionar com os dados de fragilidade ambiental. Nesse sentido, é importante perceber como as cidades inseridas na sub-bacia estão atualmente dispostas do ponto de vista do substrato, ou seja, da sua localização.

Na figura 1 observa-se a localização das sedes municipais inseridas na sub-bacia hidrográfica do Rio Banabuiú. 12 sedes estão totalmente inseridas na área da bacia, com exceção de Nova Jaguaribara e Itatira, que estão localizadas nas áreas limítrofes, e por esse motivo não foram incluídas na seleção.

Das doze cidades inseridas na sub-bacia hidrográfica do Rio Banabuiú, os dados referentes a declividade (figura 2) demonstraram-se bem variados, respeitando a escala de análise, as cidades encontram-se de forma geral em áreas de planícies e terraços fluviais, com exceção das cidades de Monsenhor Tabosa e Pedra Branca, que estão inseridas em áreas elevadas, representadas pelas serras secas (maciços residuais), mas o que não descarta a presença de recursos hídricos superficiais nas imediações.

Figura 1: Localização das sedes municipais inseridas na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú.
Fonte: IPECE, 2015.

Nesse sentido, é importante analisar a relação da bacia hidrográfica e todo o seu contexto ambiental e os aglomerados urbanos, de tal modo que a compreensão dos aspectos físico-naturais dos sítios urbanos esteja

relacionada além do local, com o regional. Nas figuras 2, 3, 4, 5 e 6 pode-se observar a declividade e os modelos de fragilidade ambiental.

Figura 2: Relação sítio urbano e declividade

Figura 3: Aplicação do modelo de fragilidade ambiental 1

Figura 4: Aplicação do modelo de fragilidade ambiental 2

Figura 5: Aplicação do modelo de fragilidade ambiental 3

Figura 6: Aplicação do modelo de fragilidade ambiental 4.

Partindo para a análise dos modelos, observa-se que a cidade de Banabuiú apresenta-se como uma particularidade, localizada em posição mais elevada em relação ao talvegue do rio homônimo, fato relacionado com a localização da

cidade em áreas elevadas influenciada por cristas residuais.

O sítio urbano de Quixeramobim é típico de áreas de planície fluvial. Importante destacar a relação dessa configuração com o processo histórico de ocupação do Estado do Ceará, onde a

maioria das cidades se desenvolveu em áreas de planícies e antigos terraços fluviais, em decorrência das melhores condições em termos de recursos hídricos para a agricultura e subsistência local.

Além de constituir-se como cidade que se desenvolveu em áreas das aluviões, as áreas subsequentes da sede exibem amplo pediplano com considerável dissecação, com presença de colinas, inselbergs e planícies alveolares. Cabe destacar estas últimas, por abrigarem condições mais favoráveis a agricultura e pecuária. Os lajedos, áreas formadas por afloramentos rochosos, mas diferente dos inselbergs, possuem altimetria próxima a depressão subsequente, constituem-se como áreas desfavorecidas para a expansão urbana da cidade.

A cidade de Quixadá, representada pelos campos de inselbergs, de grande beleza cênica, apresenta características de uma típica cidade do sertão cearense. Quixadá acaba por se destacar como polo de serviços, polarizando os municípios vizinhos (PEREIRA, 2012), concentrando funções e atraindo fluxos dos demais municípios. Nesse sentido, a cidade de Quixadá, juntamente com Quixeramobim exercem grande influência no sertão central.

O sítio urbano de Pedra Branca é caracterizado pela presença de unidades relacionadas aos maciços residuais, ou seja, grandes elevações em meio as áreas aplainadas das depressões sertanejas. A singularidade de estar localizada em altitudes que variam de 500 a 515 metros não oferece condições favoráveis de aporte de umidade, assim como as serras de Baturité e Meruoca, próximas do litoral.

De tal modo, que Pedra Branca é típico sítio urbano encravado em serra seca, ou seja, com condições que a aproximam da depressão sertaneja. A cidade, atualmente é circundada pela presença de amplas colinas rasas, entalhadas pela rede de drenagem. A morfologia de colinas por vezes é alterada pelo aparecimento de cristas residuais e inselbergs, que dominam a paisagem a medida que a depressão sertaneja se estabelece.

A cidade de Monsenhor Tabosa, com um perfil semelhante à da Pedra Branca, tem suas particularidades voltadas as condições do relevo e solo locais. A região tem características de áreas planas, com dissecação moderada e presença de Argissolos, com condições mais favoráveis do ponto de vista físico-ambiental.

Os sítios urbanos de Ibicuitinga e Morada Nova, localizados na área do baixo curso do Rio Banabuiú. O primeiro, quase no limite da área de pesquisa, apesar de estar próximo às manchas de unidades de tabuleiros interiores, acaba por

apresentar alta susceptibilidade ambiental. Na região é possível observar manchas de Neossolos Regolíticos, o que acaba por atenuar as condições referentes a semiaridez regional, com a disponibilidade de solos mais propícios a agricultura.

Morada Nova, localizada nas áreas de influência da planície fluvial do Rio Banabuiú, exerce grande influência na região, com uma importância econômica e de polarização na região do baixo banabuiú.

As cidades de Mombaça e Senador Pompeu, típicos sítios urbanos de planície fluvial. Ambas têm o Rio Banabuiú passando pelos seus núcleos urbanos, o que acaba por apresentar alto grau de susceptibilidade ambiental, pelo fato de estarem mais suscetíveis a enchentes do Rio Banabuiú. Nesse sentido é necessário um planejamento e gestão ambiental eficientes para minimizar esses desastres naturais.

Nas cidades de Madalena, Piquet Carneiro e Boa Viagem a situação é semelhante, constituindo cidades com núcleos em ambientes semiáridos e relevo que varia de dissecado a moderadamente dissecado. Apesar de serem cidades habituadas à realidade do clima semiárido, em situações excepcionais sofrem com as cheias dos rios adjacentes.

Considerações Finais

Na análise empírica dos sítios urbanos, relacionando com os quatro modelos da fragilidade ambiental, fica comprovado um alto grau de susceptibilidade aos problemas ambientais nas cidades analisadas. Nesse sentido, independente do modelo proposto para a análise dos sítios urbanos, fazendo uma análise conjunta dos dados de declividade + fragilidade ambiental + observações de campo, fica evidente a necessidade de estudos em escalas de detalhe, além de políticas públicas voltadas para o planejamento e gestão ambientais em áreas urbanas.

Cidades como Senador Pompeu, Mombaça, Quixeramobim e Morada Nova apresentam um grau maior de susceptibilidade em relação as outras cidades. Tal fato é justificado em detrimento das calhas dos Rios Quixeramobim e Banabuiú passarem dentro dos núcleos urbanos, o que provoca, em determinados períodos inundações que se caracterizam como desastres naturais, com perdas materiais e humanas.

Destaca-se a importância de estudos voltados para cidades pequenas, que, mesmo não possuindo uma relevância no quadro da hierarquia urbana regional, fazem parte da rede que

compõem o quadro das cidades do Ceará, sendo imprescindível a importância de estudos dessa

natureza na Geografia e áreas afins.

Referências

- Ab'saber, A. N, 1975. Formas de relevo: texto básico. Edart. São Paulo.
- Ab'saber, A. N, 2007. Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo. Ed. Fac-Similar - 50 anos. São Paulo: Ed. Ateliê.
- Botelho, R. G. M.; SILVA, A. S. da, 2004. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Bertrand Brasil, 2 ed. Rio de Janeiro.
- Castilho, C. J. M., 2011. O Ambiente Urbano numa Perspectiva Interdisciplinar: Discussão de Conceitos que Tratam das Inter-Relações Sociedade-Natureza, a partir da Geografia do Recife. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 04, n. 05.
- Ceará. Assembleia Legislativa, 2009. Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. SANTANA, E.W. de (Coordenador). – Fortaleza: INESP.
- Christofolletti, A, 1999. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Ed. Edgard Blucher.
- Crispim, A. B, 2016. Fragilidade ambiental decorrente das relações sociedade/natureza no semiárido brasileiro: o contexto do município de Quixadá-CE. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza.
- Guerra, A.T.; guerra, A. J. T, 1997. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Manual técnico de geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE.
- Mendonça, F.; Leitão, S, 2008. Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. Geotextos, Paraná, v. 4, n. 1, p. 145-163.
- Miyazaki, V. K, 2013. Estruturação da cidade e morfologia urbana: um estudo sobre cidades de porte médio da rede urbana paulista. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente – SP.
- Rodrigues, S. C, 2000. Análise da Fragilidade do Relevo. Abordagem Empírico-Experimental. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 23, p. 167-189.
- Rocha, A. A, 2011. Sociedade e Natureza: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas. Edições UESB: Vitória da Conquista.
- Ross, J. L. S, 1994. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.8, p.3-74.
- Santos, J. O; ROSS, J. L. S, 2012. Fragilidade ambiental urbana. Revista da ANPEGE, v. 8, n. 10, p. 127-144.
- Santos, J.O; SOUZA, M.J.N, 2014. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. In: Boletim Goiano de Geografia. v.34. n. 2.
- Souza, M.J.N, 1988. Contribuição para o estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. Fortaleza: Revista de Geologia, ano 1 - n°.
- Souza, M.J.N, 2000. 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.
- Souza, Marcelo Lopes, 2003. ABC do Desenvolvimento Urbano. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil; 190 páginas.
- Souza, M. J. N; Oliveira, V. P. V, 2011. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. Revista Rede.
- Teodoro, V. L. I.; Teixeira, D.; Costa, D. J. L.; Fuller, B. B, 2007. 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.
- Tricart, J, 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE.