

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: o caso da bacia hidrográfica do rio Sergipe.

Daniella Rocha¹; Marta Aline Santos²; Sofia Cerqueira Schettino³; Artur Barreto Galvão⁴.

RESUMO - O crescimento industrial exacerbado, acompanhado da exploração da terra por atividades antrópicas tem gerado impactos ambientais que demandam ações de prevenção, controle, preservação e recuperação da qualidade e quantidade da água dos corpos hídricos. O presente trabalho busca apresentar uma metodologia de macro-diagnóstico de Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, e, que possa ser utilizada em estudos similares em outras bacias do estado. O trabalho aborda o procedimento básico utilizado para fornecer um macro-diagnóstico dos principais setores industriais, usos dos solos, caracterização e mapeamento das principais tipologias industriais, identificação do grau de diversificação da base produtiva e o padrão tecnológico em cada setor localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Essa bacia hidrográfica possui papel relevante para o Estado de Sergipe, pois percorre áreas antropizadas com elevado potencial poluidor, destacando-se a cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe - Brasil. Das 828 indústrias identificadas na área do estudo, foram selecionadas 53 em função de seu potencial poluidor. Procurou-se traçar um perfil segundo o comportamento dessas indústrias em relação à gestão ambiental: pró-ativo, ativo, reativo e passivo. Assim, as informações geradas serviram de insumo para as instituições, órgãos ambientais e empresas interessadas.

ABSTRACT – The raised industries growth, folloied of the exploration of the land for people activities has generated environmental impacts that demand action of prevention, has controlled, preservation and recovery of the quality and amount of the water resources. The present paper, when approaching the basic methodology used to give a diagnosis of the main industrial sectors, uses of land, characterization and mapping of the main industrial types, identification of the degree of diversification of the production and the technological standard in each sector located in the Basin of the River Sergipe, objective that this methodology can be used in similar studies, mainly in other pertaining basins of the Sergipe. This basin it important function for the State of Sergipe, Brazil, therefore it covers areas populated with high polluting potential, being distinguished of Aracaju, the principal city of the State. Of the 828 industries identified in the area of the study, 53 in function of its polluting potential had been selected. It was trace a profile of the industries in relation to the environmental management: pro-active, active, reactive and passive. Thus, the generated information had served of data for the environmental institutions, agencies and companies interested.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, gestão ambiental, diagnóstico.

INTRODUÇÃO

¹) Professora Adjunta do Núcleo de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe. Av. dos Náufragos, Mosqueiro, Aracaju-SE. Email: daniellarocha.ufs@gmail.com.

²) Pesquisadora do ITP/SE. Rua D, 426, J. Centenário, Aracaju-SE. E-mail: martaaline83@gmail.com

³) Mestranda em Ecologia e Conservação. Rua A, Mosqueiro. E-mail: kaouro4@hotmail.com

⁴) Graduando em Arquitetura UFS/SE. Rua E, Aruana, Aracaju-SE. email:arturbarreto.arq@hotmail.com

O presente trabalho apresenta uma metodologia para fornecer um macro-diagnóstico dos principais setores industriais, os principais usos dos solos, caracterização e mapeamento das principais tipologias industriais, identificação do grau de diversificação da base produtiva e o padrão tecnológico em cada setor localizado no entorno da bacia hidrográfica do rio Sergipe. Essa bacia tem papel relevante para o Estado, pois percorre áreas densamente povoadas, em especial a capital de Aracaju. Essa bacia é constituída por 26 municípios, dentre os quais 18 municípios estão incluídos de forma parcial: Aracaju; Areia Branca; Barra dos Coqueiros; Carira; Divina Pastora; Feira Nova; Frei Paulo; Graccho Cardoso; Itabaiana; Itaporanga D’Ajuda; Maruim; Nossa Senhora da Glória; Nossa Senhora das Dores; Ribeirópolis; Rosário do Catete; Santo Amaro das Brotas; São Cristóvão e Siriri. Os municípios inseridos totalmente são: Laranjeiras; Malhador; Moita Bonita; Nossa Senhora Aparecida; Nossa Senhora do Socorro; Riachuelo; Santa Rosa de Lima e São Miguel do Aleixo.

Os problemas ambientais não podem ser considerados fenômenos externos à sociedade, pois são ocasionados pelas atividades humanas. Segundo Baile (1993, p.6), as águas residuárias geradas em atividades industriais têm características próprias em função da matéria-prima, do processo de industrialização e do produto industrializado. Dessa forma, estabelecimentos industriais, em geral, têm seus esgotos reunidos aos de origem doméstica após serem acondicionados tanto biologicamente, quimicamente e fisicamente para que não sejam afetadas as características básicas das vazões receptoras, e para que não gerem problemas de escoamento a jusante da rede coletora. Por essas razões, que alguns distritos industriais ou grandes complexos fabris, normalmente são dotados de sistemas de esgotamento próprios e adequados à realidade individual ou coletiva dessas unidades de transformação.

Nesse contexto, a intensidade dos impactos de uma atividade produtiva sobre o meio ambiente depende não apenas das suas próprias características como também de aspectos relacionados com a base geográfica, social e institucional sobre a qual ocorre referida atividade. Nogueira (1997, p. 17) destaca como os aspectos mais relevantes: grau de diversificação da base produtiva local, concentração geográfica das atividades produtivas, padrão tecnológico predominante em cada setor de atividade, política e legislação ambiental e capacidade de implementação de normas e padrões ambientais, entre outros.

No caso específico do Brasil, a produção industrial apresenta característica em termos da concentração espacial, pois fornece uma indicação dos possíveis impactos da produção industrial sobre o meio ambiente, a disponibilidade de um indicador de “degradação/poluição potencial” por setor de atividade que permitirá uma avaliação mais rigorosa dos efeitos reais da atividade específica. Esses indicadores são limitados no Brasil, isso ocorre, também no Estado de Sergipe,

tendo em vista a inexistência de dados concretos disponíveis nos órgãos ambientais, bem como, a ausência de interesse político na gestão ambiental.

Segundo Loureiro e Pacheco (1995, p 137-153), as preocupações crescentes voltadas para a conservação do meio ambiente têm pressionado o setor produtivo, questionando seus processos produtivos quando eles agridem o meio ambiente. Essas preocupações ambientais tendem a ser maior em relação a alguns ramos da indústria do que em relação a outros. Esse é o caso das empresas mineroquímicas usualmente identificadas como as grandes vilãs da luta ambiental. Apesar dos seus esforços de adaptação às novas exigências de proteção do meio ambiente⁵.

Um ponto a destacar é que a preocupação das empresas brasileiras com o meio ambiente, mesmo que lenta, e em especial com os recursos hídricos, está só começando a ser enfrentada como um fator real a influir nos custos dos produtos e no planejamento estratégico da empresa.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados constam de: a) materiais de campo (veículo e GPS - sistema de posicionamento global); b) materiais para o processamento e análise de dados (microcomputadores, software estatístico – SPHINX PLUS2 for Windows; mesa digitalizadora, sistema de informações geográficas - Idrisi for Windows) e c) materiais cartográficos como as imagens TM - Thematic Mapper / Satélite Landsat 5 (1998, 2000 e 2004) e ETM+ - Enhanced Thematic Mapper / Satélite Landsat 7 (2001); cartas topográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) / escala 1:100.000.

Em linhas gerais, a metodologia empregada seguiu os seguintes passos:

Coleta e análise de dados existentes

Nessa etapa foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica e documental de dados sobre número de empresas existentes no entorno da bacia. Basicamente foram utilizados os bancos de dados: CODISE (Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe); SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas); DESO (Companhia de Esgoto e Saneamento de Sergipe); SRH (Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Elaboração do questionário para o levantamento de dados

⁵ É importante destacar que várias das empresas mineroquímicas têm buscado responder aos desafios ambientais de maneira eficiente.

O questionário foi estruturado segundo os seguintes módulos:

- a) Módulo I – Dados Institucionais.
- b) Módulo II – Sistema de Gestão Ambiental.
- c) Módulo III – Política Ambiental.
- d) Módulo IV – Ações Empreendidas.
- e) Módulo V – Gestão da Qualidade da Água.
- f) Módulo VI – Controle Operacional
- g) Módulo VII – Gestão de Resíduos Sólidos.
- h) Módulo VIII – Gestão da Qualidade do Ar.
- i) Módulo IX – Melhoria do Desempenho Ambiental.
- j) Módulo X – Ações de Emergência.
- l) Módulo XI – Visão Empresarial.

Teste de qualidade do questionário

Antes da aplicação do questionário junto às empresas foram escolhidas três empresas para que seja testado o questionário, permitindo assim correções antes da aplicação em campo.

Seleção da amostra de empresas e aplicação do questionário e locação de coordenadas geográficas das empresas

A amostra de empresas foi obtida através da intercessão dos cadastros supracitados. O questionário sob o título “Estratégia Empresarial e Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe” onde foi respondido in loco e coletado as coordenadas geográficas a fim de plotar as mesmas no mapa cartográfico da bacia objetivando mapear as principais tipologias industriais.

O critério de seleção da amostra levou em conta também o potencial poluidor das empresas, portanto, foram selecionadas somente atividades potencialmente poluidoras e poluidoras, abaixo relacionadas (SPERLING, 1983, p. 4):

Classificação da empresas segundo sua postura ambiental

A avaliação do comportamento das empresas se deu pela análise das respostas das mesmas ao questionário “Estratégia Empresarial e Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe”. Nessa pesquisa, a abordagem da análise dos resultados foi utilizada análise estatística multivariada, em que todas as variáveis propostas podem ser consideradas ao mesmo tempo, sendo possível medir o efeito que cada uma tem sobre as demais, simultaneamente. As técnicas escolhidas para a análise

dos dados foram: Análise do Componente Principal (ACP) e Classificação Automática (Cluster).

Análise do Componente Principal (ACP)

A Análise do Componente Principal é um dos métodos mais simples da análise multivariada. É indicada para reduzir o número de variáveis que precisam ser consideradas em um número menor de variáveis, chamadas agora de índices e de componentes principais. Esses índices são combinações lineares das variáveis originais e definem os dados de forma mais concisa.

A Análise dos Componentes Principais – ACP presume que todas as variáveis consideradas para essa análise são medidas em nível numérico. Para tanto, foi necessário fazer previamente uma análise qualitativa para posteriormente atribuir notas de 0 a 10 para as questões selecionadas para essa análise, sendo considerada nota 0 para as respostas consideradas de empresas passivas, 4 para as respostas consideradas reativa, 8 para as respostas consideradas ativa e finalmente 10 para as respostas consideradas pró-ativa. Assim, a pesquisa caracterizará as empresas entrevistadas da seguinte forma:

- a) **PRÓ-ATIVAS:** Correspondem ao grupo mais seletivo da classificação. Essas empresas buscam antecipadamente aprimorar os seus processos, adquirir tecnologias novas, mais limpas e eficientes; novos conceitos, novas tendências de forma a destacá-las como líderes do segmento. Por outro lado, têm larga experiência e força na condução dos negócios e já têm implantado Sistemas de Gestão Ambiental, programas de reciclagem e de redução do consumo de energéticos.
- b) **ATIVAS:** Estão em constante busca de capacitação tecnológica e aprimoramento de seus processos, objetivando a minimização dos riscos ambientais. Entretanto, as mudanças ocorrem de modo temporário. Essas empresas estão em processo de implantação de sistemas de gestão ambiental buscando maximização dos lucros em curto prazo.
- c) **REATIVAS:** São capacitadas tecnologicamente. Objetivam aprimorar seus processos, sendo seu foco a incorporação de pequenas inovações incrementais. Buscam a maximização dos lucros, em curto prazo, de modo a atender exclusivamente às exigências de mercado e leis ambientais.
- d) **PASSIVAS:** Correspondem às empresas que detêm pouca ou nenhuma preocupação com as questões ambientais, estando alheias às mudanças, não fazendo esforço algum para sair dessa situação.

Classificação Automática (Cluster)

De acordo com Joseph et al. (1995, p. 202), cluster é um conjunto de objetos caracterizados por elevado grau de similaridade ou homogeneidade.

A idéia básica da classificação é agrupar unidades da amostra ou variáveis em clusters, em um número restrito de conjuntos, que sejam homogêneos, sendo necessário que se cumpram certas condições segundo Testa (1993) apud Giannini (1997, p. 101).

Cada grupo obtido deve ser compacto, ou seja, deve formar uma totalidade coerente (critério de homogeneidade). Os grupos devem ser diferentes uns dos outros (critério de separabilidade). É importante ressaltar que o termo classificação não se refere à adequação dos indivíduos em classes pré-determinadas, mas à construção das características das classes a serem formadas em função dos indivíduos presentes. Almejando o grau de homogeneidade dos indivíduos em uma classe (coerência entre as características) e o número de classes a ser criadas.

Para este estudo será utilizado o método de Cluster Não-Hierárquico (K-Means), pois diferentemente dos procedimentos da análise de cluster hierárquico, que resulta numa série de soluções correspondendo a diferentes números de clusters, os procedimentos da análise de cluster K-Means produzem somente uma solução para o número de clusters definidos a priori, neste caso.

A técnica de Cluster Não-Hierárquico é utilizada para agrupar elementos, em vez de variáveis, em K clusters.

Processamento Digital de imagem

Para o desenvolvimento dessa etapa, primeiramente foi efetuada uma pesquisa junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), buscando informações referentes às imagens de satélites da série Landsat 5 TM e 7 ETM+ dos últimos anos. Posteriormente processou-se digitalmente três bandas espectrais das imagens obtidas dos sensores TM e ETM+, banda 3 (0,63-0,69 μm), banda 4 (0,76-0,90 μm) e banda 5 (1,55-1,75 μm) de intervalo espectral. Após, elaborou-se uma coleção de composições coloridas, associando-se as 3 bandas espectrais das imagens a cada uma das três cores primárias: azul, verde e vermelho, buscando assim, a melhor identificação dos diferentes temas de uso da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após pesquisa de campo, obtivemos a caracterização, por tipologia industrial, da bacia hidrográfica do rio Sergipe conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização, por tipologia industrial, da bacia hidrográfica do rio Sergipe

TIPOLOGIA	%
Britamento Aparelhamento e outros Trabalhos em Pedras	2%

Fabricação de Produtos Cerâmicos	23%
Laticínios	6%
Fabricação de Produtos de Limpeza	6%
Confecção de Artigos do Vestuário	6%
Torrefação e Moagem de Café	4%
Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro	4%
Fiação e Tecelagem	4%
Fabricação de Produtos Químicos Inorgânicos	4%
Fabricação de Outros Produtos Alimentícios	4%
Fabricação de Cimento	4%
Fabricação de Artefatos Têxteis	4%
Beneficiamento de Fibras Têxteis Naturais	4%
Processamento, Preservação e Produção de Conservas de Frutas, Legumes e outros Vegetais	2%
Impressão e Serviços Conexos	2%
Impressão e Serviços Conexos	2%
Fabricação de Refrigerantes e Refrescos	2%
Fabricação de Rações Balanceadas Para Animais	2%
Fabricação de Produtos Químicos	2%
Fabricação de Produtos diversos de Metal	2%
Fabricação de Produtos de Plástico	2%
Fabricação de Produtos de Celulose e Plástico	2%
Fabricação de Móveis de Madeira	2%
Fabricação de Artefatos Para Indústria de Extração Mineral e Construção Civil	2%
Fábrica de Copos	2%
Fábrica de Calçados	2%
Confecções de Roupas de Banho	2%
Abate de Reses, Preparação de Produtos de Carne e de Pescado	2%

Tabela 2 - Quantificação do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sergipe (%).

	1998 - TM	2000 - TM	2001 - ETM	2004 - TM
Uso da Terra	%	%	%	%
Remanescentes florestais	4,89	4,32	4,84	5,60
Mata ciliar e mangue	1,24	0,63	0,88	1,20
Campo de restinga	2,29	1,95	1,70	2,13
Agricultura	25,52	22,26	22,31	37,29
Pastagem	30,66	38,91	47,64	48,15
Brejo ou inundações	1,30	0,84	0,90	1,40
Dunas e areal	0,18	0,14	0,14	0,17
Rios e lagoas	1,03	0,76	0,83	1,09
Urbanização e indústrias	1,24	1,45	1,48	1,97
Outros (nuvens e sombra)	31,66	28,74	19,27	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Após a obtenção da coleção temporal das imagens, desenvolveu-se atividades de campo com apoio de GPS, com objetivo de confirmar os padrões de resposta espectral das imagens, com isso realizou-se a classificação temática de uso da terra a partir da classificação digital supervisionada, obtendo assim como resultado os seguintes temas: remanescentes florestais, mata ciliar, mangue,

campo de restinga, agricultura, pastagem, brejo ou inundações, dunas, areal, rios, lagoas, urbanização, indústrias, nuvens e sombra, conforme tabela 2.

Cabe destacar que as principais indústrias encontram-se localizadas na capital, Aracaju, conforme figura 1. Tal fenômeno se dá devido à alta concentração da população na zona urbana.

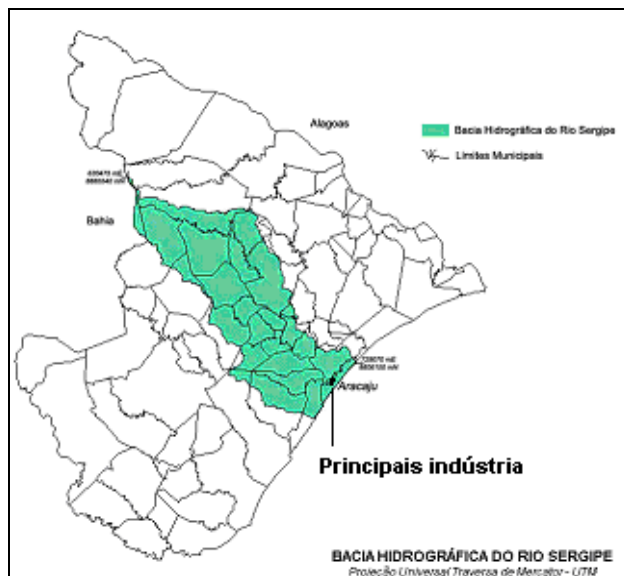


Figura 1 – Limites municipais incluídos na bacia hidrográfica do Rio Sergipe e principais indústrias.

Como resultado da análise estatística multivariável, obteve-se um diagnóstico do parque industrial que aponta para existência de dois grupos de comportamento: as empresas passivas e as empresas reativas, conforme mostra a figura 2.

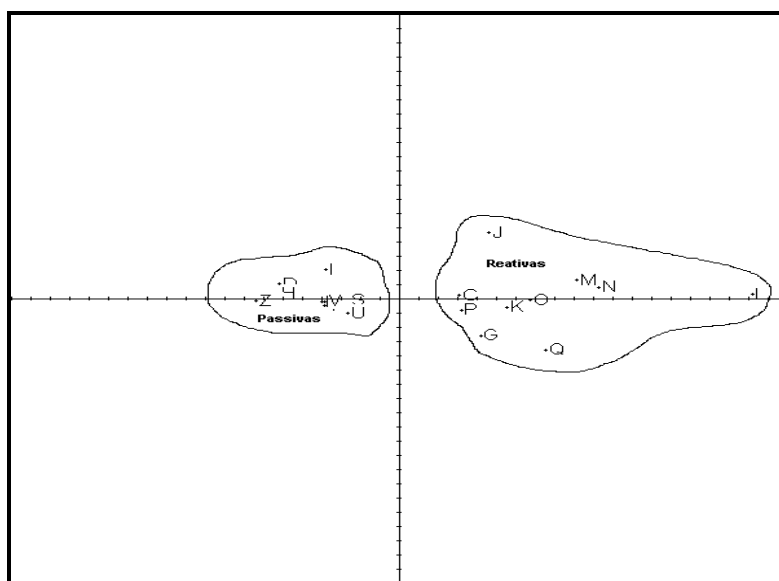


Figura 2: Distribuição do diagnóstico industrial frente à gestão ambiental.

Uma ressalva merece ser feita em relação aos resultados encontrados. A grande dificuldade de acesso às indústrias dificultou uma melhor análise dos dados dado que o empresariado mostrou-se bastante resistente à pesquisa tendo em vista que em média houve 22% de não resposta. Tal atitude se deu pelo fato de os empresários pensarem que os dados coletados poderiam ser disponibilizados a Órgãos ambientais fiscalizadores e como consequência disso, sua empresa viesse a ser punida.

O resultado obtido pelo cruzamento da base da rede municipal com o limite da bacia hidrográfica do Rio Sergipe permitiu a espacialização das áreas de cada município dentro da bacia, possibilitando a interpretação das áreas e auxiliando a tomada de decisão nos aspectos de ações de monitoramento das áreas pelas prefeituras envolvidas na bacia. Assim, ao analisar os resultados obtidos em 2004, observou-se que a bacia hidrográfica do rio Sergipe apresenta em sua maior abrangência dos 3673,00 Km² de área, os temas de agricultura e de pastagem com 37,29% e 48,5% respectivamente. Outro dado relevante foi verificado quanto à baixa cobertura de remanescentes florestais (5,60%), da mata ciliar e mangues (1,20%), suprimidas para o estabelecimento das culturas agrícolas anuais e pastagens. Verificou-se também que o parque industrial é caracterizado por indústrias do ramo de Fabricação de Produtos Cerâmicos; Laticínios e Fabricação de Produtos de Limpeza cuja representatividade é 23%, 6% e &% respectivamente.

O resultado obtido, a partir do processo de análise estatística avançada, chegou-se a um diagnóstico que aponta para existência de dois grupos: 58,30%, das empresas foram caracterizadas por comportamento do tipo passivo (A, B, D, E, F, H, I, R, S, T, U, V, X E Z), enquanto que 41,70% do tipo reativo (C, G, J, K, L, M, N, O, P E Q). Tal diagnóstico era de se esperar, pois é impossível a inserção da variável ambiental no processo produtivo tendo em vista que essas empresas convivem com parâmetros que afetam profundamente o ambiente de negócio, como é o caso de juros extorsivos, crédito difícil e impostos elevados. Assim, com os recursos escassos, o pequeno e médio empresário ficam impossibilitados de tomar qualquer atitude com relação à questão ambiental, visto que cerca de 67% dos empresários identificou a falta de recursos financeiros como um dos principais agentes dificultadores para a melhoria contínua das questões ambientais. A análise pontual de algumas questões mostrou que algumas empresas, em função da crescente preocupação em relação ao meio ambiente, têm procurado dar respostas a essa nova realidade, seja através da simples vigilância das ameaças e oportunidades existentes, seja através do gerenciamento dos efluentes industriais até a criação e introdução de funções administrativas específicas em sua estrutura organizacional visto que cerca de 42% responderam que gostariam de ter acesso a matérias-primas e tecnologias limpas bem como gostariam de minimizar a poluição causada por suas indústrias, inclusive envolvendo a reutilização e reciclagem.

CONCLUSÃO

Da análise dos dois grupos constata-se que as empresas reativas constituem o perfil mais avançado, embora não invistam em tecnologia de ponta para promover a proteção ambiental, incorporam pequenas inovações incrementais visando melhorar seu desempenho produtivo e cumprir as exigências das normas ambientais. Já no processo produtivo das empresas passivas, compostas de micro e pequenas unidades, é impossível a inserção da variável ambiental em seu processo produtivo, pois elas convivem com parâmetros que afetam profundamente o ambiente de negócio, como é o caso de juros extorsivos, crédito difícil e impostos elevados. Assim, com os recursos escassos, o micro e pequeno empresário ficam impossibilitados de tomar qualquer atitude com relação à questão ambiental.

Portanto, é fundamental a criação de uma política econômica de auxílio às empresas de modo geral, visando dar subsídios às instituições interessadas em implementar estratégias de ação e incentivo à gestão ambiental.

Em relação à metodologia de análise de dados, tem-se um conjunto de instrumentos eficazes para a análise de grandes massas de dados, por permitir uma representação simplificada e por sua notável capacidade de síntese. Ou seja, a análise estatística multivariável se constitui de métodos multidimensionais, em oposição às técnicas tradicionais, permitindo o tratamento de diversas variáveis simultaneamente, sendo possível extrair as principais tendências, eliminando os efeitos marginais ou pontuais que perturbam a percepção global.

A utilização de imagens da série Landsat 5 (TM) e 7 (ETM+) não permitiram um efetivo monitoramento da evolução dos usos antrópicos, pois 75% das cenas tomadas na região da bacia hidrográfica apresentaram alto grau de cobertura de nuvens.

Por fim a geração e a difusão desse tipo de conhecimento poderão aprimorar instrumentos de política e de gestão ambiental, compatíveis com as exigências do desenvolvimento sustentável. Assim, um diagnóstico do comportamento dos setores produtivos, localizados no entorno da bacia do rio Sergipe frente à Gestão Ambiental pode ainda ser utilizado por instituições interessadas na formulação de estratégias de ação e incentivo, bem como servir de subsídio a implantação do plano diretor da mesma.

BIBLIOGRAFIA

a) Artigo em revista

BAER, W.; MUELLER, C.(1995) Environmental Aspects of Brazil's Economic Development. Luso-Brazilian Review, v. 32, n.1, p.81-99.

b) Livro

BRAILE, P.M; Cavalcanti, J.E. (1979) Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: Cetesbe – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

c) Artigo em revista

LOUREIRO, M.R.; PACHECO, R.S.(1995). Formação e consolidação do campo ambiental no Brasil: consensos e disputas (1972-92). Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v.29 (4), p.137-153.

d) Artigo em revista

MAIMON, D.(1994) Eco-Estratégia nas Empresas Brasileiras: Realidade ou Discurso? Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.34, n.4, p.119-130.

e) Livro

NOGUEIRA, J.M.(1997) Globalização Meio Ambiente e a Questão Regional. Brasília: Centro Integrado de Ordenamento Territorial (CIORD). 17p.