

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO**

**Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu*
Especialização em Gestão Ambiental
*Campus Nilópolis***

Rosana Maria Juazeiro

**ANÁLISE PRELIMINAR DA APLICAÇÃO
DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL PARA UM PROJETO RODOVIÁRIO**

NILÓPOLIS – RJ
Dezembro de 2011

Rosana Maria Juazeiro

**ANÁLISE PRELIMINAR DA APLICAÇÃO
DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL PARA UM PROJETO RODOVIÁRIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. D.Sc Marco Aurélio Passos Louzada

NILÓPOLIS – RJ

Dezembro de 2011

JUAZEIRO, Rosana Maria

Análise preliminar da aplicação de métodos quantitativos de avaliação de impacto ambiental para um projeto rodoviário: trabalho de conclusão de curso / Rosana Maria Juazeiro, 2011.
62 p.

Orientador: Prof. D.Sc Marco Aurélio Passos Louzada

Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2011.

1. Trabalhos acadêmicos – Normalização. 2. Teses e dissertações – Manuais, guias etc. – Estudo crítico. 3. Redação técnica. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Gestão Ambiental. II. Louzada, Marco Aurélio Passos (Orient.). III. Título.

Rosana Maria Juazeiro

**ANÁLISE PRELIMINAR DA APLICAÇÃO
DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL PARA UM PROJETO RODOVIÁRIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Especialista em Gestão Ambiental.

Data de aprovação: _____/_____/_____

Professor Doutor Marco Aurélio Passos Louzada, D.Sc (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Professor Mestre Alexandre Hiroyuki Kubota, M.Sc
Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear

Professor Doutor João José Fonseca Leal, D.Sc
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Nilópolis – RJ

2011

Dedico,

àqueles que acreditam que através do conhecimento também é possível entendermos que
TODAS as espécies exercem papel fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas.

AGRADECIMENTOS

A Deus

e aos meus queridos pais Manoel Juazeiro e Lionete Juazeiro
por proporcionarem todas as condições para que eu chegasse até aqui.

Ao Instituto Federal do Rio de Janeiro/Unidade Nilópolis pela oportunidade
de ingresso no primeiro ano do curso de Especialização em Gestão ambiental.

Ao Professor Dr. Marco Aurélio Passos Louzada (IFRJ/Nilópolis) pelo crédito
na proposta apresentada e pela disposição incondicional na orientação deste trabalho,
corrigindo o percurso sempre que necessário. A todos os professores da Instituição
e professores convidados que nos presentearam com seus conhecimentos e
experiências durante o curso, especialmente àqueles que se dispuseram
a ajudar e contribuíram com esclarecimentos importantes para a
conclusão deste trabalho. Também àqueles que acompanharam
minha caminhada, principalmente aos meus mais
novos amigos da primeira turma do Curso de
Especialização em Gestão Ambiental
ano 2010.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido
e não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Gandhi

JUAZEIRO, R. M. Análise preliminar da aplicação de métodos quantitativos de avaliação de impacto ambiental para um projeto rodoviário. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Pós-Graduação *Lato sensu* em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, rio de Janeiro, 2011.

RESUMO

Em face do crescente desenvolvimento econômico que abrange países como o Brasil, a demanda pela implantação de empreendimentos que visam à utilização de recursos naturais ou que, em algum grau possam causar impactos ambientais, tem submetido os empreendedores à aplicação de mecanismos de manutenção da qualidade ambiental. Dessa forma estão sendo empregados instrumentos legais de gestão ambiental, como a AIA e o EIA/RIMA, que apresentam como principais objetivos a visão antecipada dos impactos e a proposição de soluções para os mesmos. Os métodos de avaliação de impactos ambientais são mecanismos fundamentais nesse processo, pois são eles que vão organizar e analisar as informações sobre os impactos, além de favorecer a apresentação e comunicação dos resultados aos tomadores de decisão. Este trabalho propôs-se a analisar a aplicação de alguns tipos de métodos de AIA para um empreendimento rodoviário a partir do diagnóstico ambiental e da matriz de impactos constantes no EIA. Com os resultados concluímos que os índices numéricos obtidos através dos métodos quantitativos de ponderação auxiliam na compreensão da atuação das medidas mitigadoras propostas assim como na visualização mais rápida da atuação dos impactos sobre determinadas áreas, permitindo comparações.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental, Relatório de Impacto Ambiental, Métodos de avaliação de impactos ambientais, Métodos quantitativos de ponderação.

JUAZEIRO, R. M. Preliminary examination of the application of quantitative methods for environmental impact assessment for a road project. Completion of course work. Programa de Pós-Graduação *Lato sensu* em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, rio de Janeiro, 2011.

ABSTRACT

In face of increasing economic development that it includes countries like Brazil, demand for the construction of projects aimed at the use of natural resources or, in some degree they can cause environmental impacts, it has been submitting the entrepreneurs to the application of mechanisms of maintenance of the environmental quality. In that way legal instruments of environmental administration are being used, like the AIA and EIA/RIMA that present as main objectives the premature vision of the impacts and the proposition of solutions for the same ones. The methods of assessment of environmental impacts are fundamental mechanisms in that process, because they are them that will organize and to analyze the information on the impacts, besides favoring the presentation and communication of the results to decision makers. This work intended to analyze the application of some types of methods of AIA for a road project starting from the environmental diagnosis and impact matrix contained in the EIA. With these results we concluded that the numerical indices obtained through the quantitative methods of weighting help to understand the performance of proposed mitigation measures as well as faster viewing of the performance of the impacts on certain areas, allowing comparisons.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Environmental Impact Study, Environmental Impact Report, Methods of environmental impact assessment, quantitative methods of weighting.

LISTA DE SIGLAS

- AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
- COMPERJ – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio ambiente
- EES – Environmental Evaluation System
- EIA – Estudo de Impacto Ambiental
- IAIA – International Association for Impact Assessment
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente
- ISO – Organização Internacional para Padronização
- PCH – Pequena Central Hidrelétrica
- QA – Qualidade ambiental
- RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
- SCQA – Sistema de Cálculo da Qualidade da Água
- SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
- SLAM – Sistema de Licenciamento Ambiental
- SLAP – Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras
- UIA – Unidade de Impacto Ambiental
- UIP – Unidade de Importância do Parâmetro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO TEMA	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. ESTRADAS E O MEIO AMBIENTE	15
3.2. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	17
3.3. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - AIA.....	19
3.4. LICENCIAMENTO AMBIENTAL	24
3.5. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL	26
3.6. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL	28
5. OBJETIVO GERAL	33
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
7. METODOLOGIA E RESULTADOS.....	34
7.1. APLICAÇÃO DA MATRIZ SIMPLIFICADA.....	36
7.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO BATTELLE	38
8. DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICES	57
ANEXOS.....	63

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a questão ambiental tem-se mostrado cada vez mais evidente nas sociedades em vista das consequências, na maioria das vezes danosas ao meio ambiente, do crescente desenvolvimento industrial em várias partes do mundo. Por essa razão, alguns países tomaram a iniciativa, ainda nas décadas de 1960 e 1970, de criar políticas ambientais que assegurassem a prevenção das degradações. Nesse contexto surge a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) que é um instrumento de política e gestão ambiental reconhecido internacionalmente como um mecanismo potencialmente eficaz de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável (SÁNCHEZ, 2008).

A AIA integra o elenco dos instrumentos da política ambiental brasileira estando diretamente vinculada a outro instrumento que é o Licenciamento ambiental (SÁNCHEZ, *op. cit.*; MELLO, 2006), cujo processo visa julgar a emissão de autorização para a realização de atividades que utilizem recursos ambientais ou tenham o potencial de causar degradação ambiental.

O processo de Licenciamento compreende várias etapas, sendo uma delas a apresentação de estudos técnicos, cuja natureza de seu conteúdo irá depender do tipo de empreendimento ou projeto a ser licenciado. O estudo considerado mais importante por vários autores é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) cuja exigência é observada para projetos nos quais as atividades exercidas sejam consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente conforme Resolução CONAMA nº 237/1997. Na referida resolução são elencadas as etapas do estudo nas quais os impactos devem ser analisados. Conjugado ao EIA existe o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) onde constarão as principais informações do EIA em uma linguagem mais simples e acessível a todos os envolvidos e interessados no processo de Licenciamento.

São várias as metodologias atualmente empregadas para a avaliação de impactos ambientais. Existem basicamente dois grupos (IBAMA, 2001). Um deles refere-se a uma metodologia tradicional de avaliação onde ocorre mensuração em termos monetários dos impactos (IBAMA, *op. cit.*). A Análise Benefício-Custo é um exemplo de método tradicional de avaliação que visa computar a diferença entre os benefícios e os custos de um projeto ou de suas alternativas (BRAGA *et al*, 2005). O outro grupo de metodologias refere-se aos métodos quantitativos (IBAMA, *op. cit.*), ou seja, métodos que aplicam escalas valorativas aos

impactos. As Listagens de Controle, Método Ad Hoc, Matrizes de Interação, Método Battelle entre outros, são exemplos de métodos quantitativos.

Este trabalho teve o objetivo de analisar a aplicação de dois métodos quantitativos de avaliação de impactos ambientais para um empreendimento rodoviário, buscando compreender se os métodos escolhidos seriam capazes de fornecer resultados satisfatórios.

2. JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO TEMA

Em vista do progressivo crescimento industrial e econômico do Estado do Rio de Janeiro, tem crescido a demanda pela implantação de diversos empreendimentos ou atividades que, direta ou indiretamente, ocasionam impactos ambientais importantes. Em consulta realizada no site do Instituto Estadual do Ambiente¹ – INEA, às 19 horas do dia 27 de outubro de 2011, havia 66 projetos em análise para obtenção de licença. Todas as atividades referentes a esses projetos são passíveis de provocar modificações no meio ambiente e por isso devem seguir um rigoroso processo de Avaliação de Impactos Ambientais como consta nos dispositivos legais.

A legislação federal e a estadual exigem, para a liberação desses tipos de atividades, a realização de EIA e RIMA, mecanismos essenciais no processo de AIA, cujos impactos positivos e negativos serão avaliados. Entretanto a utilização dos métodos conhecidos de análise e avaliação de impactos mostra-se limitada em vista da dificuldade de prever a evolução de sistemas tão complexos (IBAMA, 2001). Para Costa *et al*, (2005) a possível solução é a combinação de metodologias avaliativas que associem resultados e incorporem elementos variáveis e fundamentais.

¹ http://www.inea.rj.gov.br/fma/download_rima.asp

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ESTRADAS E O MEIO AMBIENTE

O crescente desenvolvimento industrial brasileiro, em meados do século XX, fez com que a política governamental da época concentrasse a maior parte dos recursos para transporte no setor rodoviário. Houve priorização dos investimentos neste setor tanto para o escoamento da produção quanto para o crescimento do intercâmbio comercial entre localidades e regiões que exigiam a abertura de rotas mais modernas. A primeira rodovia pavimentada do Brasil, conhecida atualmente como Rodovia Washington Luís, foi inaugurada em 1928, ligando a cidade do Rio de Janeiro a Petrópolis¹.

A matriz de transportes no Brasil é predominantemente rodoviária representando 92,6% do transporte de passageiros e 61,8% do transporte de cargas¹. Segundo Santos e Silveira (2001), a densificação da malha viária responde a uma demanda de rápido deslocamento no território nacional, criada pela unificação dos mercados e maior abrangência das empresas.

Os benefícios da implantação ou melhoria de uma estrada ou rodovia – esta última refere-se a um caminho público construído de acordo com requisitos técnicos – são de grande importância como colocado por Silva (1952) em conferência realizada na Escola Nacional de Engenharia em maio do referido ano. O autor mencionou benefícios como: redução no custo do transporte; conforto nas viagens, economia de tempo; vantagens recreativas e educacionais, vantagens comerciais; entre outras. Naquela época, o Brasil começava a ser beneficiado pela entrada da indústria automobilística que incentivou o desenvolvimento do modal rodoviário e, de “certo modo” (grifo nosso), justificava as colocações de Silva (*op. cit.*).

Há concordância entre economistas sobre aumento dos investimentos na implantação e melhoria da infraestrutura de transportes nos países em desenvolvimento para que estes sejam capazes de deslocar mercadorias para os diversos mercados e favorecer o acesso a bens e serviços (AMAZOU, 2006). Segundo esse mesmo autor, a infra-estrutura rodoviária, do ponto de vista econômico e financeiro, é uma riqueza material para uma nação, pois representa a capacidade produtiva de sua economia.

¹ <http://www.sistamacnt.org.br/informacoes/pesquisas/atlas/2006/index.htm>

Indiscutivelmente, as estradas são de vital importância para o desenvolvimento de uma região ou país (SILVA, 1952) e de acordo com Forman *et al* (2003) elas exercem um papel central no desenvolvimento econômico e urbano e aumentam incontavelmente as interações sociais. Entretanto têm sido identificados vários impactos ambientais negativos associados à implantação e operacionalização de estradas, que se iniciam ainda no planejamento continuando na fase de implantação e construção até a fase operacional, quando a qualidade de sua manutenção tem grandes implicações (BANDEIRA e FLORIANO, 2004).

Vários pesquisadores afirmam que paisagens recortadas por estradas podem apresentar graves danos ao ambiente natural. As estradas representam enormes fontes de degradação dos ecossistemas adjacentes em relação à ciclagem de nutrientes, energia, fluxo de água e à composição de espécies (SANTOS e TABARELLI, 2002). A restrição de animais às áreas menos favoráveis implica em consequências demográficas e genéticas para as espécies dessa região (FORMAN *et al*, 2003). A identificação de impactos como atropelamentos, interferência na abundância animal, distúrbios de ordem física, poluição química, acentuação ou propagação dos efeitos de borda, perda e isolamento de habitats, extinção entre outros são uma realidade comum em paisagens atravessadas por estradas (LAURANCE *et al*, 2009).

As estradas afetam negativamente a vida silvestre tanto por meio dos impactos diretos como pelos indiretos (FORMAN e ALEXANDER, 1998). Os distúrbios físicos causam problemas no fluxo de água de um lado para o outro da estrada levando ao ressecamento ou inundação da vegetação (LAURANCE *et al*, 2009). O funcionamento das estradas como barreiras físicas, em casos mais severos, impede o fluxo gênico e pode provocar extinções locais (SHEPARD *et al*, 2008).

Laurance *et al* (*op. cit*) citam também em seu trabalho a poluição química e os efeitos de borda como alguns dos distúrbios causados por sistemas lineares (linhas de transmissão, gasodutos e ferrovias). Os autores afirmam que muitas espécies tropicais apresentam características ecológicas únicas e por isso são especialmente vulneráveis a esses sistemas tanto por atropelamentos, predação ou caça quanto por manifestações comportamentais que as impedem de aproximar-se de clareiras ou de bordas florestais.

Fahrig e Rytwinski (2009) constataram que o número de efeitos negativos documentados das estradas e do tráfego sobre a abundância animal é cinco vezes maior em relação aos efeitos positivos. Suas hipóteses para explicar os efeitos negativos podem ser divididas em dois grupos: hipóteses baseadas nas respostas comportamentais das espécies e hipóteses baseadas nos atributos correlacionados ao tamanho do corpo. Para os autores, o

comportamento de evitar as estradas por parte dos animais reduz sua mortalidade, mas também reduz o acesso a outros habitats e recursos. Já as hipóteses correlacionadas com o tamanho do corpo sugerem que animais maiores são mais vulneráveis às estradas por serem espécies que se movimentam mais e por possuírem baixa densidade e baixa taxa reprodutiva em relação aos animais de menor tamanho.

3.2. IMPACTOS AMBIENTAIS

Diante do tema sobre avaliação de impactos e sua importância no âmbito das questões ambiental, social e econômica, faz-se necessário levantar um conceito chave que é o de impacto ambiental.

A partir da década de 1950 a idéia de “poluição” tornou-se tema comum nos debates sobre as questões ambientais, favorecendo a criação de várias leis que estabeleceram condições e limites para as emissões das substâncias nocivas (SÁNCHEZ, 2008). Mas diante do aumento da complexidade dos problemas ambientais, com o surgimento de novas circunstâncias que não podiam mais ser caracterizadas pela definição de poluição, surge a idéia de “impacto ambiental” (SÁNCHEZ, *op. cit.*).

Sánchez (*op. cit.*, p.28) cita diversas definições existentes na literatura técnica para impacto ambiental que compartilham os mesmos elementos básicos, embora formuladas de maneiras diferentes:

- “Qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes – provocada por uma ação humana. (MOREIRA, 1992, p.113.)”
- “O efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem. (WESTMAN, 1985, p.5.)”
- “A mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada (WATHERN, 1988a, p.7.)”
- “Alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana (SÁNCHEZ, 1998a)”

Barbieri (1995, p.79) define impacto ambiental como “qualquer mudança líquida, positiva ou negativa, no ambiente natural e social decorrente de uma atividade ou de um empreendimento proposto”.

Para fins de aplicação do Sistema de Gestão Ambiental a Norma da Organização Internacional para Padronização (ISO) 14001:2004, item 3.4, define impacto ambiental como:

“qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

A definição legal é disposta pela Resolução CONAMA nº 01/86, artigo 1º:

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, afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais.

É possível observar, entre as definições descritas acima, que impacto ambiental envolve atividades predominantemente humanas que alteram, em algum grau, as propriedades do meio ambiente. Mas como bem ressaltado por Bechara (2009), não basta que ocorram alterações no entorno – pelo menos no ponto de vista legal –, é preciso que essas alterações afetem ou possam afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população ou quaisquer outros bens da vida citados no artigo legal.

Menin (2000 *apud* Oliveira e Medeiros 2007, p.82) apresenta uma declaração de impacto ambiental com ênfase nos fenômenos naturais até então ignorados nas definições observadas anteriormente. Para o referido autor impacto ambiental é:

toda ação ou atividade natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes. É uma espécie de trauma ecológico devido à ocorrência de um choque causado por algum ato humano ou fenômeno natural cujos efeitos são nocivos ao equilíbrio do meio ambiente.

Outro ponto relevante da discussão da conceituação de impacto ambiental é quanto a sua natureza positiva (benéfica) ou negativa (adversa). Bechara (2009) caracterizou as alterações negativas como “quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental” e as alterações positivas como “quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental”. Um projeto típico trará diversas alterações negativas e positivas que deverão ser consideradas na preparação dos estudos de impacto ambiental, embora as consequências negativas sejam as razões da exigibilidade de tais estudos (SÁNCHEZ, 2008).

Podemos então considerar impacto ambiental como sendo uma alteração do meio ambiente provocada por ação humana com resultados positivos e/ou negativos.

Para efeitos da aplicação de Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil, torna-se importante fazer uma consideração sobre os impactos significativos já que a sua existência e confirmação são necessários à aplicação dos Estudos de Impacto Ambiental, descritos mais adiante.

Existem várias definições para impactos significativos e critérios de importância para sua classificação, entretanto a síntese proposta por Beanlands (1993, p.61 *apud* Sánchez 2008, p.289) representa satisfatoriamente tais definições, considerando significativos os impactos que:

- Afetem a saúde ou a segurança do homem;
- Afetem a oferta ou a disponibilidade de empregos ou recursos à comunidade local;
- Afetem a média ou variância de determinados parâmetros ambientais (significância estatística);
- Modifiquem a estrutura ou a função dos ecossistemas ou coloquem em risco espécies raras ou ameaçadas (significância ecológica);
- O público considere importantes.

3.3. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - AIA

Em meados da década de 1960, com o desenvolvimento econômico dos países industrializados, os problemas ambientais começaram a tomar grandes proporções cujos reflexos não mais eram percebidos somente em suas áreas de origem, mas em níveis regional e global. Diante desse quadro, a sociedade civil começou a se mobilizar no sentido de exigir aplicação de medidas eficazes de proteção à saúde humana e aos recursos naturais (BASTOS e ALMEIDA, 2010; ROHDE, 2006). Ainda assim, era de vital importância prevenir os novos casos de degradação ambiental que certamente viriam a ocorrer a partir de novos investimentos (MOREIRA, 1989).

Nesse contexto de aumento da conscientização da sociedade frente aos problemas ambientais surge a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA – cuja finalidade é considerar os impactos ambientais antes da tomada de qualquer decisão que possa vir a causar degradação significativa ao meio ambiente (SÁNCHEZ, 2008).

O termo Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) surgiu a partir da criação da política ambiental dos Estados Unidos denominada *National Environmental Policy Act* – conhecida pela sigla *NEPA* – que entrou em vigor em janeiro de 1970, mas apenas em agosto de 1973 o

Council of Environmental Quality (CEQ) – criado pela NEPA com a função de fazer cumprir seus objetivos – publicou as diretrizes para elaboração e aplicação da AIA (SÁNCHEZ, *op. cit.*; ROHDE, 2006).

É possível encontrar na literatura específica, várias definições para a AIA que enfatizam os aspectos técnicos, políticos ou de gestão (BASTOS e ALMEIDA, 2010). Vale ressaltar que de acordo com o ponto de vista e o propósito da AIA, seu objetivo e significado podem ter interpretações distintas ora adquirindo sentido de instrumento ora de procedimento (ou ambos), mas sempre buscando antever as possíveis conseqüências de uma decisão (SÁNCHEZ, *op. cit.*).

A AIA pode ser entendida, de acordo com Bastos e Almeida (2010), como um instrumento da política ambiental formado por um conjunto de procedimentos que visa assegurar, desde o início do processo, um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (...) e de suas alternativas e que seus resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos tomadores de decisão. É conduzida de modo metódico através de um projeto específico que leva em conta as características do empreendimento e do meio físico, biológico e antrópico (BARBIERI, 1995).

São várias as razões para a disseminação da AIA pelo mundo como instrumento de política e gestão ambiental. Barbieri (*op. cit.*) identificou o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) como tendo um papel fundamental para a disseminação da AIA nos países não desenvolvidos. Moreira (1989) apontou a possibilidade de a AIA incorporar, no mesmo processo, aspectos técnico-científicos e circunstâncias políticas, podendo seus princípios adaptar-se a diferentes esquemas legais e administrativos. A autora ainda acredita no caráter democrático da AIA, cuja adoção implica tanto a livre disponibilidade de informações sobre um projeto e seus impactos ambientais, quanto o envolvimento e a participação da sociedade nas decisões governamentais.

O Banco Mundial desempenhou papel significativo na difusão da AIA, na medida em que movimentou bilhões de dólares por ano em projetos de desenvolvimento nos países do Sul, muitos deles capazes de significativos impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2008). Para uma entidade financiadora internacional seria muito comprometedor ter sua imagem atrelada a um projeto que ao invés de ter contribuído para o desenvolvimento humano tenha, ao contrário, piorado a qualidade de vida das populações que supostamente deveria ter ajudado (SÁNCHEZ, *op. cit.*).

Um caso particular que fez com que o Banco Mundial se envolvesse mais intensamente com as questões ambientais atreladas aos projetos que financiava foi o “empréstimo concedido ao governo brasileiro para pavimentação da Rodovia BR 364, de Cuiabá a Porto Velho, nos anos 1980” (SÁNCHEZ, *op. cit.*, p.55). Segundo Lutzemberguer (1985 *apud* Sánchez 2008, p.55), esta obra foi apontada como indutora de um processo perverso de ocupação da região, causando desmatamento indiscriminado e dizimação de grupos indígenas.

Ainda assim, o Brasil não tem as honras do pioneirismo da exigência da AIA nos países latinos. A Colômbia deu o ponta-pé inicial em 1974 com a criação do Código Nacional de Recursos Naturais Renováveis e de Proteção do Meio Ambiente (SÁNCHEZ, 2008). Esse Código dispõe sobre a apresentação de relatórios de impacto ambiental por parte de agentes públicos e privados que queiram implantar atividades capazes de produzir danos ambientais (MOREIRA, 1989).

Somente duas décadas depois da mobilização da sociedade em prol da melhoria da qualidade ambiental, inicialmente nos Estados Unidos da América, o Brasil, em 1981, instituiu sua Política Nacional de Meio Ambiente pela Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto onde aparece a AIA como um de vários instrumentos que propiciam o alcance dos objetivos da política (BRAGA *et al.*, 2008).

Os objetivos da AIA segundo a Associação Internacional de Avaliação de Impactos – IAIA (1999 *apud* SÁNCHEZ, 2008, p.93) são:

- 1- Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório;
- 2- Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevante biofísicos, sociais e outros;
- 3- Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções e;
- 4- Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidade de gestão de recursos.

De acordo com IBAMA (2001), os objetivos de AIA são sintetizados da seguinte forma: (i) Auxiliar no processo decisório a partir dos resultados da análise sistemática dos impactos ambientais, através de parâmetros técnicos científicos e (ii) Auxiliar nos processos de negociação através da interlocução entre os projetos políticos ou privados com a sociedade.

A consolidação do conceito de Impacto Ambiental na década de 1960, principalmente nos EUA e Europa, demonstrou que sua avaliação podia ser feita com certa margem de objetividade, de modo que pudesse ter aceitação e representatividade social e se transformasse em um instrumento do processo de tomada de decisões no licenciamento ambiental (BRAGA *et al*, 2008). Para isso, “a avaliação de impactos deveria ter características técnicas mínimas regulamentadas pelo poder público e ser traduzido em um documento público acessível aos vários segmentos da sociedade interessada no processo de licenciamento ambiental” (BRAGA *et al*, p.251). A partir de então a AIA é organizada na forma de um conjunto de atividades e procedimentos denominado processos de avaliação de impacto ambiental (SÁNCHEZ, 2008) cuja visão genérica pode ser descrita nas seguintes etapas (figura 1):

- Etapa inicial;
- Etapa de análise detalhada;
- Etapa pós-aprovação.

A etapa inicial compreende a análise da necessidade de um determinado empreendimento ser avaliado, com mais detalhes, quanto aos impactos ambientais de suas futuras ações. No caso da legislação brasileira, uma série de empreendimentos são sujeitos ao licenciamento ambiental, mas nem todos deverão apresentar um estudo completo dos impactos ambientais.

A etapa de análise detalhada é aplicada aos empreendimentos com potencial de causar impactos significativos e compreende várias atividades que incluem a definição do conteúdo dos estudos até sua aprovação.

A etapa pós-aprovação compreende as ações de gestão e monitoramento dos impactos daqueles empreendimentos que tenham recebido autorização para implantação.

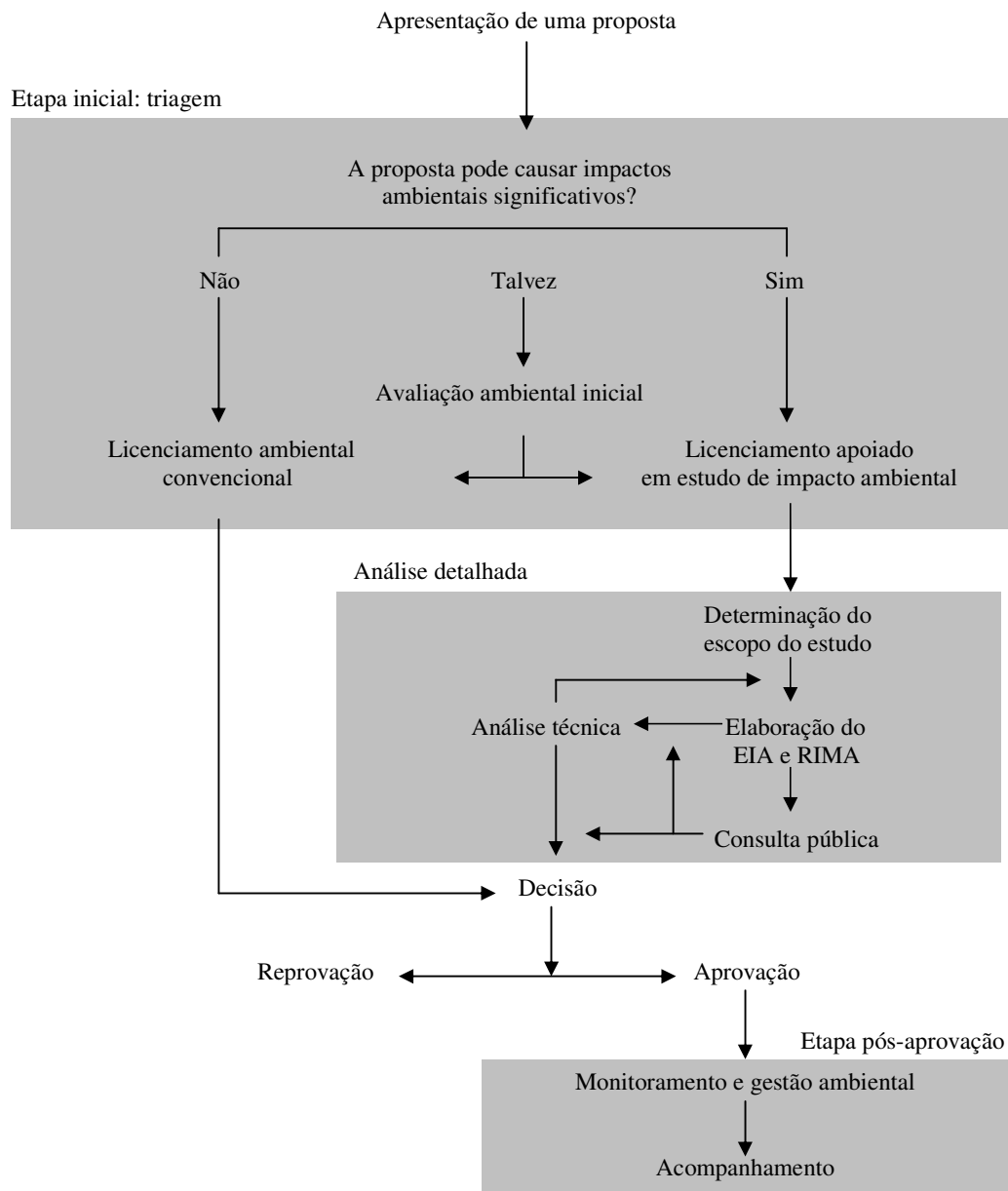


Figura 1. Diagrama das etapas do processo de AIA. Fonte: Sánchez, 2008 p. 96

Bastos e Almeida (2010, p.83) definem as etapas anteriormente descritas como sendo os componentes básicos do processo de AIA da seguinte forma:

- Desenvolvimento de um completo entendimento da ação proposta;
- Aquisição do conhecimento técnico do ambiente a ser afetado;
- Determinação dos possíveis impactos sobre as características ambientais, quantificando, quando possível, as mudanças;
- Apresentação dos resultados da análise de maneira tal que a ação proposta possa ser utilizada em um processo de decisão.

3.4. LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O Licenciamento ambiental no Brasil começou a vigorar, somente em alguns Estados, em meados da década de 1970. O Rio de Janeiro foi o primeiro a criar uma legislação específica a partir de duas normas legais: o Decreto-Lei nº 134 de 1975 que tornou obrigatória a prévia autorização para operação ou funcionamento de instalações ou atividades real ou potencialmente poluidoras e o Decreto nº 1.633 de 1977 que institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP) que previa a Licença Prévia, Licença de Instalação e a Licença de Operação, que serviu de modelo para a legislação federal (SÁNCHEZ, 2008).

Com a promulgação da Lei nº 6.938/81, o Licenciamento ambiental passou a incorporar o grupo dos instrumentos de apoio à gestão ambiental, a nível federal, juntamente com a AIA, o zoneamento ambiental, o Cadastro Técnico Federal de Atividades entre outros, nos termos do art. 9º.

A definição de Licenciamento ambiental é dada pela Resolução CONAMA nº 237/1997, Art. 1º, inc. I:

“procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicadas ao caso.”

Embora a Lei nº 6.938/81 tenha instituído a AIA no Brasil, ela não determina seu conceito, conteúdo mínimo, hipótese de incidência e momento de preparação (Melo, 2009). Dessa forma, o Decreto nº 99.274/90 vem para regulamentar a Lei nº 6.938/81 e, entre outras providências, institui os tipos de licença que poderão ser expedidos pelo Poder Público no exercício de sua competência: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Este Decreto também estabelece a exigência de estudos de impacto ambiental para fins de obtenção das licenças, tornando o processo de AIA, no Brasil, diretamente vinculado ao Licenciamento Ambiental (SÁNCHEZ, 2008).

Dessa forma, as etapas a serem adotadas para o licenciamento das atividades para as quais são exigidos o EIA e o RIMA, assemelham-se ao procedimento de aplicação da AIA descrito anteriormente. Entretanto, a Resolução CONAMA nº 237 de 1997 surge pela necessidade de revisão dos procedimentos e critérios do Licenciamento de forma a efetivá-lo

como instrumento de gestão ambiental. Entre várias atribuições, a resolução determina a forma em que o Licenciamento deverá ser conduzido (Art. 10), estabelece os prazos de validade de cada tipo de licença e também elenca as atividades ou empreendimentos sujeitos ao Licenciamento ambiental.

Mello (2006) sintetiza o processo de Licenciamento Ambiental para atividades cujos impactos sejam significativos e por isso necessitam à apresentação do EIA/RIMA: (1) cadastramento da equipe consultora, de acordo com a Resolução CONAMA nº 1/88; (2) publicação do pedido de licenciamento, conforme Resolução CONAMA nº 6/86; (3) apresentação de um plano de trabalho; (4) elaboração do Termo de Referência (TR) – especificações detalhadas para elaboração do EIA/RIMA; (5) apresentação e análise do EIA/RIMA; (6) disponibilização do RIMA; (7) emissão do Parecer Técnico e; (8) caso necessário, realização de Audiência Pública. Importante ressaltar que o art. 14 da Resolução CONAMA 237/97 permite uma interpretação a respeito da obrigatoriedade da audiência pública em relação aos casos em que houver EIA/RIMA.

O Licenciamento Ambiental é um mecanismo de controle e gestão ambiental exigido a toda e qualquer atividade efetiva e potencialmente poluidora, independente da significância dos impactos. O tipo de Licenciamento a ser conduzido para determinado empreendimento, incluindo os tipos de estudos técnicos exigidos, irão depender do tipo de atividade a ser desenvolvida e da significância dos impactos previstos.

Atualmente, o Estado do Rio de Janeiro conta com o novo Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM) representado pelo Decreto nº 42.159/2009 implantado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), atual órgão executivo da Secretaria do Estado do Ambiente.

Nesse novo modelo, classes distintas para enquadramento das atividades instaladas no Estado foram criadas de acordo com o porte e o potencial poluidor. No caso de empreendimentos com potenciais poluidores insignificantes é exigido apenas o preenchimento de um cadastro para recebimento de certidão de Inexigibilidade de Licenciamento. Para as atividades de baixo impacto existe o Licenciamento Ambiental simplificado que concede uma única autorização para todas as etapas: localização, implantação e operação. Para as atividades de maior impacto segue o Licenciamento previsto com elaboração de EIA/RIMA e com a complementação de uma novidade que é a indicação de um responsável técnico para garantir o cumprimento de todas as condicionantes.

O Decreto nº 42.159/2009 apresenta as especificações para as licenças já existentes como a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO).

Entretanto, acrescenta novos tipos de licenças como a Licença Ambiental Simplificada (LAS), Licença Prévia e de Instalação (LPI), Licença de Instalação e de Operação (LIO), Licença Ambiental de Recuperação (LAR) e a Licença de Operação e Recuperação (LOR).

3.5. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diversas categorias de estudos de impacto ambiental foram criadas, por diferentes instrumentos legais federais, estaduais ou municipais objetivando fornecer informações e análises técnicas para subsidiar o processo de Licenciamento (SÁNCHEZ, 2008).

Os estudos de impacto ambiental formam um conjunto de atividades técnico-científicas que incluem o diagnóstico ambiental, a identificação, previsão, medição e interpretação dos impactos e a definição de medidas mitigadoras e de programas de monitoramento (ROHDE, 2006).

Fica a cargo do órgão licenciador a definição do tipo de estudo necessário a determinado empreendimento ou projeto (SÁNCHEZ, *op. cit*), sendo importante ressaltar que para os impactos considerados significativos, a Resolução CONAMA nº 237/97 definiu o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

As atividades mínimas a serem desenvolvidas em um EIA estão descritas no artigo 6º da Resolução CONAMA nº 01/86 e foram sumarizadas por Oliveira e Medeiros (2007, p.81) da seguinte forma:

- Informações gerais do empreendedor e do empreendimento;
- Caracterização técnica do empreendimento;
- Definição das áreas de influência dos impactos ambientais;
- Diagnóstico ambiental da área de influência;
- Identificação e avaliação dos impactos ambientais;
- Proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental
- Programa de acompanhamento e monitoramento técnico-ambientais dos impactos;
- Conclusão.

Além do EIA/RIMA são citados na Resolução CONAMA nº 237/97 os demais estudos ambientais necessários à concessão de autorização ou licença para implantação de empreendimentos: “(...) relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório

ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradadas e análise preliminar de risco” (art. 1º, inc. III).

Sánchez (2008) apresenta uma compilação dos tipos de estudos ambientais previstos na legislação brasileira, mostrados de forma parcial na tabela 1.

Tabela 1. Alguns tipos de estudos ambientais exigidos no Brasil.

DENOMINAÇÃO	REFERÊNCIA LEGAL	APLICAÇÃO
EIA – Estudo de Impacto Ambiental RIMA – Rel. de Impacto Ambiental	Res. CONAMA 1/1986	Licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente constantes no art. 2º da Resolução
PBA – Projeto Básico Ambiental	Res. CONAMA 6/1987	Obtenção de licença de instalação de empreendimentos do setor elétrico
PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	Decreto Federal nº 97.632/1989	Obrigatoriedade de apresentação para todo empreendimento de mineração; deve ser incorporado ao EIA para novos projetos
EVQ – Estudo de Viabilidade de Queima	Res. CONAMA 264/2000	Licenciamento de co-processamento de resíduos em fornos de cimento
RAA – Rel. de Avaliação Ambiental	Res. CONAMA 23/1994	Obtenção de licença de instalação para perfuração de poços de petróleo
Plano de Encerramento	Res. CONAMA 273/2000	Desativação de postos de combustíveis
RAS – Relatório Ambiental Simplificado	Res. CONAMA 279/2001	Obtenção de licença prévia de empreendimentos do setor elétrico de pequeno potencial de impacto ambiental
RAP – Relatório Ambiental Preliminar	Res. SMA-SP 42/1994	Para instruir requerimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos que possam causar impactos significativos
EAS – Estudo Ambiental Simplificado	Res. SMA-SP/2004	Para analisar e avaliar as consequências ambientais de atividades e empreendimentos considerados de impactos ambientais muito pequenos e não significativos

Fonte: Sánchez (2008 p.86)

Importante destacar a importância do Relatório Ambiental Preliminar (RAP) que, originalmente foi criado por uma Resolução da Secretária de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, como documento inicial que pode tornar dispensável a elaboração do EIA/RIMA para obtenção das licenças ambientais (BRAGA *et al*, 2005), conforme ilustrado na figura 2:

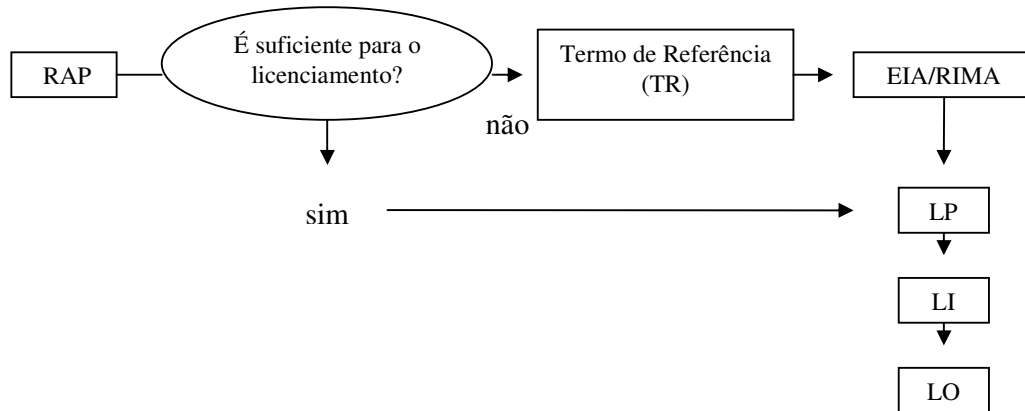


Figura 2. Diagrama da aplicação do Relatório Ambiental Preliminar (RAP) no Licenciamento ambiental brasileiro. Fonte: Braga *et al* (2005 p.254)

3.6. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

A avaliação de impactos ambientais é uma das etapas mais importantes e complexas no processo de elaboração de um EIA e do seu respectivo RIMA, pois os impactos previstos irão incidir sobre as áreas de influência do projeto e sobre a população residente (OLIVEIRA e MEDEIROS, 2007). A avaliação de impactos pode ser subdividida em três etapas definidas a seguir:

- Identificação – os prováveis impactos serão listados, servindo de orientação para as etapas seguintes do estudo;
- Previsão – busca informar sobre a magnitude ou intensidade dos impactos identificados;
- Avaliação – busca atribuir algum grau de importância aos impactos.

Para a realização dessas etapas, é possível contar com diversos tipos de ferramentas existentes e largamente utilizadas. Como afirma Sánchez (2008, p.200), essas ferramentas não se tratam de “pacotes” acabados e sim métodos de trabalho cuja aplicação demanda:

- (i) um razoável domínio dos conceitos subjacentes;
- (ii) uma compreensão detalhada do projeto analisado e de todos os seus componentes; e
- (iii) um razoável entendimento da dinâmica socioambiental do local ou região potencialmente afetada.

A grande maioria dos métodos utilizados atualmente são adaptações de métodos ou técnicas existentes em áreas como a do planejamento regional, estudos econômicos ou ecológicos (BRAGA, 2005). Outros foram formulados especialmente para atender aos requisitos legais, no sentido de disciplinarem o raciocínio e os procedimentos destinados a identificar causas e modificações originadas de uma determinada ação ou conjunto de ações (*Idem*).

As linhas metodológicas de avaliação são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações (COSTA, *et al* 2005, p. 6). Entretanto os autores alertam para a importância de uma seleção criteriosa, em vista da diversidade de métodos, com possíveis adaptações, para que os mesmos sejam úteis na tomada de decisão. No Brasil, um método é considerado mais adequado quanto maior sua utilidade para dar suporte ao conjunto mínimo de atividades e produtos legalmente exigidos para a execução dos EIAs e RIMAs, de acordo com os artigos 6º, 9º e 11º da Resolução CONAMA nº 01/86 (BRAGA, *et al*, 2005).

Como mencionado anteriormente, existem vários métodos de avaliação de impactos descritos na literatura técnica. Eles podem ser classificados em dois grandes grupos: os métodos tradicionais de avaliação de projetos e os métodos baseados na utilização de pesos escalonados, também conhecidos como métodos quantitativos (IBAMA, 2001). A tabela 2 apresenta um resumo desses dois grupos.

Tabela 2. Classificação de métodos de AIA de acordo com IBAMA (2001).

	Métodos tradicionais de avaliação de projetos	Métodos que usam escalas de pesos	
Definição	Mensuração em termos monetários	Aplicação de escalas valorativas	
Categoria		Identificação e sintetização	Avaliação
Tipos	Análise custo-benefício	<ul style="list-style-type: none"> • Listagem de controle • Matrizes de interação • Diagramas de sistemas • Métodos cartográficos • Redes de interações • Métodos Ad Hoc 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Battelle • Análise multicritério • Folha de balanço • Matriz de realização de objetivos

3.6.1. Os métodos quantitativos

Cabe aqui a colocação das duas formas de apresentação dos métodos quantitativos. Existe o grupo dos métodos que realizam a identificação e previsão dos impactos através da enumeração das prováveis conseqüências futuras de uma ação enquanto os métodos de avaliação discorrem sobre a importância ou significância.

Sánchez (2008) cita as Listagens, as Matrizes e os Diagramas de interação como alguns dos métodos para identificação dos impactos e os modelos analógicos, conceituais ou matemáticos para sua previsão. Conforme esse mesmo autor, a avaliação dos impactos deve se dar a partir de mecanismos que organizem os critérios de importância através da combinação de atributos, com ou sem atribuição de peso (ponderação), citando o Método Battelle e a Análise por critérios múltiplos como exemplos.

A seguir, uma breve descrição dos métodos abordados neste trabalho.

3.6.1.1 Listagens de controle ou Check-lists

Numa fase inicial, as listagens representam um dos métodos mais utilizados em AIA (BASTOS e ALMEIDA, 2010). Elas consistem na identificação e classificação dos impactos a partir do diagnóstico ambiental elaborado por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico, de acordo com as diversas fases do empreendimento (COSTA *et al*, 2005).

O Método das Listagens ganhou variações (BRAGA *et al*, 2005) de acordo com o grau de complexidade e detalhamento nas respostas geradas sendo divididas em: Listagens descritivas, Listagens comparativas, Listagens em questionário e Listagens ponderais.

As Listagens ponderais, segundo Braga (*op. cit.*), constituem uma evolução das listagens comparativas com ponderação, ou seja, listagens que incorporaram escalas de valores. O Método Battelle é o modelo que melhor representa as Listagens ponderais, embora em IBAMA (2001) este método não tenha sido classificado como um “subtipo” (grifo nosso) das Listagens de controle. O Método Battelle está descrito com detalhes na Metodologia.

Suas vantagens são o uso rápido para análise dos impactos e avaliação qualitativa de projetos específicos. Sua amplitude auxilia na avaliação das conseqüências e ações dos projetos. As desvantagens principais são a compartimentalização do meio ambiente e a falta de evidencia das inter-relações entre os fatores ambientais.

3.6.1.2 Matrizes de interação

São um tipo de listagem de controle bidimensional que relaciona ações com fatores ambientais (IBAMA, 2001). Para cada uma das ações, é possível detectar as que são potencialmente responsáveis pelo maior número de impactos e com o uso de indicadores que quantificam e qualificam esses impactos, é possível configurar o potencial de cada ação (BRAGA *et al*, 2005).

Uma das matrizes mais conhecidas e usadas é a Matriz de Leopold, criada pelo *US Geological Survey* (BRAGA *op. cit.*). Seu princípio básico consiste em assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores para estabelecer numa escala de 1 a 10, a magnitude e importância de cada impacto, identificando-o como positivo ou negativo (COSTA *et al*, 2005).

As vantagens das Matrizes de interação são a fácil compreensão dos resultados, o forte poder de síntese que indica o relacionamento espacial, a visualização das condições com e sem o projeto e a possibilidade de avaliação para a seleção de alternativas. As desvantagens, principalmente em relação à Matriz de Leopold, são a dupla contagem, a falta de consideração de atributos importantes como o tempo (duração do impacto) e a não identificação de impactos secundários.

3.6.1.3 Método Espontâneo (Ad Hoc)

Baseia-se no conhecimento empírico de especialistas no assunto ou área em questão já que esses *experts* são capazes de emitir suas estimativas sobre a probabilidade de ocorrência, a extensão espacial e temporal e mesmo a magnitude de certos impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2008). Esse tipo de método fornece uma estimativa rápida em AIA de forma

simples e compreensiva, entretanto não apresenta detalhamento frente às intervenções e variáveis ambientais específicas ao projeto.

5. OBJETIVO GERAL

Analisar os resultados da aplicação de dois métodos quantitativos de avaliação de impactos ambientais para um empreendimento rodoviário usando como base o Estudo de Impacto Ambiental da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar os impactos negativos previstos no EIA, antes e após a aplicação das medidas mitigadoras, usando a Matriz Simplificada proposta por Barbosa (2004);
- Valorar os impactos previstos no EIA usando o Método Battelle proposto por Dee *et al* (1972);
- Analisar a relevância dos métodos quantitativos de ponderação de atributos na avaliação dos impactos ambientais previstos para a Estrada Principal de acesso ao COMPERJ;
- Realizar uma análise preliminar dos métodos quantitativos de avaliação de impactos ambientais aplicados neste trabalho e daqueles utilizados no EIA Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

7. METODOLOGIA E RESULTADOS

Este trabalho baseou-se no diagnóstico ambiental e na análise de impactos ambientais presentes no EIA da Estrada Principal de Acesso ao Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ para aplicação de métodos quantitativos de ponderação de atributos (Método Battelle e Matriz Simplificada) e posterior análise desses métodos e de outros utilizados no EIA.

O EIA realizado pela empresa Concremat Engenharia analisou as consequências da implantação de uma estrada que dará acesso ao sítio do COMPERJ a partir da Rodovia Federal BR-493, sendo esta constituinte do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro.

A Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ terá uma extensão aproximada de 7,8 km e se localizará no Distrito de Itambi, Itaboraí (figura 3) que, de acordo com a Concremat Engenharia, corresponde a uma região desabitada e com características ambientais de degradação, representada por pastagens.

O projeto da Estrada Principal de Acesso envolve a ligação com a BR-493, projetos de drenagem, de terraplanagem e de pavimentação, pontes para o cruzamento de cursos d'água e um viaduto sobre linha férrea, além da recuperação ambiental de suas faixas marginais.

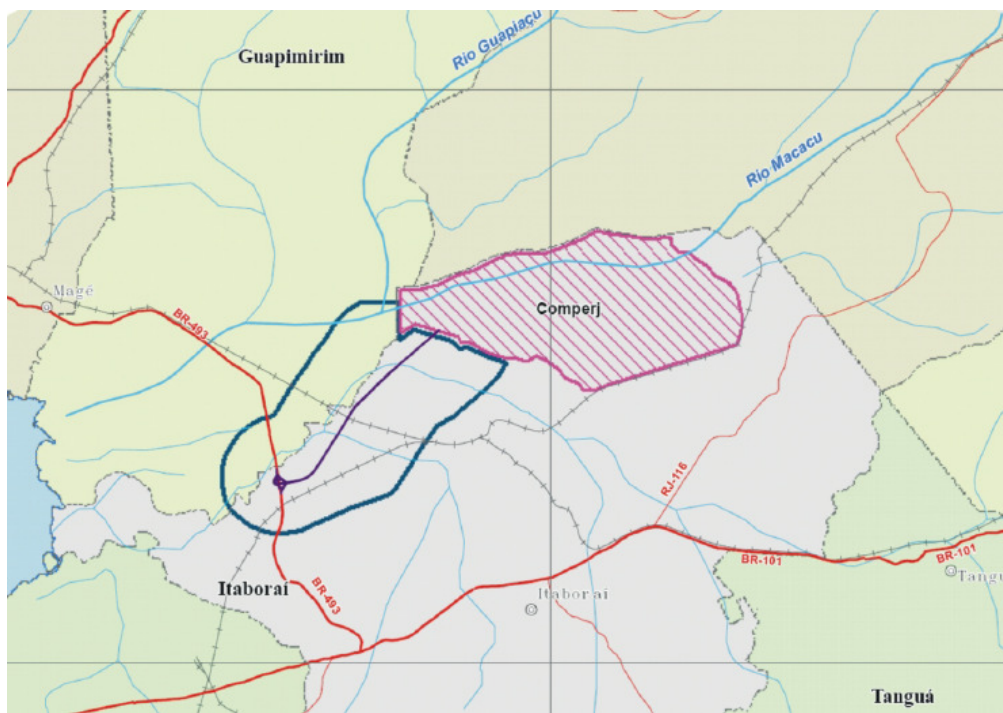


Figura 3. Localização proposta para a Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ. Fonte: RIMA da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ (2008)

Os métodos quantitativos de ponderação têm por base a atribuição de pesos numéricos aos atributos de classificação dos impactos ou aos parâmetros de qualidade do ambiente para produzir um índice numérico representativo da condição ambiental. Os dois métodos utilizados foram a Matriz Simplificada proposta por Barbosa (2005) e o Método Battelle criado por Dee *et al* (1972).

O método da Matriz Simplificada foi proposto por Barbosa (2004) para avaliar os impactos ambientais da Pequena Central Hidrelétrica Ninho da Águia. A autora baseou-se em matrizes de interação já concebidas para elaborar um tipo específico de matriz que quantificasse os impactos ambientais identificados em todas as fases do empreendimento, desde seu planejamento até a desativação. Com base em uma escala de pesos atribuídos a distintas combinações de atributos (Abrangência/Forma/Reversibilidade/Magnitude), Barbosa (2004) montou uma matriz de valoração dos impactos da PCH onde foi possível a obtenção de valores de Unidades de Impacto ambiental ou UIA (somatório dos impactos) para todas as fases do empreendimento antes e após a adoção das medidas mitigadoras. Dessa forma, foi possível averiguar se houve ou não redução das unidades de impactos a partir da aplicação das medidas mitigadoras.

O *Environmental Evaluation System* (EES), conhecido como Método Battelle, foi desenvolvido por Nobert Dee e colaboradores através do *Battelle-Columbus Laboratories* para um projeto de recursos hídricos do governo norte americano. O Método Battelle fornece um índice expresso nas Unidades de Impacto Ambiental (UIAs) que pode ser desenvolvido para cada alternativa como base da condição ambiental (CANTER, 1996 *apud* BARBOSA, 2004), sendo esse índice obtido através da equação a seguir:

$$UIA = UIP \times QA, \quad (\text{Equação 1})$$

onde: UIA = Unidade de Impacto Ambiental

UIP = Unidade de Importância do Parâmetro

QA = Qualidade ambiental

O Método Battelle é baseado em um arranjo hierárquico dos parâmetros indicadores de qualidade ambiental que são classificados de acordo com quatro áreas de interesse: Ecologia, Contaminação ambiental, Paisagem e Aspectos de interesse humano. Essas quatro categorias são subdivididas em 18 componentes e 78 parâmetros. Após a determinação dos 78 parâmetros, são atribuídos pesos (valores) referentes à sua importância dentro do conjunto de

parâmetros (UIP). O somatório de todas as UIPs deverá totalizar 1000 unidades. Para o cálculo da Unidade de Impacto Ambiental (UIA) – que representa um índice global de qualidade ambiental – torna-se necessário a determinação dos índices de Qualidade Ambiental (QA), que variam de 0 a 1, e que representam a situação atual de qualidade ambiental de cada parâmetro. Quanto melhor a qualidade ambiental mais próximo de 1 e quanto pior mais próximo de 0. Sendo assim, para o conjunto dos 78 parâmetros cujos índices de QA sejam iguais a 1, a UIA corresponderá ao somatório das UIPs, ou seja, 1000 unidades. A avaliação de impactos cuja UIA seja menor que 1000 indica diminuição da qualidade ambiental daquela área ou etapa.

7.1. APLICAÇÃO DA MATRIZ SIMPLIFICADA

Para análise dos impactos ambientais de acordo com a Matriz Simplificada (BARBOSA, 2005), utilizou-se a matriz de classificação de impactos proposta pelo EIA da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ (Anexo A) excluindo-se os impactos positivos e acrescentando a classificação de magnitude, para cada impacto, após a aplicação das medidas mitigadoras (Apêndice A). Somente a classificação de magnitude dos impactos antes da ação das medidas mitigadoras foi proposta no EIA, não havendo classificação de magnitude para os impactos após a mitigação, apenas a descrição das medidas recomendadas. Sendo assim, foi necessária a proposição de uma classificação de magnitude para os impactos após a provável mitigação, com base na ação das medidas recomendadas.

Montamos a Matriz Simplificada para os impactos negativos da Estrada Principal, antes e após a aplicação das medidas mitigadoras, utilizando a escala de pesos (Anexo B) proposta por Barbosa (2005). Os resultados obtidos encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Classificação dos impactos negativos previstos no EIA da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

MEIOS	NIA / %	IMPACTOS AMBIENTAIS	SEM MEDIDAS MITIGADORAS					COM MEDIDAS MITIGADORAS				
			Planejamento	Construção	Operação	UIA	%	Planejamento	Construção	Operação	UIA	%
FÍSICO	6 / 40,0	1- Ocorrência de processos erosivos	0	4	0	18	41,9	0	4	0	9	20,9
		2- Modificação da micro-topografia do terreno	0	1	0			0	1	0		
		3- Aumento de ruídos e vibrações	0	2	2			0	1	1		
		4- Alteração da qualidade do ar	0	2	2			0	1	1		
		5- Alteração da qualidade da água	0	2	2			0	0	0		
		6- Geração de resíduos e efluentes	0	1	0			0	0	0		
BIÓTICO	2 / 13,3	7- Evasão da fauna	0	1	0	2	4,7	0	1	0	2	4,7
		8- Interferências sobre Unidades de Conservação	0	1	0			0	1	0		
SÓCIO-ECONÔMICO	7 / 46,7	9- Geração de expectativas	3	0	0	23	53,5	2	0	0	16	37,2
		10- Alteração do uso do solo	7	0	0			7	0	0		
		11- Risco de acidentes com animais peçonhentos	0	1	0			0	1	0		
		12- Aumento do tráfego	0	2	0			0	2	0		
		13- Risco de acidente rodoviário	0	2	0			0	1	0		
		14- Transtornos nas comunidades vizinhas	0	3	0			0	2	0		
15- Risco de acidentes com materiais perigosos	0	0	5	0	0	1						
TOTAIS PARCIAIS			10	22	11			9	15	3		
TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTOS			43					27				
REPRESENTATIVIDADE / REDUÇÃO (%)			23,3	51,2	25,6			20,9	34,9	7,0		

NIA – Número de Impactos Ambientais

UIA – Unidade de Impacto Ambiental

Com a construção da Matriz Simplificada para os impactos negativos previstos no EIA da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ podemos perceber que houve redução de 62,8% das unidades de impactos ambientais a partir da aplicação das medidas mitigadoras.

7.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO BATTELLE

Torna-se importante ressaltar que o Método Batelle proposto por Dee *et al* (1972) foi desenvolvido, a princípio, para projetos de aproveitamento de recursos hídricos, mas sua abordagem geral pode ser aplicada a outros tipos de projetos como auto-estradas, usinas nucleares, navegação, transporte por oleoduto, melhoria de canais e estações de tratamento de água (DEE *et al*, 1973 *apud* KLING, 2005).

Com base no proposto por Dee *et al* (1972) para avaliação de impactos ambientais, montou-se o Método Batelle para o projeto da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ de acordo com o diagnóstico ambiental da área de inserção da estrada. Foram relacionados os 78 parâmetros ambientais e seus respectivos pesos, ao lado, que representam a importância do parâmetro dentro da categoria (Apêndice B).

A determinação da Unidade de Impacto ambiental (UIA), de acordo com a equação 1, foi realizada somente para o componente Contaminação da água (tabela 5) com a finalidade de comparar dois corpos d'água, um a montante e outro a jusante da área de influência da estrada, com os dados de monitoramento realizado em 2008, um ano após a primeira coleta de dados para o EIA.

Os índices de Qualidade Ambiental (QA) foram obtidos através de equações que relacionam valores mínimos ou máximos do parâmetro estimado com os níveis apropriados de qualidade ambiental, conforme Apêndice F. Os valores máximos e mínimos dos parâmetros foram obtidos através da Resolução CONAMA nº 357 de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento entre outras providências.

Tabela 5. Aplicação do Método Battelle para o componente Contaminação da água em duas estações distintas dentro da área de influência da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

Rio Caceribu – Água doce de classe 2				Manguezal – Água salobra de classe 2			
CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA	UIP	QA*	UIA	CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA	UIP	QA*	UIA
Parâmetros				Parâmetros			
Metais	20	1	20	Metais	20	0,89	17,8
DBO	25	1	25	DBO	25	1	25
Oxigênio dissolvido	31	1	31	Oxigênio dissolvido	31	0,84	25,9
Coliformes fecais	18	0,07	1,2	Coliformes fecais	18	0,07	1,2
DQO	22	1	22	DQO	22	1	22
Nitrogênio amoniacal	25	1	25	Nitrogênio amoniacal	25	0,94	23,5
Fosfato total	28	0,50	14	Fosfato total	28	1	28
Fenóis totais	16	1	16	Fenóis totais	16	1	16
pH	18	1	18	pH	18	1	18
Sulfetos (como H ₂ S)	28	1	28	Sulfetos (como H ₂ S)	28	0,97	27,2
Óleos e graxas	28	1	28	Óleos e graxas	28	1	28
Sólidos totais dissolvidos	25	1	25	Sólidos totais dissolvidos	25	1	25
Substâncias tóxicas	14	1	14	Substâncias tóxicas	14	1	14
Turbidez	20	1	20	Turbidez	20	1	20
TOTAL	318		287,2	TOTAL	318		291,5

* Apêndice C

Quanto mais próximo o valor de UIA estiver do somatório das UIPs (318), para o parâmetro Contaminação da água, melhor a qualidade ambiental da alternativa ou ponto escolhido para a avaliação. Sendo assim, os resultados mostram que o Manguezal apresenta melhor qualidade ambiental que o Rio Caceribu, tendo em vista os dados obtidos em março de 2008 pela empresa BfU do Brasil Serviços Ambientais Ltda. no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do COMPERJ.

7.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO BATTELLE ADAPTADO

Com o intuito de reduzir o número de parâmetros propostos no Método Battelle original e na tentativa de estabelecer um critério próprio de determinação dos pesos ou importância dos parâmetros, propusemos uma alteração no Método Battelle no qual os 78 parâmetros foram substituídos pelos 20 impactos previstos para o projeto da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ (Anexo A), com posterior determinação de um índice para cada impacto (denominado neste trabalho de S – equivalente a UIP).

Os valores correspondentes ao índice S foram obtidos através da divisão do somatório da ponderação dos atributos de cada impacto pelo valor total da ponderação para o conjunto de impactos, sendo o resultado multiplicado pelo fator 1000 para correção da

proporcionalidade, já que o somatório de S deverá ser 1000. Resultados apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Índice S para os impactos ambientais previstos para a Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

FASE	IMPACTOS AMBIENTAIS	ATRIBUTOS DE CLASSIFICAÇÃO							SOMATÓRIO DA PONDERAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE CADA IMPACTO	ÍNDICE S	
		IMPORTÂNCIA	MAGNITUDE	ABRANGÊNCIA	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA			EFICÁCIA DAS MEDIDAS MITIGADORAS
PLANEJAMENTO	Geração de expectativas	2	3	1	1	1	2	2	2	14	60
	Alteração de uso do solo	1	1	1	2	2	1	1	3	12	52
IMPLANTAÇÃO	Ocorrência de proc. erosivos	2	1	2	1	1	1	1	2	11	47
	Modificação da micro-topografia do terreno	1	1	1	2	1	1	1	1	9	39
	Aumento de ruídos e vibrações	2	2	1	1	1	2	2	2	13	56
	Alteração da qualidade do ar	2	2	1	1	1	2	2	2	13	56
	Alteração da qualidade da água	2	2	1	1	1	2	2	2	13	56
	Geração de resíduos e efluentes	1	1	1	1	1	1	1	1	8	34
	Evasão da fauna	1	1	1	1	1	1	1	2	9	39
	Riscos de acid. com animais peçonhentos	2	1	1	1	1	1	1	2	10	43
	Interferências sobre Unid. de Conservação	1	1	1	1	1	1	1	1	8	34
	Aumento do tráfego rodoviário	2	2	1	1	1	1	2	2	12	52
	Riscos de acidente rodoviário	3	2	1	1	1	1	1	2	12	52
	Transtornos nas comunidades vizinhas	3	3	1	1	1	2	1	2	14	60
	Arrecadação tributária	2	1	1	1	1	2	2	0	10	43
	Geração de empregos	3	2	1	1	1	2	2	0	12	52
OPERAÇÃO	Alteração da qualidade do ar	1	2	1	2	1	2	1	3	13	56
	Alteração da qualidade da água	2	2	1	2	1	2	2	1	13	56
	Aumento de ruídos e vibrações	1	2	1	2	1	2	1	2	12	52
	Riscos de acid. com materiais perigosos	3	2	2	2	1	1	1	2	14	60
TOTAL DA PONDERAÇÃO PARA O CONJUNTO DE IMPACTOS										232	

Com a obtenção do índice S para cada um dos 20 impactos previstos para a Estrada, foi possível a previsão de UIA (Equação 2) para o impacto Alteração da qualidade da água através do produto de QA dos parâmetros de qualidade da água pelo índice S do impacto. A escolha desse impacto foi devida a presença de dados de qualidade da água tanto para o Rio Caceribu quanto para o Manguezal, nos anos 2007 e 2008. Os resultados são mostrados nas tabelas 7 e 8.

$$UIA = S \times QA \quad \text{(Equação 2)}$$

onde: UIA = Unidade de Impacto ambiental

S = Índice de Significância do Impacto

QA = Qualidade ambiental

Tabela 7. Aplicação do Método Battelle adaptado para o impacto Alteração da qualidade da água do Rio Caceribu em 2007 e 2008. Área de influência da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

RIO CACERIBU – ÁGUA DOCE DE CLASSE 2						
IMPACTO	(S)	PARÂMETRO	QA* - 2007	UIA - 2007 (S x QA)	QA* - 2008	UIA - 2008 (S x QA)
Alteração da qualidade da água	56	pH	1	53,20	1	51,52
		Oxigênio dissolvido	0,86		1	
		Amônia	1		1	
		Nitrito	1		1	
		Nitrato	1		1	
		Fosfato	0,82		0,50	
MÉDIA			0,95		0,92	

* Anexo C

Tabela 8. Aplicação do Método Battelle adaptado para o impacto Alteração da qualidade da água do Manguezal da Baía de Guanabara em 2007 e 2008. Área de influência da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

MANGUEZAL – ÁGUA SALOBRA DE CLASSE 2

IMPACTO	(S)	PARÂMETRO	QA* - 2007	UIA - 2007 (S x QA)	QA* - 2008	UIA - 2008 (S x QA)
Alteração da qualidade da água	56	pH	1	55,44	1	52,08
		Oxigênio dissolvido	1		0,84	
		Amônia	1		0,94	
		Nitrito	1		1	
		Nitrato	0,91		0,80	
		Fosfato	1		1	
MÉDIA			0,99		0,93	

* Anexo C

8. DISCUSSÃO

A AIA como instrumento de apoio à gestão ambiental é de fundamental importância devido ao seu caráter preventivo frente à degradação ambiental. A utilização de métodos de avaliação que definam a real dimensão de um impacto ambiental, com possível diminuição do efeito de suas ações, pode auxiliar a decisão de se instalar ou não um empreendimento (MELO, 2009). Ainda assim, para Omena e Santos (2008) a experiência tem demonstrado que alguns instrumentos legais, cuja finalidade é minimizar os impactos ambientais, não estejam sendo eficazes, visto os passivos gerados “ex-post” aos diversos projetos e empreendimentos existentes.

Há um consenso que nenhum método de AIA, isoladamente, possa avaliar de forma completa o impacto de um projeto (BARBOSA, 2004). Também é razoável ter em mente que não existe um método ideal para a realização dessa avaliação, devido às variáveis existentes em cada projeto (OLIVEIRA e MEDEIROS, 2007). Como há uma grande diversidade de métodos, é importante que a equipe técnica escolha a metodologia que melhor atenda as condições do projeto, do empreendedor e dos requisitos legais estabelecidos, atentando para a obtenção de resultados que sejam realmente úteis na tomada de decisão (BASTOS e ALMEIDA, 2010). Por isso, em alguns casos torna-se necessário a adaptação ou modificação das metodologias de AIA para a aplicação em um determinado estudo/projeto (BASTOS e ALMEIDA, *op. cit.*).

Os Métodos das Listagens de Controle apresentam a vantagem da simplicidade de aplicação e reduzida exigência quanto a dados e informações (BRAGA *et al.*, 2005). Para os casos em haja escassez de informações ou pouca experiência da equipe com o tipo de projeto em análise, é possível encontrar na bibliografia especializada listas dos impactos ambientais mais comuns associados a uma grande variedade de projetos (empreendimentos rodoviários, de mineração, elétricos etc.), tendo-se o cuidado de introduzir correções ou adaptações, seja devido às características do projeto, seja por causa de condições do meio ambiente que não estejam adequadamente descritas nas listas preexistentes (SÁNCHEZ, 2008). As listagens são muito importantes no primeiro momento da avaliação, pois promovem a identificação e enumeração dos impactos a partir do diagnóstico ambiental, servindo posteriormente de base para aplicação de outros métodos, tais como os de ponderação, já que atributos importantes são qualificados nesta etapa.

As Matrizes de interação, como colocado por Braga *et al* (2005), são uma evolução das Listagens de Controle, podendo ser consideradas listagens de controle bidimensionais onde são relacionados os impactos de cada ação, constituindo uma relação entre causa e efeito. Com esse método é possível detectar as ações que potencialmente são capazes de provocar o maior número de impactos e a partir de indicadores que quantificam ou qualificam esses impactos, configurar o potencial de impacto de cada ação para fixar medidas mitigadoras de impactos adversos ou amplificadoras de impactos benéficos (BRAGA *et. al*, 2005).

A Matriz de Leopold, que é o tipo de Matriz de interação mais difundida e utilizada, apresenta como princípio básico a indicação de todas as possíveis interações entre as ações e os fatores para depois quantificar a magnitude e a importância dos impactos em uma escala que varia de 1 a 10 (COSTA *et al*, 2005). A prerrogativa da ponderação na Matriz de Leopold poderia ajudar na função de comunicação, pois tal método se apresentaria como “um resumo do texto da avaliação ambiental” possibilitando que “os leitores dos estudos de impacto determinem rapidamente quais são os impactos considerados significativos e sua importância relativa” (LEOPOLD *et al*, 1971, p. 1 *apud* SÁNCHEZ, 2008, 205).

Entretanto, o estabelecimento de pesos constitui um dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, mas também dos demais métodos quantitativos (COSTA *et al*, 2005). A atribuição do grau de importância a uma alteração ambiental é uma etapa controversa, pois não depende apenas de um trabalho técnico, mas também de um juízo de valor, ou seja, envolve grande subjetividade (SÁNCHEZ, 2008). O mesmo autor coloca que para diluir essa subjetividade faz-se necessário apontar no EIA quais julgamentos se baseiam em apreciação pessoal ou opinião da equipe técnica e quais conclusões derivam de um trabalho cientificamente fundamentado.

A Avaliação de Impactos Ambientais para a Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ, realizada pela empresa Concremat Engenharia, baseou-se na Diretriz FEEMA DZ-041 R.13, que estabelece as diretrizes para a implementação do EIA e de seu respectivo RIMA, para o Estado do Rio de Janeiro, e na Deliberação CECA/CN nº 4.888/07, que estabelece os procedimentos para gradação de Impacto Ambiental para fins de Compensação Ambiental.

A avaliação prevista no EIA pela Concremat Engenharia foi realizada através das seguintes etapas:

Etapa 1 - Identificação dos Impactos Ambientais das fases de planejamento, construção e operação da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ;

Etapa 2 – Análise e Classificação dos Impactos Ambientais;

Etapa 3 – Qualificação dos Impactos Ambientais;

Etapa 4 – Elaboração de Matriz Síntese dos Impactos Negativos Não Mitigáveis.

As listagens construídas nas Etapas 1 e 2 serviram como base para montar a matriz de qualificação dos impactos – Etapa 3 – onde buscou-se alcançar três objetivos: (a) Identificar a presença de fatores cumulativos e sinérgicos nos impactos analisados; (b) Avaliar a magnitude e a importância dos impactos analisados e; (c) Avaliar a eficácia das medidas mitigadoras.

A metodologia empregada pela Concremat Engenharia permitiu que fossem identificados e classificados 20 impactos ambientais durante as três etapas do projeto da Estrada Principal de Acesso (Anexo A).

A matriz de classificação dos 20 impactos sugerida no EIA para o projeto da estrada foi utilizada para a aplicação da Matriz Simplificada. Para esse método utilizou-se um conjunto de atributos de identificação e classificação dos impactos (Anexo A) no qual a magnitude (Anexo B) foi o atributo mais importante para obtenção dos pesos.

Os resultados da aplicação da Matriz Simplificada (tabela 4) aos impactos negativos previstos no EIA nos forneceu a informação da atuação das medidas mitigadoras sobre esses impactos. Houve uma redução de mais de cinquenta por cento (62, 8%) das unidades de impacto (UIA) com a aplicação das medidas mitigadoras que pode ser percebido pela redução das UIAs de 43 para 27. Com a Matriz Simplificada também foi possível perceber que o meio sócio-econômico possui a maior representatividade de impactos (46,7% do total), seguido do meio físico (40,0%) e do meio biótico (13,3%). Em termos de quantidade de impactos ambientais, somando-se todas as fases, o meio sócio-econômico também apresenta maior valor (53,5%) em relação aos outros meios, estando o meio físico com 41,9% e meio biótico com 4,7%. Entretanto podemos perceber que as medidas mitigadoras foram mais eficazes nos meios sócio-econômico e físico, reduzindo as UIAs de 53,5% para 37,2% e de 41,9% para 20,9%, respectivamente. O meio biótico não apresentou diminuição das UIAs com a aplicação das medidas mitigadoras, mantendo seu percentual em 4,7%.

Para Barbosa (2004, p. 81), a Matriz Simplificada apresenta as seguintes vantagens: (1) a possibilidade de agilização do processo de licenciamento ambiental; (2) a indicação do

índice ambiental do empreendimento, ou seja, um percentual que auxilia na comparação dos resultados obtidos com e sem a aplicação de medidas mitigadoras; (3) a possibilidade de simular índices para as alternativas locais do empreendimento, ainda na fase de planejamento, auxiliando na escolha do melhor local de construção e; (4) com a ponderação dos resultados, há possibilidade de auxiliar na valoração ambiental das obras a serem mitigadas ou não. Como desvantagem a autora admite que, assim como em outras metodologias, deve haver cuidados para reduzir a subjetividade da atribuição dos pesos.

A montagem da matriz de impactos para o Método Battelle baseou-se no diagnóstico ambiental realizado para o EIA da estrada e não se mostrou uma atividade simples, visto a escolha de 78 parâmetros ambientais representativos da qualidade ambiental do projeto. Fizemos a escolha dos parâmetros que melhor representassem a área do projeto da Estrada Principal de Acesso, mas que estes fossem semelhantes ou próximos aos parâmetros propostos por Dee *et al* (1972), já que optamos por manter os pesos escalados originalmente no método. É importante colocar que tanto a distribuição de pesos entre os parâmetros (UIP) quanto o desenvolvimento das funções e valores dos índices de qualidade ambiental (QA) devem ser obtidos com auxílio de uma equipe multidisciplinar. Entretanto, para se chegar o mais próximo possível dos fatores reais que interessam à análise dos impactos da estrada e, a título de estudo, a escolha dos 78 parâmetros e a obtenção dos respectivos índices de QA foram realizados pela autora do presente trabalho.

Devido à dificuldade de obtenção dos índices de QA para todos os 78 parâmetros ambientais, optamos pela aplicação do Método Battelle apenas para analisar o parâmetro Contaminação da água, permitindo-nos a comparação entre dois corpos hídricos distintos dentro da bacia do Caceribu – correspondente a área de influência do projeto da estrada. As estações escolhidas foram a do Rio Caceribu à montante do empreendimento e a do Manguezal à jusante, tendo a segunda apresentado maior valor de UIA (291,5) em relação à primeira (287,2), o que demonstra melhor qualidade ambiental dos aspectos físico-químicos da água para o Manguezal.

Kling (2005) discute muito bem as limitações do Método Battelle quando coloca que, apesar da vantagem da explicitação das bases de cálculo, a identificação das interações entre os impactos é falha, podendo levar a dupla contagem, além das dificuldades inerentes ao estabelecimento da ponderação dos parâmetros. A autora também aponta a questionável aplicação de funções aos parâmetros de natureza social e cultural já que seus comportamentos são de difícil determinação. Entretanto, Kling (*op. cit.*) apresenta como uma das principais

vantagens do Método Battelle a efetiva capacidade de valoração e avaliação dos impactos, tornando o método bastante objetivo para fins de comparação de alternativas.

A proposta de adaptação do Método Battelle baseou-se no argumento levantado por Romero e Silva (2000) que de acordo com um consenso entre especialistas em estudos de avaliação de impactos ambientais, a aplicação desse método não deve envolver um conjunto maior do que 20 parâmetros, além do qual os resultados ficariam comprometidos pela complexidade e demora prática. Desse modo, propusemos uma adaptação ao Método Battelle para incluir apenas os 20 impactos previstos no EIA para a Estrada Principal de Acesso (tabela 6).

A obtenção da UIA através do Método Battelle (adaptado) para os impactos da Estrada de Acesso ocorreu apenas para o impacto Alteração da qualidade da água, pois para esse impacto havia dados coletados em escala temporal, possibilitando a comparação no decorrer de 1 ano.

Sendo assim, os resultados da aplicação do Método Battelle original foram corroborados pelos resultados da aplicação do Método Battelle adaptado, que também previu melhores condições ambientais para as águas do Manguezal (UIA = 55,44/2007) do que para as águas do Rio Caceribu (UIA = 53,20/2007), lembrando que o valor de UIA para o ambiente com qualidade ambiental máxima seria 56.

Torna-se importante ressaltar que embora a estação Manguezal tenha apresentado melhor índice total de qualidade ambiental, pelo Método Battelle, é possível visualizar que esta estação apresenta mais parâmetros fora dos limites estabelecidos do que a estação Rio Caceribu.

Os resultados obtidos com os dados de 2008 mostraram que no decorrer de 1 ano houve degradação ambiental tanto para as águas do Manguezal (UIA = 52,08/2008) quanto para as água do Rio Caceribu (UIA = 51,52/2008) antes mesmo da implantação da estrada, o que demonstra uma importante sensibilidade dessas áreas.

Podemos afirmar que a aplicação do Método Battelle como formulado por Dee *et al* (1972) apresenta a real dificuldade de se estabelecer os pesos e as funções de QA para os 78 parâmetros, visto que foi de mais fácil obtenção esses escalares para os parâmetros físico-químicos da água, cujos padrões de qualidade já existem na legislação específica. Por isso, a aplicação do Método Battelle adaptado parece ser uma boa alternativa para a obtenção de UIA de uma forma mais simples e concisa.

Ainda assim, ambas as formas de aplicação do Método Battelle corroboram com os apontamentos de Kling (2005) em relação à vantagem do Método ser interessante quanto a comparação de alternativas.

CONCLUSÃO

Vários autores concordam que não existe a indicação de um método ou grupo de métodos mais apropriado à avaliação de impactos ambientais para um dado empreendimento. Eles afirmam que cada projeto apresenta suas especificidades que vão desde a natureza, complexidade, localização, disponibilidade de recursos financeiros até a constituição do grupo de pessoas responsáveis pela elaboração do EIA e RIMA. Essas características irão nortear a escolha dos métodos, tendo-se, evidentemente, a obrigatoriedade de cumprimento das diretrizes gerais da legislação competente e do escopo básico para AIA.

As Listagens de Controle e as Matrizes de Interação são fundamentais no processo de avaliação de impactos ambientais, pois são capazes de fornecer informações confiáveis com base nos componentes básicos exigidos pela legislação ambiental. Entretanto alguns autores consideram tais métodos basicamente como mecanismos de identificação e classificação de impactos, sendo mais úteis nas primeiras etapas da avaliação.

Neste trabalho podemos perceber que as Listagens de Controle e as Matrizes de Interação reúnem informações essenciais sobre os impactos, que serviram de base para a aplicação dos Métodos quantitativos de ponderação (Battelle e Matriz Simplificada).

Os Métodos quantitativos de ponderação são capazes de fornecer índices numéricos de unidades de impacto ambiental que sintetizam as informações sobre os impactos e ajudam na visualização mais rápida de sua importância ou significância, o que pode ser útil na comparação de áreas ou de alternativas locais. Esses índices também contribuem para a compreensão da atuação das medidas mitigadoras propostas, verificando sua eficácia. Deste modo, acreditamos que os Métodos quantitativos de ponderação devem se somar a outros métodos como as Listagens de Controle e as Matrizes de Interação para auxiliar na transmissão dos resultados finais aos tomadores de decisão e ao público de interesse.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três considerações importantes se fazem necessárias a partir dos resultados obtidos neste trabalho, para que os métodos de avaliação de impactos, principalmente os de ponderação, possam contribuir efetivamente nos processos de gestão ambiental.

- ❖ Dados mais abrangentes e precisos dos aspectos ambientais devem ser fornecidos nos estudos de impacto para que possibilitem avaliações mais confiáveis e passíveis de acompanhamento. Neste trabalho, particularmente, tivemos dificuldades na aplicação do Método Battelle em escala temporal (anos de 2007 e 2008), visto que os dados presentes no EIA sobre Alteração da qualidade da água para o ano de 2007 estavam incompletos;
- ❖ Diminuição da subjetividade da ponderação de atributos e impactos na avaliação ambiental. A subjetividade é inerente a qualquer ação humana e como tal deverá se minimizada através de mecanismos disponíveis. Os métodos quantitativos de ponderação são precedidos de tais mecanismos, embora não tenham sido necessários ou possíveis sua utilização neste trabalho;
- ❖ Uma questão crucial na aplicação de determinados métodos quantitativos de ponderação, p. ex. Método Battelle, é a determinação de índices confiáveis de qualidade ambiental (QA). Para determinados aspectos como qualidade do ar ou qualidade da água já é possível encontrar padrões de referência na legislação. Entretanto, para os aspectos ecológicos e sociais esses índices são de difícil mensuração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira. ISO 14001. 2004. Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2ª edição, 27 páginas Disponível em: <http://www.smsengenharia.com.br/Artigos/ISO%2014001%20USO%20EM%20TREINAMENTO.pdf>. Acesso em: 25/03/2011.

AMOUZOU, Koffi Djima. **Financiamento da infra-estrutura rodoviária e desenvolvimento econômico regional: pistas para uma abordagem integrada da mobilização econômica.** 2006. 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia de transporte). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de transporte. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://teses.ufrj.br/COPPE_D/KoffiDjimaAmouzou.pdf. Acesso: 24/04/2011.

BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias.** Caderno Didático. Santa Rosa, 2004. Ano 8. 1ª ed. 68p. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/rodovias.pdf>. Acesso: 22/02/2011

BARBIERI, J. C. **Avaliação de Impacto Ambiental na Legislação Brasileira.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v 32, nº 2, p. 78-85, mai/abr 1995. Disponível em: http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75901995000200010.pdf. Acesso: 03/03/2011.

BARBOSA, T. A. de S. **Análise do estudo de impacto ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de otimização do processo de licenciamento ambiental utilizando uma matriz simplificada.** 2004. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. Disponível em: <http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0029625.pdf>. Acesso: 13/08/2010.

BASTOS, A. C. S; ALMEIDA, J. R. Licenciamento Ambiental Brasileiro no Contexto da Avaliação de Impactos Ambientais *in* CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (organizadores). **Avaliação e perícia ambiental.** 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia ambiental**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Pretenci Hall, 2005.

BECHARA, E. **Licenciamento e compensação ambiental na Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC)**. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASIL. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução ° 001, de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental Brasília, DF. DOU, p. 2548-2549. fev/1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>. Acesso: 25/11/2010.

BRASIL. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução ° 237, de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF, DOU n° 247, p. 30.841-30.843. dez/1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso: 25/11/2010.

BRASIL. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução ° 357, de 1997. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, DOU n° 53, p. 58-63. mar/2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso: 25/11/2010.

BRASIL. Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1991. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, ago/1991. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso: 25/11/2010.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Divisão de Desenvolvimento de Tecnologias Ambientais. **Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal – Demandas e Propostas. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**. Brasília: Ed. IBAMA, 2001. Disponível em:

http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/renima/download/publicacoes/SERIE_37.PDF. Acesso: 27/10/2010

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais - SEMAD. Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA). Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA). Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II. Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água. Minas Gerais: junho, 2005. Disponível em: http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/downloads/SCQA_final.pdf. Acesso: 27/10/2011.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A. Estudo de Impacto Ambiental – EIA: Estrada Principal de Acesso ao Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - COMPERJ. Rio de Janeiro, 2008.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA: Estrada Principal de Acesso ao Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - COMPERJ. Rio de Janeiro, 2008. Disponível: http://www.inea.rj.gov.br/fma/download_rima.asp Acesso: 11/11/2010.

COSTA, M. V; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. de. **Uso das técnicas de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará.** XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. UERJ, setembro de 2005. Disponível em: <http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/1904/17899/1/R0005-1.pdf>. Acesso: 10/11/2011.

DEE, N., BAKER, J., DROBNY, N., DUKE, K., WHITMAN, T. & FAHRINGER, P. 1972. **Environmental Evaluation System for Water Resource Planning.** Final Report. Columbus, Ohio: Battelle-Columbus Laboratories.

FAHRIG, L; RYTWINSKI, T. **Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis.** Ecology and society. V. 14, nº 1, art 21, 2009.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. **Roads and their major ecological effects.** Annu. Rev. Ecol. Syst. V. 29, p. 207-231, 1998. Disponível em: Acesso: 05/10/2010

FORMAN et al. Road ecology: science and solutions. Washington: Island Press, 2003. 481 p.
Disponível em:

http://books.google.com.br/books?id=As1yk7rRUhC&printsec=frontcover&dq=road+ecolog y&hl=ptBR&ei=7DgvTqXvAoP4gAf4vIS4AQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false Acesso: 9/02/2011.

KLING, A. S. M. **Aplicação do Método Battelle na avaliação do impacto ambiental na Bacia hidrográfica do rio Piabanha.** 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Fiocruz, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://bvssp.iciet.fiocruz.br/lildbi/docsonline/get.php?id=712>. Acesso: 14/08/2010.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S.G.W. **Impacts of roads and linear clearings on tropical forests.** Trends in Ecology & Evolution. Vol. 24, Issue 12, p. 659-669, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534709002067>. Acesso: 05/10/2010.

MELO, M. N. Mapeamento difuso no auxílio da redução dos impactos ambientais em uma usina hidrelétrica. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Energia). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia. Universidade Federal de Itajubá, MG. Disponível em: <http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0034985.pdf>. Acesso: 29/08/2011.

MELLO, L. P. O processo de solicitação e análise do RIMA junto aos órgão licenciadores. *In* VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. (Organizadores). **RIMA: relatório de impacto ambiental.** 5º Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental – instrumento de gestão.** Cadernos FUNDAP. São Paulo, 1989. Ano 9, nº 16, p. 54-63. Disponível em: <http://www.fundap.sp.gov.br/publicacoes/cadernos/cad16/Fundap16/AVALIACAO%20E%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20%20INSTRUMENTOS%20DE%20GESTAO%20.pdf>. Acesso: 09/11/2010.

OLIVEIRA, F. F. G.; MEDEIROS, W. D. A. Bases teórico-conceituais de métodos para avaliação de impactos ambientais em EIA/RIMA. Mercator – Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, CE, 2007. Ano 6, nº 11, p. 79 – 92. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/59>. Acesso: 15/03/2011.

OMENA, M. L. R. de A.; SANTOS, E. B. dos. **Análise da efetividade da Avaliação de Impactos Ambientais – AIA – da Rodovia SE 100/Sul-Sergipe**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Taubaté, São Paulo, 2008. v. 4, n. 1, 221-237. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/012008/comunicacao.pdf>. Acesso: 03/10/2010.

ROHDE, G. M. Estudos de impacto ambiental: a situação brasileira em 2000. In VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. (Organizadores). **RIMA: relatório de impacto ambiental**. 5º Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

ROMERO E SILVA, P. A. Contribuição para o estabelecimento de metodologia de à decisão em políticas públicas de saneamento. 2000. 192 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2000. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TG/413/a_capa.pdf. Acesso: 28/08/2011.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, A. M; TABARELLI, M. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. Brazilian Journal of Biology. São Carlos, 2002. Vol. 62, nº 4. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842002000500020. Acesso: 05/10/2010.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=7iAo3uQJXyc&printsec=frontcover&dq=Brasil:+o+te>

[rrit%C3%B3rio+e&hl=ptBR&ei=YbHMTrmfC5GFtge8zpSeAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q=Brasil%3A%20o%20territ%C3%B3rio%20e&f=false](http://www.sistemacnt.org.br/informacoes/pesquisas/atlas/2006/index.htm) Acesso: 6/03/2011.

SHEPARD, D. B et al. **Roads as barriers to animal movement in fragmentad landscapes.** Animal Conservation. V. 11, p. 288-296, 2008.

SILVA, MAURICIO JOPPERT DA. **Estradas de rodagem e estradas de ferro no Brasil.** Conferência realizada na Escola Nacional de Engenharia. 1952
http://www.inea.rj.gov.br/fma/download_rima.asp. Acesso: 27/10/2011.

<http://www.inea.rj.gov.br/fma/licenciamento-apresentacao.asp>. Acesso: 26/01/2011.

<http://www.sistemacnt.org.br/informacoes/pesquisas/atlas/2006/index.htm>. Acesso: 29/07/2011.

http://urutau.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/rima/Plano_logistico_Estrada_de_ace_sso_ao_COMPERJ.pdf Acesso: 11/11/2010.

APÊNDICES

APÊNCIDE A – Classificação de magnitude para os impactos sem e com a aplicação das medidas mitigadoras.

IMPACTOS AMBIENTAIS	Classificação de magnitude	
	Sem medidas mitigadoras	Com medidas mitigadoras*
Fase de Planejamento		
Geração de expectativas	ALTA	MÉDIA
Alteração de uso do solo	BAIXA	BAIXA
Fase de Construção		
Ocorrência de processos erosivos com o risco de assoreamento de corpos hídricos	BAIXA	BAIXA
Modificação da micro-topografia do terreno	BAIXA	BAIXA
Aumento de ruídos e vibrações	MÉDIA	BAIXA
Alteração da qualidade do ar	MÉDIA	BAIXA
Alteração da qualidade da água	MÉDIA	AUSÊNCIA DE IMPACTO
Geração de resíduos e efluentes	BAIXA	AUSÊNCIA DE IMPACTO
Evasão da fauna	BAIXA	BAIXA
Riscos de acidentes com animais peçonhentos	BAIXA	BAIXA
Interferências sobre Unidades de Conservação	BAIXA	BAIXA
Aumento do tráfego rodoviário	MÉDIA	MÉDIA
Riscos de acidente rodoviário	MÉDIA	BAIXA
Transtornos nas comunidades vizinhas	ALTA	MÉDIA
Fase de Operação		
Alteração da qualidade do ar	MÉDIA	BAIXA
Alteração da qualidade da água	MÉDIA	AUSÊNCIA DE IMPACTO
Aumento de ruídos e vibrações	MÉDIA	BAIXA
Riscos de acidentes com materiais perigosos	MÉDIA	BAIXA

* Estimativa de magnitude realizada por dedução a partir da descrição das medidas recomendadas presentes no EIA.

APÊNDICE B – Método Battelle para Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

IMPACTOS AMBIENTAIS

240 ECOLOGIA	402 CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL	153 PAISAGEM	205 ASPECTOS DE INTERESSE HUMANO
140 Espécies e populações Terrestres: 14 Pastagens 14 Áreas agrícolas 14 Vegetação secundária 14 Espécies 14 Aves Aquáticas: 14 Pesca comercial 14 Vegetação natural 14 Pesca esportiva 14 Espécies 14 Aves 100 Habitats e comunidades Terrestres: 12 Cadeias alimentares 12 Uso do solo 12 Espécies raras e ameaçadas 14 Diversidade das espécies Aquáticas: 12 Cadeias alimentares 12 Espécies raras e ameaçadas 12 Diversidade das espécies 14 Características fluviais Ecosistema Mata Atlântica	318 Contaminação da água 20 Metais 25 DBO 31 Oxigênio dissolvido 18 Coliformes fecais 22 DQO 25 Nitrato 28 Fósforo total 16 Fenóis totais 18 pH 28 Sulfetos 28 Óleos e graxas 25 Sólidos totais dissolvidos 14 Substâncias tóxicas 20 Turbidez 52 Contaminação atmosférica 10 Dióxido de nitrogênio 5 Monóxido de carbono 12 Partículas totais 10 Dióxido de enxofre 5 Ozônio 5 Hidrocarbonetos (não metano) 5 Outros 28 Contaminação do solo 14 Uso do solo 14 Erosão 4 Contaminação por ruído 4 Ruído	32 Geomorfologia 8 Planície aluvio-coluniar 8 Tabuleiros 8 Planície fluvio-marinha 8 Planície aluvio-coluniar 5 Ar 3 Odor e visibilidade 2 Sons 52 Hidrografia 13 Enquadramento 13 Rios 13 Manguezal 13 Aquíferos 10 Hidrologia 5 escoamento superficial 5 Drenagem 24 Biota 10 Diversidade da ictiofauna 9 Diversidade de tipos de vegetação 5 Animais selvagens 30 Unidades de conservação 7 APA de Guapimirim 7 APA Municipal de Guapi-Guapiaçu 16 Estação Ecológica da Guanabara	48 Valores educacionais e científicos 13 Arqueológico 13 Ecológico 11 Geológico 11 Hidrológico 55 Valores históricos 11 Arquitetura 11 Turismo religioso 11 Produto interno bruto 11 Índice de qualidade 11 Ciclos econômicos 28 Atividades tradicionais 14 Pesca 14 Produção artesanal 37 Desenvolvimento humano 11 Índice de desenv. Humano 11 Educação 4 Longevidade 11 Renda 37 Padrões de vida 13 Oportunidade de emprego 13 Habitações 11 Interações sociais

APÊNCIDE C – Índices de QA dos parâmetros escolhidos para aplicação do Método Battelle. Dados do monitoramento de 2008 realizado pela BfU do Brasil Serviços Ambientais Ltda. Fonte: EIA Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

2008 – Rio Caceribu (Água doce de Classe 2)			
Parâmetro	Valor	Padrão CONAMA 357/2005	QA*
Metais			1
DBO	< 2,0 mg/LO ₂	5 mg/LO ₂	1
Oxigênio dissolvido	5,9 mg/L	> 5 mg/L	1
Coliformes fecais	16000 NMP/100 mL	1000 NMP/100 mL	0,07**
DQO	< 2,0 mg/LO ₂	Não estabelecido	1
Nitrogênio amoniacal	0,8 mg/L	2 mg/L para 7,5 <pH ≤ 8,0	1
Fósforo total	0,1 mg/L	0,050 mg/L	0,50
Fenóis totais	0,002 mg/L	0,003 mg/L	1
pH	7,84	6,0 a 9,0	1
Sulfetos (como H ₂ S)	0,015 mg/L	0,002 mg/L	1
Óleos e graxas	1 mg/L	Virtualmente ausentes	1
Sólidos totais dissolvidos	65 mg/L	500 mg/L	1
Substâncias tóxicas	< limite máx.		1
Turbidez	16,5 UNT	100 UNT	1

2008 – Manguezal (Água salobra de Classe 2)			
Parâmetro	Valor	Padrão CONAMA 357/2005	QA*
Metais			0,89
DBO	< 2,0 mg/LO ₂	Não estabelecido	1
Oxigênio dissolvido	3,06 mg/L	> 4 mg/L	0,84
Coliformes fecais	16000 NMP/100 mL	2500 NMP/100 mL	0,07**
DQO	< 2,0 mg/LO ₂	Não estabelecido	1
Nitrogênio amoniacal	0,86 mg/L	0,70 mg/L	0,94
Fósforo total	0,1 mg/L	0,186 mg/L	1
Fenóis totais	0,002 mg/L	0,003 mg/L	1
pH	7,28	6,5 a 8,5	1
Sulfetos (como H ₂ S)	0,034 mg/L	0,002 mg/L	0,97
Óleos e graxas	1 mg/L	Virtualmente ausentes	1
Sólidos totais dissolvidos	98 mg/L	Não estabelecido	1
Substâncias tóxicas	< limite máx.		1
Turbidez	33,2 UNT	Não estabelecido	1

* Apêndice F

** QA= 98,24034 – 34,7145 x (log (CF) + 2, 614267 x (log (CF))² + 0, 107821 x (log (CF)) Fonte: SCQA, 2005

APÊNDICE D – Índices de qualidade ambiental (QA) para os metais de acordo com os dados do monitoramento de 2008 realizado pela BfU do Brasil Serviços Ambientais Ltda. Fonte: EIA Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ

Rio Caceribu – Água doce Classe 2

Metais	Valor (mg/L)	QA*
Arsênio	< limite máx.	1
Bário	< limite máx.	1
Berílio	< limite máx.	1
Boro	< limite máx.	1
Cádmio	< limite máx.	1
Cálcio	< limite máx.	1
Chumbo	< limite máx.	1
Cobalto	< limite máx.	1
Cobre	< limite máx.	1
Cromo	< limite máx.	1
Estanho	< limite máx.	1
Ferro	< limite máx.	1
Lítio	< limite máx.	1
Manganês	0,207	0,94
Mercúrio	< limite máx.	1
Níquel	< limite máx.	1
Prata	< limite máx.	1
Selênio	< limite máx.	1
Vanádio	< limite máx.	1
Zinco	< limite máx.	1
Alumínio dissolvido	0,068	1
Cobre dissolvido	< 0,002	1
Ferro dissolvido	0,279	1
TOTAL		1

Manguezal – Água salobra Classe

Metais	Valor (mg/L)	QA*
Arsênio	< limite máx.	1
Bário	< limite máx.	1
Berílio	< limite máx.	1
Boro	< limite máx.	1
Cádmio	< limite máx.	1
Cálcio	< limite máx.	1
Chumbo	< limite máx.	1
Cobalto	< limite máx.	1
Cobre	< limite máx.	1
Cromo	< limite máx.	1
Estanho	< limite máx.	1
Ferro	< limite máx.	1
Lítio	< limite máx.	1
Manganês	0,192	0,94
Mercúrio	< limite máx.	1
Níquel	< limite máx.	1
Prata	< limite máx.	1
Selênio	< limite máx.	1
Vanádio	< limite máx.	1
Zinco	< limite máx.	1
Alumínio dissolvido	1,952	0
Cobre dissolvido	0,024	0
Ferro dissolvido	2,415	0,54
TOTAL		0,89

* Apêndice F

Padrões Res. CONAMA 357/2005 Água doce classe 2

Manganês – valor máximo 0,1 mg/L

Alumínio – valor máximo 0, 1 mg/L

Cobre – valor máximo 0,009 mg/L

Ferro – valor máximo 0,3 mg/L

Padrões Res. CONAMA 357/2005 Água salobra classe 2

Manganês – valor máximo 0,1 mg/L

Alumínio – valor máximo 0, 1 mg/L

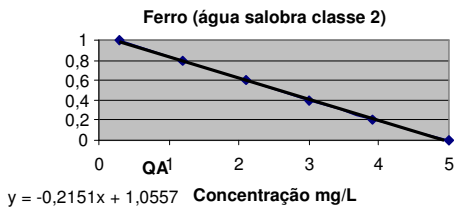
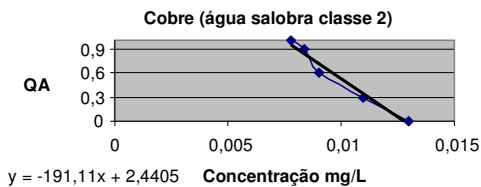
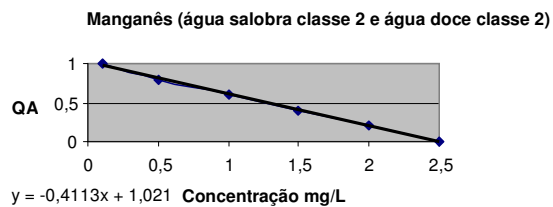
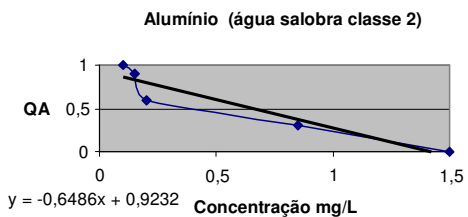
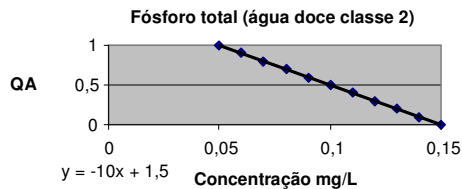
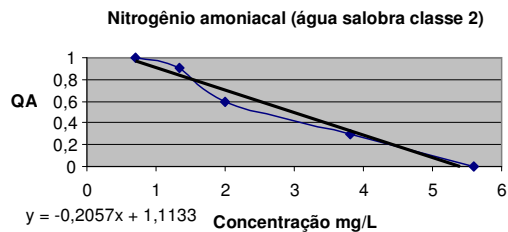
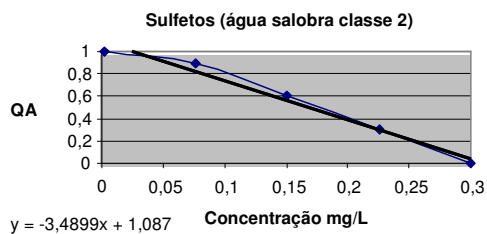
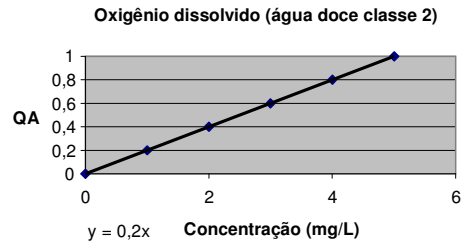
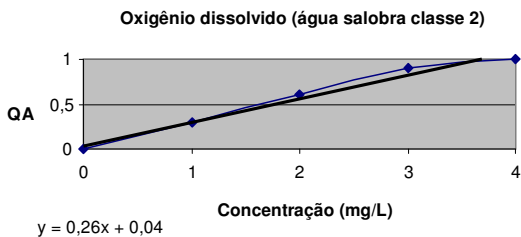
Cobre – valor máximo 0,0078 mg/L

Ferro – valor máximo 0,3 mg/L

APÊNDICE E – Ponderação dos atributos selecionados para avaliação de impactos da Estrada Principal de Acesso ao COMPERJ.

ATRIBUTOS	PONDERAÇÃO
Importância	Pequena - 1 Média - 2 Grande - 3
Magnitude	Baixa - 1 Média - 2 Alta - 3
Abrangência	Local - 1 Regional - 2
Duração	Temporária - 1 Permanente - 2
Reversibilidade	Reversível - 1 Irreversível - 2
Cumulatividade	Não - 1 Sim - 2
Sinergia	Não - 1 Sim - 2
Eficácia das medidas mitigadoras	Plenamente mitigável - 1 Parcialmente mitigável - 2 Não mitigável - 3

APÊNDICE F – Funções de valores de QA para os parâmetros de qualidade da água selecionados para aplicação do Método Battelle.



ANEXOS

ANEXO A - Matriz de classificação de impactos ambientais da Estrada de acesso ao COMPERJ. Fonte: EIA Estrada Principal de acesso ao COMPERJ.

IMPACTOS AMBIENTAIS	Natureza	Abrangência	Forma	Reversibilidade	Magnitude
Fase de Planejamento					
Geração de expectativas	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	ALTA
Alteração de uso do solo	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	IRREVERSÍVEL	BAIXA
Fase de Construção					
Ocorrência de processos erosivos com o risco de assoreamento de corpos hídricos	NEGATIVA	REGIONAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Modificação da micro-topografia do terreno	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Aumento de ruídos e vibrações	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Alteração da qualidade do ar	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Alteração da qualidade da água	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Geração de resíduos e efluentes	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Evasão da fauna	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Riscos de acidentes com animais peçonhentos	NEGATIVA	LOCAL	INDIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Interferências sobre Unidades de Conservação	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Aumento do tráfego rodoviário	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Riscos de acidente rodoviário	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Transtornos nas comunidades vizinhas	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	ALTA
Arrecadação tributária	POSITIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	BAIXA
Geração de empregos	POSITIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Fase de Operação					
Alteração da qualidade do ar	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Alteração da qualidade da água	NEGATIVA	LOCAL	INDIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Aumento de ruídos e vibrações	NEGATIVA	LOCAL	DIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA
Riscos de acidentes com materiais perigosos	NEGATIVA	REGIONAL	INDIRETA	REVERSÍVEL	MÉDIA

ANEXO B – Escala de pesos atribuídos à combinação dos atributos para aplicação da Matriz Simplificada. Fonte: Barbosa 2004.

PESOS	COMBINAÇÃO DE ATRIBUTOS
0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação do empreendimento.
1	local/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
2	local/direto-indireto/reversível/magnitude média
3	local/direto-indireto/reversível/magnitude alta
4	regional/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
5	regional/direto-indireto/reversível/magnitude média
6	regional/direto-indireto/reversível/magnitude alta
7	local/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
8	local/direto-indireto/irreversível/magnitude média
9	local/direto-indireto/irreversível/magnitude alta
10	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
11	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude média
12	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude alta

ANEXO C – Parâmetros físico-químicos apresentados no EIA da Estrada de Acesso ao COMPERJ para dois corpos d’água na área de influência direta do projeto.

Rio Caceribu - Água doce de classe 2					
Parâmetro	Padrão CONAMA 357/2005	Valor em 2007	QA*	Valor em 2008	QA*
pH	6,0 a 9,0	7,9	1	7,84	1,00
Oxigênio dissolvido	> 5 mg/L	4,3	0,86	5,9	1
Amônia	3,7 mg/L para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0	0,004	1	0,8	1
Nitrito	1, 0 mg/L	0,007	1	0,215	1
Nitrato	10, 0 mg/L	1,89	1	7,12	1
Fosfato	0,050 mg/L	0,068	0,82	0,1	0,50
MÉDIA de QA			0,95		0,92

Manguezal - Água salobra de classe 2					
Parâmetro	Padrão CONAMA 357/2005	Valor em 2007	QA*	Valor em 2008	QA*
pH	6,5 a 8,5	7,95	1	7,28	1
Oxigênio dissolvido	> 4 mg/L	3,8	1	3,06	0,84
Amônia	3,7 mg/L para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0	0,009	1	0,86	0,94
Nitrito	0,20 mg/L	0,013	1	0,111	1
Nitrato	0,70 mg/L	0,97	0,91	1,54	0,80
Fosfato	0,186 mg/L	0,055	1	0,1	1
MÉDIA de QA			0,99		0,93

* Índices obtidos a partir das funções de valores – Apêndice F