



MAPAS GEOAMBIENTAIS

CASSIO ROBERTO DA SILVA

Geólogo – Chefe do Depto. de Gestão Territorial (DEGET) - Serviço Geológico do Brasil – CPRM.
Av. Pasteur, 404 – Urca, Rio de Janeiro/RJ (cassio@rj.cprm.gov.br)

MARCELO EDUARDO DANTAS

Geógrafo – geomorfólogo Depto. de Gestão Territorial (DEGET) - Serviço Geológico do Brasil – CPRM.
Av. Pasteur, 404 – Urca, Rio de Janeiro/RJ (mdantas@rj.cprm.gov.br)

RESUMO

Nas últimas décadas, foram desenvolvidas diversas metodologias de mapeamento integrado do meio físico, sob o escopo da denominada Geologia Ambiental. Mapas geoambientais foram elaborados com o propósito de avaliar o arranjo e a diversidade das variáveis que compõem o meio físico, tais como: rochas, minérios, relevo, solos, clima, águas superficial e subterrânea (Geodiversidade), assim como definir potencialidades e limitações frente às múltiplas formas de apropriação humana e econômica do território. Tais estudos revelam-se, portanto, de inestimável valor como uma contribuição da Geologia para a árdua tarefa de induzir na Sociedade uma busca e conscientização por modelos sustentáveis de planejamento territorial.

Palavras-chave: Geologia Ambiental, Mapeamento Geoambiental, Geodiversidade.

ABSTRACT

In last decades, were developed several purposes of integrated mapping of the landscapes with special concern on the physical environment. These purposes are elaborated by the scope of the Environmental Geology. Geoenvironmental Maps aim to evaluate the Geodiversity of landscapes (rocks, minerals, relief, soils, climate, superficial waters and groundwater) and define potentialities and limitations of the terrains from multiple forms of human and economic territorial intervention. Such studies show great importance as a geological tool to produce sustainable models applied to spatial and territorial planning and management

Keywords: Environment Geology, Geoenvironmental Mapping, Geodiversity.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início do século XX registram-se inúmeros trabalhos científicos, tecnológicos e de políticas públicas de geologia aplicada ao planejamento urbano e regional que trazem como princípio a observação empírica de que o meio físico, ao mesmo tempo em que ressalta as potencialidades dos terrenos, também impõe limites aos empreendimentos humanos.

Esses limites, ao não serem respeitados, causam uma inadequada apropriação do território inclusive causando acidentes geológicos e gerando situações de perdas de vida ou deseconomias tanto para os governos como para os empreendedores. Se devidamente antecipadas e estudadas, essas “surpresas” ou “fatalidades geológicas”, como tratadas corriqueiramente, poderiam ser previstas e muitas vezes evitadas (Diniz *et al.*, 2005).

As regiões metropolitanas e os aglomerados urbanos caracterizam-se por apresentar expressivo adensamento populacional e uma considerável concentração de renda, além de possuírem graves distorções urbanas, tais como: crescimento físico desmesurado e desordenado, conurbação, conflito entre diversas atividades econômicas, retenção especulativa do solo urbano e produção de vazios urbanos infra-estruturados, uso e ocupação de solos inadequados, expansão das periferias urbanas e formação de cidades-dormitório, segregação espacial da população de baixa renda, aumento da poluição e da agressão ao meio ambiente, com o comprometimento dos recursos naturais.

Desta feita, é importante racionalizar a utilização dos recursos naturais existentes necessários para o incremento da produção mineral, principalmente, de material para a construção civil, abastecimento de água para a população e de insumos básicos para a atividade industrial, de forma a compatibilizar a aptidão do meio físico e a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da população. Por falta de planejamento, é comum encontrar áreas adequadas à agricultura e de matérias-primas minerais para a construção civil, ocupadas por vilas populares, obrigando os agricultores e mineradores a buscarem áreas cada vez mais distantes dos centros consumidores, encarecendo o preço final dos produtos.

Esta situação, comum à maioria das Regiões Metropolitanas, é também extensiva às áreas rurais. Um exemplo didático foi a ocupação de Rondônia nas décadas de 80 e 90, onde a maioria dos assentados abandonaram as glebas após o corte das madeiras nobres. Isso se deve, em parte, à falta de um planejamento adequado para o qual é de fundamental importância a disponibilidade de informações básicas sobre as características do seu meio físico, contemplando suas aptidões e restrições ao uso e ocupação.

Em todas as atividades humanas, o início do século XXI é marcado pela busca da sustentabilidade. Ou descobrimos e colocamos em prática procedimentos mais racionais de usar os recursos naturais, ou teremos cada vez mais desequilíbrios climáticos, poluição do ar, das águas e dos solos e uma conseqüente baixa da qualidade de vida de um número cada vez maior de pessoas. Neste cenário, a Geologia Ambiental ou Geoambiental tem uma importante contribuição a dar.

Geologia Ambiental é a geologia aplicada ao meio ambiente, consistindo no estudo dos problemas geológicos decorrentes da relação entre o homem e a superfície terrestre. Este campo das geociências vem tendo um grande avanço nos últimos 20 anos, em face da efetiva contribuição no desenvolvimento sustentável do Planeta.

A geologia ambiental interage com a geografia, a biologia, a geomorfologia, a agronomia, a química, a medicina e outras ciências para estabelecer e definir os relacionamentos entre os diversos meios que integram os sistemas da paisagem. Sua importância está diretamente relacionada à capacidade de apoio à gestão ambiental e ao planejamento e ordenamento territorial.

O termo geoambiental, adotado pela *International Union of Geological Sciences - IUGS* foi criado para denominar a atuação dos profissionais das geociências em meio ambiente. Essa atuação contempla aplicações dos conhecimentos técnicos do meio físico aos diversos instrumentos e mecanismos de gestão ambiental, utilizando a cartografia, que inclui o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de bancos de dados. Portanto, a incorporação do termo geoambiental amplia o campo de atuação profissional e favorece a integração de especialistas e de experiências de áreas afins.

Esse estudo é, também, empregado direta ou indiretamente como instrumento de gestão ambiental de empreendimentos – minerações, hidrelétricas, túneis, estradas, indústrias, aterros sanitários, Planos Diretores Municipais, Zoneamento Ecológico-Econômico, Plano Nacional de Ordenamento Territorial, oleodutos, gasodutos e loteamentos – e de regiões geográficas como províncias minerais e distritos mineiros, bacias hidrográficas, unidades de conservação, áreas costeiras, regiões metropolitanas e zonas de fronteiras. Abrangem as áreas de Geologia de Engenharia, Geotécnica, Águas Subterrâneas e Superficiais, Riscos Geológicos e Desastres Naturais, Informações para Planejamento, Geologia Urbana, Ordenamento Territorial Geomineiro, Geologia Médica e Geoturismo.

Os estudos geoambientais são também aplicados na avaliação de impactos sobre o meio físico, na recuperação de áreas degradadas, no monitoramento ambiental, em auditorias ambientais e na investigação de passivo ambiental. O estudo do meio físico e de suas possíveis interações com o empreendimento proposto é a principal contribuição da geologia em um Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Através da integração de dados sobre relevo, substrato rochoso, água, solos e uso e ocupação, o estudo geoambiental fornece informações sobre os ambientes geológicos em que se formaram os terrenos e quais as suas potencialidades naturais e limitações face ao uso e ocupação das terras. Está voltado, também, a fornecer informações que permitam prevenir catástrofes atribuídas a causas naturais ou à ação do Homem.

Por se tratar de um produto relativamente novo, não enquadrado como um tipo de carta geotécnica, multi e interdisciplinar e, conseqüentemente, de difícil padronização, diversos nomes são encontrados na literatura para mapas com estudos do meio físico: Mapa de Ordenamento do Território, Mapa de Recursos Naturais, Mapa de Zoneamento Geoambiental, Diagnóstico Geoambiental, Avaliação Geoambiental, Mapa Geológico-Ambiental, Mapa Geocientífico, Mapa Geoambiental, Mapa Geotécnico, ou de Engenharia para Ordenamento e, mais recentemente, Mapa Geodiversidade. Apesar da enorme difusão de nomes, estes mapas apresentam, em geral, a espacialização das variáveis do meio físico sobre o território. Observa-se, entretanto, que estes mapas contribuem, invariavelmente, para o planejamento, gestão e ordenamento do território.

2. CONCEITOS E FUNDAMENTOS

Segundo Cendrero (1990), a cartografia geotécnica tradicional passa de uma abordagem essencialmente geotécnica para incorporar informações sobre riscos naturais, erosão, contaminação de águas subterrâneas, além da preocupação com a exaustão ou subaproveitamento de recursos minerais, etc. e aponta o mapeamento geoambiental como um ramo da Geologia Ambiental, a qual vem sendo utilizada em vários países em vista da busca do entendimento da relação entre os componentes do meio físico, juntamente com a consideração de fatores biológicos e do uso e ocupação do solo. Identifica duas linhas metodológicas apresentadas no quadro 01.

TIPOS DE METODOLOGIAS

ANALÍTICA	SINTÉTICA
Elaboração de mapas temáticos	Elaboração de mapas de unidades homogêneas
Avaliação de elementos em mapas temáticos	Avaliação das unidades homólogas por foto-análise
Análise multitemática, com enfoque geossistêmico	Análise sintética, com ênfase na informação geológica
Elaboração de mapas de Unidades de Paisagem	Elaboração de mapas de Geodiversidade

QUADRO 01 Esquema das principais linhas metodológicas para elaboração de mapas Geoambientais.

Segundo Vedovello (2004) "A *cartografia geoambiental* pode ser entendida de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos, impactos e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico". Pode-se por isso incorporar elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua análise e representação. Nesta concepção a cartografia geotécnica estaria incluída no escopo geral da cartografia geoambiental.

Os conceitos pioneiros de mapas geoambientais foram introduzidos pelos pesquisadores do IBGE (1986, 1990, 1993), definindo a região de estudo em macrocompartimentos, hierarquizados do táxon maior para o menor em *Domínios, Regiões e Geossistemas*, indicando o arranjo estrutural do relevo decorrente dos aspectos geológicos, geotectônicos e paleoclimáticos, constituindo-se em unidades naturais de planejamento (Del'Arco, 1999). Seguindo esse conceito, com algumas modificações, Corrêa & Ramos (1995) elabora o mapa geoambiental a partir da análise e correlação dos parâmetros de cartas temáticas de geologia, relevo, solo, vegetação e uso atual, clima e aptidão das terras.

Da mesma forma, parte dos pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil - CPRM também seguem essa linha (analítica), entendendo que os *Domínios Geoambientais* são definidos pelos constituintes geológicos e padrões de relevo, as *Unidades Geoambientais* (táxon menor) pelos solos e cobertura vegetal e uso atual das terras, com a elaboração, dependendo das características regionais, dos demais temas: recursos minerais, formações superficiais, geoquímica ambiental, hidrologia, hidrogeologia, riscos geológicos, geofísica, solos, aptidão agrícola, unidades de conservação e pontos turísticos. Baseado nas informações dos temas levantados é apresentado na legenda, para cada unidade geoambiental, as potencialidades e fragilidades ao uso e ocupação frente às obras viárias e enterradas, minerais, águas, agricultura e turísticas.

A outra metodologia (sintética), adotada no SGB/CPRM a partir de 1994, em geral aplicada em regiões metropolitanas e bacias hidrográficas, prevê a elaboração do Mapa Geoambiental (baseado na morfolitoestrutura) desenvolvida por Theodorovitz (1994), na escala 1:100.000, a qual caracteriza qualitativamente os diferentes aspectos do meio físico quanto à sua potencialidade e fragilidade com vistas a subsidiar macrodiretrizes para planejamento sustentável das várias formas de uso e ocupação do território. Baseia-se principalmente na definição de unidades homólogas, estabelecendo os *Domínios e Subdomínios*, através da fotointerpretação, destacando-se a análise lógica dos sistemas de drenagem e relevo, conforme concebido por Guy (1966) e Rivereau (1972) e as lineações estruturais. Essa atividade é complementada com estudos integrados de campo sobre relevo, formações superficiais, solos, substrato rochoso e sistemas hidrográficos.

Linhas de ação vêm sendo desenvolvidas com enfoque na análise e mitigação de danos e perdas provocados por desastres naturais (em especial, desertificação, escorregamentos, erosão, colapsos e inundações); na avaliação de anomalias geoquímicas em sedimento de fundo, água e solos e suas possíveis associações com problemas de saúde pública. Além dos dados tradicionais para caracterizar o meio físico, observa-se atualmente a ampliação do uso de métodos geofísicos e geoquímicos nos estudos geoambientais, pois apresentam alto potencial de resposta na identificação de suas variáveis.

A criação de Geoparques, com a assistência da Unesco, é outro segmento relacionado à geologia ambiental ou à geodiversidade e vem sendo implantado em vários países do mundo, tendo por objetivos a conservação, educação e preservação de um patrimônio geológico expressivo para futuras gerações (registros da evolução do planeta Terra).

Em relação às políticas públicas destaca-se o Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) instituído em 1991 pelo Governo Federal. Trata-se de um diagnóstico integrado do meio físico (geoambiental), biótico e socioeconômico tendo em vista a elaboração de prognósticos (cenários) para desenvolvimento, recuperação, preservação e proteção de diferentes regiões, abrangendo todo o território brasileiro.

A aplicação de metodologias de geoprocessamento e de modelagem espacial de dados, utilizando Sistemas de Informação Geográfica – SIG's; Sistemas de Tratamento Digital de Imagens de Sensores Remotos e de bancos de dados têm sido adotados por diversas instituições. Esses sistemas possibilitam o tratamento e análise de imagens de satélite, imagens de radar, de dados geológicos, geomorfológicos, solos, geofísicos, geoquímicos, cuja integração de diferentes tipos e formatos de dados auxilia na tomada de decisão e na seleção de áreas para diversos fins. Os bancos de dados armazenam grande volume de informações. Dados cadastrais relacionados a erosões, movimentos de massa e áreas sujeitas a inundações possibilitam, aplicar metodologias

de modelagem espacial de dados em ambiente SIG para a elaboração de cenários de previsão de riscos, desastres naturais, mudanças climáticas e planejamento do uso futuro do território.

O Ministério das Cidades tem disponibilizado recursos para implantar o Plano Municipal de Redução de Riscos para minimizar danos decorrentes de deslizamentos e inundações que possam causar acidentes fatais.

O SGB/CPRM vem desenvolvendo o Sistema de Cadastramento de Desastres Naturais – SCDN (ocorrências de deslizamentos e inundações) será disponibilizado gratuitamente para os municípios interessados. O sistema possibilita a extração de relatórios, inclusive no padrão do AVADAN (avaliação de danos) da Defesa Civil.

Recentemente, foi elaborado o Mapa Geodiversidade do Brasil, na escala de 1:2.500.000 e estaduais (RS, SP, MS, MT, MG, BA, PI, RN, PA, AM e RO) em escalas em torno de 1:1.000.000, em ambiente SIG associado a banco de dados. Tendo como conteúdo na legenda as análises sobre as adequabilidades/potencialidades e limitações quanto ao uso para fins minerais, água subterrânea, agricultura, execução de obras, comportamento frente à poluição e aspectos ambientais e turísticos (CPRM, 2006 e Silva, 2008).

3. EXEMPLOS INTERNACIONAIS E NACIONAIS

O Zoneamento Geoambiental, segundo Cardenas (1999), é utilizado no diagnóstico integrado da paisagem, o qual caracteriza, descreve, classifica, sintetiza e espacializa diferentes unidades de paisagem natural, identificando suas potencialidades e restrições de uso, onde a análise fisiográfica constitui a base para o conhecimento inicial da paisagem. Cita as metodologias de Zoneamento Ecológico–Econômico (ZEE) desenvolvidas no Brasil, sendo estas derivadas do estudo da dinâmica da paisagem, que qualifica numa última etapa as unidades de paisagem natural, em termos da vulnerabilidade natural à erosão. Com a ajuda da integração de parâmetros físicos como geologia, relevo, clima, solos e botânica, e atribuindo-lhes graus de vulnerabilidade, a aplicação das metodologias expressa os valores de estabilidade dos terrenos com relação à atuação dos processos de morfogênese/pedogênese de Tricart (1977). Sob este enfoque, o autor aplicou a referida metodologia num segmento da bacia intermediária do rio Nechí e numa pequena porção do rio Cauca, nos Andes Colombianos. Os resultados obtidos foram considerados de boa qualidade, refletindo o estado atual da paisagem, assim como o comportamento dinâmico dos ecossistemas.

A cartografia geoambiental elaborada por Uractzuka (2005) na bacia hidrográfica de Ariguanabo - Cuba, escala 1:10.000, através de mapas temáticos do meio físico (litológico, relevo, modelo digital do terreno, hipsométrico, declividade, drenagem, tipos de aquíferos, erosão atual dos solos, solos) e temáticos do meio socioeconômico (assentamentos e vias de comunicação, político-administrativo, agropecuário, fontes de abastecimento de água, uso atual dos solos, fontes de contaminantes). Com as informações acima é elaborado os mapas integrados de vulnerabilidade e de cenários de perigos múltiplos (zonas: erosão muito forte e erosão forte, perigo de subsidência cárstica, perigo de inundações e cavernas cársticas).

Estrada (2006) destaca em seu trabalho de avaliação geoambiental do efeito do projeto de camarões no norte de Las Tunas – Cuba, área de 200 ha em escala de 1:5.000, que os estudos geoambientais constituem-se e num instrumento de planejamento territorial em âmbito regional e local, com o objetivo de otimizar o uso e manejo dos recursos naturais, assim como avaliar os riscos geológicos e mitigar seus possíveis efeitos sobre a vida, saúde e o bem estar das populações. Proceda a avaliação dos aspectos do meio físico natural (geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrologia) e antrópico (urbanização, vias de comunicação, canais, disposição de resíduos, etc.) para se ter uma visão global das características e problemas da área em estudo.

A partir de 2000 o Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN do Chile vem executando mapas de Geologia Ambiental, na escala de 1:100.000 e em áreas urbanas em maior

detalhe, nas seguintes regiões: Avaliação Geológico Ambiental da Bacia de Santiago do Chile (2000), Geologia Ambiental del Área de Osorno (2000); Geologia para el Ordenamiento Territorial, Área de Osorno (2003), Puerto Montt, Frutillar e Região dos Lagos (2000) e Geologia para Planificación Territorial del Área de Valdivia (2002). Especificamente na cidade de Santiago, Milovic & Fernandes (2000) adota a metodologia ampliada e adaptada de Theodorovicz (1994), dividindo os terrenos em Domínios, Subdomínios e Unidades Particulares baseados da identificação das unidades morfolitoestruturais, acompanhado da análise dos depósitos sedimentares, propriedades dos solos, relevo, características geotécnicas e das águas subterrâneas e riscos geológicos. Especial atenção foi dada a vulnerabilidade dos aquíferos.

SOUZA (1992) *apud* Diniz (2005), aplica mapeamento geoambiental sintético, na escala 1:50.000, e avaliações para suscetibilidades a processos do meio físico, aptidão para implantação de obras e disposição de resíduos, recursos em materiais de construção civil e hídricos superficiais e subterrâneos, a partir de unidades de terreno de comportamento potencial comum, baseadas na lito-estrutura, formas de relevo e perfis de solos tropicais

Nos trabalhos de DINIZ (1998) e IPT (1999) *apud* Diniz (2005), foi desenvolvido o Sistema Gerenciador da Base de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo, aplicado a projetos de gestão ambiental para SMA-SP, gerenciamento de recursos hídricos para Comitês de Bacias, mapa de ameaças múltiplas para defesa civil, mapa de erosão, sistema para gestão de indústrias, gerenciamento de disposição de resíduos, dentre outros.

A Comissão de Cartografia Geotécnica e Geoambiental da ABGE, criada em 2001, relatou no 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental (TOMINAGA *et al.* 2004), que 13 instituições, produziram 1.144 trabalhos de cartografia geoambiental, de escalas 1: 10.000 até 1: 1.000.000, voltados principalmente para o planejamento urbano e regional. Essas instituições, na sua maioria universidades, apresentam trabalhos localmente enfocados, nas regiões sul e sudeste do Brasil, com exceção da CPRM, que possui estudos em vários estados.

Numa área de 9.000 km² da região do alto-médio Paraíba do Sul, Ohara (1996), através de análise integrada de zonas fotogeológicas homogêneas de atributos espaciais em produtos de sensoriamento remoto orbital, com as características fisiográficas, litológicas e solos, associados com as informações edafoclimáticas e morfoestruturais, efetua, na escala de 1:400.000, o Mapa de Zonas e Subzonas Geoambientais. As zonas foram delimitadas por rupturas de declive, geralmente relacionados aos limites litológicos/geológicos, eventualmente a limites erosivos e descontinuidades estruturais. Estas zonas foram subdivididas em função de variáveis como: tipos de paisagens ou unidades fisiográficas, grau de dissecação, diferenças edafoclimáticas, anomalias morfoestruturais e morfometria. O zoneamento apontou áreas adequadas para obras de engenharia (estradas, grandes edificações), terrenos com potencial para água subterrânea, uso agrícola, urbanização e para aterros sanitários.

Crisóstomo Neto (2003) adotou no Vale do Paraíba como sistemática de mapeamento a análise de estruturas geológicas rúpteis (lineamentos estruturais e traços de zonas de juntas) através de técnicas de sensoriamento remoto orbital, utilizando imagens de satélite TM/Landsat-5, banda 4, na escala 1:100.000. A partir de uma base geológica pré-existente compartimentou a região de estudo em Unidades Geoambientais, delimitadas por contatos de litologias semelhantes. Dos lineamentos estruturais fez-se um tratamento estatístico para visualizar a distribuição espacial da frequência e dos cruzamentos dos lineamentos estruturais, a fim de selecionar regiões com alto grau de deformação rúptil. Dos traços de zonas de juntas filtrou-se as duas direções principais (máximos 1 e 2) para selecionar áreas que ocorrem variação de direção de máximos (mais fraturadas). Como resultado dessa sistemática elaborou o Mapa Geoambiental Integrado, que devido às características estruturais obtidas, pôde-se atribuir às Unidades Geoambientais, regiões com elevados processos de instabilidade, conseqüentemente, menor capacidade de suporte do meio físico. A aplicação relaciona-se ao Planejamento Geoambiental para fins de múltiplos usos, podendo auxiliar nas obras de engenharia, atividades agrícolas, recursos hídricos, gestão ambiental, dentre outros.

No Município de Mariana-MG, com 1.199 Km², Souza *et al.* (2005) utilizou mapas básicos, na escala 1:50.000 (topográfico, geológico, geomorfológico, cobertura vegetal, declividade, hipsometria, político administrativo, bacias hidrográficas, uso do solo, modelo digital do terreno), os quais foram analisados e integrados com dados socioeconômicos. Com essas informações e baseados na metodologia de Brandt (1994) e Sobreiro (1995) com algumas adaptações, foi confeccionado o Mapa de Zoneamento Ambiental, estabelecendo quatro Zonas de Interesse Ambiental: Controle, Proteção, Reabilitação e Adequação.

Em seu trabalho na bacia do Rio do Peixe, Silva (2005) apresenta proposta metodológica para a caracterização das aptidões e restrições do meio físico, considerando a variação dos atributos e também a existência de gradação (lógica fuzzy) nos contatos entre as unidades. Elaborou os mapas temáticos: documentação, substrato rochoso, materiais inconsolidados, uso e ocupação, declividade, potencial ao escoamento superficial, susceptibilidade a erosão, potencial agrícola. Utilizou os conceitos de *landforms* como unidades de compartimentação para obter o zoneamento geoambiental da referida bacia.

A elaboração do zoneamento geoambiental do município de Presidente Figueiredo (Muller 2005) foi efetuada a identificação dos fatores fundamentais que delimitam as unidades que compõem a estrutura espacial e na limitação dos sistemas naturais. A delimitação desses sistemas é feita em base nos atributos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos. Na primeira fase do trabalho partiu-se do conhecimento dos dados secundários e informações básicas dos atributos e propriedades dos componentes naturais. Na segunda fase realizou-se a identificação da estrutura e da dinâmica dos espaços diferenciados para a definição de sistemas naturais, sendo utilizadas as imagens do CERBS de 2004, além de levantamentos de campo, é organizado um diagnóstico de cada um dos atributos. Na fase final, são definidos os ambientes geoambientais, denominadas de Zonas: Oeste - Uatumã, Leste Uatumã - Abonari e Bacia Paleozóica do Amazonas e Coberturas Cenozóicas e, a indicação de algumas diretrizes gerais para o município e para porções geográficas específicas.

O governo do estado de Sergipe e a Prefeitura Municipal de Aracaju realizaram em 2005, o mapeamento geoambiental de Aracaju, contemplando uma base de dados e recomendações par subsidiar o Plano Diretor de Desenvolvimento do município. Foram executados na escala de 1:20.000 os temas: legislação ambiental, hidrografia, uso e ocupação dos solos, solos e declividade das superfícies. O tratamento e análise dessas informações resultaram num banco de dados espacializados e indicações para o estabelecimento de programas de macrodrenagem e expansão urbana, mapeamento de riscos e as áreas com potenciais à ocupação e com restrições a determinados usos.

Andrade (2006) coordenou o Levantamento Geoambiental das Regiões do Médio e Alto Sapucaí e Alto Rio Pardo, na escala 1:250.000, numa área de 14.000 km², englobando 60 municípios destacando Itajubá, Poços de Caldas, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí. Neste trabalho desenvolve mapas temáticos, através de análises dos aspectos do meio físico, de geologia, relevo, hidrografia, clima e vegetação. Além disso, apresenta dados socioeconômicos e turísticos.

Dominguez (2006) promoveu o inventário dos ambientes e ecossistemas presentes em toda zona costeira do estado da Bahia, através da construção do Atlas Geoambiental, representados em mapas na escala 1:50.000, iniciado na porção norte do estado, contendo a geologia, geomorfologia, ambientes de deposição e os processos ativos atuantes na zona costeira, incluindo os seguintes aspectos: tipos de substratos geológicos; terraços arenosos; Formação Barreiras; riscos geológicos; manguezais; terras úmidas do tipo brejos, pântanos e lagoas; recifes de coral; arenitos de praia, dunas, padrões de ondas e correntes; identificação, mapeamento e zoneamento de construções biogênicas; caracterização dos tipos de praias e riscos para banhistas; áreas de fundo submarino com atrativos para mergulhadores e para a pesca submarina; principais pontos de desova de tartarugas; locais adequados para pesca de arremesso; identificação de trechos da linha de costa em erosão, em progradação e em equilíbrio; determinação do funcionamento hidrológico das terras úmidas; modelo de evolução para a zona costeira e, modelos de resposta geomorfológica da zona costeira às mudanças globais no clima e no nível relativo do mar.

O Serviço Geológico do Brasil - CPRM, dentro do contexto da utilização do conhecimento geológico para fins sociais, instituiu em 1990 o Programa Informações para Gestão Territorial – GATE, com o objetivo de produzir, adquirir, processar e divulgar informações básicas sobre o meio físico, visando subsidiar com suporte técnico (ou para embasar tecnicamente) as decisões dos responsáveis pelo planejamento e gestão dos variados e complexos espaços geográficos do território brasileiro. Além disso, também desenvolver processos, técnicas, procedimentos e tecnologia para o melhor aproveitamento dessas informações. Destacam-se, neste contexto, os estudos desenvolvidos por Theodorovicz (1994, 2000 e 2005), Correa & Ramos (1995), Bastos *et al.* (2000), Dantas *et al.* (2001, 2006), Brandão (2003), Trainini *et al.* (2001), Trainini & Orlandi Filho (2003), Pfaltzgraff (2003), dentre os principais.

Na elaboração de mapas geoambientais em regiões urbanas e rurais, e bacias hidrográficas, utilizando os dois métodos, o analítico e o sintético, é estabelecido domínios e unidades geoambientais, sendo este o polígono de análise. Apresenta na legenda dos mapas a caracterização do relevo, solo, rocha, sistema hidrográfico, geoquímica ambiental, potencial de riscos geológicos, e as indicações fragilidades e adequabilidades para urbanização, potencial mineral (areia, brita, argila, insumos agrícolas e rochas ornamentais), disponibilidade hídrica, agricultura, malhas viárias, infra-estrutura subterrânea, disposição de resíduos sólidos urbanos, e localização e descrição de locais de interesse geocientífico e beleza cênica para geoturismo. Atualmente vem elaborando Sistemas de Informações Geoambientais, em formato SIG associado a banco de dados.

A metodologia sintética vem sendo aplicada em regiões metropolitanas e bacias hidrográficas, com a elaboração do Mapa Geoambiental (baseado na morfolitoestrutura) desenvolvida por Theodorovicz (1994), na escala 1:100.000, a qual caracteriza qualitativamente os diferentes aspectos do meio físico quanto à sua potencialidade e fragilidade com vistas a subsidiar macrodiretrizes para planejamento sustentável das várias formas de uso e ocupação do território. Baseia-se principalmente na definição de unidades homólogas (geoambientais) através da fotointerpretação, destacando-se a drenagem, o relevo e as lineações estruturais (figura 01). Essa atividade é complementada com estudos integrados de campo sobre relevo, formações superficiais, solos, substrato rochoso e sistemas hidrográficos (figura 02)

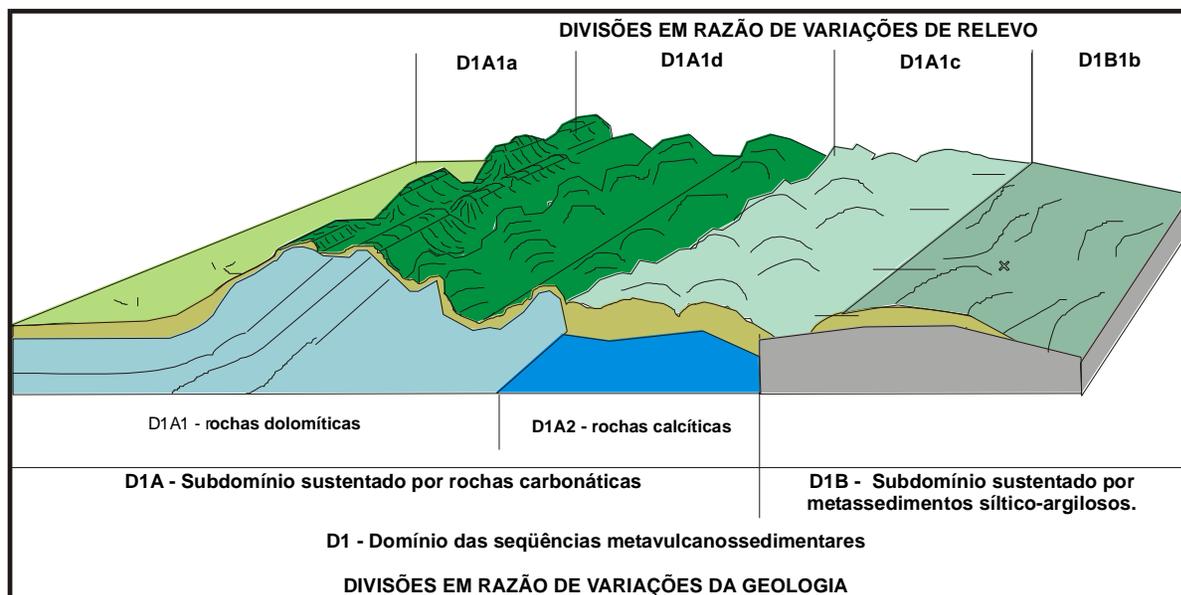


Figura 01: Domínio e Subdomínios Geoambientais (Theodorovicz, 1994).

Trainini (2001) descreve o método de trabalho para a confecção de Cartas Geoambientais na região hidrográfica do Guaíba, sul do Brasil, onde o método interpretativo é uma adaptação do lógico, concebido por Guy (1966) e desenvolvido Theodorovicz (1998). Na análise de imagens de

satélite considerou tons, elementos texturais e grau de estruturação da topografia e drenagem. A análise é realizada em *overlays* com a drenagem extraída de cartas topográficas 1:50.000, sobrepostos a imagens do satélite LANDSAT – TM 5, bandas 3 e 7, composição 5R4G3B, escala 1:250.000.

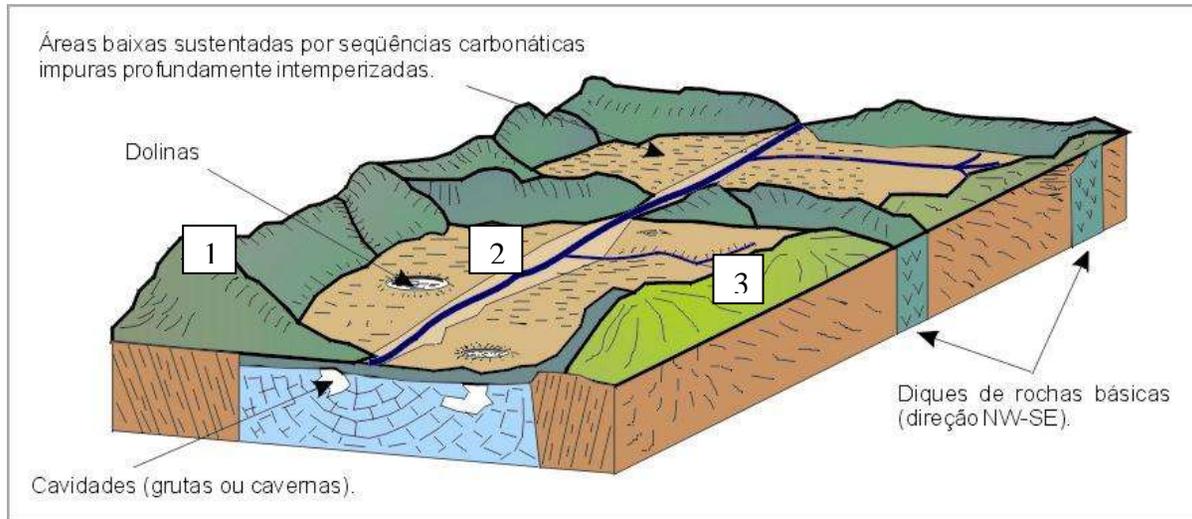


Figura 02: Unidades Geoambientais 1- rochas básicas, 2 – rochas carbonáticas e 3 – filitos (Theodorovicz, 1994).

Unidades de paisagem são individualizadas em Domínios Geoambientais/Zonas Homólogas. Estas possuem legenda com 6 a 8 letras, representando: *Domínio Geoambiental, Subdomínio Geoambiental, Tipo de Encosta, Amplitude Relativa do Relevo, Grau de Estruturação e Densidade de Drenagem*. As zonas homólogas são avaliadas quanto ao grau de restrição que apresentam às intervenções antrópicas: *Ocupação Urbana Obras Viárias, Equipamentos Enterrados, Disposição de Resíduos Sólidos e Agropecuária* (Quadro 02). Foram assinaladas, nas cartas, as áreas que apresentam restrições de uso devido à susceptibilidade à erosão por sulcos e ravinas, ou por representarem zonas de recarga aos aquíferos porosos.

ZONA HOMÓLOGA	GRAUS DE RESTRIÇÃO ÀS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS (Alto, Moderado, Baixo)				
	Ocupação Urbana	Obras Viárias	Equipamentos Enterrados	Disposição de Resíduos Sólidos	Agropecuária
PI BBBB	Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
PI BBBA	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
PI BBBM	Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
PI BBAA	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
PIfr BMBM	Baixo	Moderado	Baixo	Alto	Moderado
PIfr BMAA	Alto	Baixo	Moderado	Alto	Alto
PIfr BBMA	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Moderado
PIfr BMMA	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Moderado
PIm BMMM	Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
PIm BMMA	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
PIm BMBM	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
PIf BMMM	Alto	Moderado	Moderado	Alto	Alto
PIf BMBM	Alto	Moderado	Moderado	Moderado	Alto

Quadro 02– Graus de Restrição das Zonas Homólogas às Intervenções Antrópicas

O próximo quadro expõe os elementos analisados para a avaliação do grau de restrição das diferentes zonas homólogas (Quadro 03).

Atributos Favoráveis	Características do Solo/ Substrato	Relevo	Características Hídricas / Hidrogeológicas	Riscos Geológicos
Intervenções Antrópicas				
Ocupação Urbana	Boa escavabilidade do solo. Capacidade de carga moderada a alta. Disponibilidade de material de empréstimo. (4)	Amplitude e declividade moderadas a baixas. Encostas convexas. Grau de estruturação moderado a baixo (1)	Disponibilidade de recursos hídricos. Vulnerabilidade à contaminação hídrica moderada a baixa. (2)	Baixo risco de erosão. Ausência de colapso, deslizamento, alagamento, migração de canal fluvial e assoreamento. (3)
Obras Viárias	Disponibilidade de material de empréstimo. Boa escavabilidade do solo. Capacidade de carga moderada à alta. (2)	Amplitude e declividade moderadas a baixas. Encostas convexas ou ausentes. Grau de estruturação moderado a baixo. (1)	Densidade de drenagem moderada a baixa. Freático profundo. (4)	Baixo risco de erosão. Ausência de colapso, deslizamento alagamento, migração de canal fluvial fluxo concentrado e assoreamento. (3)
Equipamentos Enterrados	Cobertura superficial espessa. Boa escavabilidade. Capacidade de carga moderada a alta. Ausência de depósitos orgânicos. (1)	Amplitude e declividade moderadas a baixas. Encostas convexas ou ausentes. Grau de estruturação moderado a baixo. (2)	Freático profundo. Baixa vulnerabilidade à contaminação do lençol freático. Ausência de condições de recarga do aquífero. (4)	Baixo risco de erosão. Ausências de colapso, deslizamento, desmoronamento e fluxo concentrado. (3)
Disposição de Resíduos Sólidos	Permeabilidade baixa. Disponibilidade de material de empréstimo. Capacidade de carga moderada a alta. (1)	Amplitude e declividade moderadas a baixas. Encostas convexas ou ausentes. Grau de estruturação baixo ou nulo. (3)	Freático profundo. Baixa vulnerabilidade à contaminação do lençol freático. Ausência de condições de recarga do aquífero. (2)	Baixo risco de erosão. Ausência de colapso, deslizamento alagamento migração de canal fluvial fluxo concentrado e assoreamento. (4)
Agropecuária	Solos espessos e férteis (eutróficos) baixa pedregosidade. (1)	Amplitude e declividade moderadas a baixas. Grau de estruturação moderado a baixo. (2)	Disponibilidade de recursos hídricos. Boa drenagem do solo. (3)	Baixo risco de erosão. Ausência de colapso, deslizamento e alagamento. (4)
NOTA: Não foram consideradas as restrições legais por serem excludentes. Os números assinalados no quadro indicam a ordem de importância dada aos atributos, dentro de cada faixa de uso.				

Quadro 03 – Elementos Analisados na Avaliação do Grau de restrição às Intervenções Antrópicas. In: Trainini *et al.* (2001).

Dantas *et al.* (2001), na elaboração do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (Figura 03), descreve que em todos os diagnósticos desenvolvidos ressalta-se a necessidade intrínseca de uma análise conjugada das seguintes variáveis que compõem o sistema geobiofísico: geologia; geomorfologia; pedologia; hidrologia; climatologia; e biogeografia. Assim sendo, pode-se delinear o mosaico de *paisagens naturais*. Permeando a toda esta análise do meio geobiofísico, avalia-se a intervenção humana sobre as distintas paisagens naturais. Neste momento está sob análise o conjunto de *paisagens geográficas*. Estas paisagens geográficas consistem em unidades de análise fundamentais para o planejamento territorial.

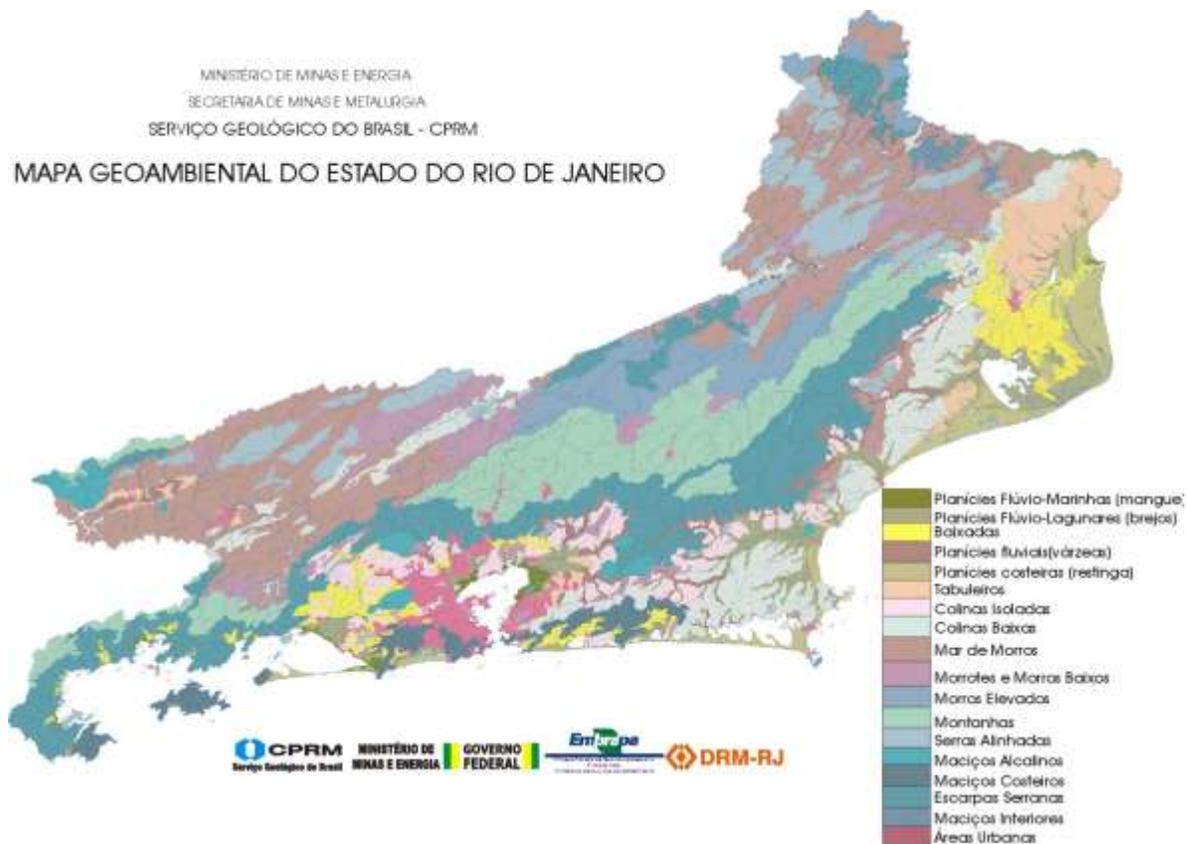


Figura 03: Síntese do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, com as 17 Unidades Geoambientais.

O presente estudo inspirou-se, claramente, numa abordagem geocológica, na qual o *ecótono*; ou *unidade de paisagem*; ou *unidade geoambiental*, é um produto singular da combinação de elementos geobiofísicos em constante dinâmica espacial e temporal. A delimitação de um mosaico de unidades de paisagem entre os quais se estabelecem fluxos ou trocas de energia e/ou matéria (ciclos hidrológicos; ciclos erosivos; ciclos biogeoquímicos; etc.), indicando certo grau de interdependência configura-se no *geoecossistema* ou *domínio geoambiental*.

A magnitude dos impactos ambientais frente às transformações induzidas (ou *derivações antropogênicas* - Monteiro, 2001, *apud* Dantas, *op. cit.*) varia em função da natureza, intensidade e extensão das intervenções humanas e do grau de alteração antecedente imposto à paisagem, promovendo assim, cumulativamente, uma degradação do meio físico, da biodiversidade e da qualidade de vida da população.

A classificação geoambiental proposta possui uma hierarquia taxonômica, na qual o nível de abrangência e a seleção de critérios de compartimentação ficam dependentes da escala de trabalho. Nessa hierarquia, distingue-se como *táxon superior* os *domínios geoambientais* – individualizados pelos grandes compartimentos geológico- geomorfológicos. Em *táxon inferior*, são individualizadas as *unidades geoambientais* – definidas, em primeira instância, pelas unidades pedológicas e seguidas num nível de maior detalhe, por uma diversificada gama de variáveis ambientais listadas a seguir: padrões da vegetação original; formações superficiais; tipos climáticos e balanço hídrico; potencial hidrogeológico; potencial mineral; geoquímica ambiental e uso do solo e cobertura vegetal atual (Tabela 1).

Tabela 1: Legenda esquemática do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	DESCRIÇÃO	LIMITAÇÕES	POTENCIALIDADES	RECOMENDAÇÕES
1 Planícies Flúvio-marinhas (mangues)	Geomorfologia, geologia, solos, vegetação, uso atual das terras, hidrogeologia, aspectos ambientais e precipitação	Nível do lençol freático, capacidade de carga, contaminação do solo e dos sedimentos de corrente, fertilidade do solo, déficit hídrico e susceptibilidade à erosão	Aptidão agrícola das terras, potencial mineral, hidrogeológico, beleza cênica, alta capacidade de carga	Áreas destinadas à preservação ambiental, ao uso agrícola e pastagem, recuperação de áreas degradadas, controle ambiental de atividades de mineração
2a Planícies Flúvio-lagunares (brejos)				
2b Planícies Flúvio-lagunares (brejos)				

06 Domínios 17 Unidades 42 Subunidades

O processo de integração das informações foi realizado de através de avaliações multicriteriais, executada por uma equipe multidisciplinar e multi-institucional composta por geógrafos, geólogos, agrônomos e engenheiros, promovendo uma avaliação e reinterpretação dos dados temáticos.

Assim sendo, no contexto geológico, foram caracterizadas as unidades litoestratigráficas e feições estruturais que, quando associadas às características morfogenéticas dos terrenos, forneceram a base para a compartimentação morfoestrutural do Estado do Rio de Janeiro. Os solos foram caracterizados por classes dominantes e subdominantes em suas diversas associações. A vegetação primária foi correlacionada com os padrões pluviométricos na definição de uma caracterização climática. Os aspectos referentes à hidrogeologia, geoquímica, aptidão agrícola e recursos minerais foram acrescidos segundo a sobreposição de informações em cada unidade geoambiental.

Definidos os domínios e as unidades geoambientais, pode-se montar o mapa geoambiental. A partir do mesmo, foi organizada uma legenda, onde são descritas, por cada unidade geoambiental, a estrutura da paisagem; as limitações e fragilidades a diferentes tipos de uso; e as diversas potencialidades que cada unidade oferece. Inclui, também, recomendações em nível generalizado, de acordo com as limitações e potencialidades desvendadas, visando subsidiar um desenvolvimento sustentado do território.

O Mapa Geoambiental elaborado por Dantas *et al.* (2006) dentro do escopo do Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG Cuiabá, numa área de 5.250 Km², na escala 1:100.000, a partir de cartas temáticas de geologia, geomorfologia, recursos hídricos, solos, aptidão agrícola, formações superficiais, geoquímica ambiental, uso atual do solo e cobertura vegetal/unidade de conservação, material para construção civil/insumos agrícolas e outros bens minerais.

Na escala trabalhada a classificação utilizada para o táxon superior foi a de Domínios Geoambientais – individualizados pelos grandes compartimentos geológico-geomorfológicos. O táxon inferior, Unidades Geoambientais, - individualizados em primeira instância por unidades morfopedológicas (padrões de relevo com dominância de determinada classe de solos) e seguidas num maior detalhe por variáveis ambientais tais como: formações superficiais, uso do solo e cobertura vegetal, tipos climáticos e padrões de vegetação original. A partir das definições acima, procede-se a caracterização das limitações e fragilidades que cada unidade oferece. Analisa-se sistematicamente as vocações naturais de cunho geotécnico (urbanização, obras viárias e enterradas, disposição de resíduos sólidos), hídrico, mineral, agropecuário e geoturístico (disponível em www.cprm.gov.br).

O SGB/CPRM lançou no Congresso Brasileiro de Geologia em Aracaju, o Mapa Geodiversidade do Brasil, na escala 1:2.500.000, no formato analógico e em SIG associado a banco de dados, enfocando a visão do geocientista de forma sistêmica, numa nova linguagem, os dados, processos e informações do meio físico (abiótico).

Considera-se que Geodiversidade *“é a natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos, águas e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra. Tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico”*

Os critérios utilizados para classificar os geossistemas do território nacional em domínios geológico-ambientais e suas subdivisões foram inicialmente a de agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação, contidas nas bases de dados de litoestratigrafia e recursos minerais do GEOBANK do SGB/CPRM, bem como na larga experiência em mapeamento e em projetos de levantamento de informações para ordenamento e gestão do território dos pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Desta feita, foram agrupadas unidades estratigráficas com idades diferentes, condicionadas a um conjunto de critérios classificatórios como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha (ígneas, sedimentar ou metamórfica), grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica e ou litotipos especiais. Assim, foram descritos 23 Domínios Geológico-Ambientais, subdivididos em 108 Unidades Geológico-Ambientais.

O referido produto contém as seguintes informações: Áreas de Relevante Interesse Mineral - Gemas e Pedras Preciosas, Minerais Metálicos, Materiais Energéticos, Rochas Ornamentais, Material para a Construção Civil, Minerais Industriais Não Metálicos, Água Mineral e Potável e Insumos para Agricultura – destes recursos, Ecológico-Econômicos Estratégica, Recursos Minerais, Áreas Oneradas pela Mineração, Áreas Protegidas (APAs, Terras Indígenas) e Áreas Especiais (Forças Armadas) Arranjos Produtivos Locais, Áreas Susceptíveis a Desertificação e Arenização, Linhas de Transmissão Elétrica, Rodovias, Ferrovias, Portos, Gasodutos, Oleodutos, Sítios e Parques Geológicos (Paleontológico/Espeleológico, Monumentos Naturais), Modelo Digital do Terreno e Relevômetro. A legenda do mapa, com relação aos aspectos ambientais, traduz, exclusivamente, a influência das variações da geologia nas adequabilidades e limitações dos terrenos frente à execução de obras viárias e enterradas, atividades agrícolas, ao comportamento em relação a fontes poluidoras, aos potenciais de recursos hídricos subterrâneos, mineral e turístico.

4. CONCLUSÕES

Ao consultar a literatura, verifica-se que várias instituições e pesquisadores nacionais e internacionais têm produzido elevada quantidade de informações geoambientais, com metodologias distintas, para serem utilizadas, principalmente, para o planejamento do uso adequado do território.

Os mapas Geoambientais diferenciam-se da cartografia geotécnica clássica em vista de sua característica intrínseca da multi e interdisciplinaridade, visão sistêmica do meio físico (geodiversidade), linguagem acessível a outros profissionais, apontando as limitações e adequabilidades (potencialidades) frente ao uso e ocupação dos terrenos. Englobando as informações de vários temas como: geologia, recursos minerais, geomorfologia, solos, aptidão agrícola, geoquímica, geofísica, geotecnia, riscos geológicos, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, clima, águas superficiais e subterrâneas. Objetiva, principalmente, o planejamento, gestão e ordenamento do território.

Os estudos geoambientais fornecem subsídios técnicos para vários setores como:

MINERAÇÃO (recursos minerais); AGRICULTURA (fertilidade do solo); SAÚDE PÚBLICA (qualidade das águas); URBANISMO (indicação de limitação ou expansão); MORADIA (material de construção); DEFESA CIVIL (escorregamentos); TRANSPORTE (obras viárias); TURISMO

(áreas de beleza cênica); MEIO AMBIENTE e PLANEJAMENTO (instituições públicas, zoneamento ecológico-econômico, ordenamento do território, comitês de bacias hidrográficas).

Em suma, entendemos que o conhecimento das geociências constitui-se de um instrumento indispensável para a definição de políticas públicas para os governos federal, estaduais e municipais, bem como a iniciativas do setor privado que pretenda contribuir para o desenvolvimento sustentável do país.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, Maria Luiza Lacerda; MEDINA, Antonio Ivo de Menezes; DANTAS, Marcelo Eduardo; SHINZATO, Edgar. Mapa Geoambiental. In: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Porto Seguro-Santa Cruz Cabralia**. Salvador: CPRM, 2000. v. 7; 87p; il.; mapas; Escala 1:100.000. Programa Informações para Gestão Territorial - GATE; Disponível em: < ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/ps/geomorfologia/geomorfologia_ctgeoamb.pdf > Acesso em 14 de jun. 2010.

BEDE, L. C; WEBER, M.; RESENDE, S. **Manual para mapeamento de biótopos no Brasil**: base para um planejamento ambiental eficiente. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Alexander Brandt 1994. 180 p.

BRANDÃO, Ricardo de Lima et al. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba-CE**: carta geoambiental. Texto explicativo. Fortaleza: CPRM, 2003. 63 p. il.

CARDENAS, Flor Patrícia Angel. **Zoneamento Geoambiental de uma parte da Bacia do Rio Nechi – Colômbia, por meio de Técnicas de Geoprocessamento**. Brasília, 1999. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Instituto de Geologia, UnB, Brasília. 1999. 137p.

CENDRERO, A. Desarrollo y tendencias de la Geología Ambiental en Europa. In: SEMINARIO Andino de Geología Ambiental, I.; CONFERENCIA Colombiana de Geología Ambiental, I., 30 abr.- 2 mayo Medellín, 1990. **Memoria AGID/Report**, 13. Medellín, CO., 1990. p. 65-88.

CORRÊA, P. R. S.; RAMOS, V. L. S. Mapa Geoambiental. In: PROJETO Mapas Municipais-Município de Morro do Chapéu, BA. Salvador: CPRM, 1995. Programa Nacional de Gestão e Administração Territorial - GATE

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa de Geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2006. 1 CD-ROM. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade.pdf> >. Acesso em: 14 jun. 2010.

CRISÓSTOMO NETO, A. P. N.. **Mapeamento Geoambiental com Imagem de Satélite do Vale do Paraíba**. Rio Claro, SP, 2003. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Rio Claro-SP. 2003. 97p.

DANTAS, Marcelo Eduardo; SHINZATO, Edgar; MEDINA, Antonio Ivo de Menezes; SILVA, Cássio Roberto da; PIMENTEL, Jorge; LUMBRERAS, José Francisco; CALDERANO, Sebastião Barreiros; CARVALHO FILHO, Amaury de; OLIVEIRA, Ronaldo Pereira de; MANSUR, Kátia; FERREIRA, Carlos Eduardo Osório. Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. In: CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. 2001. Brasília: CPRM. 1 CD-ROM; Escala 1: 500.000. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=603&sid=26> > Acesso em: 14 jun. 2010.

DANTAS, Marcelo Eduardo; SHINZATO, Edgar; SCISLEWSKI, Gilberto; ROCHA, G. A.; THOME FILHO, Jamilo José; CASTRO JUNIOR, Prudêncio Rodrigues de; SALOMÃO, Fernando Ximenes Tavares. Mapa Geoambiental. In: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; MATO GROSSO Estado). Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia. **Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG Cuiabá**. Goiânia, GO, 2006. Convênio CPRM/SICME-MT. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/sig_cuiaba_map4.pdf > acesso em: 14 jun. 2010.

DEL'ARCO, J. et al. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Araguaia**. Trecho Barra dos Garças (MT) – Luiz Alves (GO). Rio de Janeiro: AHITAR/IBGE, SENAMA, 1999. Painel Comunicação.

DINIZ, N. C.; DANTAS, A. C.; SCLiar, C. Contribuições à Política Pública de Mapeamento Geoambiental no Âmbito do Levantamento Geológico. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL MINEIRO, 2005, Rio de Janeiro. **Trabalhos Apresentados**. Rio de Janeiro: CYTED (Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo Cooperacion IberoAmericana, 2005.

DOMINGUEZ, J. M. L.. **Atlas Geoambiental e de Processos Erosivos da Zona Costeira do Estado da Bahia**. Salvador: UFBA/ Superint. Geologia e Recursos Minerais do Gov. da Bahia, 2006.

ESTRADA, Reynaldo Espinosa. Evaluación Geoambiental del Efecto del Proyecto de Cultivo de Camarones al Norte de Las Tunas. Cuba: CIGET, 2006. Disponível em: <<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=1266>> Acesso em: 14 jun. 2010.

GUY, M.. Quelques principes e quelques experiences sur la metodologie de la photo-interpretation In: SIMPOSIUM Internacional de Photo-Interpretation, (SIPI), 2., 1966, Paris. **Acte...** Paris, 1966. Papers, p.21-41.

IBGE. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Araguaia**. Trecho Barra do Garças (MT) – Luis Alves (GO). Goiânia, 1999.

IBGE. **Diagnóstico do potencial geoambiental e aptidão agrícola das terras da região de alta Bacia do Rio Paraguaçu-BA, EPABA/IBGE**. Salvador, 1986. 76 p.

IBGE. Diagnóstico Geoambiental e sócio-econômico: área de influência da BR-364 – Trecho Porto Velho/Rio Branco. In: PROJETO de Proteção do Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas PMACI. Rio de Janeiro, 1990.132 p.

IBGE. **Diagnóstico Geoambiental e sócio-econômico da Bacia do Rio Paraguaçu-Ba**. Rio de Janeiro, 1993. (Estudos e Pesquisas em Geociências, 1).

IPT. **Sistema da base de dados geoambientais do Estado de São Paulo**. São Paulo. 1999. (IPT. Relatório, 42.331).

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Ed. Contexto, 2001.127 p. (Novas Abordagens - GeoUSP, 3)

MÜLLER, A. J.; CARVALHO, A. S. **Uso de Produtos CBERS para o Zoneamento Geoambiental de Presidente Figueiredo, no Amazonas**. Manaus – AM: UFAM, 2005.

OHARA, T.; MATTOS, J. F.; JIMENEZ, R. J. R.. Estudo de Zoneamento Geoambiental com Imagens TM/Landsat na região do alto-médio Paraíba do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 14-19 abr. 1996. **Anais**. Salvador: INPE, 1996. p. 649-657. Disponível em: < <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2004/08.25.13.20/doc/@sumario.htm> >. Acesso em: 14 jun. 2010.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos S et al (Coord.). **Sistema de Informações Geoambientais do da Região Metropolitana do Recife**. Recife: CPRM, 2003. 1 CD-ROM. Mapas. Sistema de Informações Georreferenciadas – SIG.

RIVEREAU, J. C. Notas de aulas do curso de fotointerpretação. In: SEMANA DE ESTUDOS - SICEG, 11., 26-31 out. 1972, Ouro Preto, MG. **Fotografias Aéreas - Aplicações Técnicas**. Ouro Preto, MG, 1972. p. 37-122.

SERGIPE (Estado); ARACAJU (Município). Zoneamento Geoambiental do Município de Aracaju, GES/PMA. Aracaju, 2005.

SILVA, Cássio Roberto da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p., il. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf > Acesso em: 14 jun.2010

SILVA, Sandra Fernandes da. Zoneamento Geoambiental com auxílio da Lógica *Fuzzy* e proposta de um Geoindicador para caracterização do meio físico da Bacia do Rio do Peixe. **Tese** (Doutorado em Geotecnia)-Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, SP, 2005. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/dou_sandra_silva.pdf >. Acesso em: 14 jun. 2010.

SOBREIRA, Frederico Garcia. **Estudo Geoambiental do Concelho de Sesimbra**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Universidade de Lisboa, 1995. 347 p., mapas.

SOUZA, Leonardo Aandrade; SOBREIRA, Frederico Garcia; PRADO FILHO, José Francisco do. Cartografia e Diagnóstico Geoambiental Aplicados ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana-MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 57. 2005. Disponível em: < http://www.rbc.ufri.br/pdf_57_2005/57_3_03.pdf > Acesso em: 14 jun.2010.

THEODOROVICZ, Antonio; THEODOROVICZ, Angela Maria de Godoy. **Atlas geoambiental**: subsídios ao planejamento territorial e à gestão ambiental da bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape. São Paulo: CPRM, 2005. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/atlas_geoambiental.pdf > Acesso em: 14 jun. 2010.

THEODOROVICZ, Antonio; THEODOROVICZ, Ângela Maria de Godoy. **Projeto Curitiba - Informações Básicas sobre o Meio Físico**: subsídios para o planejamento territorial: Folha Curitiba – 1:100.000. São Paulo: CPRM/COMEC. 1994. 109 p., Mapa.

THEODOROVICZ, Antonio; THEODOROVICZ, Angela Maria de Godoy; CANTARINO, Sonia de Cruz. Projeto Curitiba: **Atlas Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba: subsídio ao planejamento Territorial**. São Paulo: CPRM, 1998. 48 p., Mapa.

THEODOROVICZ, Antonio; THEODOROVICZ, Angela Maria de Godoy; CANTARINO, Sonia de Cruz. **Atlas geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo-SP**: subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental. São Paulo: CPRM; Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, 2000. 77 p. Programa Informações para Gestão Territorial - GATE.

TOMINAGA, L. K. *et al.* Diagnóstico preliminar da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5., 16 – 18 nov. 2004, São Carlos, SP. **Relato**. São Carlos, SP, 2004. Disponível em: < <http://www.redetec.org.br/publique/media/DiagnosticoCartografiaGeotecnica.pdf> > Acesso em: 14 jun. 2010

TRAININI, Douglas R.; GIOVANNINI, C. A.; RAMGRAB, Gilberto E.; VIERO, A. C.. **Carta Geoambiental da Região Hidrográfica do Guaíba**. Escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM/FEPAM/PRÓ-GUAÍBA, 2001. Mapas

TRAININI, Douglas R.; ORLANDI FILHO, V. Mapa Geoambiental. In: SILVA, Cássio Roberto da (Coord.). Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – Fase. Rio de Janeiro: CPRM; EMBRAPA; SCO-MI, 2003. 3 v., v.1. 10 mapas. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/relat_zee_ride.pdf >. Acesso 3m 14 jun. 2010.

URATZUKA, Martha Rosa Rodrigues et al. **Atlas Geoambiental de la Cuenca Hidrográfica Ariguanabo**. Disponível em: < <http://www.iga.cu/CD1/Temas/Percepcion%20R%20y%20SIG/Martha%20Rodriguez/Trabajo%20GEOINFO%202004%20Martha.pdf> > Acesso em: 14 jun. 2010.

VEDOVELLO, Ricardo. Aplicações da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Planejamento Urbano, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5., , 2004. São Carlos, SP. **Mesa redonda**. São Carlos, SP: ABGE, 2004. Tema 6.