

O Geoprocessamento nos Estudos de Impactos Ambientais: Uma Análise Crítica¹

*Nadja Maria Castilho da Costa**

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, em Estocolmo (1992), foi enfatizada a idéia de que o homem, ao final do século XX, se tornaria o co-agente mais importante no processo geral de evolução da terra, capaz de intervir de maneira significativa nas transformações em curso no nosso planeta.

Através dessa conscientização mundial, a pesquisa ambiental internacional e brasileira tomou novos rumos e o seu progresso, em grande parte, se deve ao desenvolvimento da informática e do sensoriamento remoto. A partir de então, os estudos sobre impactos ambientais no meio ambiente (EIA), dentro da sistemática de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), começaram a ganhar importância sendo contemplados, inicialmente, nas legislações européias e americana e, posteriormente, já na década de 80, na legislação brasileira.

No nosso país, a questão ambiental vem se tornando uma preocupação cada vez mais constante e interativa entre a comunidade técnico-científica e a sociedade como um todo.

Hoje nos encontramos numa fase de reavaliação e discussão sobre os pontos mais polêmicos acerca dos EIA's e seus respectivos Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente (RIMA's), na expectativa de obter as melhores soluções, principalmente de natu-

reza metodológica, em busca de uma credibilidade efetiva, deste que é o principal instrumento de gestão ambiental.

Neste sentido, a utilização de recursos computacionais modernos, que possibilitem o tratamento eficaz e rápido dos dados ambientais (necessários à sua realização), passou a ser um ponto importante, dando agilidade à sua execução e confiabilidade aos resultados finais obtidos.

Assim sendo, pretende-se, no presente trabalho, mostrar como o geoprocessamento se insere no contexto dos Estudos de Impactos Ambientais, procurando analisar a questão desde o início de seu desenvolvimento até os dias atuais, dando ênfase à sua aplicabilidade nos estudos desenvolvidos no Brasil.

AS PESQUISAS AMBIENTAIS E A ADOÇÃO DE TÉCNICAS COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS DE TRABALHO

Após a 2a. Guerra Mundial, a chamada ética utilitarista predominou até o início da década de 70, traduzida na delapidação crescente dos recursos ambientais. Durante esse período, aumentou, de maneira avassaladora, a degradação do meio ambiente, principalmente nos países ditos do Terceiro Mundo, por conta de um capitalismo industrial em que as grandes potências

1- Trabalho apresentado, por ocasião do exame de qualificação escrito, no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ.

* Professora Assistente e Coordenadora do Grupo de Estudos Ambientais do Departamento de Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ.

tinham neles os principais fornecedores de matéria prima às indústrias, a exemplo do Brasil. Nesta época, o que se fazia em termos de pesquisas ambientais visava, basicamente, atender a interesses de expansão agro-industrial e populacional, extrativismo mineral e silvicultura, quadro esse que, a nível mundial, fez com que os ambientalistas da época efetivamente desencadeassem uma forte participação na produção de conhecimentos sobre o meio ambiente (Xavier da Silva, 1995).

Tais conhecimentos começaram, então, a ser gerados às expensas da adoção de modernas técnicas estatístico-matemáticas e de uma tecnologia (embora incipiente, porém eficaz) de informática e sensoriamento remoto. Convém ressaltar que, no caso brasileiro, houve uma certa defasagem (de pelo menos 5 anos) quanto ao avanço na aplicação dessas técnicas, comparativamente aos EUA e a alguns países europeus.

A partir daí, a necessidade crescente de manipulação de grande quantidade de dados ambientais fez com que se tornasse cada vez mais premente o uso de computadores e de técnicas de georeferenciamento das informações em bases territoriais (geocodificação). Porém, essa premência, em termos de Brasil, só mais recentemente (a partir de meados da década de 80) se fez acompanhar de uma utilização mais intensiva.

Neste estágio inicial de incremento de seu uso, a preocupação maior era, basicamente, com a armazenagem dos dados e a edição final dos relatórios. O uso da informática ainda estava centralizado na utilização de ferramentas que hoje são de aplicabilidade generalizada pelos diversos ramos, não só das geociências, mas também, de outras áreas do conhecimento científico, quais sejam: editores de textos e planilhas, geradores de gráficos, banco de dados e pacotes estatísticos (Teixeira et al., 1992).

Apesar de os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) já existirem bem antes da década de 80 (o seu desenvolvimento efetivo ocorreu no início da década de 60, no Canadá) foi contemporaneamente ao incremento da informática, como um todo, que eles evoluíram e se difundiram no Brasil. A redução nos custos dos equipamentos e a informatização dos organismos públicos, principalmente empresas privadas, favoreceram essa propagação.

Hoje, a metodologia clássica de manipulação e análise de dados ambientais, calcada principalmente em tratamentos estatísticos, dá lugar a alternativas metodológicas mais pragmáticas, voltadas basicamente para o geoprocessamento. Xavier da Silva (1992), exemplifica alguns procedimentos usados por SIG's, onde a tônica é a expressão da territorialidade dos fenômenos ambientais, levando-se em consideração a sua localização, extensão e as relações espaciais. O sistema desenvolvido por ele e a equipe do LAGEOP (Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ), denominado SAGA (Sistema de Análise Geo-ambiental), vem atendendo, de maneira satisfatória, as necessidades de análise ambiental. Modelos digitais do ambiente, que congregam dados alfanuméricos, dados cartográficos e territorialidade (a exemplo desse sistema), vêm acelerando e simplificando, sobremaneira, o tratamento dos dados ambientais, contando com equipamentos de informática de baixo custo coisa que, de certa forma, não acontece com outros SIG's, que geralmente são de custo elevado e exigem equipamentos também caros e mais sofisticados.

Apesar dessa limitação, outras centenas de SIG's (IDRISI, ARCINFO, MGE, GEOVISION, dentre vários), vêm sendo cada vez mais aplicados, não somente em estudos ambientais, mas em projetos de

pesquisas que estejam preocupados com a territorialidade dos fenômenos.

Outra questão relevante, quando se fala de aplicabilidade de técnicas computacionais em pesquisas ambientais, refere-se à utilização de sistemas gráficos, a exemplo dos CAD's (Computer Aided Design) aplicados, basicamente, na confecção de mapas em diferentes escalas, facilitando e agilizando, enormemente, os trabalhos de mapeamento. Algumas empresas privadas de consultoria ambiental (a exemplo da Promon Engenharia S.A.) usam, de forma intensiva, esta útil ferramenta de trabalho. Porém, ela apresenta restrições em termos de análise: os CAD's e AUTOCAD's são, na verdade, ferramentas de desenho digital e não técnicas de geoprocessamento, com base em um SIG. Teixeira et al. (1992) aponta a diferença existente entre ambos, ressaltando que, apesar disso, eles podem ser utilizados de forma integrada, aplicando os desenhos gerados em CAD, como base de lançamento das informações a serem trabalhadas pelo SIG.

O INÍCIO DOS ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO BRASIL: A INCIPIÊNCIA NO USO DE GEOPROCESSAMENTO

Para entendermos melhor como se dá a inserção do geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais, torna-se necessário falar, brevemente, sobre a política ambiental no Brasil e a própria criação desses estudos.

Em termos globais, cabe ao Estado brasileiro a gestão do patrimônio ambiental, através de ações advindas dos três poderes: executivo, legislativo e judiciário, garantindo a qualidade do meio ambiente e da vida dos cidadãos. Para implementar tais ações, foi criada, em 1981, a 1ª lei nacional sobre meio ambiente, que instituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA -

articulando as ações de planejamento e controle ambiental nos níveis federal, estadual e municipal. Os recursos para financiamento do SISNAMA são obtidos através do Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA - concedido pelo governo federal e financiado pelo Banco Mundial.

As ações a nível federal advêm, basicamente, de três grandes organismos: o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA - o Ministério de Meio Ambiente e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Já as ações nos níveis estadual e municipal advêm dos organismos e entidades que exercem ações preventiva e corretiva de todas as atividades poluidoras ou degradadoras do meio ambiente tendo, as entidades municipais, um trabalho complementar aos organismos estaduais.

Conjugada às ações governamentais, se insere a ação da iniciativa privada, através de consultores vinculados às empresas de engenharia. O marco inicial dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) ocorreu com a criação da 1ª resolução do CONAMA. Como um organismo colegiado normativo do SISNAMA, tal conselho estabeleceu a obrigatoriedade de sua realização, juntamente com o respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA), para um conjunto de empreendimentos considerados com potencial significativo de alteração ambiental e como pré-requisito para o processo de licenciamento desses empreendimentos. As empresas de engenharia começaram, então, a realizar, de forma intensa, tais estudos, por encomenda do empreendedor (agências e/ou empresas responsáveis pelos projetos) e submetidos aos órgãos estaduais e/ou municipais de controle ambiental, em atendimento às exigências impostas pelo artigo 7º daquela resolução.

Foram criados setores e/ou departamentos de meio ambiente, e até mesmo empresas ditas especializadas no assunto, no sentido de atender à forte demanda que surgia.

Hoje, a Avaliação de Impacto Ambiental² é considerada um instrumento de planejamento e gestão ambiental. Segundo Bursztyn (1994):

Ela é um instrumento que possibilita associar as preocupações ambientais às estratégias do desenvolvimento social e econômico e se constitui num importante meio de aplicação de uma política preventiva, numa perspectiva de curto, médio e longo prazos.

Assim sendo, os valores sócio-culturais e geobiofísicos são, obrigatoriamente, considerados no processo de avaliação dos impactos de determinado projeto, possibilitando reduzir os conflitos (nestes casos quase sempre existentes) entre a sua implantação e o quadro sócio-ambiental.

O processo inicial de sua realização, aqui no Brasil, se deu sem que linhas e instrumentos metodológicos fossem bem definidos. Cada empresa passou a estabelecer, de acordo com o tipo de empreendimento, a metodologia adequada à sua realização, tomando como base as normas gerais definidas pela própria resolução e o termo de referência específico ao empreendimento, emitido ao empreendedor do projeto, por parte do(s) órgão(s) de controle e fiscalização regional.

Neste contexto, mais de cinquenta tipos de métodos foram desenvolvidos (Absy et

al., 1994), métodos esses que se constituíam em mecanismos para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados ambientais, incluindo aí, esquemas de apresentação escrita e visual. Nenhum deles, portanto, se constitui em metodologia universal, em condições de ser aplicado genericamente a toda e qualquer atividade econômica que provoque impacto ambiental.

Os principais métodos, então utilizados, pouco lançaram mão de técnicas de geoprocessamento. O "checklist" (ou listagem de controle) foi (e ainda continua sendo) um método qualitativo de identificação dos impactos ambientais provocados por um projeto e consiste, apenas, em estabelecer, detalhadamente, o relacionamento entre as características do projeto e os fatores ambientais, através da descrição causa-efeito. Neste processo descritivo são confeccionados fluxogramas mostrando essa relação e estes são feitos manualmente, através de desenhos copiativos, aplicando técnicas mais simples de computação, basicamente calcadas em programas específicos para esse fim.

Outra técnica de apoio à realização dos EIA's, ainda hoje bastante utilizada em estudos de impactos ambientais, é a matriz "causa-efeito" ou de interação, onde uma das mais conhecidas é a de Leopold, elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos EUA. O seu princípio básico consiste, primeiramente, em assimilar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores ambientais para, em seguida, estabelecer, numa escala que varia de 1 a 10, a magnitude e importância de cada impacto (Jiménez, 1992), indicando

2- O conceito normativo de impacto ambiental, definido no artigo 1º da Resolução 001/86, é "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais".

se o mesmo é positivo ou negativo. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou empírica, pois refere-se ao grau de alteração provocado por alguma atividade do empreendimento sobre componentes ambientais (água, solo, vegetação, população, etc...), a pontuação da importância é subjetiva, uma vez que envolve atribuições de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto. O estabelecimento desses pesos se constitui num dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, como também de métodos quantitativos. Neste método, também, o geoprocessamento não se fez aplicar, e toda sua elaboração (da matriz) é feita utilizando-se, apenas, cálculos relativamente simples para se chegar ao índice global de impacto ambiental de determinados empreendimentos sobre os meios físico-biótico e sócio-econômico.

Existem também, outros tipos de matrizes de impacto ambiental que nada mais são do que variações da matriz de Leopold (Penna Franca, 1988).

Os "Networks" ou diagramas de efeitos, por sua vez, se constituem numa metodologia que, a partir de ações e características de projeto, definem e dispõem, sob forma de fluxograma, os impactos ambientais derivados, interrelacionando-os. Praticamente neste método, nada é feito usando técnicas computacionais onde os dados nele contidos possam ser referenciados territorialmente (georeferenciados), permitindo uma análise das transformações ocorridas. Ao contrário, ele apenas representa a relação causa-efeito de maneira visual, facilitando o entendimento dessa interrelação.

Por fim, a técnica de sobreposição de cartas (overlaying maps) foi considerada o passo inicial na aplicação de geoprocessamento nos Estudos de Impactos Ambientais. Porém, ela começou a ser usada de forma

muito incipiente, onde o recurso mais utilizado era a superposição manual dos mapas através de mesa de luz. Consistia, pois, da confecção, em papel transparente, de uma série de mapas temáticos, uma para cada parâmetro ambiental (vegetação, declividade, solos, hidrografia, etc...), com suas respectivas legendas. Essas cartas eram sobrepostas, par a par, para no final produzir a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, sendo elaboradas de acordo com os conceitos de fragilidade ou potencialidade dos recursos ambientais. No início de sua utilização (marcadamente em meados da década de 80), a preocupação maior era sobrepor as cartas visando à identificação de áreas frágeis, sob o ponto de vista ambiental, onde os impactos poderiam ser mais significativos. Hoje, novas preocupações foram acrescentadas, conforme será mostrado no item posterior. Em suma, durante bom tempo, os Estudos de Impactos Ambientais foram realizados, em quase sua totalidade, sem apoio de técnicas de geoprocessamento contando, quando muito, com um suporte computacional elementar. Um exemplo de análise de impactos ambientais realizada nesses moldes é citado por Xavier da Silva (1988) em seu livro "Análise Ambiental". Ele ressalta o estudo do geógrafo Orlando Valverde sobre impactos ambientais da Estrada de Ferro Carajás. Outros inúmeros exemplos poderiam, aqui, ser listados, dentre eles, praticamente todos os EIA's realizados pelo Departamento de Meio Ambiente da Promon Engenharia S.A., no período de 1985 a 1992, quando então este setor da empresa foi extinto.

Com o avanço da informática, as cartas temáticas começaram a ser processadas em computadores, particularmente quando se tratava da superposição de mais de dois mapas, o que era necessário na maioria das

vezes. A otimização dos trabalhos através do geoprocessamento começou, então, a ocorrer de maneira significativa, conforme veremos a seguir.

EXPANSÃO E IMPORTÂNCIA DO USO DE GEOPROCESSAMENTO NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Com o avanço rápido e contínuo da informática, marcadamente nos últimos cinco anos, o uso do geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais, particularmente no Brasil, começou a crescer. Porém, ficou restrito àquelas empresas e /ou instituições que dispunham de maior tecnologia de informatização e equipes qualificadas ao manuseio de equipamentos (hardware) e programas (software) adequados. Dentre as instituições que mais se destacaram no processo de expansão no uso de geoprocessamento, para este tipo de estudo, temos: (a) as principais universidades brasileiras, a exemplo da UFRJ, USP, UNESP, UFFRJ, dentre outras, que passaram, inclusive, a fazer parte do rol de realizadores e avaliadores dos estudos de impactos ambientais; (b) instituições de alta reputação técnica e científica, a exemplo do INPE, IBGE, IPT, CETESB, dentre outras, que engrossaram esse elenco de utilizadores de técnicas computacionais baseadas em geoprocessamento. A computação gráfica (conforme já mencionado no item 2), antes mesmo do uso de técnicas mais específicas de geoprocessamento, passou a ser aplicada por empresas de grande porte (Jóia, 1992), tanto em projetos de engenharia, quanto em estudos ambientais, destacando-se, aí, a realização dos EIA's/RIMAs. Tanto na etapa de caracterização do empreendimento, quanto na da área de influencia do projeto, os mapas, em diferentes escalas, e desenhos em 3D passaram a ser gerados via

AUTOCAD de maneira rápida e eficaz (Penna Franca, 1988). Porém, por não se tratar de uma técnica de geoprocessamento propriamente dito, começou a carecer de ferramentas complementares que permitissem cruzamentos de informações espacialmente representadas, bem como o estudo das interrelações entre os fenômenos geográficos de interesse. A aplicabilidade dos SIG's começou, também, a crescer. Mas, da mesma forma que os sistemas de computação gráfica, a sua aplicação não se tornou acessível a qualquer equipe que avalia impactos ambientais em decorrência das exigências impostas pela maioria deles: equipamentos caros e sofisticados e equipes qualificadas para a sua utilização.

É incontestável o poder e a importância do geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais. Ressaltando-se as razões de sua importância, Xavier da Silva (1992) destaca: (a) a possibilidade de avaliação de uma grande quantidade de células de informação, num tempo reduzido, e quanto mais caros e sofisticados forem os computadores, mais rapidamente serão feitas as varreduras; (b) da mesma forma acontece com os resultados obtidos por geoprocessamento automático, onde, inclusive, a margem de confiabilidade é alta e as estimativas de impactos setorizados podem ser feitas em grande número, para diversos processos atuantes, sobre diferentes situações de riscos ambientais, possibilitando a composição de um quadro evolutivo, num dado intervalo de tempo, dos ambientes analisados.

Tabaczinski et al. (1996) destaca ainda que, para a execução de macrozoneamento ambiental e de EIA's/RIMA's, o geoprocessamento baseado em SIG's possibilita a atualização contínua das informações e análises obtidas, permitindo, inclusive, a realização de simulações de situações consideradas de extrema importância para o

monitoramento de determinados impactos, avaliados como significativos e passíveis de ocorrerem em condições de ausência de medidas de controle e mitigação.

Uma outra questão extremamente importante, colocada por Andreoli (1994), é a da sistematização automática dos dados dos EIA's, gerando banco de dados, sob a forma de mapas digitais, em diferentes níveis (estaduais, municipais e até regionais), que venham a servir para inúmeros outros trabalhos, evitando-se, assim, a duplicação de estudos e agilizando a sua ação como instrumento de gestão ambiental.

METODOLOGIAS ATUAIS DE ANÁLISE DE IMPACTOS COM BASE EM GEOPROCESSAMENTO

O conceito moderno de impacto ambiental com base em geoprocessamento consiste em estabelecer a sensibilidade de cada ponto do território georeferenciado, diante de uma intervenção humana concreta, e medir o possível impacto ambiental das diversas atividades implementadas pelo homem (Sendra, 1992). Neste contexto, situações de impactos ambientais passaram a ser analisadas de maneira conjugada às situações de riscos (de desmoronamentos/deslizamentos e de enchentes, dentre as principais). A avaliação de riscos passou a ser um instrumento de grande utilidade que procura determinar a evolução provável de um determinado efeito sobre a saúde, sobre o meio natural ou outros bens, decorrente da presença de certos agentes, a um determinado nível no ambiente. Os exemplos da utilização desse tipo de abordagem, apesar de ainda serem escassos, são representativos, conforme veremos a seguir.

A utilização de modelos digitais do ambiente, que permita o mapeamento de áreas de riscos e o seu monitoramento constante, tornou-se, então, a premissa

básica desses estudos usando, como instrumental metodológico, Sistemas Geográficos de Informação. Alguns deles são relativamente simples, porém eficazes e poderosos em termos de rigor e precisão nas análises. Neste sentido, os sistemas RASTER, a exemplo de alguns desenvolvidos na Europa, EUA e Brasil, particularmente, passaram a ser bastante aplicados. Um dos SIG's que apresenta uma metodologia de análise e avaliação de impactos ambientais com base em geoprocessamento é o Sistema de Análise Geoambiental (SAGA/UFRJ), criado pelo Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de geografia da UFRJ (conforme mencionado anteriormente). Ele permite que se faça os estudos abrangendo todas as suas principais etapas de realização, desde a fase inicial de qualquer projeto ambiental correspondendo, basicamente, ao levantamento e caracterização dos principais parâmetros geobiofísicos e socioeconômicos relacionados aos tipos de impactos que se pretende estudar, até a fase final, qual seja, a etapa onde deve haver, de maneira clara e precisa, a identificação e visualização das áreas críticas. Isso permite obter resultados, que, bem apresentados, darão elementos para que aqueles que tiverem a responsabilidade de executarem o planejamento territorial possam fazê-lo de maneira correta.

Dentre os dois procedimentos básicos propostos em seu escopo de análise, destaca-se o de prognose. Fazem parte dos procedimentos prognósticos as avaliações complexas, onde se inserem as estimativas de impactos ambientais por geoprocessamento (Xavier da Silva et al, 1993). Várias são as situações em que esta análise se aplica, conforme exemplifica o autor. Em termos gerais, o que se faz é conjugar as áreas de riscos ambientais (que por esse método são identificadas através de uma "avaliação ambiental simples") com áreas potenciais. A

conjugação dos dois tipos de avaliações deverá definir os locais onde os impactos de determinado potencial serão maiores ou menores. Ele exemplifica com as áreas sujeitas a enchentes, consideradas como limitantes à concretização do processo de urbanização. Neste caso, a análise integrada das duas avaliações (riscos de enchentes e potencial de urbanização) permitirá definir aquelas áreas onde o avanço da ocupação humana poderá ocorrer sem riscos de elas serem afetadas pelas enchentes e vice-versa, ou seja, aqueles locais impróprios à urbanização, onde a sua ocorrência implicará sérios impactos ambientais, tanto àqueles que passaram a ocupar tais locais, quanto ao meio físico-biótico.

Uma outra situação de análise, também interessante, mas que neste caso é mais aplicável às áreas montanhosas, são os impactos decorrentes da ocupação em áreas de riscos de desmoronamentos/deslizamentos, a exemplo dos maciços litorâneos da cidade do Rio de Janeiro. A conjugação do mapa de risco de desmoronamentos com o mesmo potencial anteriormente exemplificado (urbanização), irá mostrar aqueles locais mais vulneráveis a catástrofes, em casos de avanço da ocupação, decorrentes das limitações impostas pelos condicionantes físicos da área (geológico-geotécnico e geomorfológico, principalmente).

Góes (1987 e 1989) detalha todas as etapas consideradas importantes quando se faz este tipo de avaliação complexa. Segundo a autora, três grandes procedimentos devem ser realizados: (a) primeiramente, a elaboração dos mapas de sensibilidade (mapas de riscos: enchentes, desmoronamentos, etc...), a partir dos mapas temáticos necessários à sua definição (básico, geomorfologia, declividade, solos, etc...); (b) depois, se o interesse residir no fato de se querer analisar,

por exemplo, o impacto da urbanização em áreas sob diferentes situações de riscos deve-se, inicialmente, confeccionar os mapas compostos, gerando-se, posteriormente, um "mapa composto de nível superior", onde uma análise de custo/benefício, expressa em área, pode ser feita para os locais de risco avaliando-se, assim, em quais delas (das situações de riscos), mediante a expansão urbana, o custo de prevenção de acidentes e de manutenção da qualidade de vida das comunidades será menor; (c) por último, ainda dentro dessa ótica de custo/benefício, podem ser identificadas áreas de alta criticidade, onde uma urbanização sobre locais de fortes riscos tornaria inviável qualquer medida preventiva conduzindo, assim, os planejadores a avaliar a magnitude dos impactos a serem gerados e, conseqüentemente, repensar uma outra forma de utilização racional e coerente com as condições naturais reinantes no local.

Vários outros exemplos que mostram uma forma rápida e eficaz, através do SAGA, de se estudar os desequilíbrios ambientais oriundos de processos impactantes (urbanização, surgimento de áreas de mineração, avanço de fronteiras agrícolas, dentre os principais) sobre condições limitantes do meio ambiente, poderiam ser mostrados aqui. Um dos mais recentes - para finalizar essa abordagem - corresponde ao trabalho desenvolvido como tese de mestrado por Santiago (1995), onde ele procura, dentre outras avaliações, predizer os impactos ambientais a serem gerados pelo crescimento urbano (acelerado e desordenado) de parte da Baixada de Sepetiba e dos Maciços Litorâneos vizinhos, em áreas de riscos de enchentes e escorregamentos/deslizamentos. Ressalta ainda o autor que este tipo de avaliação requer: (a) uma análise contínua e bom entendimento dos processos ambientais, (b) uma atualização periódica da

base de dados e a criação de um sistema de monitoramento e estimativa dos próprios impactos ambientais, só possíveis de serem feitos mediante um instrumental metodológico que represente, sob a forma de modelo digital, a realidade a ser estudada.

A disponibilidade, hoje crescente, de dados sob essa forma (de mapeamento digital) a exemplo do Município do Rio de Janeiro, através do Projeto Piloto de "Mapeamento Digital e Geoprocessamento Municipal", vem ao encontro dessa preocupação cada vez maior não somente em avaliar impactos ambientais de geoprocessamento, mas também proporcionar um conhecimento integrado da realidade física e sócio econômica desta importante cidade brasileira, através da implantação e efetivação de Sistemas de Informações Georeferenciadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande maioria das Avaliações de Impactos Ambientais executadas no Brasil utilizam, ainda muito pouco, as técnicas de geoprocessamento como instrumental metodológico de agilização e eficácia de seus estudos, apesar de já existirem equipes multidisciplinares, conforme demonstrado no transcrito do presente trabalho, empenhadas não só na intensificação de sua aplicação, como também na sua propagação e difusão.

Sendo um instrumento fundamental da política de preservação da natureza e dado, em certas situações, o seu caráter constitucional (mediante a obrigatoriedade imposta pela Resolução do CONAMA, como mecanismo de licenciamento ambiental de atividades modificadoras do meio ambiente), deve haver uma adequação dos processos e métodos de sua elaboração, visando eliminar uma das maiores críticas recebidas por esses estudos, que é a falta de homogeneidade e

qualidade decorrentes, na maioria das vezes, da premência em realizá-los submetendo-os a prazos de confecção bastante exíguos.

Essa adequação só deverá ocorrer quando forem amplamente usadas, como metodologia de análise e avaliação de impactos ambientais, técnicas de georeferenciamento e armazenagem de dados ambientais, basicamente sob a forma de mapeamento digital. O uso de suporte computacional permitirá a sistematização dos produtos resultantes desses estudos, ou seja, os dados levantados e organizados, como resultados da avaliação de impacto ambiental, poderão ser sistematizados em escalas variáveis e compatíveis com o grau do estudo original, especialmente os referentes aos diagnósticos do meio físico, biótico e sócioeconômico, de forma a compor uma rede, nos dois níveis básicos de análise (estadual e/ou regional) daqueles locais onde os estudos já tenham sido efetuados, de maneira a simplificar, baratear e acelerar os novos trabalhos que venham a ser desenvolvidos nessas áreas, ou até mesmo em áreas próximas.

Neste sentido, as universidades brasileiras vêm se destacando, através da criação e/ou expansão de laboratórios de geoprocessamento, contando, na maioria dos casos, com equipamentos de informática e software de baixo custo.

Através delas, vem sendo possível desenvolver e/ou aprimorar metodologias de trabalho e análise de impacto de maneira a atender as necessidades prementes (principalmente quanto aos principais anseios da população afetada) de melhoria da qualidade de vida.

A expectativa de ajustes metodológicos futuros é a grande esperança daqueles profissionais que já vêm utilizando o geoprocessamento nas avaliações de impactos ambientais, transformando-os, desta forma, em projetos dinâmicos e efetivamente

eficazes como instrumento de planejamento a ser, inclusive, exigido nas análises de políticas públicas, planos e programas governamentais.

RESUMO

A avaliação de impacto ambiental é considerada um dos mais importantes instrumentos de planejamento e gestão do meio ambiente. Até meados da década de 80, os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA) foram realizados com poucos recursos computacionais, estando estes restritos à aplicação de ferramentas de desenho digital e softwares para confecção de textos e planilhas.

Hoje técnicas de geoprocessamento estão sendo utilizadas nesses estudos, visando a agilizar as análises e dar maior confiabilidade nos resultados obtidos.

PALAVRAS CHAVE

Impacto Ambiental, Geoprocessamento e Mapeamento Digital.

ABSTRACT

The ambient impact valuation is considered one of the most important instrument of the environment planning. Until the 80th decade the Environmental Impact Assessments (EIA) and its respective Account of the Environmental Impact (RIMA) were done with a little computer recourses because they are very restrict in the application of digital designs and softwares for the confection of plans and texts.

Today geoprocessing technics' are been used in this studies to get going the

analysis and give more believing for the results obtained.

KEY WORDS

Environmental Impact Assessment, Geoprocessing and digital mapping.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSY, L. M.; ASSUNÇÃO, F. N. A.; FARIA, S. C. de (1994) - "Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas". IBAMA, Distrito Federal - Brasília, 134p.
- AMDREOLI, C. V. (1994) - "Problemas e Perspectivas da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil". In: *Avaliação de Impactos*. Volume 1, no. 1. Seção Brasileira da IAIA (Internacional Association For Impact Assessment". Rio de Janeiro - RJ, pp.15-25.
- BURSZTYN, M. A. A. (1994) - "Gestão Ambiental: Instrumentos e Práticas". Edição IBAMA, Distrito Federal - Brasília. pp. 45-48.
- GÓES, M. H. de B. (1989) - "Impacto Ambiental da Urbanização sobre Áreas de Riscos". *Anais do III Simpósio de Geografia Física Aplicada*. Vol. 2, N. Friburgo, RJ. p. 227.
- GÓES, M. H. de B.; XAVIER DA SILVA, J. X.; FERREIRA, L. A.; BÉRGANO, R. B. (1995) - "Environmental Impact Assessment Using Geoprocessing Techniques". *Anais do V Encontro de Geógrafo de América Latina*. Programas e Resumos, Havana - Cuba. 257p.
- JIMÉNEZ, R. C. (1992) - "Metodologia para la Evaluacion de Impacto Ambiental". V Curso de Ciência e Ingeniería del Médio Ambiente Geológico. Instituto Tecnológico Geominero de España, Barcelona - Espanha. pp. 2-26.
- JÓIA, L. A. - "Seleção e Implantação de CAD em Empresas de Engenharia de Projeto de Grande Porte, no Brasil". Promon Engenharia S. A. - Rio de Janeiro - RJ. Artigo não publicado. 13p.
- PENNA FRANCA, L. e RIBEIRO, C. C. (1988) - "Avaliação de Impacto Ambiental - AIA no Brasil: Dois Anos de Vigência da Resolução CONAMA 001/86". Advanced Policy Workshop "Environmental Management and Impact Assessment: Implementation Requirements". Crete-Greece. pp. 26-36.

- SANTIAGO, F. L. (1995) - "Modelo Digital de Parte da Baixada de Sepetiba e dos Maciços Litorâneos Circunvizinhos e Algumas Análises de Risco e Potencial, através do SAGA/UFRJ". Tese de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ. Rio de Janeiro - RJ. 148p.
- SENDRA, J. B. (1992) - "Evaluación del Impacto Ambiental". In: Sistemas de Información Geográfica. Cap. XVIII. Editora Rialp, S.A. Madrid - España. pp. 366-370.
- TABACZENSKI, R. R.; SOUZA, M. P. e ROMA, W. N. L. (1996) - "A Utilização do Sistema de Informações Geográficas para Macrozoneamento Ambiental". II Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento (GIS-Brasil/96), Curitiba - PR. pp. 273-282.
- TEIXEIRA, A. L. de A.; MORETTI, E. e CHRISTOFOLETTI, A. (1992) - In: Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica. O desenvolvimento dos SIG's" - CAP. 1, Edição do Autor. Rio Claro - SP. pp. 7-9.
- XAVIER DA SILVA, J. e SOUZA, M. J. (1988) - "Geoprocessamento e Dados Ambientais". Cap. 6. In: Análise Ambiental. Editora PROED/UFRJ. Rio de Janeiro - RJ. pp. 135-170.
- XAVIER DA SILVA, J. (1992) - "Geoprocessamento e Análise Ambiental". Revista Brasileira de Geografia, no. 54 (3), Rio de Janeiro - RJ. pp.47-61.
- XAVIER DA SILVA, J. e CARVALHO FILHO, L. M. (1993) - "Sistemas de Informação Geográfica: Uma Proposta Metodológica". IV Conferência Latino Americana sobre Sistemas de Informação Geográfica. São Paulo - SP. pp. 609-627.
- XAVIER DA SILVA, J. (1995) - "A pesquisa Ambiental no Brasil. Uma visão crítica". In: Geografia e Meio Ambiente no Brasil. Editora Hucitec. São Paulo - SP. pp. 346-370.

