

Método e Operacionalidades na Relação Ambiental entre Bacias Hidrográficas e Áreas Susceptíveis à Desertificação na América Latina e Brasil

Flávio Nascimento

INTRODUÇÃO

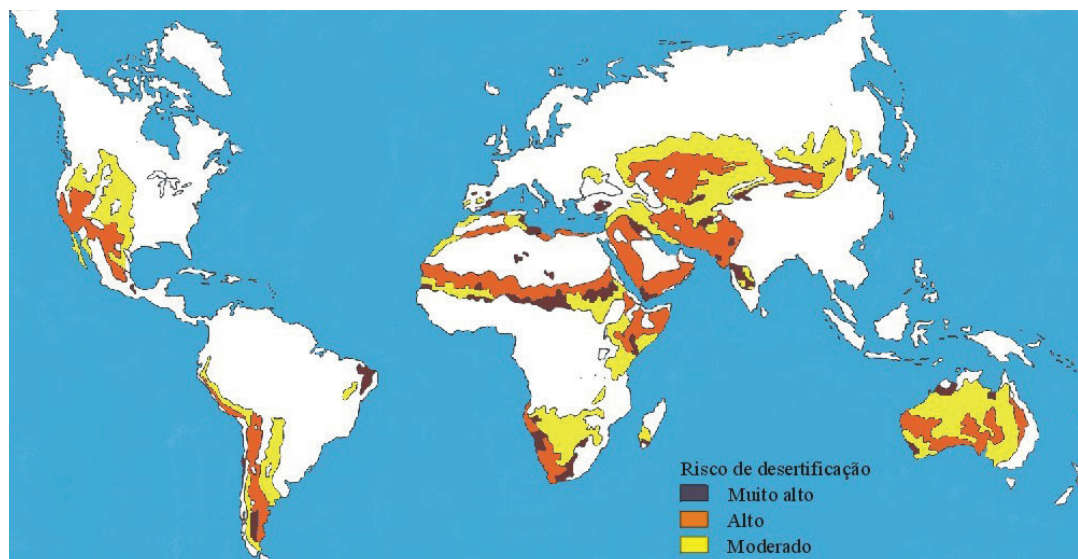
A desertificação é um problema comprometedor da segurança ambiental global, que se evidencia na superfície terrestre de maneira diferenciada, em grau e abrangência. As zonas tropicais compreendem as áreas mais problemáticas nesse sentido, no qual se insere o Brasil. Por isso, é um fenômeno ambiental complexo, que compromete a capacidade-suporte dos ecossistemas componentes de geoambientes. Tal problemática deve ser considerada em uma perspectiva múltipla e diversificada, destacando sua importância para a convivência com o fenômeno da seca e a consequente melhoria da qualidade de vida da população (NASCIMENTO, 2013).

O PNUMA considerou, a partir da definição oficial de desertificação, as áreas susceptíveis ao problema tomando por base classificação zonal e de classes climáticas definidas pelo índice de aridez. A rigor, a definição de aridez baseada na razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (P/ETP) foi estabelecida pela ONU, em 1977, em seu Plano de Ação de Combate à Desertificação, publicado no trabalho *Map of the world distribution of arid regions*, elaborado pela Unesco, em 1979, que considera áreas susceptíveis à desertificação as de clima árido, semiárido e subúmido seco.

Malgrado, o uso da definição sobre desertificação, ocorre quase que indistintamente por diversos estudiosos, políticos, sociedade civil, como também pela mídia técnica e informacional, fato que faz a desertificação ser bastante permeada por jargões e clichês, demandando ser mais bem compreendida. Por isto distinguimos desertização de desertificação, porque esses termos são antinômicos, e pelo entendimento de que a postural conceitual define o caminho metodológico – que é a proposta deste texto. As dificuldades encontradas, contudo, para consideramos uma definição consensual sobre desertificação ainda representam um entrave ao enfrentamento da problemática no plano global.

Na América Latina, os países mais problemáticos são Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Equador e Peru. Eles têm buscado unir-se para enfrentar a desertificação, não só com políticas públicas, mas também por meio de toda uma articulação em prol da questão. Em especial, os países do Cone Sul – Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai – buscam articular-se para combater a desertificação; a questão dos recursos hídricos, na qual as bacias hidrográficas são as unidades de estudo, é a mais relevante, o que ajuda na integração entre esses países. E, cabe salientar, a sinergia entre as convenções que tratam do tema desertificação propicia a integração dessas nações. Em âmbito regional, destaca-se o Grande Chaco americano, envolvendo áreas argentinas, bolivianas e paraguaias, comum milhão de quilômetros quadrados e um universo populacional superior a quatro milhões de pessoas, que vem destacando essa problemática em um programa de ação sub-regional.

Figura 1 - Áreas de risco de desertificação



Fonte: Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (1977).

As bacias hidrográficas subúmidas secas e semiáridas que compõem Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD's), estão sobremaneira envolvidas nesse fenômeno, e a degradação que pode culminar com a desertificação, a princípio, deriva das atividades humanas inadequadas sobre os mosaicos ambientais, com baixa sustentabilidade e alta vulnerabilidade ambiental. Magnificando este cenário estão (ou até mesmo, inexistem) as políticas públicas procrastinadoras. Dessa forma, as condições econômicas e sociais podem potencializá-la.

É neste domínio que quando uma pesquisa científica almeja, em sua essência, estudar, avaliar ou analisar a degradação dos recursos naturais, se faz importante destacar as ASD's, indicando bacias hidrográficas enquanto como unidade de planejamento geoambiental. Ademais, considerando-se os fatores ambientais (físicos e humanos), bem como suas causas e consequências, algumas pressupostos elementares devem ser proferidos e registrados. Não obstante, se teria aí em nossa opinião, uma dos escopos centrais na relação ambiental da desertificação com bacias de drenagens, sobretudo, quando estas são tratadas como referenciais espaciais para prospecção, identificação e o combate ao fenômeno em destaque. É isto a que se propõe texto, em sua essência.

Nesta trajetória, algumas questões de norte metodológico foram trabalhadas aqui para construção de estratégias de pesquisas, como algo sugestional ou mesmo para o diálogo propositivo de um estratagema que gere bons resultados. A rigor, a metodologia ou a sistemática operacional é parte integrante do método; este é constituído, portanto, das bases conceituais/referências teóricas, adicionados da sistemática operacional/metodologia.

Bacias Hidrográficas e a Desertificação: conceituações e breve retrospectivas

Advogamos a idéia de que a desertização trata da formação, expansão ou contração natural de biomas desérticos quentes, mencionados físico-ecológicos, constituídos ao longo de eras geológicas, independentes da ação humana. Isto não se aplica ao objeto em foco, mas sim desertificação, a fim de se designar os processos de degradação das terras, induzidos pelas atividades socioeconômicas, sem necessariamente haver mudança

climática, em detrimento do seu uso generalizado que se tornou senso comum. Mesmo por que, o que mais interessa é estudar a desertificação naquilo em que é consequência e causa às ações humanas, de modo a se perceber e avaliar como a relação sociedade x natureza na produção do espaço, se insere no contexto e na dinâmica de problemas e limitações, assim como nas potencialidades de usos dos recursos naturais nas regiões e áreas acometidas por níveis diferenciados do fenômeno da desertificação.

Para o tratamento da desertificação em nível mundial, a bacia hidrográfica (bh) foi destacada pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) como unidade de planejamento e gestão, assinalando a articulação das comunidades, através do princípio da consertoação, que considera o envolvimento e participação de pessoas que integram uma mesma área de drenagem (BRASIL, 2004a: 30). Como unidade físico-territorial, uma bacia hidrográfica tem como elemento integrador os canais fluviais ou canais de drenagem naturais, onde os recursos hídricos são o referencial (NASCI-MENTO, 2003). Embora compondo um sistema natural complexo, não é um sistema ambiental único. Portanto, é preciso considerar as questões socioeconômicas regionais que, na maioria dos casos, não respeitam os limites dos divisores de água. Carvalho e Nascimento (2004), ainda advogam que, uma bh deve ser estudada não só do ponto de vista de sua rede de drenagem, mas sim de forma mais holística, conforme sua complexidade fisiográfica, socioeconômica e cultural. Sob esta égide, os recursos naturais ganham destaque, ao tempo em que são explorados, consumidos, exauridos ou conservados nas bacias de drenagens.

Nada obstante, a degradação ambiental nesta unidade funcional de planejamento deve ser entendida de forma global, integrada e holística, considerando-se as relações entre a degradação ambiental e as sociedades causadoras dessa dilapidação, que concomitantemente sofrem os efeitos e procuram solucionar, recuperar e reconstituir as áreas alvejadas. Segundo Nascimento (2006; 2013), ao discutir a problemática da desertificação no mundo, que o termo desertificação foi cunhado por Abreuville em 1949, para designar florestas equatoriais africanas degradadas face ao mau uso dos recursos naturais. A problemática da desertificação, porém, assumiu proporções mundiais com o pós II Grande Guerra, notadamente através do movimento ambientalista. Mas, sem dúvidas foram as expressivas secas de 1934-36 associadas com degradações ambientais, com intensa degradação dos solos em uma área aproximada de 380.000 km², no meio-oeste americano, provocando o fenômeno *Dust Bowl*, que veio a inaugurar as pesquisas sobre os impactos socioeconômicos em ecossistemas marcados pela seca ou escassez hídrica. Outro problema ambiental grave observado em nível mundial foi o ressecamento dos solos na Região de Sahel na África, entre 1967-76, provocando a morte de milhares de animais e cerca de 200 mil pessoas.

A Conferência de Estocolmo (1972) representa o primeiro momento de discussão mundial sobre a desertificação. Essa discussão foi aprofundada cinco anos depois no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (Nairobi, Quênia). Nesta perspectiva, a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCOD), reconheceu esse problema como desencadeador de severos custos para a sociedade em âmbito mundial, chegando a ameaçar a biosfera (RUBIO, 1995). Como resultado, foi criado o Plano de Ação de Combate à Desertificação (PACD), para o desenvolvimento de ações em âmbito mundial, considerando os problemas humanos que influem na desertificação.

No Brasil, os primeiros estudos foram desenvolvidos por Vasconcelos Sobrinho, em 1976. Por seguinte, vários outros estudiosos se dedicaram ao assunto a partir de então no país, sobretudo, no Nordeste Brasileiro. Fato marcante após a UNCOD em 1977, por exemplo, foi a realização da Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido (ICID) em Fortaleza-CE (1992). Essa problemática foi associada às mudanças climáticas, destacando as zonas áridas e semiáridas. Esse evento instigou as "Diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação. Projeto BRA 93/036. Plano Nacional de Combate à Desertificação" (BRASIL/MMA, 1998). Destaque deve ser dado para Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação nos Países que sofrem com a seca grave e/ou Desertificação, particularmente na África (UNCCD), ou simplificada CCD, realizada em Paris em 17/06/1994. A mesma foi ratificada por 196 países, inclusive pelo Brasil em 1997.

Incorporada e discutida a problemática da desertificação na Rio-92, a definição oficial deste fenômeno foi registrada na Agenda 21 (Capítulo 12.2) para o Manejo de Ecossistemas Frágeis: a luta contra a desertificação e a seca. Ao tempo em que foi definida como: "Degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas, resultantes de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas" (NASCIMENTO et., al. 2007). A definição de aridez baseada na razão entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial (P/ETP), conhecido como Índice de Aridez, a rigor, serve de parâmetro mundial para o enquadramento de áreas susceptíveis à desertificação, conforme as seguintes classes climáticas: Hiper-árido: $< 0,03$; Árido: $0,03 - 0,2$; Semiárido: $0,21 - 0,50$; subúmido seco: $0,51 - 0,65$; Subúmido úmido: $> 0,65$, ou seja, apresenta ausência de aridez (UNEP, 1995; REDESERT, 1995; BRASIL, 2004b).

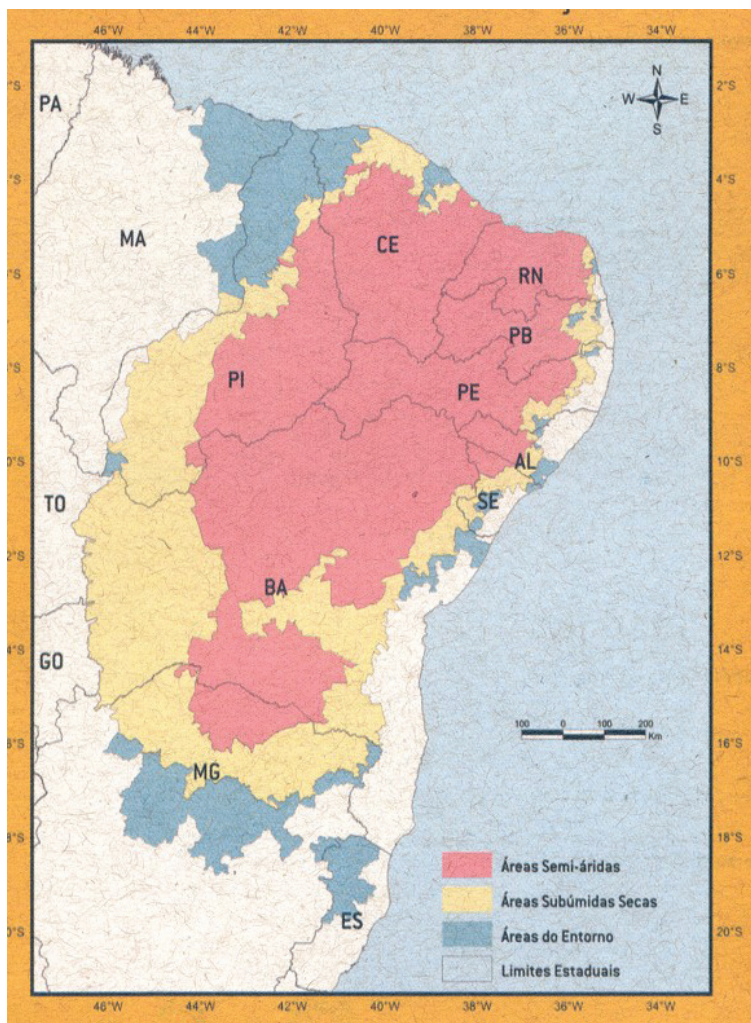
Nada obstante, o principal marco político na história de combate à desertificação no Brasil deu-se com a elaboração do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL. Este programa dá atenção especial para as ASD's, pois são espaços semiáridos e subúmidos secos, abrangendo o Bioma Caatinga e suas Ecorregiões (BRASIL, 2004b; CNRBC, 2004), através dos: Núcleos de Desertificação; Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas; Áreas do Entorno das Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas; e das Novas Áreas Sujeitas ao Processo de Desertificação (Figura 2).

A interferência humana no meio físico dos sertões, mais do que as vicissitudes climática, usualmente provoca ruptura da dinâmica ambiental, onde o extrativismo vegetal e mineral, o sobrepastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola por culturas podem ser as principais causas da desertificação em áreas não irrigadas. E a salinização dos solos é o principal agente nas áreas com agricultura irrigada (CNRBC, 2004). Em última análise, as causas da desertificação estão associadas a dois grandes conjuntos de problemas: 1) agropecuária tradicional, descapitalizada e com baixo nível tecnológico; e 2) agricultura irrigada, intensa em capital, mas mal manejada. Os fatores estruturais, contudo, como concentração de renda, alta densidade demográfica, inadequações de algumas atividades econômicas em relação às condições ambientais, dificultam o combate à desertificação e magnificam os efeitos das referidas causas (PERNAMBUCO, 2001; BRASIL, 2004b).

As geotecnologias trouxeram mudanças no modo de produção do conhecimento e contribuem para os estudos sobre desertificação, como advogam os trabalhos de Luna, 1995 e Vinogradov, 1995 em bh e Viera (2015), notadamente os SIG's, sistemas de posi-

cionamento terrestre (GPS), sensoriamento remoto e cartografia digital. Os SIG's, proporcionam a coleta, produção, armazenamento e manipulação de dados georreferenciados. Possibilitam, portanto, observações sistemáticas em várias escalas, visão sinótica e integração de dados diversos, como cartográficos, bibliográficos, imagens de diferentes sensores com vistas à execução de análises complexas para a produção de informações geográficas precisas conforme Rocha (2000), Carvalho et al., (2000), Davis et al., (2004).

Figura 2 - Áreas susceptíveis à desertificação



Fonte: Brasil (2004).

No geral, sobre a desertificação no mundo diversos autores são relevantes, com pesquisas aprofundadas que concretizaram bibliografias extensas e complexas. Algumas destas publicações foram consideradas neste trabalho, bem como outras que tratam sobre essa problemática em nível de Brasil. Neste contexto, destacam-se aqueles autores que trataram o Nordeste seco e especificamente os que consideraram a desertificação em Bacias Hidrográficas; os quais foram esboçados no Quadro 01:

Contudo, é importante afirmar que o diagnóstico é o caminho inicial e articulativo do campo das idéias com as analíticas-práticas. Por isso mesmo, a elucidação da proposta de sistemática operacional se torna importante para concatenação da proposta aqui defendida. Se não vejamos.

Quadro 1 - Desertificação no Mundo, América Latina e no Brasil tratada em diversos autores

	No mundo	No Brasil	Em bacias hidrográficas	
Autores de Referência	Nimer (1980), Rozanov (1982), Zonn e Orlovski (1987), Here (1992), UNEP (1995), Batchelor e Wallace (1995), Dregne (1995), Gomes et al., (1995), Dresch (1987 e 1995), Rosa (1995), Rubio (1995), Rubio e Bochet (1998), Sharma (1998), Oliveira, 2011. Nascimento (2013). Ab'Saber (1977), Suertegaray (2003), Conti (2002) e Nascimento (2006).		Filho et al., 1994; (1992), Vieira, 2002, Souza e Oliveira (2003), Pinheiro (2003), Nascimento e Cunha (2003) e Nascimento et., al. (2004); Nascimento (2010, 2012 e 2016); Nascimento e Farias, 2016.	
	Desertificação na América Latina: Escobar (1997) e no Caribe o Grupo de Trabalho Interministerial da República Dominicana (2004).	Desertificação no Nordeste Seco: Vasconcelos (1982); Nimer (1988), Magalhães (1992), Ferreira et al., (1994), Souza et al., 1994; Sá et al., (1994); Júnior (1997), MMA (1998); Redesert (2003); Sales et la., (2003), IICA (2003); CNRBC (2004), Sales, 2004		
		Desertificação no Ceará: Leite al., (1993), Martins et al., (1994), Souza (2000), Moreira (2001) e Nascimento et., al. (2007 e 2008), Nascimento (2010)		

Fonte: Nascimento, 2013 e 2016

Esboço do Diagnóstico Geoambiental: articulação entre teoria e prática

O diagnóstico geoambiental envolvendo o diagnóstico de ASD's e, sobretudo, em bacia de drenagem deve considerar como estratégias metodológicas as seguintes: (1) Abordagem Sistêmica; (2) Valorização da multidisciplinaridade e (3) Sistema de Informação. A abordagem sistêmica considera o sistema como o conjunto de unidades que têm relações entre si. O conjunto significa que as unidades possuem propriedades comuns, sendo que o estado da cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das demais unidades. Acrescenta-se que “os sistemas não atuam de modo isolado,

mas funcionam dentro de um ambiente e fazem parte de um conjunto maior” (NASCIMENTO, 2003). Sob o ponto de vista teórico-metodológico a abordagem sistêmica integra o conjunto das variáveis ambientais envolvidas no processo.

A valorização da multidisciplinaridade é indispensável, diante do espectro amplo de atividades e estudos envolvidos no programa. Desse modo, o estudo geoambiental requer um conhecimento profundo da realidade físico-natural da área pesquisada (SOUZA, 2000, BRANDÃO et al., 2003), especialmente quando se trata da análise de bacia hidrográfica que enfrentam problemas de degradação ambiental (NASCIMENTO et al., 2005).

O sistema de informação contempla os diferentes módulos de coleta, armazenamento, tratamento e divulgação de dados, concentrando informações e descentralizando o seu acesso. Para a elaboração do diagnóstico do contexto geoambiental os estudos devem considerar o contexto das variáveis físicas e bióticas. Devem também interpretar as relações entre os subsistemas naturais e as condições do uso e ocupação que encerram a realidade estática e dinâmica do espaço. São obtidas informações integradas em uma base geográfica, de modo a classificar o território de acordo com a sua capacidade de suporte.

Na elaboração do Diagnóstico Geoambiental as análises setoriais servem de meio para a integração dos componentes. Portanto, se faz necessário adotar procedimentos que conduzem à delimitação dos sistemas ambientais, em consonância com pressupostos metodológicos integrativos capazes de apreender as relações de interdependência entre os componentes físico-bióticos. Os sistemas ambientais são hierarquizados e configurados em mapas organizados em escala compatível, com base na interpretação de imagens orbitais e com rigoroso controle de campo. Os resultados do diagnóstico ambiental do meio físico decorrem de uma revisão sistemática dos levantamentos anteriores procedidos sobre a base dos recursos naturais. As análises desse material e dos produtos do sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituem os meios utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

As análises temáticas são apresentadas de modo a demonstrar o estreito relacionamento mútuo entre os componentes geoambientais que compõem a bacia hidrográfica e que contenhas ecossistemas em processos de desertificação. Estas análises, que encerram a primeira etapa do diagnóstico, são conduzidas de modo a definir as características das diversas variáveis que compõem o meio físico. Sequencialmente são apresentadas em forma de matriz as condições lito-estratigráficas e as características das feições morfo-genéticas; características climáticas e hidrológicas; distribuição dos solos, suas principais propriedades e os padrões de cobertura vegetal. Essa sequência apresenta uma cadeia de produtos parciais que expõe uma relação de dependência entre as variáveis geoambientais. Cada uma delas apóia-se nas anteriores e fundamenta as seguintes (SOUZA, 2000, NASCIMENTO, 2006).

O diagnóstico do meio físico apresenta uma proposta de síntese da Compartimentação Geoambiental através de um quadro sinóptico representativo da bacia de drenagem. Essa proposta é apoiada na análise das variáveis anteriormente referidas e nas relações mútuas entre as mesmas. Nessa etapa do diagnóstico, é priorizada a visão de totalidade para a caracterização das unidades geossistêmicas. Destacam-se, nesse aspecto, as concepções metodológicas consagradas em trabalhos ligados aos Diagnósticos e Zoneamen-

tos Ecológicos-Econômicos, que hierarquizam as categorias espaciais de ambientes em Domínios Naturais, Geossistemas e Geofácies, isto é, unidade e subunidade ambiental.

As unidades Geossistêmicas são delimitadas em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis geoambientais. Destacando-se as diversidades internas dos geossistemas são delimitadas as unidades elementares (geofácies) contidas em um mesmo sistema de relações. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para delimitar as subunidades, em função da exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos. A paisagem encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e sociais que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução (BERTRAND, 1968). A síntese das unidades geossistêmicas é apresentada através de quadros que contêm informações sobre a denominação das unidades e sobre as características predominantes das condições geoambientais da bacia: geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, solos e vegetação.

Na preparação da legenda do mapa de Compartimentação Geoambiental, um dos principais resultados de estudos desta natureza, são destacadas as características dos principais atributos ambientais. Estas servem de base para indicar condições potenciais ou limitativas, quanto às possibilidades de uso dos recursos naturais e das reservas ambientais. Sequencialmente, com o objetivo de avaliar a dinâmica ambiental e o estado de evolução dos Sistemas Ambientais são estabelecidas categorias de meios ecodinâmicos, com base em critérios de Tricart (1977). Cada categoria de meio está associada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos processos degradacionais. Adaptando-se os critérios de Tricart as ASD's em foco, são distinguidas as categorias de instabilidade e estabilidade do meio físico, caracterizadas pelo autor em seu livro *Ecodinâmica: Ambientes Estáveis; Ambientes de Transição ou "Intergrades"; Ambientes Fortemente Instáveis*. Com o enquadramento dos sistemas ambientais em uma determinada categoria de meio ecodinâmico, viabiliza-se a possibilidade de detectar o grau de vulnerabilidade do ambiente e sua sustentabilidade futura: tendencial e desejada (SOUZA, 2006 e NASCIMENTO, 2013.).

Após o reconhecimento do contexto geoambiental de cada área estudada, é preciso organizar um Quadro Sinóptico das Unidades Geoambientais contemplando, sequencialmente, os seguintes aspectos: (a) Capacidade de suporte (potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade); (b) Impactos e Riscos de Ocupação; (c) Diretrizes Ambientais. Por seu turno, a capacidade de suporte dos recursos naturais inclui condições de potencialidades e limitações. As potencialidades são tratadas como atividades ou condições que têm exequibilidades de serem praticadas em cada unidade geoambiental, sendo propícias à implantação de atividades ou de infra-estruturas. As limitações ao uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação da terra. Os riscos se referem aos impactos negativos oriundos de uma ocupação desordenada do ambiente.

A organização do mapeamento é feita com base na utilização de imagens de sensoriamento remoto, em produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis e em trabalhos de campo. Em sendo assim, o Diagnóstico do Contexto Geoambiental dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais modificados

ou não pelos fatores econômicos e sociais. A vertente, das variáveis físicas e bióticas ou das variáveis geoambientais, se materializa através de uma série de unidades espaciais homogêneas que constituem heranças da evolução dos fatores fisiográficos e ecológicos, ao longo da história geológica recente.

Com base em sucessivos níveis de sínteses através de relações interdisciplinares, considerando os fatores do potencial ecológico (geologia + geomorfologia + climatologia + hidrologia), da exploração biológica (solos + cobertura vegetal + fauna) e das condições de ocupação e da exploração dos recursos naturais, são estabelecidas, delimitadas e hierarquizadas as unidades espaciais homogêneas configurando, cartograficamente, a Compartimentação Geoambiental em escala compatível com os objetivos, interesses e aplicabilidades práticas do projeto. A análise dos atributos e da dinâmica natural que identificam os sistemas ambientais tem caráter globalizante e integrativo. Essa visão holístico-sistêmica adotada faculta a compreensão das inter-relações e interdependências que conduzem à formação de combinações entre os atributos geoambientais.

Cumpridas as etapas fundamentais do roteiro metodológico do diagnóstico Geoambiental, se tem como resultado, uma articulação entre teoria e prática, voltadas à aplicação. Esta fase traz em si, as bases teóricas que já foram articuladas nos estudos setoriais e integradas, da sociedade e da natureza. Aplicada, pelo fato de ter se lançado as bases à elaboração de planos de combate à desertificação, que envolvam: planejamentos e gestão ambiental; Planos Diretores Municipais; Zoneamentos Ecológicos-Econômicos; só para citar alguns dos principais elementos de informações, sinopses e propostas articuladas de estudos integrados.

Procedimentos Operacionais

Estudos setoriais: bases para a integração

A perspectiva dos trabalhos integrados sobre bacias hidrográficas, que consideram tanto as áreas de drenagem, quanto de seu entorno, no panorama das Áreas Suscetíveis à Desertificação/ ASD, deve superar e descartar o tratamento linear cartesiano que privilegie os estudos setoriais e distorce a visão sistêmica e de conjunto que configura a realidade regional. Deste modo, uma linha teórico-metodológica fundamentada na visão holística, privilegiando a abordagem sintética e multicomposta, conforme a Teoria Geossistêmica de Bertrand (1968), compreendida a luz da análise Geoambiental Integrada (SOUZA e OLIVEIRA, 2003; NASCIMENTO, 2003; NASCIMENTO e SAMPAIO, 2004), respaldada os estudos sociais e da natureza. Neste ínterim, os componentes geoambientais correspondem aos fatores ambientais, físico-bióticos - suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) -, e humanos que promovem a dinâmica da paisagem.

Com efeito, os domínios e as regiões naturais que compõem as hidrográficas, demandam ser concebidas como sistemas ambientais, compostas por várias subunidades de paisagem, ou seja, geossistemas e geofácies, ou mesmo, unidades e subunidades ambientais, em respectivo. Por isto mesmo, precisam ser identificadas por meio de trabalhos de sensores remotos e terem suas capacidades de suporte dos recursos naturais assinaladas no conjunto de elementos ambientais, em termos de relação-integração, com mútua interação com as formas de uso e ocupação da terra, de maneira sistêmico-holística.

Pelo menos, assim fizeram trabalhos realizados, testados e aprovados em ASD's no Brasil e na África, realizados por: Nascimento et al.(2005): *Geo-Environmental analysis and identification of degraded areas susceptible to desertification in a semi-arid, tropical ecozone: the Acaraí river basin in northeastern Brazil*. E, Pereira e Nascimento (2016): *Susceptibility to Desertification*

in Chicualacuala, Republic of Mozambique. Só para citar alguns. Nestas obras, assim como na realidade prática do método apurados para as pesquisas na temática em tela, devem se proceder com a caracterização dos sistemas físico-bióticos das ASD, tomando-se como base a análise geoambiental, levantado as principais variáveis ambientais relativas ao suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) que compõem as respectivas bacias hidrográficas.

Para tanto, se faz mister realizar análise circunstanciada com vistas ao diagnóstico do potencial geoambiental, considerando os seguintes temas em conjunto: As unidades estruturais e geomorfológicas entendidas em sua cronolitoestratigráfica, dados geológicos, sub-compartimentação do relevo, planialtimetria e declividade, características geomorfológicas das rochas, classificação das formas, feições geomorfológicas e modelado, área, fisiologia das paisagens, características morfogenéticas e morfodinâmicas, balanço entre pedogênese e morfogênese, para verificação das instabilidades ambientais.

Nada obstante, sobre os aspectos climáticos e recursos hídricos, respectivamente, é recomendável estudar as classificações genérica e empírica do clima para aferição das tipologias regionais, destacando os principais sistemas dinâmico-sinópticos atuantes. A termopluiometria a ser concebida, deve trabalhar com um mínimo de lapso de tempo de 30 anos, além de ser destacado o balanço hídrico. Igualmente, o levantamento dos potenciais de águas superficiais e subsuperficiais ajudarão na caracterização hidrológica, destacando a classificação dos rios e os padrões de drenagem - identificada pelos trabalhos de sensoriamento remoto, contribuindo para acepções sobre desertificação (BATCHELOR e WALLACE, 1995).

Por isto mesmo, solos e vegetação devem ser concebidos enquanto estabilizadores do meio físico, necessitando-se de considerarem as principais características das classes dominantes e associações. Neste concurso, sugere-se levantar os mapas de Zoneamentos Agrícolas e os Mapas de solos. Estes precisam ser correlacionados com os fatores do suporte físico, do envoltório e da cobertura, classificando-se conforme EMBRAPA (1999). Ampliando este espectro analítico setorial, os aspectos morfopedológicos uma vez ressaltados, destacam o grau e formas de potencial e usufruto dos recursos naturais e exploração atual dos recursos pedológicos. A vegetação seria então concebida através das unidades fito-geográficas, sob critérios fisionômicos e florísticos. Ainda, se foram associadas às unidades geoambientais de ocorrência e o estado de conservação, a análise, mesmo que de proposta setorial, de per si, já se mostra articulada.

Para as formas de uso e ocupação do solo e a degradação ambiental aconselha-se optar pela identificação das tipologias de uso e ocupação da terra, averiguados os estágios de exploração conjuntural dos recursos naturais e das atividades socioeconômicas desenvolvidas, em detrimento ao artifício objetivo e automatizado do uso/cobertura dos solos. Um inventário dos equipamentos urbanos, industriais e rurais, de infra-estrutura disponível, situação populacional e os efeitos resultantes da degradação do meio ambiente também necessitam enfoques. Para sumarização dos procedimentos acima aludidos, bem como síntese de toda a discussão proferida na pesquisa, são necessárias produções dos mapas de básicos e temáticos.

Cartografia na relação bacia hidrográfica x desertificação

Inicialmente, obtêm-se o mapa básico que contenha: altimetria e pontos cotados, drenagem, açudes construídos e propostos, sedes municipais e distritais, limites dos divisores de água e retificações pertinentes, condições político-administrativos dos mu-

nicípios e rodovias estaduais. A compilação de material cartográfico existente para geração de uma base cartográfica, para armazenar e atualizar informações em um banco de dados digita, enquanto operação básica.

Muitos materiais cartográficos levantados devem ter cruzadas suas informações; igualmente, estes devem ser múltiplos e diversificados, atrelados aos estudos setoriais e integrados aqui aludidos. A título de ilustração, são sugeridos os seguintes mapas e temas:

✓ Regiões Hidrográficas (Brasil, 2004a) X Infra-estrutura Hídrica Estadual ou municipal X Folhas do Ministério do Exército-DSG-Ministério do Interior/SUDENE, 1:100.000, 1974. X Ministério das Minas e Energia Projeto RADAMBRASIL; Mapas temáticos de institutos de pesquisa e de planejamento dos estados da federal X Imagens analógicas em transparência de sensores remoto dos diversificados, com cenas selecionadas e resoluções melhores + Aerofotografias na escala de 1:20.000 da década de 1970, pertencentes ao INCRA. Só para citar alguns exemplos para estudos sobre desertificação no Brasil.

Técnicas de sensoriamento remoto, com o processamento digital de imagens de satélite possibilitaram a análise de uma cena em diversas regiões do espectro eletromagnético, ao passo que integra vários dados georreferenciados. Essas imagens devem ser tratadas como em softwares próprios tal operação, como o ENVI e pelo módulo de sensoriamento remoto do SPRING. Seu georreferenciamento ocorrerá com a utilização de pontos de controle retirados das cartas de 1:100.000 (DGS) – ou outras adequadas-, como também adquiridas e retificadas ou ratificadas por GPS.

Como etapa conseguinte, após a identificação, qualificação e cartografia das áreas susceptíveis e/ou em processo de degradação/desertificação, produz-se o mapa supracitado, tendo como pressuposto básico a concepção holística do meio ambiente, conforme as condições de potencialidades e de limitações de uso e ocupação das unidades de paisagem, destacando os ecossistemas frágeis mais vulneráveis.

As principais características naturais dominantes, sobretudo no que se refere ao estado de conservação da vegetação e ao Índice de Aridez devem ser os fatores primordiais na identificação e discriminação de classes de degradação ambiental que estão relacionadas à desertificação. Análises supervisionadas de imagens de satélite e trabalhos de campo são os procedimentos técnicos que permitem a visualização e estudo dos principais problemas ambientais. Como resultados finais podem ser obtidos mapas que mostram o estado de degradação ambiental em função do decaimento vegetacional de todas as unidades geossistêmicas. Para síntese e compilação de todos os outros mapas retro mencionados, é sugerida a elaboração de um Mapa do Estado de Conservação da Vegetação e Degradação/Desertificação. Cabe destacar que a razão entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial (P/ETP) condiz com o Índice de Aridez, enquadrando as áreas susceptíveis à desertificação, conforme as seguintes classes climáticas: Hiper-árido: $< 0,03$; Árido: $0,03 - 0,2$; Semiárido: $0,21 - 0,50$; subúmido seco: $0,51 - 0,65$; Subúmido úmido: $> 0,65$, ou seja, apresenta ausência de aridez.

Este mapa é produzido a partir dos mesmos procedimento operacionais que um mapa de uso/cobertura do solo. A diferença é na classe de legendas, que enfatizam temas distintos: o mapa de estado de conservação, como o próprio nome diz, enfatiza a conservação da vegetação e o nível de exposição dos solos. Por seu turno, o de uso/cobertura do solo classifica os elementos que revestem, indistintamente, a superfície da terra, colocando em grau de igualdade, em termos de fenômenos geográficos, as formas de uso, ocupação e os elementos do potencial ecológico e da exploração biológica. Aca-

ba, portanto, formando uma única legenda, o que a nosso ver é um equívoco: agrupando elementos bióticos, abióticos, sócio-produtivos e culturais em um mesmo nível de interpretação!

Revés, a cartografia que registra as tipologias de uso e ocupação, considera tais classificações como fenômenos engendrados como uma sequência sistêmica e dialética, forjada pelo: histórico de ocupação e produção do espaço regional; agentes produtores do espaço; e, as próprias tipologias de uso/ocupação, contribuindo assim, para aferição dos impactos emergentes. Para uma análise mais completa, este mapa deve ser cruzado com o de Estado de Conservação da Vegetação, cujos procedimentos operacionais são iguais ao mapa de uso/cobertura. Findo isto, teremos um visão mais holística, integrada e complexa do espaço em análise, algo irrefutável para Geografia, Geociências e as Ciências Ambientais.

A modelagem do sistema proporciona a criação de um banco de dados geográfico em um ambiente de SIG. Neste caso, se pode usar o SPRING. Os dados são estruturados seguindo o modelo de dados do software, através de categorias e Planos de Informação (PI). Posteriormente esses dados são migrados para o software *ArcView* GIS, que possui melhores opções de manipulação, editoração e consulta dos mapas. Tais funções utilizam-se da base de dados geográficos armazenados, e constituem a função mais nobre dos SIG's. Com a integração das informações setorializadas contidas no banco de dados, são realizadas análises e diagnósticos ambientais que serviram de base para o zoneamento geoambiental que pode ser proposto. O modelamento dos dados é feito por análise multicritério, onde cada tema deve ser analisado individualmente e suas variáveis classificadas segundo critérios que interfiram na estabilidade e vulnerabilidade ambiental. Posteriormente, os temas são processados e integrados, através de combinação numérica e técnica de álgebra de mapas.

Técnicas de Sensoriamento Remoto, com o processamento digital de imagens de satélite possibilitam a análise de uma cena em diversas regiões do espectro eletromagnético, ao passo que integra vários dados georreferenciados. Uma proposta de pesquisa pode utilizar as cenas de satélites. As imagens são tratadas no software ENVI e pelo módulo de sensoriamento remoto do SPRING, por exemplo. As imagens serão georreferenciadas utilizando pontos de controle retirados nas cartas de 1:100.000 (DGS), como também adquiridas e retificadas ou ratificadas por GPS. Contudo, toda a atualização da base cartográfica é feita através das imagens dos sensores remotos e trabalhos de campo, apoiados por pontos de controle obtidos por receptores do sistema GPS. No que se refere ao método de rastreamento, utiliza-se o posicionamento absoluto e relativo.

Não se pode deixar de mencionar que deve ser feitos estudos baseados em informações secundárias e primárias, para diagnosticar e avaliar as principais causas e consequências ambientais e socioeconômicas dos processos de degradação que podem desencadear a desertificação.

Acesso as informações na America Latina e Brasil sobre socioeconomia

Os dados socioeconômicos são fundamentais na metodologia analisada aqui nos estudos de ASD's e em suas áreas de drenagens. Na America Latina, há importantes produtores de dados socioeconômicos, disponibilizando informações preciosas em nível continental e global. Entre os principais, citam-se: FAO/Unesco; *Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe*/Cazalac; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA); Comissão Econômica para América Latina

(Cepal); e, Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura. As informações secundárias podem ser obtidas junto a órgãos governamentais também. No caso do Brasil, do mesmo modo (IBGE, Secretarias de Agriculturas dos Estados e dos Municípios, órgãos estaduais de meio ambiente e secretarias correlatas, secretarias de Recursos Hídricos). Os dados primários, por seu turno, são obtidos a partir do diagnóstico ambiental e também junto a produtores de perímetros irrigados estudados e de sequeiro, técnicos e extensionistas que trabalham nas respectivas regiões discutidas e em agroindústrias, se forem o caso.

Com os resultados obtidos é possível avaliar os impactos socioeconômicos e biofísicos observados e propor ações de forma a eliminar ou reduzir o uso de práticas antieconômicas e ambientais que influenciam de forma negativa na susceptibilidade à desertificação, e neste percurso o desenvolvimento da região. Podem ser aplicados questionários, para levantamento da situação atual das atividades desenvolvidas nos perímetros irrigados e demais agricultores, assim como nas indústrias existentes nas bacias estudadas. Sugere-se abordados os seguintes: tecnologia utilizada, manejo da cultura, canais de comercialização, transporte, gestão de resíduos sólidos e perigosos, tipos de tratamento de efluentes empregados, percepção sobre a degradação ambiental.

Tanto, para estudos na América Latina, em geral, e no Brasil em específico, o levantamento de dados secundários dar-se-á com os parâmetros sugeridos: produção regional, canais de comunicação existentes, população, educação, estrutura fundiária, serviços de suporte a produção. Por seu turno, o levantamento de dados primários pode ser obtido através do diagnóstico geoambiental e também de visitas aos produtores, agroindústrias e comunidade civil organizada. A amostra é determinada considerando o número total de produtores existentes e a partir daqueles que tenham um maior poder de liderança. Os técnicos entrevistados são escolhidos pelo seu conhecimento da região.

Após a identificação, quantificação e cartografia das áreas susceptíveis e/ou em processo de degradação/desertificação, pelo processamento digital de imagens, é importante seguir com a etapa de produção do Mapa de uso e ocupação da terra e alterações ambientais. Isto para que sejam espacializadas propostas com medidas de recuperação e aproveitamento das áreas degradadas/desertificação. Desta feita, que se observem as informações dispostas pelos mapas produzidos, tendo como pressuposto básico a concepção holística do meio ambiente, conforme as condições de potencialidades e de limitações de uso e ocupação das unidades geoambientais.

Finalmente, temos a proposta de elaboração de um documento final versando sobre: i) princípios que conduzam a otimização do uso dos recursos existentes; ii) caracterização dos condicionantes ao desenvolvimento regional; iii) conhecimento das potencialidades de desenvolvimento das regiões estudadas e das unidades geoambientais mapeadas.

Procedimentos metodológicos e operacionais na relação ambiental entre bacias hidrográficas e ASD's: Sinopse

Como se pôde perceber, a perspectiva do trabalho foi de relação-integração dos fatores naturais e humanos no cerne da desertificação, se evitando subsunção temática; outrossim, fortalecendo a utilização dos conceitos e as sistemáticas operacionais, que em conjunto, forjam a perspectiva metodológica no geral, e da análise geoambiental tratada aqui como exemplo, em específico. Portanto, foram cumpridas as seguintes etapas do roteiro metodológico, apresentadas em sinopse a seguir:

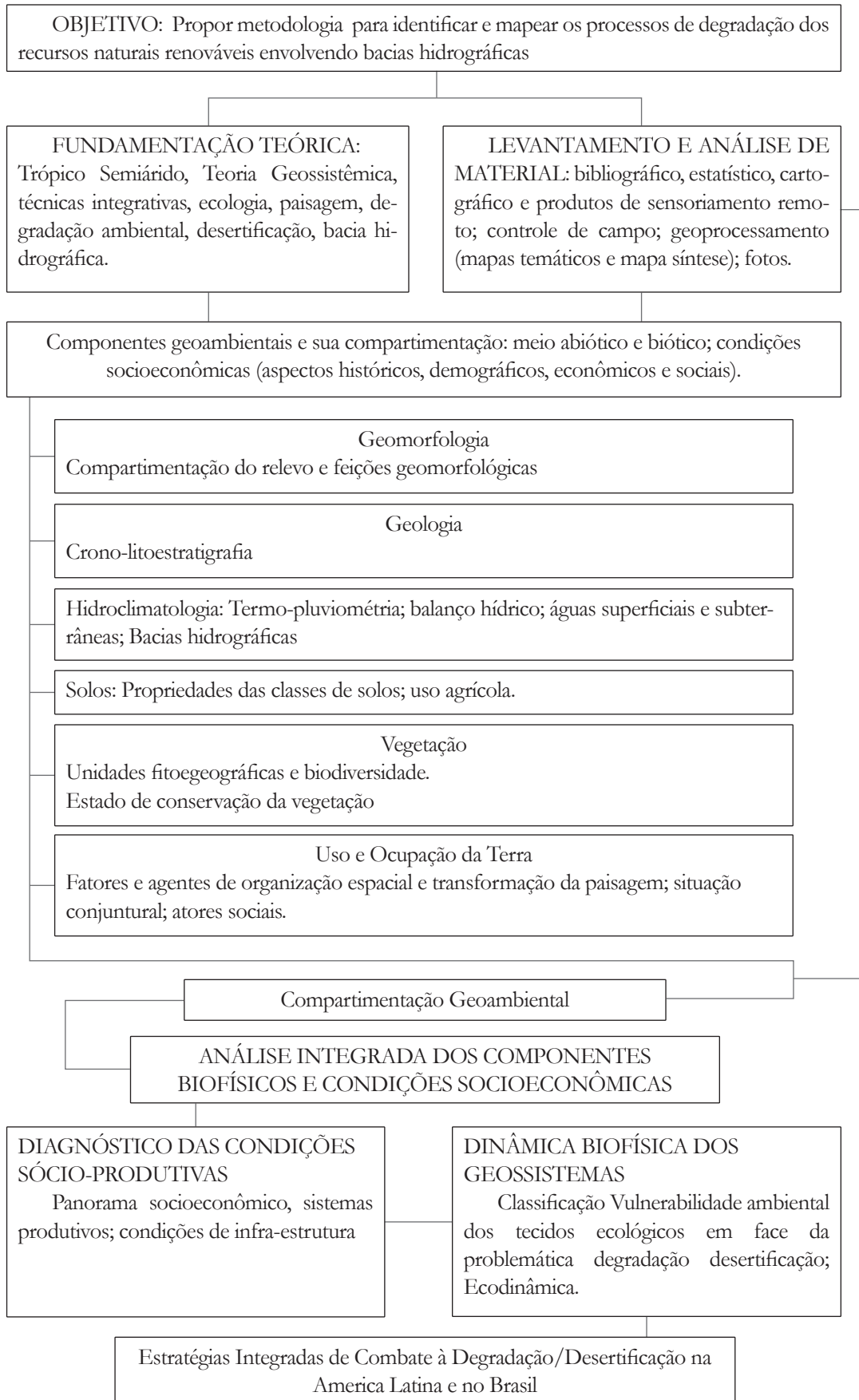
- 1) Levantamento do acervo bibliográfico, documentário e de informações disponíveis sobre o contexto geoambiental, da respectiva bacia;
- 2) Análise dos temas de estudo, tendo em vista a elaboração do diagnóstico geoambiental;
- 3) Preparação da cartografia básica elaborada através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), contendo as principais informações planialtimétricas;
- 4) Análise e utilização dos produtos de levantamentos sistemáticos de recursos naturais disponíveis sobre as ASD's e suas bacias hidrográficas associadas;
- 5) Análise e interpretação de produtos de sensoriamento remoto, tendo em vista os estudos temáticos e integrações parciais e progressivas dos temas;
- 6) Levantamentos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre;
- 7) O fluxograma metodológico apresentado a seguir, sintetiza os procedimentos adotados como proposta de estudos e pesquisas, sob o ponto de vista geoambiental.

Partes finais: tratamento de ASD's na America Latina e Brasil

A par do que foi estabelecido na figura 3, sobre “Estratégias Integradas de Combate à Desertificação” de modo sumário e como desfecho, serão consideradas algumas notas a este respeito. Orienta-se a construção de uma agenda investigativa sobre “método e operacionalidades na relação ambiental entre bacias hidrográficas e ASD's”, síncrono e concatenando sujeito-objeto sobre pressupostos analíticos integrativos. Ademais ao que já foi tratado até aqui neste texto, são sugerido os seguintes escopos investigativo-analíticos:

- i. identificar e caracterizar os sistemas físico-bióticos em escalas menores que 1:100.00, portanto, com mais detalhes regionais e locais, com base em proposta metodológica geoambiental integrada. Recomenda-se considerando as principais variáveis ambientais relativas ao suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) que compõem a bacia, para subsidiar a compartimentação geoambiental;
- ii. Ampliar a discussão de questões teórico-conceituais, bem como metodológicas sobre a problemática da desertificação; destaquem-se os indicadores da desertificação.
- iii. Levantar as áreas degradadas e/ou em vias de desertificação, considerando o estado de conservação da vegetação e a ecodinâmica das paisagens, tendo como condicionante o uso descontrolado dos recursos naturais;
- iv. Atenção especial deve ser dada aos núcleos de desertificação da America Latina: Nordeste Semiárido do Brasil; Cone Sul da América do Sul; Região Guajira, na Fachada Caribenha.

Figura 3 - Roteiro Metodológico



Fonte: Elaborado com base em Souza et., al. (1998) e Nascimento (2006).

- ✓ Diagnosticar e avaliar as principais causas e consequências ambientais e socioeconômicas dos processos de degradação que podem desencadear a desertificação; e,
- ✓ Elaborar propostas de manejo dos recursos naturais para melhoria da qualidade ambiental, através de um Zoneamento Ecológico-Econômico conforme as condições de potencialidades e de limitações de uso e ocupação das unidades de paisagem, com fins de deter e/ou recuperar as áreas vulneráveis ou degradadas, ou mesmo em decurso de desertificação.

Por fim, se ratifica com a concepção das bacias hidrográficas na condição de unidade de manejo geoambiental, se contribui não só para o combate à desertificação, como também para administração do espaço em tarefa, com maior grau de eficiência para o gestor designado no Combate as ASD's, em nível de America Latina e, em seu contexto, de Brasil.

REFERÊNCIAS

BERTRAND, Georges. Paysage et Géographie Physique Global. Esquisse Méthodologique. **Revue Géographique des Pyrenées et du Sud Ouest**. Toulouse, France. 39(3). 1968. p. 249-272.

BATCHELOR, C.H. & Wallace, J.S. Hydrological Process, Dryland Degradation and Integrated Catchment Resource Management. In: **Desertification Control Bulletin: A Bulletin of World Events In: the Control of Desertification, Restoration of Degraded Lands and Reforestation**. N. 27. UNEP. 1995. p.27-34.

BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação**. Projeto BRA 93/036. Plano Nacional de Combate à Desertificação. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca- PAN-Brasil**. Edição comemorativa dos dez anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004d.

BRANDÃO, Ricardo, de L.; Souza, Marcos José N. de **Zoneamento ecológico-econômico da Região de Irauçuba- CE**. Fortaleza: CPRM, 2003.

CARVALHO, Marília Sá; et al.,. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicadas à Saúde**. Rede Interagencial de Informações para a Saúde - RIPSa. Brasília: Organização Panamericana da Saúde / Ministério da Saúde, 2000.

CARVALHO, Osires. Nascimento, Flávio R. do. Recursos Hídricos e desenvolvimento sustentável (Escala de Necessidades humanas e manejo ambiental). In: **GEOgraphya**, Revista da Pós-Graduação da UFF. Niterói: RJ, 2004. p.111-126.

CONSELHO NACIONAL DA REVERSA DA BIOSFERA DA CAATINGA (BRASIL) - CNRBC. **Cenários para o Bioma Caatinga**. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife:SECTMA, 2004. 283p.

DAVIS, Clodoveu et al. **Bancos de Dados Geográficos**. [on line]. <http://www.dpi.inpe.br>. 2004.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

IBGE. **Censo demográfico: resultados do universo do Censo de 2000 - Ceará**. CD Room. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LUNA, R. M. **Sensoriamento remoto e desertificação: fatores determinantes de sua dinâmica**. (Monografia referente ao Exame Integrado em Sensoriamento Remoto). INPE, São José dos Campos, 1995. 36p.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL**. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca - CCD. Brasília: MMA, 2004. 225p.

_____. **Caderno de debates. Agenda 21 e Sustentabilidade: Agenda 21, o Semiárido e a luta contra a desertificação**. N° 6. Brasília: MMA, 2004a. 15p.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao gerenciamento geoambiental na Sub-Bacia do Baixo Pacoti – CE**. (Dissertação de Mestrado), 154p. UECE: Fortaleza, 2003.

_____.& SAMPAIO, José L. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. IN: **Revista da Casa de Geografia de Sobral**. V. 6/7, n°1. 2005. p. 167-180.

NASCIMENTO, Flávio R. do. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia do rio Acaraú-Ceará. Qualificação de doutorado. UFF/PP-GEO, Niterói, 2006. 331p.

NASCIMENTO, F. R.; CUNHA, Sandra B. da; ROSA, Morsyleide F.; SOUZA, M. J. N. . Geo-Environmental analysis and identification of degraded areas susceptible to desertification in a semi-arid, tropical ecozone: the Acaraú river basin in northeastern Brazil. *Sociedade & Natureza (UFU. Impresso)*, v. especi, p. 361-368, 200

_____. Cunha, Sandra B. da e Rosa, Morsyleide Freitas. Desertificação em bacias hidrográficas semiáridas no Nordeste brasileiro – estado do Ceará. In: Bezerra, Amélia C. A., Gonçalves, Cláudio U. Nascimento, Flávio R. do; Arrais, Tadeu A (Organizadores). **Itinerários Geográficos**. Niterói: Eduff, 2007. p. 281-311.

_____. Cunha, Sandra Baptista da. Sousa, Marcos José N. de. Cruz, Maria Lúcia B. da. Enfoque Geoambiental para o tratamento da degradação/desertificação no município de Sobral – Nordeste do Brasil/Ceará. IN: **Revista Ateliê Geográfico. Revista do Instituto de Estudos Sócio-ambientais/UFGO**, 2007.

PEREIRA, I.; Flávio Nascimento. Panorama da desertificação em Chicualacuala, Moçambique (África Austral). **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 12, p. 155-170, 2013.

_____. Susceptibility to Desertification in Chicualacuala, Republic of Mozambique. IN: **International Journal of Geosciences**, v. 07, p. 229-237, 2016.

_____. Estado de conservação da vegetação e dos solos como evidências de desertificação. **Boletim Amazônico de Geografia**, v. 2, p. 1-17, 2016.

PERNAMBUCO. **Política Estadual de Controle da Desertificação**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente. 2001. 364p.

REDESERT - **Rede de Informações e Documentação em Desertificação**. O que é desertificação. (on-line: 02/06/2003).

ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento: Tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000.

RUBIO, Jose .L. **Desertification**: Evaluation of a Concept. In: Seminário Desertificación y Cambio Climático. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE/Universidad internacional Menendez Pelayo (UIMP), C.S.I.C - Valencia. 1995. 9p.

SOUZA, Marcos J. N. (coord.). Diagnóstico e Macrozoneamento ambiental do Estado do Ceará. **Diagnóstico Geoambiental**. v. 1. Convênio FCPS/SEMACE: Fortaleza, 1998. 227p.

_____.Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, Luiz. C. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2000. p 6-105.

_____. & Oliveira, Vlândia P.V. Physical and Environmental Context In: the State of Ceará. In: Krol, Thomas G. e Araújo, H. Frischkorn (editors). **Global Change and Regional Impact**: water availability and vulnerability of Ecosystems and Society In: the Semiarid Northeast of Brazil. Berlin; 2003. p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN,1977. 95p.

United Nations Environment Programme (UNEP). News of Interest. In: **Desertification Control Bulletin**: A Bulletin of World Events In: the Control of Desertification, Restoration of Degraded Lands and Reforestation. Number 27. UNEP. 1995. p.93-96.

VASCONCELOS, S. J. **Processo de Desertificação no nordeste brasileiro**. Brasília: 1976.

VIEIRA, Rita M. da S. Pinto. **Susceptibilidade a desertificação no semiárido Brasileiro**: tendências atuais e cenários decorrentes das mudanças climáticas e do uso da terra. 2015. Tese (Doutorado em CIÊNCIA DO SISTEMA TERRESTRE) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

VINOGRADOV, B. V. Aerospace Monitoring of Desertification Dynamics. In: Desertification Control Bulletin of World Events In: **The Control of Desertification, Restoration of Degraded Lands and Reforestation**. Number 27. UNEP. 1995. p.35-44.