UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

LORETHA ALMEIDA DO NASCIMENTO

Subsídios para o desenvolvimento de um Sistema de Informações Ambientais aplicado ao licenciamento ambiental no Estado de São Paulo.

São Carlos
2012

LORETHA ALMEIDA DO NASCIMENTO

Subsídios para o desenvolvimento de um Sistema de Informações Ambientais aplicado ao licenciamento ambiental no Estado de São Paulo.

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Montaño

São Carlos

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

N244s

Nascimento, Loretha Almeida do.
Subsídios para o desenvolvimento de um sistema de informações ambientais aplicado ao licenciamento ambiental no estado de São Paulo. / Loretha Almeida do Nascimento ; orientador Marcelo Montaño. -- São Carlos, 2012.

Dissertação – Mestrado (Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia Ambiental)-- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

1. Sistema de informação ambiental. 2. Geotecnologias. 3. Licenciamento ambiental. 4. Avaliação de impactos ambientais. 5. Gestão da informação. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Licenciada e Bacharel **LORETHA ALMEIDA DO NASCIMENTO.**

Título da dissertação: "Subsídios para o desenvolvimento de um Sistema de Informações Ambientais aplicado ao licenciamento ambiental no Estado de São Saulo".

Data da defesa: 14/08/2012

Comissão Julgadora:	**Resultado:**
Prof. Dr. **Marcelo Montaño (Orientador)** (Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)	Aprovado
Prof. Dr. **Evandro Mateus Moretto** (Escola de Artes, Ciências e Humanidades/USP)	Aprovado
Prof. Dr. **José Francisco do Prado Filho** (Universidade Federal de Ouro Preto/UFOP)	Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:
Prof. Dr. **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcelo Montaño pela orientação, dedicação, paciência, confiança e pela parceria que levarei comigo para toda vida. Obrigada por me ajudar a trilhar e concluir mais esta etapa na minha vida profissional, você foi peça fundamental nesta conquista.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo financiamento, o que tornou viável o desenvolvimento da presente pesquisa. Agradeço ainda ao Comitê Científico desta instituição, pelas análises técnicas realizadas ao longo da pesquisa as quais contribuíram fortemente para a qualidade dos resultados obtidos.

À minha família, em especial aos meus pais, João e Elza, responsáveis pela minha base pessoal e são meus exemplos de vida, de amor incondicional, companheirismo e dedicação integral aos filhos. Sem vocês ao meu lado seria muito difícil concluir essa jornada.

Ao Daniel pela compreensão, incentivo e paciência nos momentos difíceis da pesquisa e, principalmente, pelo carinho e amor a mim dedicados ao longo desses anos de relacionamento.

Aos meus amigos, em especial à Giovana, Priscila, Jéssica, Érica e Mariana, que estiveram sempre ao meu lado, nos bons e maus momentos, sempre me ajudando, incentivando e torcendo positivamente para que tudo desse certo.

Às empresas de consultoria e aos técnicos do órgão ambiental que participaram das entrevistas, compartilhando a própria experiência profissional e percepções, contribuindo assim, com questões importantíssimas e fundamentais para a pesquisa.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação pelos inúmeros auxílios prestados.

RESUMO

NASCIMENTO, L. A. (2012). **Subsídios para o desenvolvimento de um Sistema de Informações Ambientais aplicado ao licenciamento ambiental no Estado de São Paulo**. 124f**.** Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O licenciamento ambiental é um instrumento da política ambiental de caráter preventivo de proteção ao meio ambiente, estruturado em torno de procedimentos administrativos que tratam da localização, instalação, ampliação, alteração e operação de empreendimentos ou atividades que utilizam os recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou que possam causar degradação ambiental. A avaliação de impactos ambientais (AIA) está acoplada a este procedimento, analisando a viabilidade ambiental de projetos e fundamentando uma decisão a respeito da implantação de atividades. Para tanto, verifica-se a necessidade de uma quantidade relativamente extensa de dados que permitam a elaboração de um diagnóstico ambiental, para fins de análise dos impactos associados ao empreendimento em questão. Sistemas de Informações ambientais (SIA) são ferramentas que possuem um grande potencial para receber, analisar e gerar informações que subsidiem as distintas etapas do licenciamento ambiental. Nesse contexto, a presente pesquisa de Mestrado procurou verificar a aplicabilidade de um SIA como ferramenta de auxilio à tomada de decisão e ao gerenciamento das atividades associadas ao licenciamento ambiental no estado de São Paulo. Por meio do estudo do processo de licenciamento e AIA implementado no estado, entrevistas com potenciais usuários e levantamento bibliográfico foram estabelecidos os requisitos necessários e demandas a serem supridas pelo sistema, bem como quais seriam os potenciais benefícios do uso desta ferramenta, que orientaram o desenvolvimento de um protótipo. A pesquisa traz a discussão de aspectos críticos que envolvem o foco do trabalho: o gerenciamento da informação no licenciamento, a participação do usuário ao longo do processo de desenvolvimento do sistema, a integração de geotecnologias e, por fim, o levantamento de outros pontos fundamentais a serem considerados ao longo do desenvolvimento e implementação de um SIA voltado para o licenciamento.

PALAVRAS-CHAVE: sistema de informação ambiental, geotecnologias, licenciamento ambiental, avaliação de impactos ambientais, gestão da informação.

ABSTRACT

NASCIMENTO, L. A. (2012). **Subsidies for the development of an Environmental Information System applied to the environmental licensing in São Paulo State**. 124 p**.** MSc Dissertation - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Environmental licensing is a policy's instrument which prevents a protection of the environment. It analyzes the location, installation, expansion, modification and operation of projects or activities that use environmental resources and that may effectively or potentially cause pollution or environmental degradation. The environmental impact assessment is associated with this procedure, analyzing the environmental acceptability applied to projects and serving as a basis to the decision-making process. An extensive database is necessary to develop an environmental diagnostic and analyze the impacts of the projects. Environmental Information Systems are tools with great potential to receive, analyze, generate and disseminate information to support the steps in the licensing process. In this context, this dissertation verifies the applicability of SIA as a tool to support decision-making and management activities related to licensing in the Sao Paulo State. By means of the study of the licensing process and EIA implemented in the state, interviews with potential users and the literature on the subject requirements and demands were established to be supplied by the system. The potential benefits of using this tool, which would guide the development of a prototype were also analyzed. The research raises the discussion of critical issues: management of information in licensing, user's participation throughout the system development process, integration of geotechnologies and other key questions to be considered during the development and implementation of an EIS to environmental licensing.

KEYWORDS: environmental information system, GIS, environmental impact assessment, environmental licensing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Usos do SIG nas diferentes etapas de AIA. 33
Tabela 2. Outros sistemas de informação que foram estudados 42
Tabela 3. Problemas recorrentes levantados durante as reuniões. 47
Tabela 4. Lista das informações a serem fornecidas na análise específica.. 62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas gerais do processo de Avaliação de Impactos Ambientais 15
Figura 2. Etapas gerais do processo de licenciamento ambiental. 24
Figura 3. Funcionalidades dos sistemas de informação geográfica..... 26
Figura 4. Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica. 27
Figura 5. Esquema da estrutura de um sistema de banco de dados. 28
Figura 6. Esquema da metodologia e suas respectivas fases. 41
Figura 7. Esquema simplificado do processo de licenciamento e o SIA. 45
Figura 8. Módulos que constituem o protótipo e as funções..... 52
Figura 9. Visão geral da estrutura do módulo de acesso..... 53
Figura 10. Esquema do uso do SIA em diferentes etapas do processo de licenciamento. .. 66
Figura 11. Auxílio que as informações geográficas trarão..... 67
Figura 12. Dificuldades em se obter resultados nas consultas. 68
Figura 13. Viabilidade de se implantar na rotina de trabalho um SIA. 68
Figura 14. Os benefícios que o uso de um sistema traria ao licenciamento. 69
Figura 15. Relevância das funções apresentadas s.. 69
Figura 16. Importância da disponiblização das informações para a sociedade em geral..... 70
Figura 17. Uso dos entrevistados em relação às geotecnologias integradas ao protótipo. .. 70
Figura 18. Conhecimento dos entrevistados quanto às geotecnologias. 71

LISTA DE SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

BD – Banco de Dados

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IF – Instituto Florestal

Imasul – Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul

LP – Licença Prévia

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

RAP – Relatório Ambiental Preliminar

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de dados

SI – Sistema de Informação

SIA – Sistema de Informação Ambiental

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SMA – Secretaria de Meio Ambiente

VB – Visual Basic

UC – Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

2. OBJETIVOS 13

2.1 Objetivo Geral 13

2.2 Objetivos específicos 13

3. REFERENCIAL TEÓRICO 14

3.1 Avaliação de impacto ambiental: potencialidades e limitações atuais 14

3.2 AIA e o Licenciamento Ambiental no Brasil: aspectos legais e institucionais 19

3.2.1 Licenciamento e AIA no Estado de São Paulo: perspectivas atuais *22*

3.3 Aspectos gerais dos Sistemas de Informação Geográfica 25

3.3.1 Elementos do gerenciamento de informações *27*

3.3.2 Novas Plataformas para o uso das Geotecnologias *29*

3.4 Uso dos SIG e Sistemas de Suporte à Decisão em AIA e no Licenciamento 30

3.5 Sistemas de Informação Ambiental 34

4. METODOLOGIA 37

4.1 Primeira visão 37

4.2 Reconhecimento do Ambiente 37

4.3 Projeto Lógico 38

4.4 Projeto Físico 39

4.5 Projeto de Implantação 39

4.6 Aplicações em escala-piloto e o Feedback dos usuários 40

5. RESULTADOS 42

5.1 Levantamento dos Requisitos do Sistema 42

5.1.1 Reuniões com especialistas *45*

5.2 Apresentação do Protótipo Desenvolvido 51

5.2.1 Banco de Dados *51*

5.2.2 Interfaces do SIA *52*

5.2.3 Módulo de Acesso *53*

5.2.3.1 Visão Geral do Módulo de Acesso 53

5.2.3.2 Divisão do módulo de acesso 54

5.2.4 Módulos de Análise *59*

5.2.4.1 Consultas Básicas 60

5.2.4.2 Análise Geográfica 61

5.2.5 Módulo de Divulgação *64*

5.2.5.1 A Interface de WebSIG 65

5.2.5.2 Cadastro de Acompanhamento 65

5.2.6 O modelo de SIA inserido no Processo de Licenciamento *65*
5.3 Avaliação dos usuários a respeito do modelo proposto 67

6. DISCUSSÃO 73

6.1 Gerenciamento da informação ambiental durante o licenciamento. 73
6.2 Participação do usuário ao longo do processo de desenvolvimento do SIA 77
6.3 A utilização da técnica de prototipagem para interação com o usuário 81
6.4 O uso de geotecnologias como forma de contribuir para o sistema de informação 83
6.5 Desafios para implementação de um sistema de informação para o Licenciamento 88

7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS 91

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94

APÊNDICE – A. Questionário utilizado nas reuniões com os usuários **.....108**
APÊNDICE – B. Telas de acesso do protótipo desenvolvido **.....111**

1. INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos de planejamento e gestão da política ambiental, conforme preconiza a Lei nº 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Possui como finalidade a verificação da viabilidade ambiental dos empreendimentos e atividades, com determinação de medidas de mitigação e compensação de impactos ambientais. Em se tratando de atividades efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação ao meio ambiente, a legislação brasileira preconiza a aplicação da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) como elemento de suporte ao processo de tomada de decisão. Trata-se de um instrumento amplamente adotado em todo o mundo que permite avaliar os efeitos ambientais dos projetos de uma forma abrangente e sistemática, auxiliado pela participação do público (PÖLÖNEN et al., 2011).

Dentre os papéis fundamentais dos órgãos ambientais encontra-se a gestão do processo de AIA, que inclui a aplicação de requisitos legais para avaliar as propostas, com definição e implementação de procedimentos para orientar as operações (SÁNCHEZ E SAUNDERS-MORRISON, 2011). Os estudos ambientais exigidos durante as fases do licenciamento são de extrema importância para a tomada de decisão que considere a conservação e uso sustentável do meio ambiente. A qualidade de um estudo de impacto ambiental tem consequências para o processo de tomada de decisão e é um dos fatores fundamentais que contribuem para uma AIA eficaz (PÖLÖNEN et al., 2011).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um requisito obrigatório para a obtenção da licença no caso de empreendimentos que afetam significativamente o meio ambiente. No Brasil, os estudos ligados à avaliação da qualidade dos EIAs elaborados têm apontado uma série de deficiências associadas à qualidade da informação. Um estudo realizado pelo Ministério Público Federal (MPF, 2004), que avaliou a qualidade de 80 EIAs relacionados a empreendimentos submetidos a licenciamento federal, ou que implicaram, por razões diversas, o envolvimento do MPF, apontou a baixa qualidade dos diagnósticos ambientais (inclusive em relação a aspectos metodológicos) como origem das falhas mais frequentes ou mais graves.

A carência de informação dificulta a verificação da viabilidade ambiental de empreendimentos e atividades, como também, a avaliação dos impactos das alternativas locacionais. Além disso, dificulta a ponderação dos programas de compensação propostos diante dos impactos causados, ou mesmo se os benefícios trazidos pela implantação do empreendimento superam esses impactos (BONESI, 2011). No estudo realizado por Mazzolli et al. (2008), foi verificado que em muitos casos os diagnósticos ambientais apresentam informações insuficientes, o que pode resultar em uma série de efeitos indesejados no contexto da AIA, como atrasos na análise de viabilidade ambiental e até

prejuízos para a definição de medidas adequadas de mitigação e recuperação dos impactos causados, podendo colocar em risco aspectos ambientais diretos ou indiretamente afetados pelos empreendimentos.

Como apontado por Pölönen et al. (2011), a adoção da AIA em muitos países ampliou a base de conhecimento para a tomada de decisão ambiental e aumentou as possibilidades de participação do público nas fases iniciais de planejamento. Isto tem claramente favorecido as condições instrumentais para uma alta qualidade na decisão tomada, reforçando o potencial apresentado pela AIA. O licenciamento ambiental, instrumento que ampara a aplicação da AIA, é um instrumento de política interativa, comunicativa e facilita a participação direta, oferecendo diferentes maneiras e formas de participação aos grupos interessados ao longo de suas diferentes etapas (SAIRINEN, 2000).

Para a efetivação desta potencialidade, é importante que os diferentes grupos de interesse encontrem condições equilibradas para avaliar os pontos controversos em uma proposta de empreendimento e consubstanciar as opiniões e manifestações que serão apresentadas. Nesse sentido, o acesso à informação (já reconhecido como um direito de toda a sociedade) é considerado imprescindível no campo da AIA.

Em uma análise crítica das práticas de avaliação de impactos ambientais do Brasil, Glasson e Salvador (2000) e Salvador (2001) destacam a necessidade de reunir esforços para incrementar as bases de registros, informações e dados ambientais e difundi-los amplamente. Para tanto, sugerem a criação de um banco de dados e uma rede nacional de informações ambientais, que subsidiariam as ações em gestão do meio ambiente, incluindo a AIA.

Os Sistemas de Informação (SI) são ferramentas para a gravação, armazenamento, processamento e disseminação de informações destinadas a apoiar os grupos de pessoas (CHECKLAND; HOLWELL, 1999). Um SI pode ser utilizado para várias finalidades, como por exemplo, a gestão de dados e comunicação, podendo servir como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão em diferentes escalas. Em um único SI é possível integrar distintas tecnologias computacionais, incluindo análises de dados geográficos, sistemas de apoio à decisão, modelos de simulação, entre outros.

No campo do desenvolvimento dos Sistemas de Informação aplicados a análises ambientais, verifica-se uma estreita afinidade com a utilização de dados geográficos, que atuam como mediadores visuais do conhecimento espacial e fornecem condições eficazes para a análise espacial e temporal dos impactos ambientais (GONZÁLEZ et al., 2011), proporcionando a identificação da variabilidade espacial e/ou temporal dos impactos (PATIL et al., 2002) e fornecendo evidências espaciais para a avaliação em processos de tomada

de decisão (GONZÁLEZ, 2010). Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são, portanto, cada vez mais utilizados como elementos de apoio à tomada de decisões, tornando-se atualmente uma ferramenta imprescindível no campo da AIA.

De acordo com Cockerill et al. (2004), os sistemas de informações multi-tarefa (que acoplam diferentes ferramentas, com os SIGs, Sistemas de Suporte à Decisão, Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados, etc.) vêm sendo reconhecidos, no campo ambiental, como adequados para informar a gestão ambiental e processos políticos. No campo da gestão do conhecimento em processos de AIA, o desenvolvimento de Sistemas de Informações Ambientais é apontado como necessário para assegurar a efetividade das avaliações de impacto (SÁNCHEZ; MORRISON-SAUNDERS, 2011).

Nesse contexto, valendo-se do desenvolvimento de um protótipo, a presente pesquisa de Mestrado procurou verificar a aplicabilidade de um sistema de informações ambientais como ferramenta de auxilio à tomada de decisão no licenciamento ambiental e avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo, fornecendo subsídios para o seu desenvolvimento em escala real.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar subsídios para o desenvolvimento de um Sistema de Informação Ambiental aplicado ao licenciamento ambiental no Estado de São Paulo. Nesse sentido, pretendeu-se averiguar sua potencialidade como ferramenta a ser empregada na análise técnica e gerenciamento das atividades no processo de avaliação de impacto ambiental e licenciamento ambiental conforme praticados no Estado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os requisitos estabelecidos para um sistema de licenciamento e AIA, a partir das diferentes perspectivas dos grupos que desempenham funções para o processo de AIA e licenciamento;
- Elaborar um modelo aplicado de Sistema de Informação Ambiental para verificar a viabilidade das funções levantadas, integração das geotecnologias propostas e obter a visão dos usuários-chave sobre o uso da ferramenta;
- Discutir a funcionalidade do protótipo desenvolvido, no contexto de sua aplicação no quadro geral de operação da AIA conforme implementado no Estado de São Paulo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item serão abordados temas pertinentes ao problema de pesquisa com o intuito de fornecer subsídios para melhor compreendê-lo, bem como apresentar as demais abordagens utilizadas para solucioná-lo.

3.1. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES ATUAIS

Avaliação de impacto ambiental (AIA) é uma exigência legal na maioria dos países do mundo, sendo utilizada principalmente para a análise de empreendimentos que podem afetar significativamente o meio ambiente. De acordo com Sánchez & Morrison-Saunders (2011), trata-se de uma importante ferramenta para o gerenciamento de usos humanos no ambiente através de um processo público e sistemático para a identificação e concepção de projetos de desenvolvimento ambientalmente sustentáveis.

A aplicação da avaliação de impacto internacionalmente é muito abrangente, podendo envolver, segundo a Associação Internacional de Avaliação de Impacto (IAIA, 2002), o desenvolvimento de projetos de sustentabilidade, avaliação tecnológica, avaliação de impacto na saúde, avaliação de impacto ecológico e na biodiversidade, sistemas de gerenciamento ambiental, avaliação de impacto fiscal econômico, avaliação de impacto demográfico, avaliação de impacto de gênero, avaliação de impacto social, auditoria ambiental, avaliação de risco, avaliação de políticas de venda e planejamento de desastres naturais. Como AIA é um instrumento universal, lições de uma jurisdição podem ser relevantes para melhorar a prática em outros lugares (WOOD, 1994).

A adoção da AIA proporcionou um aumento na quantidade de informação ambiental disponível para os cidadãos e reforçou as possibilidades de participação no ambiente de planejamento de um projeto em sua fase inicial (PÖLÖNEN et al., 2011). As etapas e procedimentos para realização da AIA no Brasil, de forma geral, seguem o mesmo processo consagrado na literatura. As jurisdições podem adaptar às suas realidades, pois possuem um aparato jurídico para tais modificações. No geral, as etapas mínimas de um processo de AIA estão apresentadas na Figura 1.

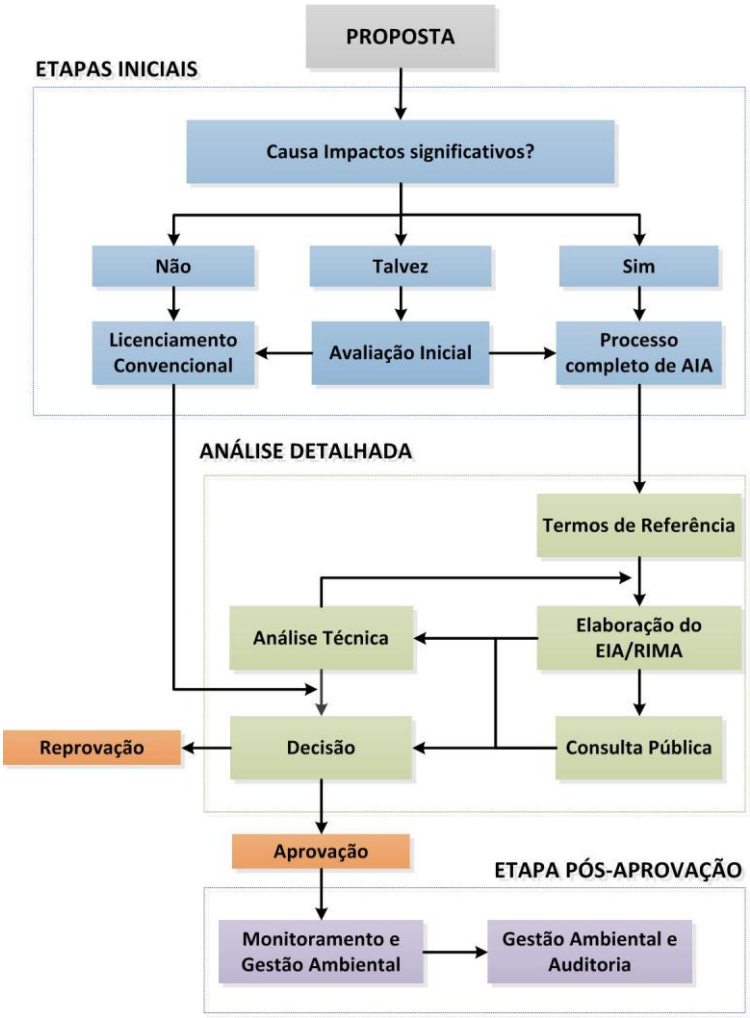

Figura 1. Etapas gerais do processo de Avaliação de Impactos Ambientais.
Fonte: adaptado de Sánchez (2008)

A IAIA (1999) define os objetivos da avaliação de impacto ambiental:

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

De acordo com Sánchez (1993), o debate sobre ônus e benefícios de projetos de desenvolvimento é atualmente mediado pela AIA, que desempenha um papel de instrumento de negociação entre atores sociais. Desta forma, o processo de AIA pode organizar o debate com os interessados, por meio da consulta pública, tendo os estudos produzidos durante o processo como fontes de informação e base para as negociações. O autor supracitado afirma que a AIA produz resultados eficazes quando desempenha quatro papéis complementares: (i) ajuda à decisão; (ii) ajuda à concepção de projetos; (iii) é um instrumento de negociação social; e (iv) é um instrumento de gestão ambiental.

Pölönen et al. (2011) acreditam no potencial deste instrumento e afirmam que um sistema de AIA eficaz fornece uma cobertura abrangente de informações a respeito dos projetos que possam ter efeitos adversos significativos sobre o ambiente, e completa que a AIA pode ser usada como um instrumento para reunir e manter o apoio das partes interessadas, visando a aceitabilidade de um projeto ou o processo legítimo de planejamento e tomada de decisão. Mas estes autores trazem à tona a hipótese de que a AIA ainda não foi usada para o seu pleno potencial e que, apesar dos desenvolvimentos recentes, ainda há espaço para melhorias no seguimento da legislação para alguns tipos de projetos.

No licenciamento ambiental é possível que em diferentes momentos deste processo realizem-se audiências públicas, de modo a contribuir para o aprimoramento do processo como um todo, pois é neste espaço que todas as partes interessadas estão reunidas e podem discutir a respeito de soluções aos conflitos gerados por um empreendimento, como também, poderão ser identificadas outras questões que não haviam sido levadas em conta anteriormente. De acordo com Sánchez (2008, p.425), tanto as empresas quanto as entidades públicas têm a ganhar ao envolverem o público no caso de projetos que possam causar impactos ambientais. No Brasil, a audiência pública realizada dentro do processo de licenciamento é o meio mais comum de participação, mas este mesmo autor (Sánchez, 2008, p. 416) aponta a existência de várias deficiências. Dentre as citadas, é indicado que a maior parte do público dispõe de pouquíssima informação, tanto sobre o projeto quanto dos impactos ambientais decorrentes da implantação do empreendimento.

Sem informação a sociedade é incapaz de prever como a própria vida será afetada com a implantação do empreendimento e, consequentemente, podem ser deixados de lado no processo de licenciamento alguns possíveis conflitos de interesse ou de valores, os quais poderiam contribuir com um processo decisório mais amplo e democrático. No caso do licenciamento ambiental, os diferentes atores envolvidos precisam de informação sobre o meio ambiente em diferentes momentos do processo. De forma geral, há necessidade de informações (i) o consultor/empreendedor ao elaborar os estudos ambientais exigidos; (ii) à

sociedade para poder participar de forma efetiva nas audiências públicas; e (iii) pelo órgão ambiental na hora da análise técnica e consequente tomada de decisão sobre a viabilidade ambiental de um empreendimento.

Conforme constatado por Canter (1996), a AIA é um procedimento empregado universalmente e já incorporado no processo decisório, tratando das legislações de muitos países. Contudo, Souza (2006) afirma que no Brasil a história não é bem assim uma vez que o conceito e a prática da AIA não podem ser considerados absorvidos e nem empregados com fluência. Segundo Sánchez (2008), a legislação federal brasileira aborda todos os elementos principais do processo de AIA, permitindo a sua aplicabilidade pelos órgãos estaduais. Entretanto, na visão deste autor, na legislação do Estado de São Paulo, por exemplo, apesar de maior detalhamento em alguns aspectos, há determinadas questões que geram discussões, a saber: a apresentação do Relatório Ambiental Preliminar (RAP) é, em alguns casos, suficiente para o licenciamento de alguns empreendimentos de potencial impacto ambiental; a falta de complementação da lista de empreendimentos prevista pelo artigo 2° da Resolução CONAMA 001/86 e a deficiência na etapa de monitoramento.

Situação similar, em relação à etapa pós-aprovação, foi apontada por Glasson et al. (1999) ao se referirem principalmente ao Reino Unido. Estes autores esclarecem que após a implantação dos projetos o acompanhamento é mínimo, e afirmam que essa etapa é provavelmente a mais fraca em muitos países. Sadler (1988)[1] *apud* Sánchez (2008) sintetiza tais preocupações: "*o paradoxo da avaliação de impacto ambiental, tal como praticada convencionalmente, é que relativamente pouca atenção é dada aos efeitos ambientais e sociais que realmente decorrem de um projeto ou à eficácia das medidas mitigadoras e de gestão que são adotadas*". Neste aspecto, Noble e Storey (2004) reforçam essa ideia concluindo que o que se deve realmente gerenciar são os impactos reais, e não apenas os previstos, por isso é que a fase de acompanhamento do processo de AIA é apontada com uma etapa crítica para seu sucesso.

Conforme Canter (2006), essa etapa é de grande importância no sentido de que seus efeitos sejam, de fato, obtidos, seria importante que ações de fiscalização fossem melhor estabelecidas. Sánchez (2008) afirma que se o objetivo é garantir a proteção e a melhoria da qualidade ambiental, a etapa de acompanhamento é crucial para que o processo de AIA desempenhe satisfatoriamente seus papéis. Segundo o autor, o acompanhamento tem como funções:

- *"Assegurar a implementação dos compromissos assumidos pelo empreendedor (descritos nos estudos ambientais e nas licenças ambientais).*

[1]SADLER, B. The evaluation of assessment: post-EIS research and process development.In: WATHERN, P. (Org.) *Environmental impact assessment: theory and practice.*London: Unwin Hyman, 1988. p. 129-142.

- *demonstrar o cumprimento desses compromissos e a consecução de certos objetivos e metas (como o atendimento aos requisitos legais).*
- *fornecer elementos para o aperfeiçoamento do processo de AIA, identificando problemas decorrentes das etapas anteriores."*

O início das avaliações de impacto ambiental no Brasil constituiu-se de documentos volumosos e repetitivos. Estes modelos centralizados da AIA de projetos específicos, na maioria das vezes, serviam como relatório que, se feito, aprovavam o empreendimento. São praticamente inexistentes, ou muito limitadas as interações em AIA e a agenda brasileira para um desenvolvimento sustentável. Os EIAs produzidos no Brasil se restringem exclusivamente ao controle de impactos diretos de projetos, sem serem usados como um instrumento efetivo para modificar o planejamento e as políticas (MANSUR, 2007). Para esta autora, outra limitação do EIA é que o mesmo não considera adequadamente impactos cumulativos, permitindo que pequenos empreendimentos sejam aprovados isoladamente com impactos ambientais individuais inexpressivos, mas se avaliados coletivamente, poderão exercer um impacto significante no meio ambiente.

A verificação da viabilidade ambiental de um empreendimento está calcada nas informações descritas nos estudos ambientais para a emissão da licença ambiental (TEXEIRA & CASTRO, 2003). Desta forma, evidencia-se a necessidade de uma preocupação maior relacionada à qualidade dos estudos ambientais, uma vez que, ao se cometer falhas na identificação dos riscos ambientais, também se causam falhas na indicação da melhor maneira de mitigar e recuperar impactos (BONESI, 2011). Este autor acrescenta que o desconhecimento do diagnóstico real da área tende a beneficiar o "mau" empreendedor, que justificado pela falta de tempo necessário para as pesquisas de campo, pode apresentar, por exemplo, dados que tendem a favorecê-lo, omitindo informações importantes.

A produção e a aplicação de conhecimentos sobre os impactos no meio ambiente são tarefas necessárias para reduzir as pressões sobre os ecossistemas. Portanto, a competência, o saber e o conhecimento técnico e científico são fundamentais para a gestão ambiental. Na sociedade da informação e do conhecimento, a pesquisa e o estudo têm o mérito de reduzir a margem de erro na tomada de decisão (FARINA, 2006).

É importante ressaltar que não há a pretensão de que um único SIA, conforme discutido nesta pesquisa, vá solucionar todos os problemas existentes no licenciamento ambiental do estado de São Paulo, e sabe-se que a falta de acesso, a gestão e a qualidade da informação ambiental são apenas mais outras deficiências a serem resolvidas. No entanto, ferramentas que auxiliem na resolução destes problemas devem ser propostas de

modo que os tomadores de decisão estejam amparados tecnicamente por informações ambientais de qualidade que subsidiem ações e medidas de proteção e conservação do meio ambiente. Nesta pesquisa são apresentados fortes indícios que um SIA contribuirá para o aprimoramento da AIA/Licenciamento Ambiental em distintas etapas, a saber: elaboração dos estudos, participação pública, acompanhamento e divulgação de informações do meio ambiente do Estado de São Paulo.

Além dos problemas no processo de AIA/Licenciamento que foram tratados até então, Sánchez (2008) expõe a existência de complicações, dentro do órgão licenciador, oriundas da ausência de um gerenciamento eficaz relacionado ao cumprimento e andamento das obrigações do empreendedor após a concessão das licenças ambientais. De acordo com o autor, a principal vantagem de organizar a implementação das medidas mitigadoras e, de um modo geral, dos compromissos da empresa e das condicionantes da licença ambiental em torno de um sistema de gestão, é que esse é um modo prático e facilmente reconhecível, tanto para o órgão ambiental quanto para o empreendedor, de traduzir os compromissos e as obrigações do proponente em um conjunto de tarefas passíveis de verificação e controle. Por isso, ao SIA apresentado nesta pesquisa, procurou-se incorporar, além de informações ambientais, funções de gerenciamento e monitoramento dos processos, facilitando ao órgão licenciador a tarefa de fiscalização e controle.

3.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL E O LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL: ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

A percepção de que os recursos naturais não são inesgotáveis vêm ocasionando uma crescente preocupação com o meio ambiente, passando este ter um peso importante no processo decisório (MORAES, 2004). A Conferência das Nações unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, no ano de 1972 foi um marco importante na discussão sobre poluição da água e do ar, do perigo do crescimento populacional indiscriminado e dos usos dos recursos naturais (SANTOS, 2004). Foi a partir daí que as organizações passaram a incorporar, com distintos graus de consistência da sua política, a variável ambiental no desenvolvimento e implantação de seus projetos (MORAES; SANTOS, 2004).

No Brasil, nesse período dava-se prioridade ao desenvolvimento sem muita preocupação com a finitude dos recursos naturais. Entretanto, era grande a pressão dos financiadores estrangeiros, que para financiar as grandes obras de infraestrutura, exigiam que se levasse em conta a variável ambiental por meio de estudos de impacto ambiental (SANCHEZ, 2008). Diante desse fato, o Brasil se inseriu oficialmente no contexto mundial em relação à intenção de conservação do meio ambiente com o advento da Política

Nacional do Meio Ambiente em 1981. Os Estudos de Impactos Ambientais passaram a ser elaborados a partir do final da década de 70, principalmente em projetos de construções de usinas hidrelétricas (SANTOS, 2004; ANDREAZZI & MILWARD-DE-ANDRADE, 1990).

A legislação ambiental brasileira nos últimos anos sofreu um avanço considerável. Há no território brasileiro um aparato normativo que demonstra a abundância da tutela jurídica do meio ambiente. Quanto a isso, o Brasil está subordinado à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), regulamentada, fiscalizada e executada pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que integra todas as ações e está estruturado por um:

- Órgão Superior (Conselho de Governo);
- Órgão Consultivo e Deliberativo (CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente);
- Órgão Central (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal);
- Órgão Executor (IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis);
- Autarquia em regime especial (ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade);
- Órgãos Seccionais (Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, as Fundações, etc);
- Órgãos Locais (Entidades ou Órgãos Municipais).

A PNMA expressa em seus princípios e objetivos as premissas do desenvolvimento sustentável e dispõe de 13 instrumentos para a implementação desses objetivos, os quais são divididos em instrumentos de ação e instrumentos de apoio. Cabe ressaltar que instrumentos de ação não apresentam viabilidade operacional sem a implementação de alguns dos instrumentos de apoio (SOUZA, 2000). Dois procedimentos importantes que representam as bases do estabelecimento dos “Custos de Poluir”, estão presentes na lista de instrumentos, sendo eles a avaliação de impacto ambiental (art. 9°, III) e o licenciamento de atividades poluidoras (art. 9°, IV) (DRUMONT, 2001 apud CUNHA & COELHO, 2003).

Os dois instrumentos citados são de ação, e segundo Mirra (2002), a AIA é indiscutivelmente, um dos instrumentos mais importantes na defesa do meio ambiente introduzidos no ordenamento jurídico brasileiro pela legislação ambiental. Sanchez (1998) em seu trabalho define AIA como um processo que visa subsidiar a tomada de decisão quanto a obras, atividades, políticas, planos ou programas que possam vir a causar impacto ambiental. Para Agrawal & Dikshit (2002) a AIA é um procedimento multidisciplinar, sistemático e muito bem documentado, onde se identifica, descreve e avalia os efeitos diretos e indiretos de um projeto ou uma atividade levando-se em conta diferentes fatores ambientais, tais como: solo, água, ar, clima, paisagem, herança cultural, flora, fauna e o

bem-estar humano, ajudando a desenvolver projetos ambientalmente amigáveis e procurando reduzir a degradação ambiental causada desenvolvimento dessas atividades.

No aspecto legal, a definição de impacto ambiental que é a preocupação básica da AIA está definida no art. 1° da Resolução n° 001/86 do CONAMA, a saber:

> "(...) considera-se impacto ambiental 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."

Essa mesma resolução traz em seu art. 2° uma lista com um rol de atividades e empreendimentos que devem se submeter a elaboração do EIA/RIMA durante o processo de licenciamento ambiental. Cabe ressaltar outras atividades que não estão incluídas na lista poderão ter que se sujeitar a produzirem um EIA/RIMA, caso verifique-se que as mesmas podem ser potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental.

A palavra "significativa" é subjetiva, mas não poderia ser ao contrário, uma vez que a importância atribuída pelas pessoas às alterações ambientais chamadas de impactos depende de sua percepção (SÁNCHEZ, 1998). Competirá ao órgão ambiental, a determinação desse conceito de "significativa" degradação ambiental para a exigência do EIA/RIMA nessas atividades que não se encontram na lista.

A Lei n° 6.938 (BRASIL, 1981), tal como alterada pela Lei n° 7.804 (BRASIL, 1989), remete ao órgão federal (IBAMA) a responsabilidade de atuar supletivamente quanto à falta do órgão estadual ou obrigatoriamente nos casos de atividades ou empreendimentos de significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional. Quanto à municipalidade, a Lei n° 6.938 (BRASIL, 1981) não discrimina a intervenção dos municípios neste tipo de licenciamento, onde diversos avocavam poderes expressivos nesta área, interferindo nos processos de licenciamento comandados pelo Estado ou mesmo pela União Federal, chegando a estabelecer regras próprias para o licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental compete:

- **Ao órgão federal:** o licenciamento de empreendimentos e atividades com significativo impactos ambiental de âmbito nacional ou regional.

- **Ao órgão ambiental estadual:** o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades localizados ou desenvolvidos em mais de um município ou em unidades de conservação de domínio estadual;
- **Ao órgão ambiental municipal**: o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

De acordo com a resolução CONAMA n° 237 (BRASIL, 1997), o processo de licenciamento ambiental é composto por três fases, a saber: licença prévia, licença de instalação e licença de operação. Estas fases estão descritas a seguir:

- **Licença Prévia (LP)** - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- **Licença de Instalação (LI)** - autoriza a instalação do empreendimento da atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;
- **Licença de Operação (LO)** - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinada para a operação.

As licenças ambientais poderão ser expedidas, isoladas ou sucessivamente, e renovadas de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade. Segundo o artigo 9º desta resolução, o CONAMA deverá definir, quando necessário, licenças ambientais específicas, observadas a natureza, características e peculiaridades do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação.

3.2.1 LICENCIAMENTO E AIA NO ESTADO DE SÃO PAULO: PERSPECTIVAS ATUAIS

Com o intuito de aumentar a eficiência e promover a integração entre os órgãos licenciadores, o sistema paulista de Licenciamento Ambiental passou por mudanças em sua estrutura de gerenciamento. A Lei Estadual nº 13.542, de 08 de maio de 2009 (SÃO PAULO, 2009), entrou em vigor unificando as atribuições de licenciamento ambiental e criou uma

nova CETESB, que passa a se chamar Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (artigo 1º da Lei 13.542). Este órgão passou a ter a competência do exercício integral do licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, na qualidade de órgão de execução, de forma harmônica com os demais sistemas comandados pela Secretaria do Meio Ambiente – SMA (artigo 2º da Lei 13.542). Espera-se que a unificação permita uma maior agilidade durante a análise dos fatores e dos impactos ambientais dos empreendimentos, tornando o licenciamento cada vez mais, uma importante ferramenta para a conservação ambiental.

Quanto ao processo de licenciamento, as principais modificações não estão nas exigências das licenças ambientais e sim nos procedimentos de licenciamento com vistas a simplificar, racionalizar, regionalizar e agilizar os mesmos. Cabe ressaltar que em consonância à estes objetivos decorrentes das modificações e reestruturação no órgão licenciador, a presente pesquisa buscou junto aos principais envolvidos no licenciamento, tanto de dentro do órgão ambiental quanto externos à ele, maneiras de aprimorar o processo de licenciamento a partir do uso de uma ferramenta computacional, que resolvesse alguns dos problemas enfrentados.

A unificação do licenciamento em um único órgão com certeza é um grande ganho ao licenciamento no Estado, entretanto, uma vez que a AIA envolve amplas questões que constituem o meio ambiente, frequentemente outras instituições (p.ex. Instituto Florestal, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Instituto de Pesquisas e Tecnológicas e entre outros) precisam se manifestar em um processo de licenciamento em relação às questões de suas competências. Um SIA gerenciado pelo órgão licenciador do Estado poderia ser tornar um facilitador provendo informações essenciais às análises e um meio de comunicação entre as instituições, agilizando o processo como um todo.

A Figura 2 esquematiza de uma forma simplificada os procedimentos e as etapas do licenciamento no Estado de São Paulo. A descrição sumária deste processo é apresentada a seguir:

1. O empreendedor pode entrar via Consulta Prévia (Res. SMA 49/2004) junto ao órgão ambiental para que este avalie e indique quais documentos e estudos (variam conforme a localização e o tipo de empreendimento) devem ser entregues para licenciar a atividade;
2. O empreendedor solicita a LP à CETESB, apresentando o pré-projeto, as alternativas locacionais e tecnológicas, documentação e os estudos ambientais cabíveis;
3. A CETESB faz a análise dos documentos apresentados, requisita o parecer de outras instituições envolvidas no processo (Fundação Florestal, Instituto de

Pesquisas e Tecnológicas, Ibama, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e outros) para se manifestarem a respeito da viabilidade ambiental do empreendimento, e com isso, o órgão licenciador verifica se o mesmo é passível de licenciamento. Em caso positivo, emite a LP e faz exigências de complementação de informações ou de elaboração de outros estudos, e ainda, orientações que o empreendedor deve seguir nas demais fases;

4. O empreendedor cumpre as exigências, faz adequações de projeto necessárias para atender às exigências da LP e apresenta as complementações dos estudos ou, se for o caso, estudos específicos e solicita a LI;
5. O órgão licenciador faz a análise dos documentos apresentados e inspeciona o projeto. Após a análise, faz novas exigências de adequações ou complementação e emite a LI;
6. O empreendedor inicia a construção e instalação do projeto, cumprindo as exigências feitas na LI e solicita a LO;
7. A CETESB analisa e inspeciona o empreendimento, e este estando em conformidade com as exigências e normas, emite a LO com novas exigências e vigência conforme estabelecido pela legislação;
8. O empreendedor inicia a operação, cumprindo as exigências, faz o monitoramento estabelecido nos planos apresentados e findo o prazo de vigência da LO, solicita sua renovação apresentando todos os documentos cabíveis;
9. A CETESB faz o monitoramento da operação do empreendimento, analisa a documentação e decide pela renovação ou não da LO.

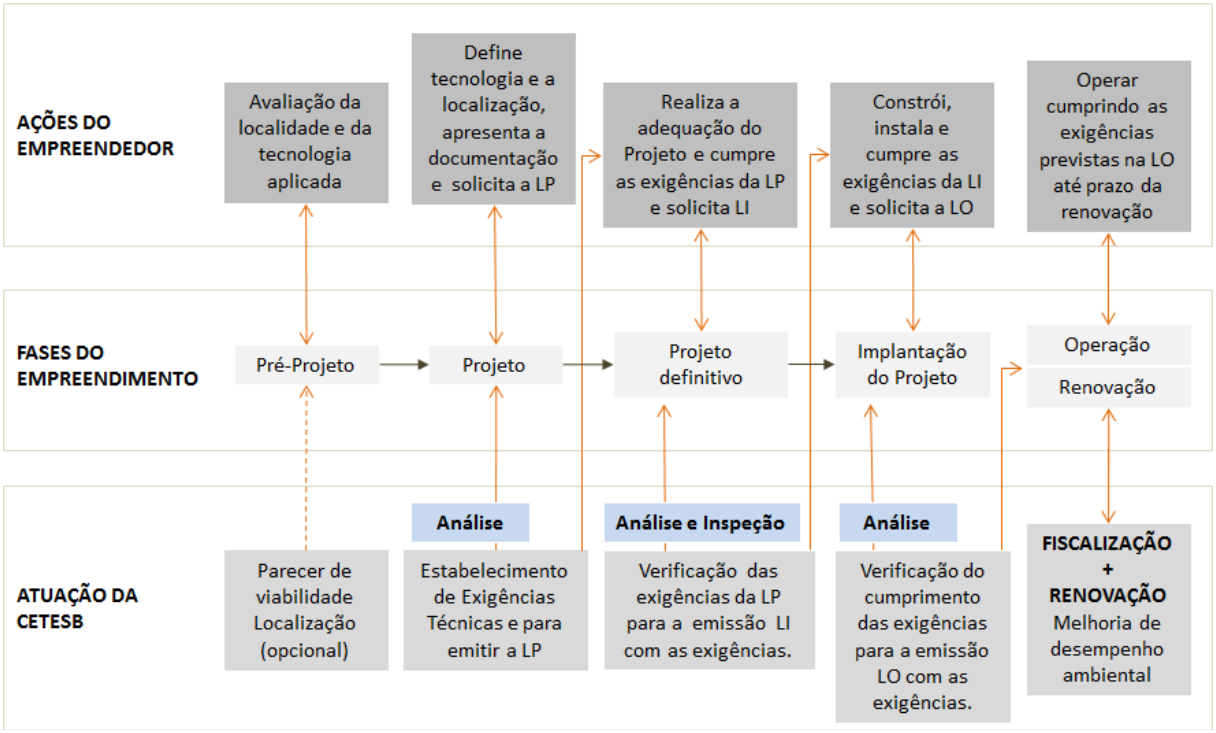

Figura 2. Etapas gerais do processo de licenciamento ambiental (adaptado de FIESP e CETESB, 2006).

A Deliberação Consema 33/2009, de 22 de setembro de 2009 (SÃO PAULO, 2009), dispõe sobre diretrizes para a descentralização do licenciamento ambiental no estado de São Paulo, reconhecendo a competência dos municípios para licenciar atividades e empreendimentos de impacto local. O município poderá firmar Convênio de Cooperação Técnica com a CETESB, com o objetivo de aprimoramento do sistema ambiental municipal. Entre as diretrizes estabelecidas, destaca-se aquela que assegura à CETESB o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades que impliquem em impactos ambientais que ultrapassem os limites territoriais do município.

Apesar de possuírem um corpo técnico qualificado para atuar em decisões sobre a viabilidade ambiental dos empreendimentos, o município nem sempre possui recursos financeiros para amparar tecnologicamente os analistas ambientais ou conhecimento técnico para utilizar instrumentos que podem auxiliar na tomada de decisão quanto aos licenciamentos de âmbito local. Nesse sentido, um SIA voltado para o licenciamento proverá auxilio ao município proporcionando: acesso a bases de dados com informações georreferenciadas sobre os distintos componentes do meio ambiente (biótico, físico e antrópico) da cidade e análises espaciais que permitem relacionar estes elementos dando uma visão mais ampla. Além disso, o órgão licenciador estadual também se beneficiará uma vez que os municípios poderão também prover a base de dados do SIA com informações locais atualizadas, o que é imprescindível no âmbito das análises de cunho regional realizado pela CETESB.

3.3. ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

As funções de gerenciamento, análise e representação de dados geográficos são tarefas básicas necessárias para se avaliar e monitorar um ambiente. Programas que auxiliam cumprir todos esses propósitos têm sido geralmente denominados de “Sistemas de Informação Geográfica (SIG)” (LONGLEY et al., 2005; STEINIGER; WEIBEL, 2009).

Um sistema de informações geográficas (SIG) é definido como um "sistema que visa a coleta, armazenamento, manipulação, análise e representação da informação sobre entes de expressão espacial" (RODRIGUES, 1997 *apud* CRISPINO, 2001). Câmara *et al.* (1996) dizem que os SIG comportam diferentes tipos de dados e aplicações em várias áreas de conhecimento como, por exemplo, cartografia, administração dos recursos naturais, monitoramento costeiro, planejamento regional e urbano entre outras.

Na verdade, segundo Mendes & Cirilo (2001), o “*SIG significa muito mais do que as definições anteriores e se estende além das capacidades técnicas de codificar, armazenar e*

recuperar dados espaciais e ou geográficos". O SIG permite que através de um único mapa o mundo real, físico seja representado, onde cada aspecto, variável, característica e/ou propriedade deste mundo esteja neste mapa (Figura 3). Cada mapa é um desenho plano indicando a natureza, posição relativa e o tamanho da característica selecionada dentro de uma área geográfica (TOMLIN,1990).

Como recursos, o SIG permite ao usuário:

- entrada de dados,
- armazenamento de dados, recuperação e representação espacial;
- gerenciamento de dados, transformação e análise
- comunicação de dados e geração de produtos.
- permite uma coleções de dados especializados, análise e tomada de decisão.

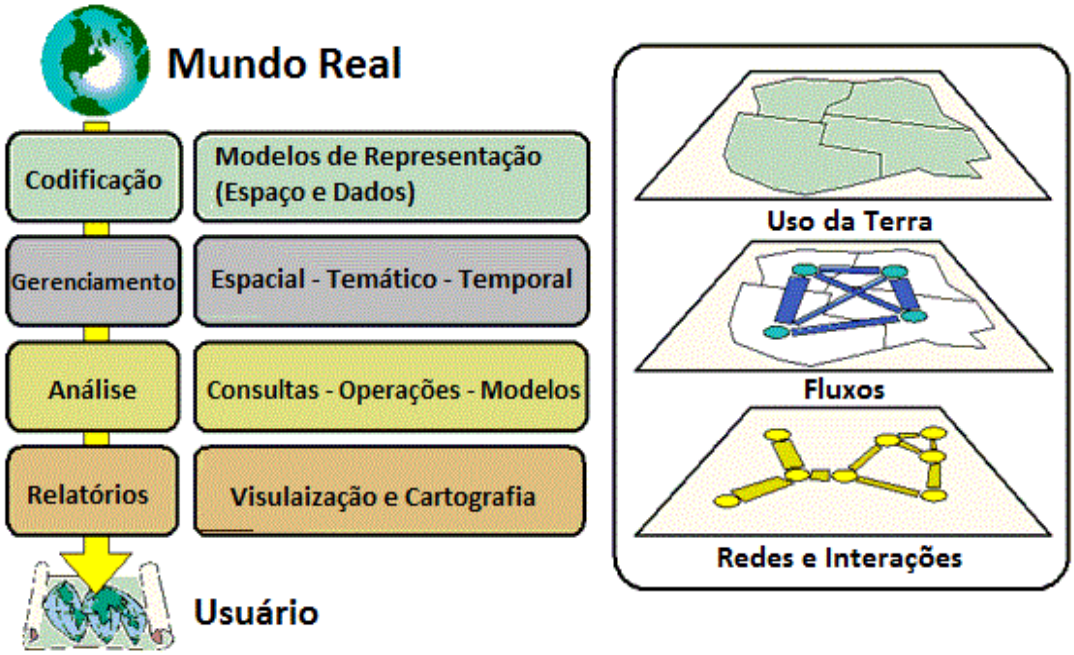

Figura 3. Funcionalidades dos sistemas de informação geográfica.

Um SIG ou Sistema de Geoprocessamento consiste em um sistema computacional que reúne um conjunto de ferramentas importantes para os recursos elencados anteriormente. O princípio fundamental de um SIG é o georreferenciamento, ou seja, a indexação ou codificação geográfica da informação utilizada através de um sistema de referência cartográfica. A Figura 4 apresenta a arquitetura de um SIG. Outra característica é a possibilidade de integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e

formas diversas numa única base de dados, possibilitando a geração de novas informações derivadas e sua visualização na forma cartográfica (ARNOFF, 1991; BURROUGH, 1992 e CÂMARA, 1993).

No SIG os resultados tipicamente são exportados em forma de mapas, gráficos ou tabelas. Essas informações são rapidamente criadas nesses sistemas, representando a área de estudo e diferentes resultados os quais são baseados em distintos cenários, necessidades ou questões sobre uma mesma base de dados (BUNCE *et al*., 2008; KELLOGG *et al*., 2008).

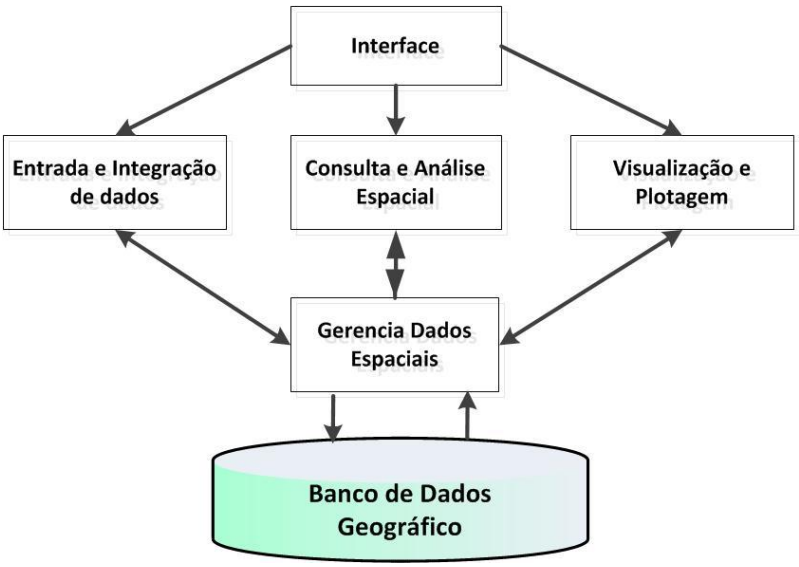

Figura 4. Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica.

3.3.1. ELEMENTOS DO GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES

Nos últimos anos o paradigma do desenvolvimento de programas livres e com código aberto se firmou na comunidade de SIG, resultando na criação de vários programas sofisticados de conteúdo livre. Esses projetos têm numerosos propósitos que variam desde aplicações para *internet*, servidores de mapas até sistemas gerenciadores de dados espaciais para o armazenamento dados geográficos (STEINIGER et al., 2009).

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI, 2004). O modelo busca sistematizar o entendimento a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado.

A modelagem de dados geográficos é uma atividade complexa porque envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando obter

representações adequadas aos fenômenos geográficos. Um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) oferece serviços de armazenamento, consulta e atualização de bancos de dados. Um SGBD constitui-se de uma coleção de programas que permite criar e manter o BD (BORGES et al., 2005). Assim, um SGBD é um software de propósito geral que facilita o processo de definição, construção e manipulação do BD. De acordo com Lisboa (2000), por ser de propósito geral, o SGBD é usado não como uma ferramenta final, mas como um software através do qual os programas de aplicação são desenvolvidos (Figura 5).

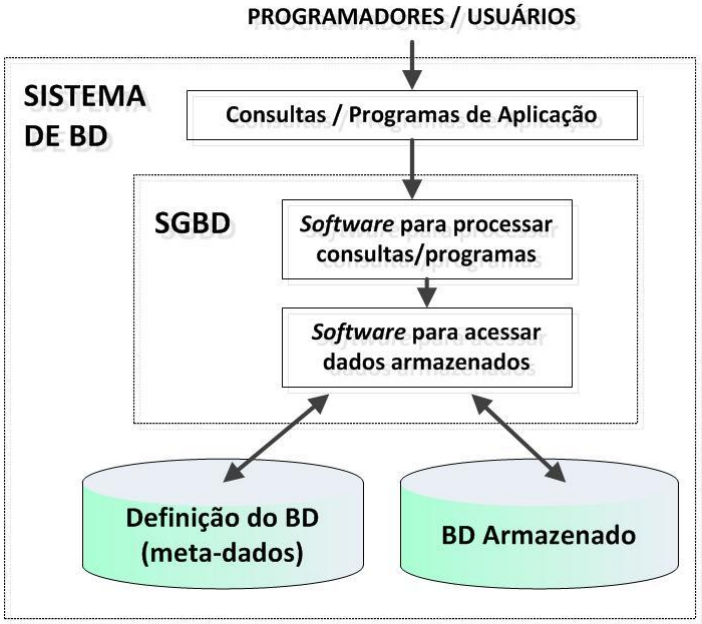

Figura 5. Esquema da estrutura de um sistema de banco de dados.

Devido à necessidade de tratar as três dimensões da informação geográfica, as aplicações de SIG impõem alguns requisitos especiais de modelagem que devem ser suportados pelos modelos conceituais no projeto de banco de dados para estas aplicações. Segundo Lisboa (1999), o conjunto de requisitos mínimos que um modelo conceitual de dados para aplicações de SIG deve suportar:

- **Fenômeno Geográfico e objeto Convencional:** além dos dados referentes aos fenômenos geográficos (p.ex. limites de uma fazenda), há associados a eles outros objetos convencionais da maioria dos sistemas de informação (tabelas com informações sobre a propriedade).
- **Visões de Campo e de Objetos:** na visão de campo a realidade é modelada por variáveis que possuem uma distribuição contínua no espaço, enquanto que na visão de objetos, a realidade consiste em fenômenos individuais, bem definidos e identificáveis.

- **Aspectos temáticos:** os objetos espaciais não são tratados isoladamente, mas em grupos que representam fenômenos com características em comum. Por exemplo, um rio e um lago são objetos que pertencem ao tema hidrografia.
- **Aspectos Espaciais:** todo objeto espacial possui uma geometria, que representa a forma espacial do fenômeno, sendo que suas coordenadas devem estar registradas com base em um determinado sistema de coordenadas (ex.: latitude e longitude) e um sistema de projeção (ex.: UTM). Além do que, na visão de objetos os aspecto espacial é representado por linha, ponto ou combinação destes, enquanto que na visão de campo uma superfície contínua pode ser representada por modelos numéricos, por exemplo.
- **Múltiplas Representações:** um fenômeno geográfico pode ser representado em diferentes escalas ou projeções e ainda, por diferentes objetos espaciais.
- **Relacionamentos Espaciais:** esta é umas das características mais importantes, e visa manter no banco de dados os possíveis relacionamentos entre os fenômenos geográficos observáveis na realidade.
- **Aspectos Temporais:** dados geográficos são alterados ao longo do tempo e esta característica tem que ser levada em conta para possibilitar o estudo da evolução dos fenômenos geográficos.

3.3.2. NOVAS PLATAFORMAS PARA O USO DAS GEOTECNOLOGIAS

A *internet* tem sido considerada como uma importante fonte para disseminar a informação (PUNDT; BISHR, 2002; CARVER, 2001). O reconhecimento de que o futuro do desenvolvimento dos SIG irá se concentrar na tecnologia de SIGWeb (ou WEBGIS) vêm aumentando, pois estes permitem o acesso aos dados geoespaciais e conduzem análises espaciais através da internet (GREEN; BOSSOMAIER, 2002). De acordo com Xi (2008) existem quatro limitações principais que estão impulsionando essa mudança em relação aos SIG desktops (instalados no computador do usuário) e proprietários, a saber:

- Cada usuário tem que comprar uma licença do SIG desktop.
- Inacessibilidade ao usuário de acessar o SIG desktop em outros computadores onde o mesmo não foi instalado, restringindo apenas a um computador.
- O aprendizado para se usar o *software* demanda muito tempo.
- Os programas tem tecnologia proprietária que muitas vezes impedem a interoperabilidade.
- A tecnologia fica limitada a poucos profissionais treinados.

O SIGWeb vem surgindo para sobrepor essas limitações e tomar vantagens do uso generalizado da tecnologia da internet. Peng & Tsou (2003) aponta que o SIGWeb é um SIG distribuído através de uma rede de computadores para interagir, disseminar e comunicar a informação geográfica na internet. Os programas proprietários de SIG são muito caros, requerem um extensivo treino e computadores com modernas configurações de *hardware* para se obter uma performance razoável. Em contraste, o SIGWeb provê aos usuários finais soluções de baixo custo para acessar informações e dados atualizados (HORANONT et al., 2002; PAINHO et al., 2001). Um SIGWeb é desenhado com ferramentas e funções que são comuns nas páginas de internet e isso facilita a manipulação do usuário por ser familiar com as demais paginas da internet (NELSON, 2002).

Outras vantagens do SIGWeb inclui a independência da plataforma e sistemas operacionais. Usualmente um simples navegador de internet é usado para estabelecer a conexão cliente/servidor. O sistema *online* pode ser configurado para prover dados e informações específicas aos usuários finais (MATHIYALAGAN et al*.,* 2005).

3.4. USO DOS SIG E SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO EM AIA E NO LICENCIAMENTO

De acordo com Salvador (2001), para que o processo de AIA seja aperfeiçoado, tornando as etapas mais modernas, ágeis e desburocratizadas, devem ser utilizados recursos como os SIGs e abranger temas e tendências mais recentes em termos de planejamento e gestão ambiental. O SIG permite cruzamentos entre muitas variáveis (espaciais, demográficas, biológicas) associadas à construção de um banco de dados capaz de gerar unidades de análise mais objetivas (RAQUEL, 2000).

Várias iniciativas vêm surgindo visando expor a potencialidade e a efetividade do SIG como um importante instrumento a ser utilizado no licenciamento ambiental. Texeira e Castro (2003) analisaram essa ferramenta para atividades de mineração e concluíram que ela pode ser incorporada aos trabalhos do licenciamento ambiental com o intuito de auxiliar, dinamizar e agilizar este processo, não só da mineração, mas também, para as mais diversas situações que causam impactos ambientais, como por exemplo, monitoramento de reservatórios de hidrelétricas, exploração de floresta, agricultura, desmatamento entre outros. Vaz (2003), durante a implementação de um sistema de informações para parques eólicos em Portugal, constatou que este contribui em muitos aspectos na AIA, dentre eles, detectando situações em que o empreendimento não se adequa em relação às características ambientais do local proposto para sua implantação.

Avaliação e monitoramento ambiental envolvem a manipulação de um complexo e volumoso conjunto de dados e, por conta disso, a demanda por um banco de dados eficiente, análises e disponibilização desse tipo de dado, levou a um uso intensivo de computadores e desenvolvimento de sistemas de informação sofisticados. Os SIGs estão tendo um papel muito importante na transferência e análise dos dados no mundo (SILVEIRA *et al*., 1996) e vêm crescentemente sendo usados como a principal ferramenta para uma exploração digital nas variações de paisagens, visto que são capazes de fornecer funções necessárias para um coleção de dados espacias, gerenciamento, análise e representação (TURNER *et al*., 2001; LONGLEY *et al*., 2005; STEINIGER; WEIBEL, 2009).

Em uma análise sobre a importância do uso de SIG na avaliação de impacto ambiental, Agrawal e Dikshit (2002) concluíram que o SIG:

- É muito eficiente e conveniente para coletar, gerenciar, analisar os dados e visualizar o resultado da AIA.
- Reduz a subjetividade no processo de preparação da AIA e permite transparência para decidir as possíveis alternativas.
- Elabora produtos de fácil compreensão para os tomadores de decisão, mesmo estes não sendo especialistas técnicos.
- Produz bancos de dados georreferenciados que podem facilmente integrar dados de sensoriamento remoto, os quais provêem dados dinâmicos e temporais que podem ser usados para preparar auditorias ambientais no mesmo projeto numa fase posterior.

Crispino (2001) afirma que uma das características mais importantes do SIG é a capacidade que este sistema tem de possuir estruturas para o armazenamento dos relacionamentos entre os objetos espaciais. Estes relacionamentos são de suma importância para possibilitar a realização de diversos tipos de operações de análise espacial.

De acordo com Rosa et al. (2012), os SIGs são cada vez mais utilizados para apoiar a tomada de decisões no ordenamento do território como é o caso do licenciamento ambiental, tornando-se uma ferramenta imprescindível. A utilização de bases georreferenciadas e mapeamento por imagens de satélites são importantes ferramentas de tomada de decisão em licenciamentos e mitigação de impactos causados. Os potenciais benefícios do uso desta ferramenta no licenciamento incluem o aprimoramento nas análises e compreensão dos processos e fenômenos ambientais para a formulação de políticas e um melhor engajamento das partes interessadas. É cada vez mais óbvio que a avaliação dos prováveis efeitos significativos no ambiente é extremamente dependente da representação

espacial, como também, da análise conjunta das sensibilidades ambientais e dos padrões prováveis de desenvolvimento (SKEHAN E GONZÁLEZ, 2006).

João & Fonseca (1996) compilaram uma série de maneiras que o SIG pode ser aplicado nas etapas de AIA (Tabela 1). Atkinson & Canter (2011) acrescentam, aos itens listados na referida Tabela, que o SIG pode ser usado ainda como ferramenta para o monitoramento, gerenciamento dos projetos e suas adaptações. Mais especificamente, Eedy (1995) descreve que a AIA necessita de SIG para: (1) gerenciar os dados ambientais; (2) sobrepor e analisar uma área específica, para prevenir impactos, análises de corredores florestais, análises de efeitos cumulativos e auditoria dos impactos; (3) análises de tendências; (4) integração entre modelos de impacto, modelagem de percurso, de mudanças climáticas e análises de decisão; (5) análises de habitat; (6) análise de impactos na paisagem; e (7) consulta pública.

Os estudos ambientais exigidos durante as fases do licenciamento são de extrema importância para a conservação e uso sustentável do meio ambiente. São reunidas nesses estudos informações detalhadas sobre o meio ambiente e a compilação destas em um sistema de informação, subsidiaria as ações de tomadas de decisão acerca do meio ambiente em estudos futuros. Nesse contexto, Vendrusculo et al. (2008a) afirmam que ferramentas computacionais que disponibilizem informações geográficas e descritivas sobre temas relacionados aos recursos ambientais, potencializam a agilidade e eficiência da gestão ambiental, em especial aos relacionados com licenciamento ambiental. A agilidade proporcionada pela informática, integrada ao desenvolvimento de pesquisas biológicas e aliada a bases de dados confiáveis são subsídios que a bioinformática traz para a conservação de áreas prioritárias no contexto da biodiversidade (DALCIN, 1997).

Tabela 1. Usos do SIG nas diferentes etapas de AIA. Fonte: adaptado de João & Fonseca (1996).

FASES	POSSIBILIDADES DE SE USAR O SIG
Avaliação Inicial e Escopo	Útil na aquisição de dados, modelagem espacial, cálculo da magnitude do impacto e avaliação de impactos.
Descrição do Projeto	Relação entre o projeto e o contexto geográfico.
Descrição das condições da base de referencia	Documentação e disponibilização de inventários biofísicos, hidrológicos, pedológico, arqueológicos, rodovias, utilidades e outros.
Identificação de Impactos	O uso da sobreposição de análises para mostrar a distribuição de poluentes com recursos de mapas, ou integrando resultados dos modelos de qualidade do ar com as análises de adequação de habitats.
Previsão da magnitude do impacto	Uso para uma avaliação quantitativa da porcentagem de recursos afetados por um poluente. Pode também, criar mapas de magnitude de impactos derivados da integração dos resultados da modelagem de risco e da qualidade do ar com outros dados como a suscetibilidade do solo para a acidificação.
Avaliação da Significância do Impacto	Útil para mostrar espacialmente a significância dos impactos e como a variação muda com diferentes alternativas, incluindo a opção de não realização do projeto.
Medidas de controle e mitigação	Pode ser usado para identificar áreas onde as medidas de mitigação precisam ser aplicadas. SIG pode também ser usado para mostrar a localização geográfica e a extensão das atividades mitigadoras ao longo do tempo.
Participação e consulta pública	O SIG pode ser usado para preparar o material a ser apresentado, para explicar ao público o projeto, e também permitir uma resposta rápida a questões e mudanças sugeridas.
Monitoramento e Auditoria	Pode-se usar o SIG para desenhar os programas de monitoria, para processar e armazenar os dados, para comparação das resultados com os passados, e para apresentação dos dados mostrando a variação dos dados ao longo do tempo

3.5. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

A política de informação ambiental é o corpo de princípios, critérios, objetivos, metas e diretrizes básicas que atua como suporte dos programas e projetos relativos às atividades que são empreendidas na produção e difusão de dados relativos ao meio ambiente, tendo como responsável-mor o governo (TARGINO, 1994). O direito de saber e a divulgação obrigatória de informações sobre o ambiente têm crescido desde os primeiros dias do ambientalismo moderno (BEIERLE, 2003; GRAHAM; MILLER, 2001; GUTTMAN, 2008). A informação é considerada como uma peça importante no processo de planejamento ambiental. Mutshewa (2010) diz que estudos têm mostrado que bons dados são necessários para apoiar novas propostas e rever o que já foi proposto. Este autor complementa a sua afirmação expondo que o poder da informação dá aos planejadores a autoridade e confiança para se chegar a uma estratégia de produtividade, alcançando os resultados esperados no planejamento ambiental.

A ciência ambiental é um campo muito complexo, composto por processos multidisciplinares e interdependentes. Dependendo da questão levantada, a resposta requer informação sobre diversos aspectos ambientais e a relação entre eles. Há uma grande dificuldade em se obter essas informações e até mesmo quando se as têm, há a problemática de integrá-las e obter respostas sistemáticas (LAM; SWAYNE, 2001). Os sistemas de informação (SI) surgem nesse sentido, uma vez que objetivam armazenar, integrar e disponibilizar informações provenientes de diferentes fontes, produzindo novas informações que possam permitir uma visão integrada dos diferentes aspectos ambientais considerados.

Com os avanços da informática no campo ambiental, torna-se cada vez mais benéfico para os pesquisadores utilizar estas novas ferramentas e técnicas para conservar os dados ambientais e utilizá-los para responder aos desafios ambientais urgentes com que nos defrontamos (JONES; GRIES, 2010). Como pode ser visto nos trabalhos de Argote et al. (2003) e Rashman et al. (2009), o gerenciamento do conhecimento é uma faceta reconhecida de desenvolvimento organizacional e de gestão de uma instituição. Abordagens para este tipo de gerenciamento têm sido discutidas na literatura internacional, e em geral, giram em torno de sistemas de identificação, criação, armazenamento, retenção, utilização, partilha e transferência de conhecimento. Handzic (2005) afirma que a tecnologia da informação tornou-se essencial para: a construção de repositórios de conhecimento, facilitar a pesquisa de conhecimento e descoberta, e promover a socialização e colaboração, de modo que, é virtualmente impossível implementar iniciativas de gerenciamento do conhecimento sem o apoio tecnológico.

Sistema é um conjunto de partes que interagem entre si formando um todo unitário que possui determinado objetivo e efetua determinada função (OLIVEIRA, 2001). Sistema de Informação (SI), segundo Laudon e Laudon (1999), é "*um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações*". De acordo com Piper et al. (2003), sistemas de informação ambiental podem vir a ser ferramentas úteis em processos de articulação, desde que sejam projetados de maneira a envolver as pessoas. Triantafyllou *et al.* (2006) afirmam que para uma “Nova Geração” de ferramentas para controle ambiental é requerido que elas sejam flexíveis, dinâmicas, confiáveis e possuam características específicas para gerenciar e distribuir a informação ambiental. Informações ambientais podem ser propagadas para o público em geral via internet de forma rápida e simples, em tempo real (ZHUAND & DALE, 2001; SCHIMAK, 2003; SHARMA *et al*., 2003).

No âmbito do licenciamento ambiental, um sistema desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária e o Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (Imasul) utiliza um sistema de informação georreferenciada, servindo como ferramenta para monitoramento da cobertura vegetal, de gestão e apoio para o licenciamento ambiental das atividades agropecuárias (VENDRUSCULO et al., 2008b). O sistema fornece informações básicas para apoiar a implantação de boas práticas agropecuárias pelos produtores rurais, e está contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais, além de reduzir o prazo de análise e emissão de licenças no estado.

Além dos sistemas utilizados como ferramenta de suporte à tomada de decisão durante a AIA, Costa & Vasconcelos (2009) identificaram a boa prática na operação de sistemas informatizados para a administração gerencial dos órgãos de meio ambiente nos estados do Rio Grande do Sul, Pernambuco e Bahia. Esses estados possuem SIA com a informatização das rotinas de funcionamento dentro dos órgãos licenciadores. O Rio Grande do Sul apresenta um sistema integrado de informações para o licenciamento, incorporando ao sistema ferramentas de geoprocessamento. O sistema de Pernambuco teve o seu SIA criado pela própria instituição licenciadora – CPRH e trata as informações dos empreendimentos licenciados de uma forma georreferenciada e dividido por bacias hidrográficas.

Os autores supracitados analisaram mais a fundo o Sistema Cerberus desenvolvido para a gestão do licenciamento no estado da Bahia, e constataram que se trata de um conjunto moderno e articulado de sistemas de informática que possibilita o controle de todas as ações do órgão ambiental nas áreas de avaliação, licenciamento e fiscalização das atividades e empreendimentos com potencial de impacto poluidor.

Nos países desenvolvidos o conhecimento a respeito da AIA está cada vez mais avançado, o que resulta na realização de inúmeros estudos ambientais de elevada qualidade, com o que há de melhor e mais consistente na atualidade no plano internacional. Tais estudos normalmente exigem mais em termos de tempo de realização, porém, podem beneficiar-se de uma base preexistente de dados ambientais que muitas vezes está ausente nos países em desenvolvimento (SANCHEZ, 2008, p.387). Esta é uma das funcionalidades exploradas no modelo de SIA elaborado na presente pesquisa, que deverá oferecer aos praticantes da AIA e tomadores de decisão uma plataforma geoprocessada, alimentada com dados provenientes de estudos ambientais elaborados durante as etapas do licenciamento, além de constituir um banco de dados ambientais para o armazenamento e recuperação de informações geradas em diferentes processos de licenciamento.

Para Quint (1986), um sistema especialista, como este que se propõe estudar na presente pesquisa, consiste de um conjunto de sistemas que, em cooperação, realizam as operações associadas à aplicabilidade do sistema de informações. O sistema deve atender aos requisitos e apresentar funcionalidades específicas para o atendimento de seus diferentes usuários.

No âmbito internacional, um SIA para Planejadores foi desenvolvido e implementado no Reino Unido para demonstrar o valor ao planejamento urbano visando tornar mais acessível a informação ambiental através da *internet*. Atualmente este sistema representa um passo importante em direção a uma tomada de decisão mais aprimorada e rápida. As autoridades locais reconheceram que o sistema está proporcionando um acréscimo de valor a uma série de áreas-chave: ganhos de eficiência através do reconhecimento prévio das questões ambientais; relatórios consistentes que seguem os procedimentos legais e as boas práticas (orientações no planejamento), e maior consciência entre os não-especialistas da extensão, significado e implicações das questões ambientais (CULSHAW *et al.*, 2006).

No desempenho de seu trabalho, as agências que lidam com o licenciamento podem (i) acumular informações e conhecimento, (ii) aprender com a experiência, e (iii) estabelecer novos procedimentos ou políticas destinadas a melhorar eficiência e eficácia da AIA (SÁNCHEZ; MORRISON-SAUNDERS, 2011). Estes autores ressaltam que há duas grandes abordagens que são geralmente reconhecidas como necessárias para permitir a implementação de estratégias para a gestão do conhecimento: às baseadas em tecnologias (como bancos de dados, os SI, intranet) e aquelas advindas de recursos humanos (conhecimento dos profissionais). O presente trabalho pretende contribuir com a primeira delas, apresentando subsídios para que se formule uma ferramenta tecnológica eficaz e que seja útil trazendo benefícios para aprimorar o processo de licenciamento ambiental no Estado.

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa e do protótipo para um sistema de informações ambientais aplicado à tomada de decisão em AIA foi utilizada a metodologia descrita por Rezende (1997, 2005), adotada no desenvolvimento de sistemas e *softwares*, e composta de cinco fases: primeira visão, reconhecimento do ambiente, projeto lógico, projeto físico e projeto de disponibilização.

Para a elaboração e validação da funcionalidade deste sistema-piloto foram utilizados dados e informações provenientes de dois Estudos de Impacto Ambiental aplicados ao licenciamento no Estado de São Paulo, para os quais tinha-se acesso integral às informações espaciais produzidas.

4.1. PRIMEIRA VISÃO

Esta etapa inicial tem como objetivo obter uma visão global e genérica do problema, identificando-se de forma preliminar as lacunas que originaram a necessidade de um sistema. O foco é dado na definição da metodologia a ser utilizada para o delineamento do problema, no planejamento das atividades e estruturação do projeto do sistema. Nesta primeira fase tem como produto um documento denominado “Projeto de Pesquisa”, que é o norteador das etapas subsequentes.

4.2. RECONHECIMENTO DO AMBIENTE

Nessa segunda etapa detalhou-se o ambiente do problema, identificando-se os fatores críticos necessários para a diagramação do sistema e definição da estratégia do projeto lógico a ser aplicada. A obtenção das informações para o desenvolvimento desta fase foi feita por meio da literatura, análise de outros sistemas de informação ambiental, *sites* oficiais dos órgãos ambientais e entrevistas com especialistas.

Com o intuito de compreender o ambiente do licenciamento ambiental e levantar os sistemas envolvidos, procurou-se identificar a estruturação do processo de tomada de decisão implementada nos órgãos ambientais envolvidos no licenciamento, sobretudo em relação ao aspecto gerencial de suas atividades, a fim de levantar quais seriam as funções desejáveis para o sistema de informações que auxiliassem na análise, tomada de decisão e posterior monitoramento e fiscalização dos impactos ambientais associados aos empreendimentos e atividades implantados.

As atividades, demandas e produtos gerados por cada segmento usuário (empreendedor, consultor ambiental, órgão ambiental e sociedade) durante as fases do licenciamento ambiental foram detalhadas de modo a se compor um fluxograma geral para toda a rotina de decisão envolvida. Por meio da análise desse fluxograma e das reuniões realizadas com especialistas (usuários potenciais do sistema – empresas de consultorias ambientais e técnicos do órgão ambiental que analisam os estudos no processo de licenciamento) foram levantadas as dificuldades enfrentadas, lacunas de informações e quais as soluções propostas para resolver esses desafios que podem ser proporcionadas pela implementação de um sistema de informações ambientais.

Em cada etapa do licenciamento são requisitadas e geradas uma série de dados e informações que podem ser espacializadas. A partir da interpretação do conjunto de informações identificado, é possível compreender o tipo e o modo como as informações circulam, tornando evidente quais requisitos funcionais e parâmetros poderão auxiliar nesse processo. Para a identificação desses dados e informações gerados, baseou-se na análise de estudos ambientais, da legislação ambiental e bibliografia específica. Outros sistemas de informações ambientais foram identificados por meio do levantamento bibliográfico e as características e funcionalidades que se adaptaram à realidade do licenciamento ambiental foram assimiladas ao escopo de funcionalidades do sistema proposto. Os resultados obtidos nesta etapa alimentaram a etapa seguinte, voltada para a definição da estratégia do projeto lógico a ser empregado no desenvolvimento do sistema.

4.3. PROJETO LÓGICO

Uma vez identificados os requisitos funcionais foi produzido um esquema básico para a estruturação do banco de dados e gerenciamento de informações, a fim de estabelecer com detalhes as entidades funcionais e tipos de relacionamento entre diferentes estruturas de dados. Esse modelo conceitual passa a constituir o projeto lógico do sistema quando se define o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e transforma-se o esquema conceitual para os dados no modelo do SGBD. No presente caso, optou-se pela utilização da plataforma PostGreSQL para operar como SGBD e o seu recurso de estrutura para o armazenamento de dados georeferenciados, o PostGIS. Trata-se de um SGBD relacionado a objetos, desenvolvido com o código aberto e avançado, que apresenta mecanismos eficientes para assegurar a segurança e a integridade dos dados.

O projeto lógico, nesta fase, ainda não inclui detalhes sobre a implementação e pode ser usado como uma referência para assegurar que todos os requisitos funcionais sejam atendidos e não entrem em conflito. A partir do projeto lógico foram esboçados os

documentos de entrada e saída, desenhando-se formulários, *layouts* de telas e seus respectivos tipos e tamanho de campos.

4.4. PROJETO FÍSICO

A partir de então, o projeto lógico foi desmembrado detalhando-se e definindo-se as estruturas de armazenamento interno, índices, caminhos de acessos e organizações de arquivo para o banco de dados. O banco de dados passa por um processo chamado de normalização, em que os dados são reestruturados, eliminando-se redundâncias, e analisando-se as dependências funcionais. Por fim, é definida a arquitetura do sistema podendo-se prosseguir para a etapa de construção do sistema.

Um sistema de informação é composto por camadas de *software* e bancos de dados. Para tanto, nesta etapa foram projetados e implementados os componentes do sistema.

No desenvolvimento da aplicação *(software)* foi utilizada linguagem de programação Visual Basic.NET, optando-se pela utilização do *software Microsoft Visual Studio 2010* como ambiente de desenvolvimento integrado para a linguagem de programação Visual Basic. O *software* elaborado serviu de plataforma para a inserção e acesso aos dados no SGBD localizado em um computador portátil para desenvolvimento do sistema-piloto.

Os *softwares* de SIG foram usados para manipular e padronizar os dados geográficos utilizados para compor a base de dados do protótipo. Estes dados foram provenientes de dois estudos ambientais (RAP e um EIA) cedidos pelos professores da USP e aqueles produzidos por outras instituições públicas como o IBGE, MMA, CETESB, SMA, IF e BIOTA/FAPESP.

Nesta etapa o sistema foi finalizado e em seguida os módulos foram testados, tanto a camada de software e como a de banco de dados.

4.5. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO

Após as fases anteriores terem sido concluídas garantindo-se a estabilidade da aplicação, o protótipo do sistema foi instalado em um computador portátil. Uma vez implementado, o mesmo foi alimentado com os dados provenientes dos estudos ambientais para que houvesse a validação do sistema.

4.6. APLICAÇÕES EM ESCALA-PILOTO E O FEEDBACK DOS USUÁRIOS

O *feedback* dos usuários é essencial para validar um sistema e assegurar as devidas evidências para a presente pesquisa, inclusive com a discussão de novas funcionalidades que não foram identificadas nas etapas anteriores, mas que são importantes e que devem ser incluídas em um sistema de informação voltado ao licenciamento. Para tanto, foram realizadas reuniões com técnicos da CETESB, junto ao Departamento de Impactos de Empreendimento – IE, em seus diferentes setores.

Como procedimento, no início da reunião, por meio de um computador portátil, realizava-se uma apresentação geral da pesquisa com o intuito de contextualizar o entrevistado a respeito dos objetivos e a metodologia empregada no presente estudo, apresentando-se desta forma o protótipo do sistema elaborado com a demonstração de cada um dos módulos, funções e as saídas geradas pelo sistema. Neste momento, eventuais dúvidas eram sanadas e iniciava-se um momento de discussão das funcionalidades estabelecidas para o sistema, o que se mostrou bastante importante para a identificação de novas características que poderiam ser incorporadas. Discutiu-se aspectos relacionados aos potenciais benefícios para o sistema de AIA e licenciamento paulista, considerando-se a possibilidade de implementação do sistema desenvolvido.

Ao final das discussões foi aplicado a cada técnico um questionário (APÊNDICE A) que tinha como objetivo obter o perfil e a visão do usuário a respeito de aspectos relacionados ao uso de geotecnologias e de um sistema de informação no contexto da AIA e licenciamento ambiental. O questionário aplicado foi estruturado com questões abertas e fechadas que versavam sobre:

- A importância do uso de geotecnologias na gestão da informação e no gerenciamento dos processos de licenciamento;
- O conhecimento individual nas geotecnologias apresentadas;
- A relevância do desenvolvimento de uma ferramenta como o sistema proposto;
- O uso da informação ambiental produzida durante os estudos ambientais no processo de licenciamento ambiental;
- Proposição de novas funções para o sistema de informação voltado ao licenciamento ambiental.

A metodologia e suas respectivas fases estão esquematizadas na Figura 6 a seguir para proporcionar uma visão geral e permitir uma melhor compreensão dos resultados gerados em cada uma delas.

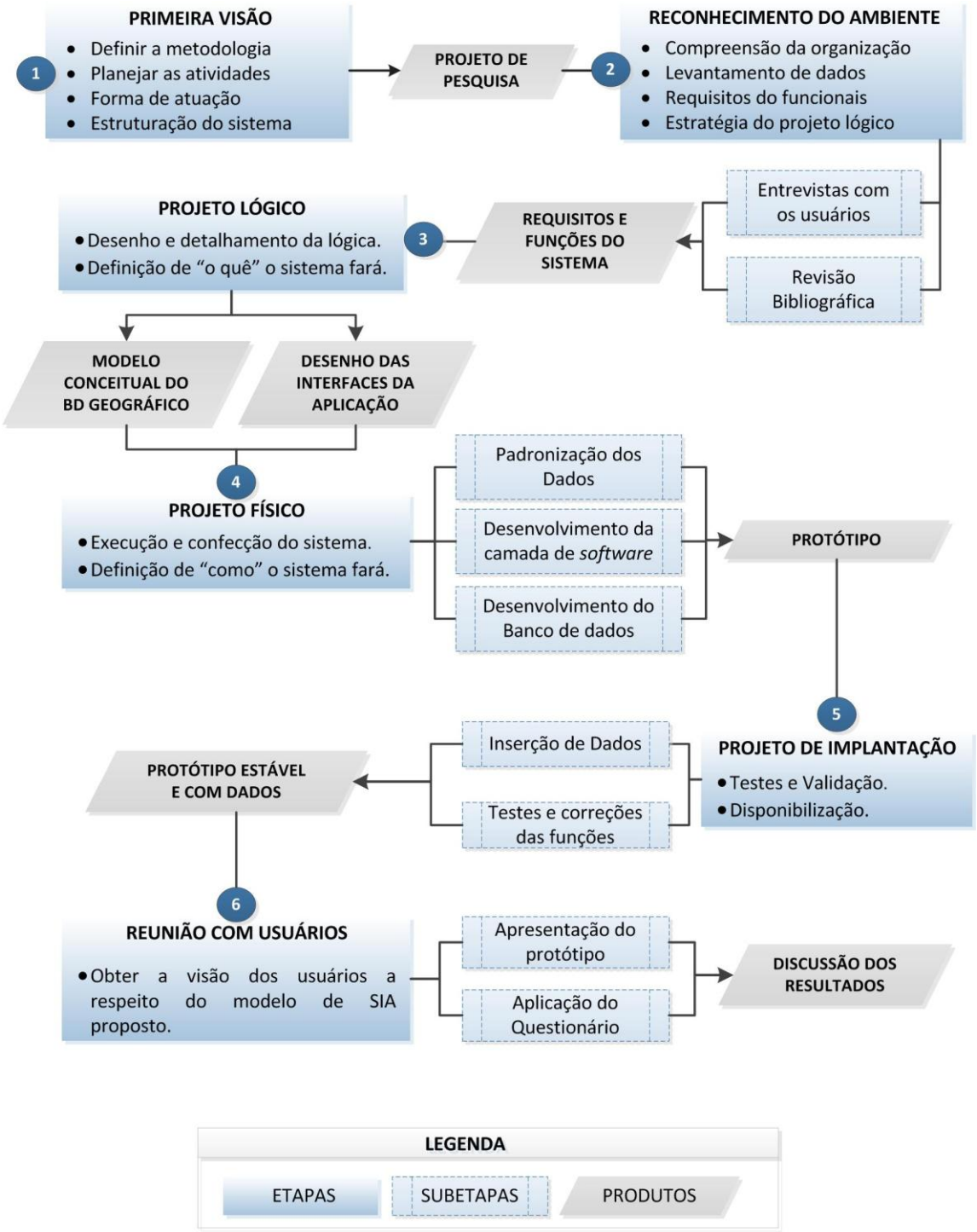

Figura 6. Esquema da metodologia e suas respectivas etapas, subetapas e produtos.

5. RESULTADOS

5.1. LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS DO SISTEMA

As funcionalidades incorporadas ao sistema foram identificadas a partir de duas abordagens, por meio de revisão bibliográfica e realização de reuniões com especialistas que atuam diretamente com a AIA e o licenciamento no Estado de São Paulo. A revisão bibliográfica teve um importante papel na identificação preliminar dos problemas encontrados no licenciamento ambiental e a aplicabilidade do SIG e de sistemas de informação em geral na resolução de questões que dizem respeito à gestão ambiental. Esta revisão permitiu o delineamento de um arcabouço teórico que permitiu uma maior compreensão dos componentes que formam o problema, já descrito nos itens 4.4 e 4.5. As características que foram consideradas relevantes nos estudos analisados, em relação ao desenvolvimento de SI, está apresentado no Tabela 2.

Tabela 2. Outros sistemas de informação que foram estudados visando identificar características ou funções que seriam relevantes para serem incorporadas no modelo de SIA desenvolvido no presente estudo.

REFERÊNCIA	CARACTERÍSTICAS / FUNÇÕES CONSIDERADAS RELEVANTES
Argent & Grayson (2001)	- Uso de um protótipo para a integração dos desenvolvedores com os usuários finais visando à elaboração da interface do SI.
Cranefield e Purvis (2001)	- Divisão do SI em módulos, visando facilitar a organização e acesso das diferentes funções por parte dos usuários.
Röttgers et al. (2001)	- Manipulação do SI via Intranet no órgão ambiental. - Relatórios que fornecem um resumo das informações ambientais relevantes. - Acesso *on line* do SI. - Diferentes campos de pesquisa para filtrar e facilitar a busca; - Acesso à informações provenientes de outros sistemas e bases de dados; - Um módulo exclusivo para a comunicação; - Interfaces para os distintos usuários: iniciante / ocasional / especialista. - Apoio ao usuário;
Sharma et al (2003)	- Uso de ferramentas de WEBSIG acopladas ao SI para facilitar o acesso do público às informações.
Vaz (2003)	- Cada tipo de usuário tem acesso ao sistema por meio de permissões distintas para a manipulação dos dados do SI. - Cadastro das informações técnicas; de localização do empreendimento a ser licenciado; impacto ambiental; medidas de mitigação; dados de fauna e flora afetados; dados dos pareceres técnicos; e a situação da avaliação dos documentos do empreendimento licenciado; - Integração de elementos geográficos nos diferentes temas citados acima.
Tocchetto et al. (2004)	- Divisão modular do sistema. - A interface *web* permite que o se mantenha uma base de dados atualizada e *on line* a qual é atualizada pelo próprio empreendedor.

Tabela 2. *continuação*

REFERÊNCIA	CARACTERÍSTICAS / FUNÇÕES CONSIDERADAS RELEVANTES
Culshaw *et al.*, 2006	- Produção de relatórios automatizados dentro do SI proporcionando respostas rápidas em relação à questões cotidianas. - Uso do WEBSIG para divulgar e disponibilizar as informações ambientais produzidas dentro do órgão ambiental.
Bughi (2007)	- Uso de uma plataforma de WEBSIG para acesso total ao SI. - Uso do PostGreSQL e a extensão espacial PostGIS como banco de dados.
Vendrusculo et al. (2008a) Vendrusculo et al. (2008b)	- O SI desenvolvido integra: SIG, BD geográfico, serviços e consultas pela internet. - Os mapas e as imagens georreferenciadas do estado são fornecidos, gratuitamente, pela *internet*, para que os empreendedores elaborem seus projetos. - Baseado nas informações da legislação federal e estadual o sistema automatiza as consultas em relação às interferências do empreendimento. Por exemplo, o sistema verifica se há interseção ou proximidade do empreendimento/propriedade com alguma das áreas protegidas no Estado. - Há uma interface via WEBSIG com acesso público e que fornece: análise e relatório de entorno dos empreendimentos; cadastro de processos por atividade; análise técnica dos licenciamentos/processos; consulta de andamentos de processos; consulta espacial dos licenciamentos / processos; - O módulo Consultor permite ao empreendedor/consultor fazer o *upload* dos arquivos vetoriais do empreendimento/propriedade para realizar as consultas.
Costa & Vasconcelos (2009)	- Funções de gerenciamento da documentação proveniente dos processos de licenciamento.
Condeça (2009)	- O SI permite o armazenamento da informação (dados do processo e do requerente, utilizando-se informação geográfica); o cruzamento das utilizações com as condicionantes ambientais; e a emissão automática dos títulos de utilização dos recursos hídricos. - As análises espaciais são automatizadas dentro do SI para suprir os a falta de habilidade e baixo conhecimento em SIG dos técnicos do órgão ambiental; - Há uma única base de dados que permite o armazenamento de informação geográfica e da informação alfanumérica concomitantemente; - As análises espaciais checam automaticamente a relação do empreendimento com as condicionantes ambientais; - É elaborado de forma automática um relatório técnico com o enquadramento inicial das utilizações em análise (localização geográfica, condicionantes ambientais, requerente, etc.); - Existência de uma aplicação WEBSIG para visualização da informação constante na base de dados.
Sánchez & Morrison-Saunders (2011)	- Uso de um visualizador de SIG junto ao SI para permitir que a equipe do órgão ambiental pudesse visualizar todas as informações georreferenciadas que constam no processo. - Formulários para a gestão das informações provenientes do monitoramento.

Tabela 2. *continuação*

REFERÊNCIA	CARACTERÍSTICAS / FUNÇÕES CONSIDERADAS RELEVANTES
IBAMA (2012)	- Busca via *internet* de informações sobre os processos licenciados no âmbito federal. - Pode-se utilizar distintos critérios para a busca: número do processo, tipo de empreendimento, empreendedor, nome do empreendimento, estado, município, tipo de licença emitida, número da licença. - Disponibilização de relatórios e documentos (em formato pdf) que fornecem: visualização espacial da localização do empreendimento; informações dos empreendimentos (dados gerais, técnicos e interferências ambientais); informações sobre o processo de licenciamento; e acesso aos documentos em formato digital que constituem o processo.

O detalhamento do processo de licenciamento que ocorre no Estado foi importante para poder compreender melhor como as informações circulam e ainda em quais momentos há a atuação dos diferentes atores no licenciamento. Utilizando-se das informações que se tinha até o momento foi possível fazer um esquema simplificado que apresentasse dentro do processo de licenciamento, quando seriam inseridas e/ou extraídas informações do SIA e quais funções gerais seriam disponibilizadas pelo sistema. Com isso, foi possível determinar quais tecnologias o sistema necessitaria possuir para realizar o que se tinha identificado até o momento. Esse esquema foi por ser bem didático foi utilizado nas reuniões para contextualizar melhor a ideia do estudo e está apresentado na Figura 7.

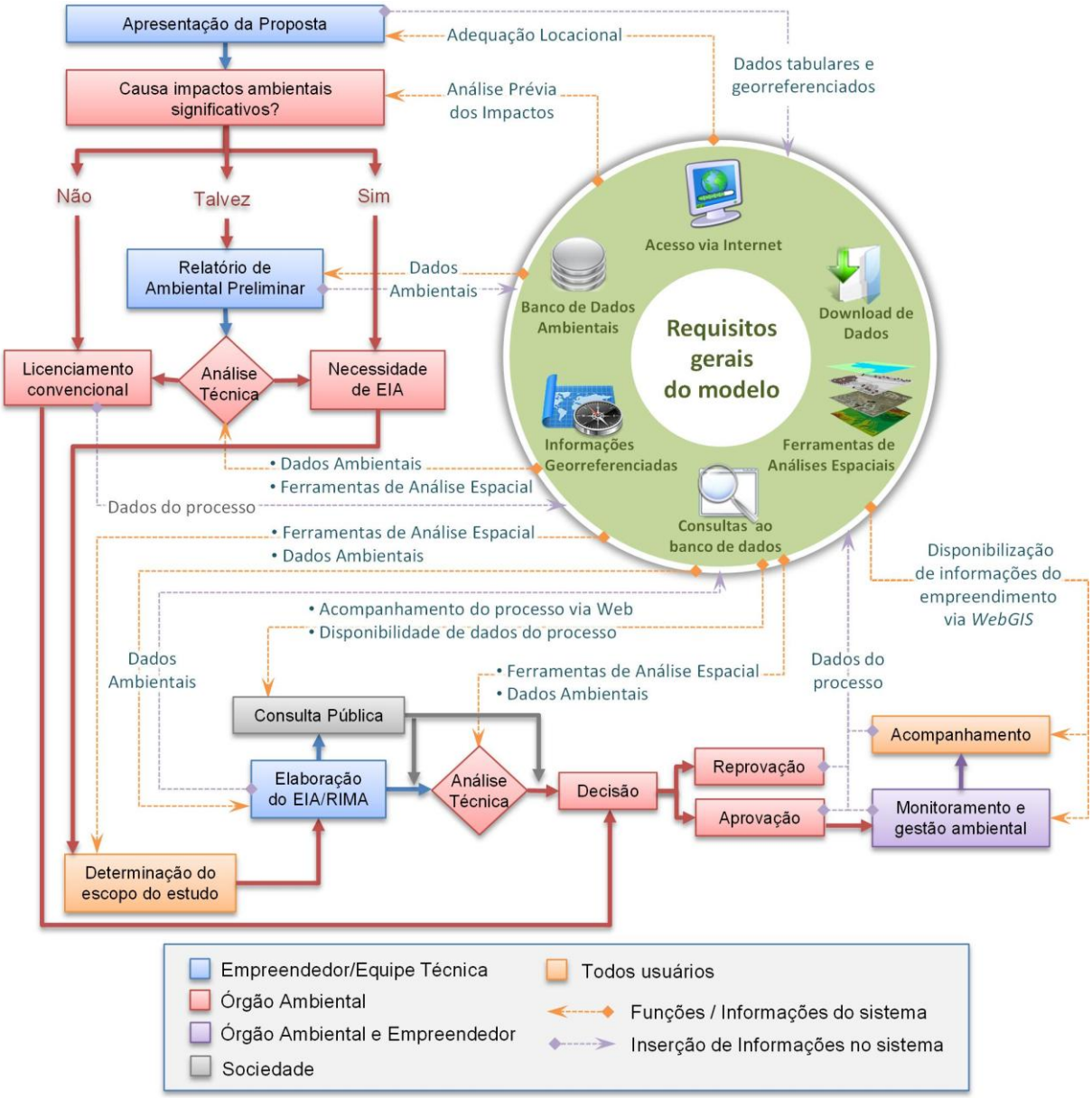

Figura 7. Esquema simplificado que apresentasse dentro do processo de licenciamento, quando seriam inseridas e/ou extraídas informações do SIA e quais funções seriam disponibilizadas pelo sistema.

5.1.1. REUNIÕES COM ESPECIALISTAS

Uma vez que este modelo de sistema foi projetado para ser integrado ao licenciamento e AIA no Estado de São Paulo, o contato com especialistas foi imprescindível para a melhor compreensão deste ambiente. Tendo em vista que uma das expectativas da presente pesquisa está relacionada ao desenvolvimento de um modelo de sistema que se mostre útil ao processo de tomada de decisão, é razoável entender que isto só poderá ocorrer a partir da assimilação da *expertise* dos que atuam com os instrumentos envolvidos na presente pesquisa.

As reuniões tiveram o objetivo de esclarecer as atividades e demandas exigidas, na prática, aos envolvidos no processo de licenciamento. A ideia era que ao conversar com as pessoas que estão atuando nesse processo fosse possível entender as dificuldades enfrentadas, lacunas que existem nesse processo, quais as possíveis soluções para resolver esses desafios e ainda tentar visualizar, a partir da experiência profissional dos entrevistados, quais as funções que um sistema de informação ambiental voltado ao licenciamento ambiental deveria apresentar para auxiliar na tomada de decisão.

Por meio das reuniões pôde-se verificar que independente do segmento em que atuam, tipo de empreendimento envolvido no processo de licenciamento ou da experiência dos entrevistados, os problemas descritos são praticamente os mesmos. Ao todo, foram realizadas 14 reuniões com profissionais representantes de empresas de consultoria (10) e órgão ambiental (4) que atuam no estado de São Paulo, distribuídos no litoral, grande São Paulo e interior do estado, oferecendo uma perspectiva do processo de licenciamento em diferentes contextos.

A seguir, na Tabela 3, estão elencadas as questões mais recorrentes durante as reuniões e as soluções propostas pelos entrevistados para auxiliar na resolução das mesmas. Visto que o foco do sistema é prover informação, apenas para os problemas deste tema é que foram modeladas funções a serem implementadas no protótipo. Cabe ressaltar que as opiniões colhidas apresentam, evidentemente, um caráter bastante pessoal e baseadas na própria experiência profissional dos entrevistados, não indicando a visão da Instituição a que pertencem, não devendo assim, serem interpretadas de maneira generalizada.

Tabela 3. Problemas mais recorrentes levantados durante as reuniões com os especialistas acerca do processo de Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo.

PROBLEMAS LEVANTADOS	AÇÕES DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
AUSÊNCIA DE VISÃO SISTÊMICA DURANTE AS ANÁLISES No meio ambiente, os componentes bióticos e abióticos estão interligados e o funcionamento individual influência no todo. O técnico que analisa os estudos ambientais é especialista em uma das áreas que compõe o ambiente, ou em uma das tipologias de atividade licenciadas, e entende-se que seria inviável que o mesmo apresentasse *expertise* em todas as áreas. Deve-se buscar, portanto, que cada técnico tenha um mínimo de conhecimento a respeito dos outros aspectos relevantes do meio ambiente e a sinergia deles com a sua área de especialidade. O mesmo deve valer para elaboração dos estudos ambientais pelas empresas de consultoria, pois comumente os diagnósticos são feitos de maneira isolada por cada consultor, nem sempre havendo uma integração final para se avaliar o sistema ambiental como único. A ausência desse tipo de visão acarreta em uma análise fragmentada e consequentemente, decisões enviesadas, que não condizem com a preservação e conservação do meio ambiente.	O **módulo de análise** deve compilar informações do ambiente e do tipo de empreendimento, integrando-as e promovendo uma visão mais sistêmica.
FALTA DE COMUNICAÇÃO ENTRE AS INSTITUIÇÕES Diferentes órgãos que trabalham na mesma área acabam coletando os mesmos dados por não saberem e não terem acesso sobre “o quê” está sendo coletado e feito pela outra instituição. Isso gera ineficiência na aplicação de recursos financeiros e poderia ser evitado pelo gerenciamento e divulgação das informações coletadas. Além disso, o material de referência utilizado pelas diferentes instituições para o mesmo local e sobre o mesmo aspecto ambiental pode variar em escalas geográficas e de tempo, por exemplo, o que pode ocasionar distorções nas análises, induzir ao erro e retardar as decisões tomadas. Uma base única de informações e disponível para todos facilitaria este processo e ajudaria a solucionar parte do problema.	O sistema será composto de uma **base de dados única** e com privilégios de acesso às instituições públicas. Os dados poderão ser manipulados via **módulo de acesso** por diferentes órgãos, facilitando a divulgação e obtenção de informações produzidas.
MOROSIDADE E BUROCRACIA NO PROCESSO A demanda de processos é alta e o contingente de técnicos experientes é baixo, que juntamente com os outros problemas elencados sobrecarregam o sistema de licenciamento, e consequentemente, o processo se torna moroso. Quando se tenta facilitar ou acelerar este processo, importantes etapas da avaliação podem ser negligenciadas e o ônus vai para o meio ambiente. A falta de pessoal pode implicar no deslocamento de técnicos para áreas que extrapolem sua competência profissional, e isso pode fazer com que o mesmo seja levado a adotar critérios exageradamente rigorosos em suas análises, muitas vezes sem relação objetiva com a viabilidade ambiental do empreendimento. O corpo técnico do órgão licenciador deve ser suficiente em quantidade e em qualidade para dar conta da demanda dos processos, tomando decisões coerentes com os objetivos da PNMA.	O **módulo de análise** do sistema poderá indicar ao técnico as principais informações que devem ser levadas em conta na hora da análise do determinado tipo de empreendimento e do ambiente afetado.

Tabela 3. *Continuação*

AUSÊNCIA DE ESTUDO PRÉVIO DE VIABILIDADE AMBIENTAL O empreendedor muitas vezes adquire uma área sem realizar uma análise prévia de viabilidade, o que configura uma situação potencialmente conflituosa quando do processo de licenciamento pois muitas vezes a localização do empreendimento não é compatível com o ambiente. O empreendedor deveria primeiro procurar identificar a realidade local partindo-se de um estudo prévio de viabilidade ambiental, o que evitaria os usuais problemas com a localização. O custo (financeiro e de tempo) é apontado como elementos que desestimulam essa prática, o que pode levar à elaboração de estudos tendenciosos e que procuram mascarar os problemas ambientais.	No **módulo de análise** foram incorporadas duas funções que além de prover informações sobre o local e o tipo específico do empreendimento, realizará uma análise de compatibilidades entre os parâmetros inseridos e os encontrados pelo sistema.
LEGISLAÇÃO QUE PERMITE INTERPRETAÇÃO SUBJETIVA Muitas leis, normas, resoluções e outros, têm subjetividade em alguns pontos que permitem serem interpretadas de diferentes formas, dando margem a erros, sendo este um dos maiores entraves atualmente. Uma vez que a legislação não é tão clara, permite a ambiguidade na interpretação, o que propicia diferentes caminhos a serem seguidos. Uma consulta ao órgão ambiental sobre quais procedimentos adotar no licenciamento pode ser alterada toda vez que mudar o técnico responsável, fazendo com que o empreendedor/consultor perca tempo e dinheiro em procedimentos inúteis. Essa inconstância nas orientações diminui a credibilidade no órgão licenciador, contribuindo para que o empreendedor se afaste do sistema e veja o meio ambiente apenas como um empecilho para o desenvolvimento do país.	
AUSÊNCIA DE MATERIAL DE APOIO DE FÁCIL ACESSO Há muita informação produzida no estado do São Paulo, entretanto, as mesmas estão perdidas e dispersas, não tendo fácil acessibilidade. Tal fato leva frequentemente o consultor optar por produzi-la ao invés de obter o que já existe, encarecendo o processo. Em casos de empreendimentos públicos, este valor gasto poderia ser investido em utilidades para população ou em coleta de outros dados relevantes em prol do meio ambiente. O estado impõe regras, entretanto não fornece subsídios como a informação ambiental (cartas, *shapes* e dados em geral) para o município ter condições de seguir a lei durante as análises dos estudos e tomar a decisão embasada com dados seguros, proveniente de fontes oficiais.	O sistema através do **módulo de acesso e o de divulgação** permitirá a manipulação e aquisição de material de apoio para as análises, fornecendo dados em diferentes formatos para *download*.

Tabela 3. *Continuação*.

FALTA DE OBJETIVIDADE NOS ESTUDOS ELABORADOS Há estudos ambientais que são apresentados em inúmeros volumes com uma extensa quantidade de informações a serem avaliadas. Isso pode ocorrer devido: (a) situações complexas, onde há a necessidade de uma quantidade de dados significativos para analisar a viabilidade ambiental do empreendimento; (b) empresas de consultoria que acham que a "qualidade" de um estudo é medido pela "quantidade" de páginas e por isso enchem de informações desnecessárias e (c) resultantes de termos de referência incoerentes, preparados por técnicos inexperientes ou que atuam fora da sua especialidade. Com exceção do "(a)" que necessita, de fato, ser extenso, os demais motivos podem ser evitados, pois não trazem benefício algum e só sobrecarregam o órgão ambiental, atrapalhando e deixando mais moroso processo.	
NECESSIDADE DE MODERNIZAÇÃO DAS TÉCNICAS E APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL Atualmente as tecnologias evoluem rapidamente e há uma série de ferramentas no mercado que podem auxiliar os técnicos durante todo o processo de licenciamento, tornando as decisões mais precisas e eficazes. Por questões burocráticas, o acesso a essas tecnologias não é facilitado, muitas vezes inacessível aos profissionais de instituições públicas. Em situações onde se consegue adquirir o produto, pode ocorrer que o processo de aquisição foi demorado a ponto de tornar a ferramenta ultrapassada, ou ainda, esta não veio acompanhada de cursos de capacitação para o seu uso, tornando a ferramenta inútil por falta de operacionalização.	O **sistema** como um todo traz tecnologias atuais e com funções desenvolvidas juntamente com os usuários. A manipulação do sistema será simples para que todos consigam utilizá-lo de modo que o mesmo seja útil, dando suporte às ações cotidianas no licenciamento.
EXCESSO DE IMPARCIALIDADE DURANTE A PROPOSTA A imparcialidade pode ocorrer por ambos os lados, os empreendedores que só visam o lucro, individualizando os benefícios e socializando os malefícios ou por ambientalistas extremistas, negando um empreendimento sem de fato analisar a proposta, mesmo em situações onde já foi previsto pela lei algum tipo de uso, por exemplo, UCs de uso sustentável. O licenciamento é um procedimento muito importante para a preservação do meio ambiente e ainda o único instrumento de prevenção da PNMA, portanto, devendo ser realizado com cautela e suas decisões sempre em prol de um desenvolvimento sustentável. O meio ambiente deve estar em primeiro lugar e quando os impactos de um empreendimento não puderem ser suportados, pois os danos comprometem a qualidade do ambiente, o empreendimento não deverá ser licenciado. O país precisa de desenvolvimento e de um meio ambiente saudável, portanto, deve-se haver espaço para a conversa e os argumentos fundamentados em estudos de qualidade resultando em decisões acertadas, cumprindo-se com os objetivos do instrumento em questão.	

Tabela 3. *Continuação.*

NECESSIDADE DE MAIOR FISCALIZAÇÃO NA FASE DE MONITORAMENTO DOS IMPACTOS Esta etapa é imprescindível, pois é neste momento que os impactos ambientais identificados nos estudos serão evitados, compensados ou mitigados. Após a concessão da licença ambiental, há empreendedores que agem de má fé, e não se importam em cumprir os programas de monitoramento, conforme acertado durante o processo de licenciamento. Por esse motivo o monitoramento deve vir acoplado por um eficiente programa de fiscalização por parte do órgão ambiental. Nem sempre há a possibilidade de fiscalizar eficazmente todos os empreendimentos licenciados e ainda há denuncias por parte dos munícipes as quais mobilizam fiscais para uma determinada ocorrência. A acessibilidade facilitada às informações acerca do licenciamento do empreendimento seria interessante, pois não só o órgão ambiental como também a sociedade civil passa a fiscalizar a empresa forçando-a a trabalhar com muito mais seriedade e consciente do seu dever para com o meio ambiente.	No **módulo de acesso** será possível contar com funções específicas para auxiliar no monitoramento e fiscalização dos processos. E com o **módulo de divulgação** a sociedade poderá visualizar e acompanhar um processo, e provida de informações poderá auxiliar na fiscalização.
FALTA DE TRANSPARÊNCIA COM INFORMAÇÃO DE DIFÍCIL ACESSO Há grandes questionamentos decorrentes dessa dificuldade no acesso às informações do licenciamento, principalmente dos estudantes e professores universitários. Com os benefícios advindos da internet, a disponibilidade da informação se tornou muito acessível e apesar de todas as facilidades disponíveis, o meio de consulta aos processos de licenciamento está atrasado, pois o usuário tem que ligar, agendar uma visita, sair do local de trabalho/moradia, procurar o dado no papel e tirar cópias, desperdiçando tempo e dinheiro. As pesquisas de universidade e a participação popular iriam ser facilitadas caso existisse um processo mais moderno. Atualmente no órgão ambiental falta o corpo técnico para ser responsável pelo Sistema, atualizando e alimentando-o e ainda há a necessidade da ferramenta para permitir que tudo isso ocorra.	O **módulo de divulgação** traz consigo um SIG onde as informações dos empreendimentos poderão ser visualizadas via internet de qualquer computador. Os documentos do processo ficarão *online* e disponíveis para *download.* O usuário poderá optar por acompanhar o processo, recebendo alertas todas as vezes que o mesmo for atualizado.

As reuniões foram muito enriquecedoras para a compreensão de como os procedimentos funcionam na prática durante o processo de licenciamento. Isto é muito importante para a eficiência de um sistema de informação, pois se fosse utilizada apenas uma abordagem teórica (revisão bibliográfica), questões importantes que foram levantadas durante as reuniões não seriam levadas em conta. A experiência dos especialistas contribuiu para a visualização de problemas reais, permitindo trazer soluções que tornarão o sistema uma ferramenta útil ao usuário.

5.2. APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

Visto que o foco da pesquisa não é descrever a parte técnica do desenvolvimento do protótipo, as questões relativas à linguagem de programação e estruturas internas não serão discutidas. Pretende-se mostrar um modelo de sistema que integre geotecnologias e que reúna funções úteis a serem consideradas em um sistema de informação para o licenciamento, para isso, os itens seguintes expõem essa proposta. Neste item serão descritos os objetivos de cada parte do protótipo de modo que se entenda melhor o modelo proposto e suas respectivas características.

Cabe ressaltar que o protótipo é composto por 52 telas de acesso, dificultando assim, apresentá-los individualmente neste documento. Por conta disso, serão expostas no APÊNDICE B algumas telas para ilustrar o sistema, de modo que seja possível ter ciência do protótipo. Entretanto, todas as funções que o mesmo possui serão apresentadas nos itens a seguir.

5.2.1. BANCO DE DADOS

Com o término das etapas anteriores denominadas “Reconhecimento do Ambiente” e “Projeto Lógico”, foi possível a identificação das entidades (tabelas) que deveriam constar no banco de dados do sistema. Após essa identificação foi possível relacioná-las e determinar quais as características que as mesmas deveriam ter para que se alcançassem os objetivos do sistema.

Foi durante esta etapa de desenvolvimento do banco de dados que as informações que iriam compor a base de dados foram levantadas. Para tanto, identificou-se informações sobre os tipos de empreendimento, para os quais o protótipo recebeu os dados, e também sobre o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo. Para os dois tipos de empreendimentos usados (aterro sanitário e ETE) buscou-se dados a respeito: das características gerais, impactos ambientais, medidas mitigadoras, planos e programas e as

normas técnicas. Sobre o licenciamento procurou-se levantar os formulários utilizados e a legislação ambiental pertinente dividida por tema. Os dados que compõem a base geográfica foram igualmente levantados nos órgãos oficiais e nos dois estudos ambientais utilizados na pesquisa.

5.2.2. INTERFACES DO SIA

Dada às diferenças nas atribuições, ações e papéis dos usuários, ficou evidente que um sistema para o licenciamento ambiental deve possuir uma interface para cada grupo, incluindo funcionalidades específicas às necessidades identificadas. Foram desenhadas três interfaces, uma para o órgão ambiental, outra para os empreendedores e técnicos das empresas de consultoria e a terceira para a sociedade (WebSIG). A Figura 8 mostra os módulos e as funções de cada interface.

MÓDULOS E AS SUBDIVISÕES EM CADA INTERFACE

	Órgão Ambiental	Consultor	*WebSIG*
MÓDULO DE ACESSO			
Acesso ao SIG	✔	✔	
Gerenciamento	✔	✔	
Estudos Ambientais	✔	✔	
Biblioteca	✔	✔	
MÓDULO DE ANÁLISE			
Consultas Básicas	✔	✔	✔
Análise Geográfica	✔	✔	
MÓDULO DE DIVULGAÇÃO			
Gerenciamento	✔		
Visualização e download de dados			✔
Cadastro de Acompanhamento			✔

✔ *Acesso total a base de dados.* ✔ *Acesso parcial a base de dados e/ou determinadas funções são voltadas apenas para ao processo cadastrado pelo consultor.*

Figura 8. Módulos que constituem o protótipo e as funções disponíveis para cada uma das interfaces

Como requisitos básicos, o protótipo deveria integrar, numa única interface, acesso à parte gráfica do SIG - com as ferramentas básicas de visualização e consulta - e permitir a um usuário sem conhecimentos aprofundados de informática a manipulação dos dados no sistema e obtenção de respostas rápidas.

Durante a elaboração da interface dos módulos, buscou-se desenvolver um ambiente fácil de manipular, com um visual moderno, menus autoexplicativos e que possibilitasse que os usuários pudessem manusear o sistema de forma intuitiva.

5.2.3. MÓDULO DE ACESSO

Os itens pertencentes a essa categoria visam fornecer ao usuário uma via de acesso a todas as funcionalidades disponíveis no sistema, levando-se em consideração as restrições de cada usuário. Portanto, a principal diferença entre as interfaces evidencia esse aspecto, disponibilizando ao órgão ambiental funções para o gerenciamento total do sistema, enquanto que para os demais usuários (Consultor) o acesso à base de dados e aos demais módulos é parcial.

Mesmo no órgão ambiental em que o acesso à base de dados é total, cada usuário deve ter um determinado nível de acesso e algumas funções referentes à manipulação dos dados ficarão restritas ao departamento responsável pelo sistema. Esta medida de precaução visa garantir a segurança e qualidade das informações na base de dados, de modo que todos os usuários possam visualizar informações, mas apenas pessoas autorizadas poderão inserir, apagar ou modificar a base de dados.

5.2.3.1. VISÃO GERAL DO MÓDULO DE ACESSO

Na Figura 9 pode-se observar a organização dentro de cada item que compõe o módulo, mostrando-se o que está disponível para acesso por parte dos usuários.

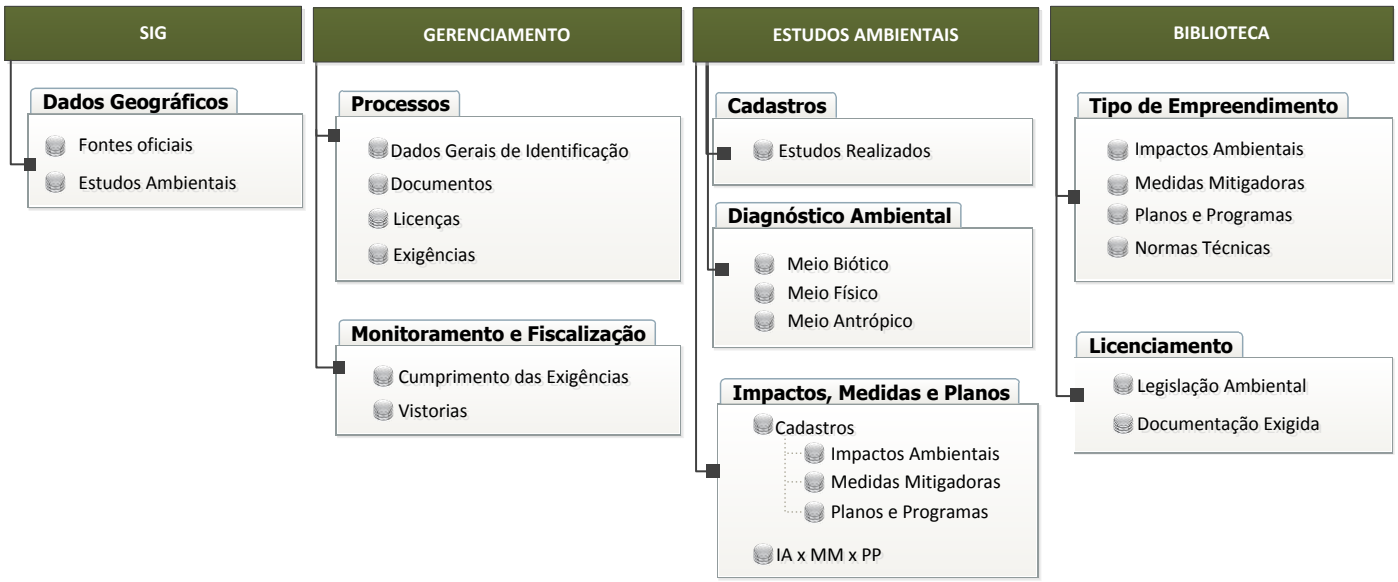

Figura 9. Visão geral da estrutura do módulo de acesso, detalhando as informações disponibilizadas por cada um de seus componentes.

5.2.3.2. DIVISÃO DO MÓDULO DE ACESSO

Os módulos são compostos por quatros divisões, a saber: gerenciamento, estudos ambientais, biblioteca e SIG. Cada divisão fornece funcionalidades para as diferentes etapas do processo de licenciamento e estão descritas a seguir.

GERENCIAMENTO

Esta é a via para o acompanhamento e gerenciamento das atividades provenientes dos processos em andamento. O item é dividido em “Processos” e “Monitoramento e Fiscalização”. O objetivo do item “Gerenciamento” é permitir que o técnico do órgão ambiental e os consultores tenham controle de tudo que ocorre com o processo, incluindo:

- Dados gerais do processo, do empreendedor e do consultor.
- Documentos apresentados durante o processo.
- Licenças e as exigências.
- Cumprimento das exigências.
- Dados decorrentes de vistorias.

As subdivisões do item “Processos” são: “Dados Gerais”, “Documentos” e “Licenças e Exigências”. Na subdivisão “Dados Gerais” são apresentados os dados referentes ao processo, dados do empreendedor e consultor responsável pelos estudos. Em “Documentos” todo documento que constar no processo é cadastrado e recebe um código para poder ser referenciado em outros formulários do sistema. Além de informações que identificam o documento, o mesmo poderá ser acessado via formato digital visto que estará anexado nesse cadastro. Essa medida auxilia o técnico e o consultor uma vez que facilita o acesso à informação, não havendo a necessidade de ir ao processo físico toda vez que precisar visualizar um documento.

A subdivisão “Licenças e Exigências” permite cadastrar as licenças emitidas para o empreendimento. Cada exigência é cadastrada individualmente, informando-se todos os seus dados, como por exemplo, a descrição, número, prazo para atendimento e ainda é possível relacionar a qual documento pertence. Cabe ressaltar que existem tanto exigências provenientes das licenças quanto aquelas originárias de outros documentos, como os pareceres de instituições que participam do processo de licenciamento (IF, IBAMA, IPT e outras). Com o cadastro individual, é possível gerar relatórios que compilem em um único lugar todas as exigências que estão espalhadas ao longo de diferentes documentos. Integrou-se a esse cadastro, um campo que permite atualizar a situação em relação ao cumprimento da exigência, que juntamente com o prazo facilita que tanto o técnico quanto o consultor possam identificar as pendencias e o tempo disponível para a execução das

atividades previstas. Vale lembrar que para cada licença emitida, há a necessidade de se cumprir tudo o que foi elencado no corpo deste documento, e somente após isto é que é liberada a fase seguinte. Essa organização auxilia na transparência de todo o processo, permitindo uma visão rápida do estado do processo pesquisado.

Com o intuito de auxiliar nessa demanda, o subitem “Monitoramento e Fiscalização” permite um maior detalhamento quanto ao atendimento das exigências. Esse item possui duas divisões denominadas “Cumprimento das Exigências” e “Vistorias”. Na primeira divisão citada é possível associar para cada documento entregue pelo consultor/empreendedor a qual exigência ele pertence. Com essa relação, pode-se a qualquer momento gerar relatórios onde para cada exigência é mostrada uma lista de documentos entregues, a data e se aquele documento atende “totalmente”, “parcialmente” ou “não atende” aquela exigência para a qual ele foi cadastrado, essas são informações importantíssimas para o acompanhamento do processo. O campo “atendimento da exigência” no qual é informado as categorias supracitadas é preenchido pelo técnico do órgão ambiental após ler o documento entregue pelo consultor. Da mesma forma, neste formulário o técnico informa o motivo pelo qual foi atribuída aquela categoria de atendimento.

A subdivisão “Vistorias” serve para cadastrar as saídas a campo, informações gerais sobre ela e o cadastro de pontos que foram visitados na área. Para cada ponto, além de informações que caracterizam o lugar, serão associadas coordenadas geográficas e fotos tiradas no ponto. Esta função permite que se tenha um registro histórico georreferenciado do processo.

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS

Neste item o usuário poderá inserir as informações provenientes dos estudos que são elaborados durante o licenciamento ambiental. Algumas informações podem auxiliar em análises futuras de outros empreendimentos. Os dados das interferências dos empreendimentos sobre os meios biótico, físico e antrópico estarão cadastradas e georreferenciadas, podendo ajudar os usuários em uma avaliação sobre impactos cumulativos.

Os dados decorrentes dos estudos realizados nos diagnósticos e laudos técnicos exigidos nos licenciamento, comumente apresentam-se em tabelas, listagens e gráficos no corpo dos documentos. Visando agilizar, padronizar e facilitar a atualização da base de dados do sistema de informação, o consultor tem disponível diferentes formulários temáticos (vegetação, fauna, impactos, medidas de mitigação, planos e programas e as interferências do empreendimento em diferentes aspectos) para inserção desses dados.

Este item possui três divisões, a saber: “Cadastro”, “Diagnóstico Ambiental” e “Impactos e Planos”. Na divisão “Cadastros” o usuário irá cadastrar informações a respeito dos estudos realizados. Além das informações gerais do estudo, há um campo para referenciar geograficamente a área do estudo. Com essa informação, será possível visualizar no SIG todos os estudos já realizados nas áreas de influência do empreendimento.

Posteriormente, ao se analisar uma área em busca de dados secundários, tanto o técnico do órgão ambiental, quanto o consultor poderá visualizar quais estudos já foram realizados naquela área auxiliando a elaboração e análise dos processos. Todos os itens desta grande área denominada “Estudos Ambientais” possuem esse objetivo, permitir que informações relevantes que são apresentadas nos estudos não se percam ou fiquem restritas somente ao processo físico, dentro do órgão ambiental, dificultando a utilização das mesmas.

Na divisão “Diagnóstico Ambiental” encontra-se três subdivisões: “Meio Biótico”, “Meio Físico” e “Meio Antrópico”. Em “Meio Biótico” há a possibilidade de se preencher informações sobre: levantamento de fauna, levantamento de vegetação, caracterização de fragmentos de forma a caracterizar as áreas de influência do empreendimento. Neste mesmo item são cadastradas as interferências do empreendimento em relação a: áreas especialmente protegidas, áreas de preservação permanente, corredores de proteção ambiental e áreas prioritárias para a conservação. Os registros irão comportar informações geográficas (os campos das coordenadas X e Y) para que estes possam ser visualizados posteriormente no SIG. Em relação ao “Meio Físico” as interferências que podem ser cadastradas referem-se aos seguintes temas: recursos hídricos, antigas cavas de mineração e áreas contaminadas. Quanto ao meio antrópico as interferências são sobre os seguintes temas: patrimônio histórico, patrimônio espeleológico, assentamentos rurais, terras indígenas, quilombos e patrimônio arqueológico.

No item “Impactos e Planos” encontram-se as seguintes subdivisões “Cadastros” e “Impactos x Medidas x PP”. Na primeira, o consultor irá cadastrar individualmente: os impactos ambientais, as medidas mitigadoras e os planos e programas. Uma vez cadastrados individualmente, na subdivisão “Impactos x Medidas x PP” todos eles poderão ser associados. Portanto, para cada impacto ambiental será relacionada a medida mitigadora a ser utilizada para solucionar/minimizar o problema e ainda a qual programa ou plano ambiental pertence. Além desse cruzamento, informações adicionais serão inseridas: etapa do licenciamento, meio receptor (biótico, físico e antrópico), data de início e final de execução, e por fim, a situação (não iniciada, em andamento ou concluída).

Com essas informações reunidas é possível ter um maior controle do andamento das atividades, o prazo de execução das mesmas e se estão dentro do acordado entre empreendedor e o órgão fiscalizador, fornecendo assim, parâmetros para um maior rigor na fiscalização.

BIBLIOTECA

Este item é composto em sua maioria por consultas às tabelas existentes as quais estão divididas em duas áreas, àquelas a respeito do “Tipo de Empreendimento” e as sobre o “Licenciamento Ambiental”. O objetivo desta área é reunir informações sobre estes dois temas e que são utilizadas frequentemente tanto pelo consultor na hora elaborar os estudos quanto pelo técnico do órgão ambiental no momento da análise.

Na aba “Tipo de empreendimentos” será encontrado:

- Os Impactos Ambientais mais frequentes de cada empreendimento.
- Planos e Programas que normalmente são desenvolvidos.
- Normas Técnicas aplicáveis àquele tipo de empreendimento.

Na aba “Licenciamento Ambiental”:

- Legislação Ambiental organizada por temas e palavras-chave, contendo dados tabulares com breve descrição e acesso ao formato para download.
- Parte da documentação obrigatória (solicitações, pedidos de autorização, certificados, declarações e entre outros).

Por se tratar de uma área que traz tabelas no formato de consultas, a função em todos os formulários é a de busca, podendo utilizar-se de campos para filtrar os resultados. Para exemplificar, sobre a “Legislação Ambiental” dentro da divisão “Licenciamento Ambiental” é possível se pesquisar utilizando-se um campo para filtrar quanto ao tipo de legislação (decreto, lei, resolução), âmbito (federal, estadual ou municipal) e ainda pelo uso de palavras-chave. Enquanto que para o item “Impactos Ambientais” na divisão “Tipo de Empreendimentos”, é possível realizar filtros em relação ao Tipo de Empreendimento, fase do licenciamento ou meio receptor.

SIG

Neste item o usuário pode ter acesso tanto a dados georreferenciados de fontes oficiais, como também os provenientes dos estudos ambientais elaborados durante o processo de licenciamento ambiental. Os dados são constituídos de mapas (formatos vetorial e matricial) e dados tabulares, os quais podem ser visualizados no SIG integrado ao sistema.

Este módulo foi elaborado de modo que o usuário pudesse visualizar os dados geográficos na base de dados. O banco de dados (PostgreSQL) é responsável pela organização dos dados, consultas a partir de relacionamentos entre tabelas (dados alfanuméricos) e ainda consultas entre dados espaciais (extensão espacial PostGIS). Esses *softwares* não trabalham com a visualização dos dados geográficos, e por isso necessitam de uma interface que apresente os dados e os resultados das consultas espaciais. Para tanto, optou-se por utilizar-se de um *software* de SIG integrado ao sistema.

Ao se acessar esse item no módulo de acesso, o usuário poderá acessar a base de dados geográfica dividida em fontes oficiais e a de dados produzidos pelos estudos ambientais. Essa interface com o banco de dados será realizada pelo ArcGIS Explorer que é um software gratuito desenvolvido pela ESRI. O ArcGIS Explorer é um software simples de visualização e consultas de arquivos utilizados em geoprocessamento. Muito embora seja um software livre, e consequentemente, para distribuição gratuita, ele apresenta algumas ferramentas sofisticadas que podem facilitar o entendimento da distribuição geográfica da informação. Por se tratar de um visualizador, o ArcGIS Explorer não permite a modificação na base de dados geográfica, evitando que por acidente o usuário acabe alterando, apagando ou corrompendo os dados na base de dados, prejudicando os demais usuários.

Neste módulo, o usuário poderá interagir com os dados geográficos através dos recursos proporcionados pelo ArcGIS Explorer. Estes comandos podem ser acessados pela barra de menu e de ferramentas. O software traz ao usuário diferentes recursos, como por exemplo: adicionar temas, imprimir mapas, zoom in/out, identificar feições do mapa, e identificar essas feições através dos *tips* (são caixas de diálogos que permitem que se veja os dados associados à uma feição em seu mapa).

A opção de se acoplar ao sistema um visualizador parece uma opção simples e óbvia para as pessoas que utilizam SIG. Entretanto, foi visto que, em sua maioria, os técnicos do órgão ambiental, não tem contato com esses tipos de tecnologias. Normalmente, esses técnicos utilizam-se de programas como o Google Earth para ter ideia da área afetada pelo empreendimento, e posteriormente, utilizam-se de mapas no formato impresso ou em “pdf” e tentam achar em cada um deles a área pesquisada. Portanto, um SIG, apesar de simples, mas que permita que o usuário possa manuseá-lo intuitivamente, onde estejam compilados

e organizados uma série de informações, incluindo as provindas do empreendimento, facilitará significativamente o usuário.

5.2.4. MÓDULO DE ANÁLISE

Estão presentes nesta parte do sistema as funções que possuem como objetivo analisar os parâmetros inseridos pelo usuário e retornar informações provenientes da base de dados que estão relacionados a eles. Este módulo possui duas divisões, a saber: Consultas Básicas e Análise Geográfica.

Cada interface (órgão ambiental e consultor) deve ser customizada para atender as diferenças nas tarefas que estes grupos possuem durante as fases do licenciamento. O módulo do órgão ambiental tem acesso total aos dados que constituem a base de dados do sistema, enquanto que o mesmo não ocorrerá para o módulo consultor. Essa restrição não será atribuída aos dados que pertencerem à fontes oficiais (IBGE, IBAMA, SMA, MMA e etc) e os que foram apresentados no corpo dos estudos ambientais, pois em ambos os casos sabe-se que após a publicação destes documentos eles passam a ser públicos e de livre acesso para todos.

Os dados que terão acesso restrito ao público serão aqueles que de alguma forma estão vinculados aos estudos ambientais, mas que não estavam presentes no próprio documento. Estes serão cedidos por instituições privadas (consultorias, instituições de ensino e etc) que acreditam que estas são informações importantes a serem consideradas nas análises realizadas durante o licenciamento e por isso concederam para alimentar o base de dados do sistema.

Entretanto, dada as diretrizes dos direitos autorais sobre estes dados, estas instituições podem requisitar que haja um filtro para o uso livre do dado cedido. Para tanto, estas instituições determinarão o nível de acesso para o dado e a requisição do uso dos mesmos passará por uma análise da instituição provedora dele. Nestes casos, ao realizar uma consulta, o usuário que utiliza o módulo consultor ou o WebSig na internet receberá como retorno um relatório que indicará a existência, uma descrição do conteúdo desses dados e como proceder para ter acesso total a eles.

5.2.4.1. CONSULTAS BÁSICAS

Estão listadas uma série de consultas pré-configuradas que visam fornecer respostas rápidas em relação a três categorias: gerais, monitoramento e verificação de informações. A seguir será explanado o objetivo de cada consulta:

Consultas gerais:

- Súmula do Processo: o relatório gerado compila todas as informações cadastradas que dizem respeito ao número do processo.
- Licenças emitidas: compila todas as informações sobre as licenças emitidas para o empreendimento.
- Estudos Realizados: reúne todos os registros e informações dos estudos realizados no o processo.
- Diagnóstico Ambiental: fornece as informações sobre as interferências do empreendimento em todos os formulários
- Documentos: lista e fornece todas as informações cadastradas a respeito dos documentos que constituem o processo.

Monitoramento:

- Prazos: é gerado um relatório onde todas aquelas informações que possuem dados com prazos são relacionadas. É feita uma verificação em relação à data atual, informando – para aqueles itens que não estiverem com o status “finalizado” – se o prazo já foi vencido, e se não, quanto falta para vencer.
- Cumprimento das Exigências: este item gera um onde para cada exigência é mostrada uma lista de documentos entregues, a data e se aquele documento atende “totalmente”, “parcialmente” ou “não atende” aquela exigência para a qual ele foi cadastrado.
- Indicadores do Processo: nessa consulta o sistema conta quantas exigências existem no total para aquele processo e uma vez que para cada exigência também é cadastrada a “situação”, o sistema irá indicar quantas estão atendidas, em atendimento e não atendidas construindo um gráfico para melhor visualizar essa questão.

Verificar Informações:

- Lista de Fauna: para cada espécie da lista de fauna, o técnico do órgão ambiental necessita checar se está dentro da lista de espécie ameaçada do Decreto Estadual Nº 56.031/2010. Por isso, a lista que consta no decreto está incorporada à base do sistema para que a lista de fauna digitada pelo consultor seja automaticamente checada indicando-se qual a categoria de ameaça que se encontra aquela espécie.
- Lista de Flora: o mesmo do item anterior será feito para a lista de flora, entretanto, a base utilizada será a da Resolução SMA 48/2004.

Após escolhida a consulta, o resultado dela será mostrado em uma janela separada. Nesta janela o usuário poderá visualizar as informações, havendo a possibilidade de exportar esses dados, em duas opções de formato, uma tabela do tipo Excel ou um relatório.

5.2.4.2. ANÁLISE GEOGRÁFICA

O objetivo deste módulo é fornecer ao usuário informações técnicas e ambientais sobre a área, o tipo de empreendimento e o licenciamento. Para tanto o usuário irá inserir parâmetros-chaves para a busca a ser realizada na base de dados. Como retorno o sistema fornecerá dados tabulares e documentos anexados às tabelas sobre os temas listados a abaixo e a Tabela 4 detalha os dados resultantes desta consulta.

- Caracterização da área.
- Caracterização do tipo de empreendimento.
- Legislação e normas técnicas aplicáveis.
- Documentos necessários para o licenciamento.
- Dados provenientes de outros estudos ambientais.
- Dados da CETESB

Os dados pertencentes as categoria listada na Tabela 4 tem associados a eles uma coluna onde serão compilados parâmetros que indiquem restrições. Por exemplo, o usuário insere um *shape* e determina o tipo de empreendimento como parâmetros de entrada, se for identificada a presença de uma Unidade de Conservação, será apresentado no resultado todos os dados referente à aquela área protegida e inclusive sua restrição. Neste caso, há duas possibilidades em relação à categoria na qual está inserida a UC (proteção integral ou uso sustentável). Se for de proteção integral, haverá uma observação nos resultados apontando que o empreendimento é “incompatível”. Se uso sustentável, o sistema continuará a análise e procurará na tabela de restrição se o tipo de empreendimento indicado é ou não compatível com as diretrizes daquela UC.

Tabela 4. Lista das informações a serem fornecidas após a execução da análise específica. As quatro últimas colunas indicam o formato do produto a ser: T – tabela; M – mapa (formato vetorial ou matricial); G – gráfico; A – arquivo para download.

TEMA	CATEGORIA	DADOS FORNECIDOS
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	Dados do município	- Dados gerais (plano diretor, órgãos de meio ambiente);
	Uso da terra	- Dados gerais dos tipos de uso;
	Infraestrutura	- Dados gerais das vias de acesso;
	Drenagem	- Dados gerais da hidrografia;
	Biomas	- Relação dos biomas envolvidos;
	Vegetação	- Dados gerais da vegetação afetada; - Lista de áreas disponíveis para compensação na mesma microbacia (áreas para averbar e APP degradada); - Dados gerais das APP identificadas;
	Bacia Hidrográfica	- Dados gerais das bacias e microbacias envolvidas;
	Pedologia	- Relação dos tipos de solo envolvidos;
	Zoneamento	- Dados gerais dos zoneamentos disponíveis (urbano, ambiental, áreas críticas: sensibilidade, erosão, espécies ameaçadas e etc);
	Áreas Protegidas	- Dados gerais das UCs / outras áreas de acesso limitado
	Análise de Risco	- Lista dos empreendimentos
CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE EMPREENDIMENTO	Principais Impactos	- *Checklist* com os principais impactos do tipo de empreendimento indicado dividido por fase (implementação, operação e desativação), relacionando com as possíveis causas do impacto e as medidas mitigadoras e/ou compensatórias comumente adotadas.
	Planos e Programas Ambientais	- Lista e descrição dos principais planos e programas ambientais adotados.

Tabela 4. *Continuação*

TEMA	CATEGORIA	DADOS FORNECIDOS
OUTROS ESTUDOS AMBIENTAIS	Dados disponíveis	- Lista e descrição (itens da caracterização da área) dos dados gerados por outros estudos e que estão disponíveis para serem utilizados (divididos em "com e sem autorização"). Origem (fontes: processo vinculado). - Os dados com autorização serão disponibilizados para download. Para os não autorizados será fornecido o contado do responsável técnico.
	Outros processos	- Lista com todos os processos com o mesmo tipo de empreendimento escolhido (permite acesso ao TR, estudos ambientais, arquivos gerais no histórico do processo).
LEGISLAÇÃO APLICADA	Legislação Ambiental	- Listagem com a legislação (dividido em federal, estadual e municipal) referente ao tipo de empreendimento e os itens identificados como "existentes" na caracterização da área.
	Normas Técnicas	- Listagem das normas referente ao tipo de empreendimento.
DOCUMENTOS LICENCIAMENTO	Documentos	- Lista de documentos e procedimentos que deverão ser efetuados para o licenciamento do empreendimento na área indicada.

No item "Análise Geográfica" o usuário tem a opção uma consulta à base de dados geográfica. Visto que essa análise pode utilizar toda a base geográfica, e consequentemente, aumentar o tempo de resposta da consulta, optou-se por dar ao usuário a opção de escolher em quais temas deverá ser feita a pesquisa. Neste item há a opção de entrada dos dados de localização do empreendimento (as coordenadas) e ainda pode-se ampliar a procura de dados a um raio determinado pelo usuário.

Essa pesquisa baseia-se nas funções básicas de um banco de dados geográfico que são as de relacionamento de geometrias. Neste caso, é utilizada a função: Touches (geometry, geometry) onde é retornado (VERDADEIRO) se esta "spatially touches" (toca espacialmente) outra geometria. Ou seja, se o arquivo ou o ponto inserido pelo usuário tocar espacialmente alguma feição dos temas escolhidos por ele, o banco de dados irá identificar e apresentá-los em uma tabela. Por conta disso, ao invés de inúmeros arquivos a serem mostrados, os resultados desta consulta serão apresentados em um único relatório.

Pode-se ainda realizar a mesma pesquisa para a área de influência delineada por um arquivo vetorial ou para um raio definido pelo usuário. O tipo de relacionamento neste caso

é o métrico, em que será retornado (VERDADEIRO) se as geometrias estão localizadas dentro do raio determinado pelo usuário. Esta é uma das informações que também será mostrada no relatório. A determinação de um raio em relação ao empreendimento é de suma importância na análise do impacto ambiental nas diferentes áreas de interferência do mesmo. Por exemplo, em relação à proximidade das unidades de conservação em que caso a mesma não tenha determinado oficialmente a sua zona de amortecimento, há necessidade de se manter um mínimo de 10 km do entorno desta área protegida. Com a determinação de uma distância a hora da análise, o usuário poderá checar se o empreendimento proposto irá estar dentro, por exemplo, da zona de amortecimento de uma unidade de conservação, o que inviabilizará ambientalmente o empreendimento.

O relatório é dividido em quatro partes organizando as informações que foram escolhidas pelo usuário no início da pesquisa. As divisões são as seguintes: (1) “Área Diretamente Afetada (ADA)”: que traz informações da área do empreendimento; (2) “Área de Influência Direta (AID)”: informando a respeito do polígono da outra área indicada ou do valor do “Raio” fornecido; (3) Licenciamento Ambiental: outros empreendimentos na área, estudos realizados, legislação ambiental aplicável; (4) “Tipo de empreendimento”: impactos ambientais, planos e programas e as normas técnicas.

5.2.5. MÓDULO DE DIVULGAÇÃO

Este módulo visa expor de uma forma acessível a todos os usuários alguns dados da base de informações do sistema. O acesso a esta área se dará pelo módulo do órgão ambiental e pela internet, entretanto, a inserção, edição e exclusão dos dados só poderá ser feita pelo módulo supracitado, enquanto que a visualização e o *download* de dados disponível poderá ser feito por todos usuários via internet, respeitando-se os níveis de restrições das informações.

O gerenciamento deste módulo será disponível somente ao módulo do órgão ambiental permitindo que os usuários deste grupo possam acessar e manipular os dados que serão divulgados por meio do WebSIG. Os cadastros de novos usuários, requisição de dados, alertas emitidos serão realizados por meio deste módulo.

5.2.5.1. A INTERFACE DE WEBSIG

Esta interface propõe compartilhar as geoinformações que constituem a base se dados do sistema. O WebSIG é um sistema de informações geográficas básico (SIG) que permite ao usuário consultar informações georeferenciadas e tabulares de maneira interativa sem a necessidade de instalar o aplicativo de SIG no computador, pois todo funcionamento desta interface restringe-se ao navegador de internet.

Por estar disponível via internet, esta interface pode ser acessada por todos usuários, órgão ambiental, sociedade, consultores e entre outros. Será possível manipular diferentes níveis de informação (camadas) de acordo com o foco e necessidade do usuário. Estarão disponíveis dados do ambiente e dos processos de licenciamento. Ao selecionar um empreendimento, o usuário poderá visualizar informações sobre os dados gerais do licenciamento daquele empreendimento, interferências ambientais e licenças emitidas.

5.2.5.2. CADASTRO DE ACOMPANHAMENTO

Ao realizar o cadastro no site do sistema de informação, o usuário pode optar em receber notícias sempre que a base de dados for atualizada em relação às opções selecionadas por ele. O usuário terá como opções receber alertas sobre abertura/atualizações de processos de licenciamento de acordo com:

- Município
- Tipo de empreendimento
- Empreendimento específico
- Microbacia hidrográfica

A combinação de mais de uma opção também é viável de modo a limitar e focar os alertas a serem recebidos. Toda vez que um processo for atualizado com novos dados, ou o período de abertura de audiências for iniciado, os resultados das tomadas de decisões forem divulgados, por exemplo, o usuário receberá um alerta em sua caixa de e-mail sobre aquela atualização.

5.2.6. O MODELO DE SIA INSERIDO NO PROCESSO DE LICENCIAMENTO

Após a modelagem das funções foi possível esquematizar como o sistema poderá ser integrado ao atual sistema de Licenciamento no Estado de São Paulo. A Figura 10 abaixo ilustra o uso do modelo proposto nas diferentes etapas do licenciamento para os diferentes usuários.

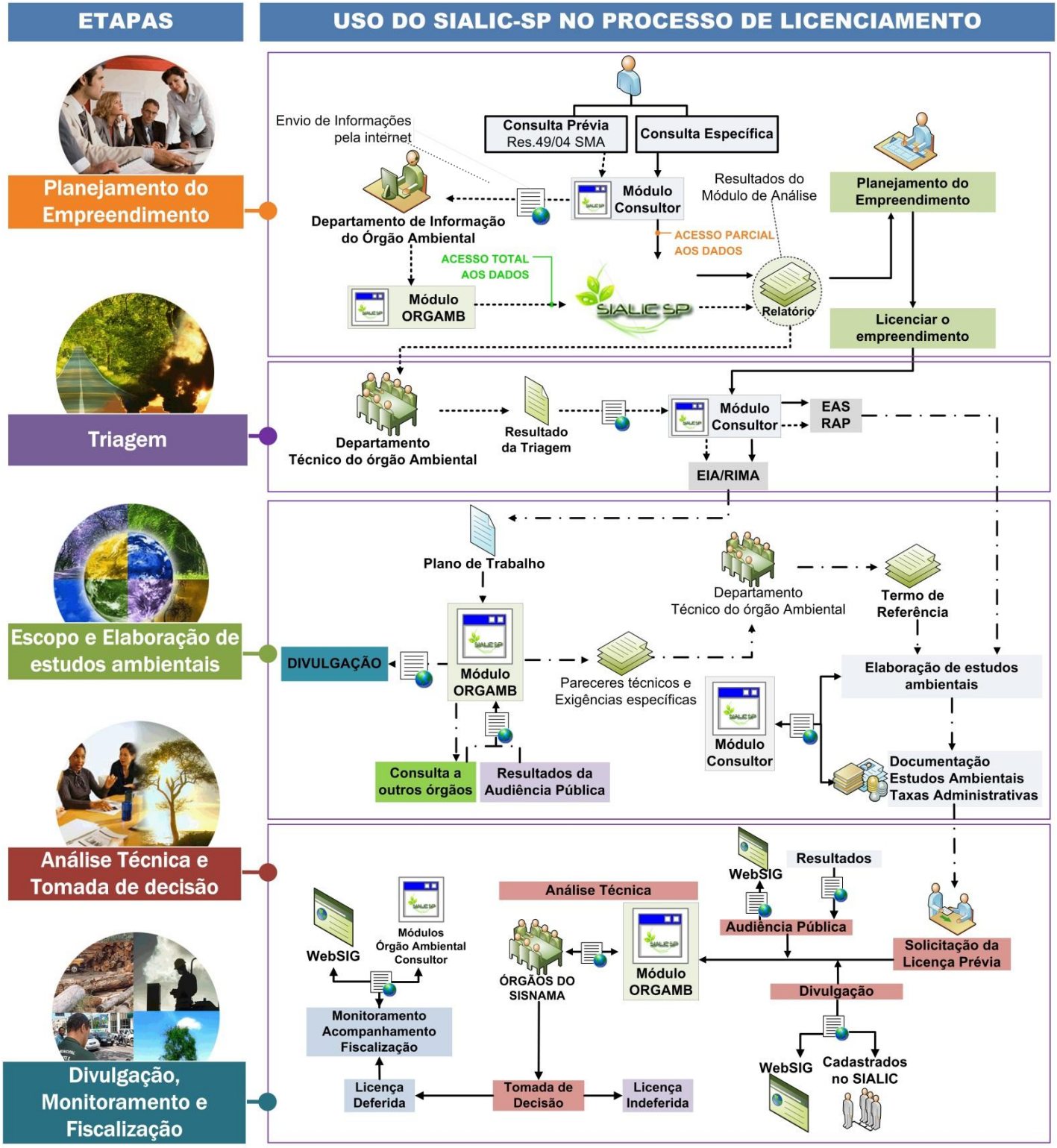

Figura 10. Esquema do uso do modelo de SIA apresentado, em diferentes etapas do processo de licenciamento. A sigla SIALIC SP apresentada na figura refere-se à abreviação de "Sistema de Informação Ambiental para o Licenciamento Ambiental do Estado de São Paulo" utilizada de forma a facilitar a elaboração do esquema. O mesmo ocorre para a sigla ORGAMB que significa "Órgão Ambiental".

5.3. AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS A RESPEITO DO MODELO PROPOSTO

Para a apresentação e discussão das funções do protótipo do sistema foram realizadas reuniões com 32 profissionais, entre técnicos e gerentes, os quais são responsáveis por analisar os processos de licenciamento de empreendimentos que necessitam de EAS, RAP ou EIA/RIMA. A seguir estão apresentados os resultados provenientes do questionário entregue após as reuniões.

Todos os entrevistados consideraram que as informações geográficas disponibilizadas pelo modelo de sistema proposto podem auxiliar na análise do processo e na Figura 11 pode ser observado o quanto essas informações podem vir a auxiliar. Observa-se que a disponibilização de informações geográficas é importante, visto que a maioria (87,5%) dos entrevistados considerou que estas informações poderão auxiliar extremamente (62,5%) e muito (25%) durante a análise.

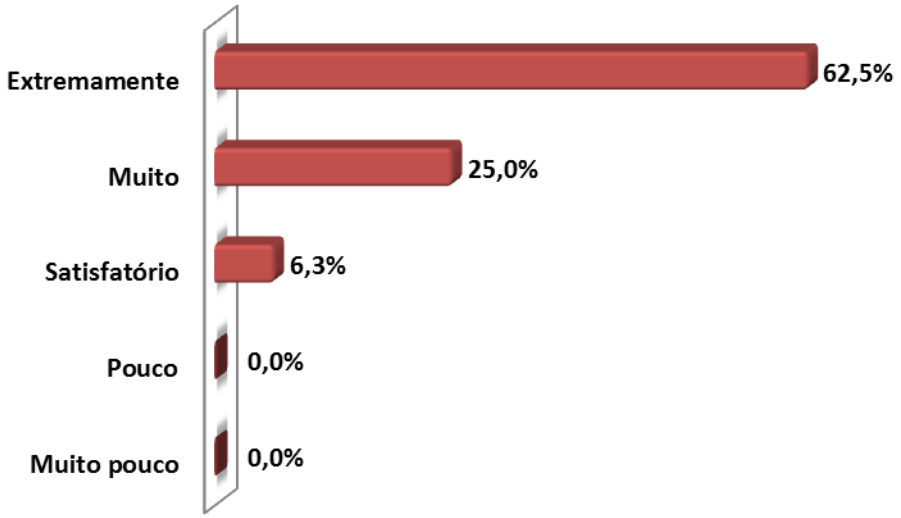

Figura 11. Quantificação do auxílio que as informações geográficas disponibilizadas pelo modelo de sistema proposto irão prestar para a análise dos processos.

Igualmente ao item anterior, foi totalmente positiva a opinião a respeito dos módulos propostos pelo protótipo do SI apresentado, confirmando assim, que as funções e divisões do modelo poderão contribuir para a gestão das informações ambientais produzidas durante o licenciamento. Especificamente em relação às funções, questionou-se se da forma em que as mesmas estão apresentadas dentro do sistema, o usuário teria dificuldades em obter resultados quanto às consultas. A Figura 12 apresenta a porcentagem das respostas e a maioria (78,1%) negou haver dificuldades. Essa pergunta procurou saber se a interface era apropriada e se o acesso e as buscas seriam facilitados.

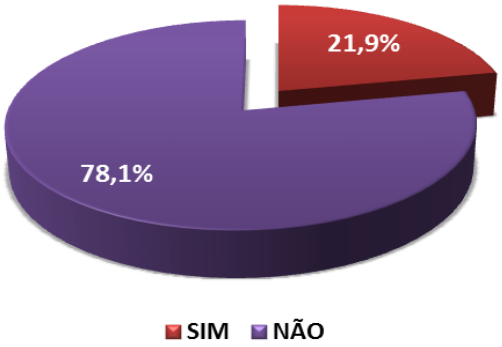

Figura 12. Em relação à forma em que estão apresentadas as funções dentro do sistema, o gráfico mostra se haverá ou não, por parte dos técnicos, dificuldades em se obter resultados nas consultas.

Era imprescindível saber a opinião dos entrevistados a respeito da viabilidade de implantação do modelo de SI apresentado. Segundo as respostas pôde-se constatar que todos consideram viável (extremamente: 40,6% e muito: 37,5%) a inserção do modelo proposto na rotina de trabalho, conforme pode ser visualizado na Figura 13.

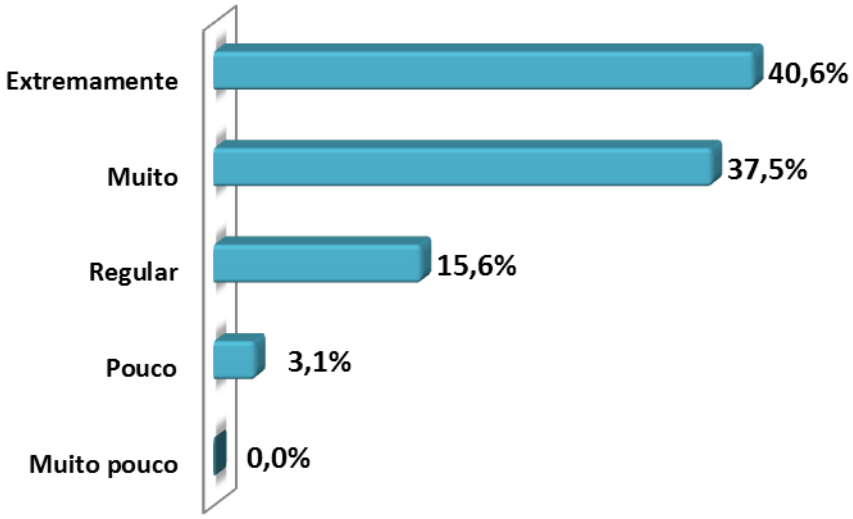

Figura 13. Viabilidade de se implantar na rotina de trabalho um sistema de informação ambiental como o que foi apresentado.

Diante dos benefícios discutidos durante as reuniões, pediu-se para que os entrevistados assinalassem quais, dentre os indicados no questionário, iriam ser proporcionados ao licenciamento caso fosse utilizado um sistema como o apresentado. A agilidade na análise foi a resposta unânime entre os entrevistados, seguido da divulgação da informação, transparência ao processo de licenciamento e acurácia na informação. As porcentagens podem ser visualizadas na Figura 14. O entrevistado tinha a opção de apresentar outros benefícios além daqueles que estavam disponíveis para serem assinalados. Neste caso, foram acrescentados os seguintes melhoramentos advindos do uso do sistema: (i) a possibilidade do órgão ambiental tornar-se não apenas receptor de

informações mais também um produtor e divulgador de informações, com uma perspectiva global de análise; (ii) a verificação de consistência das informações 'novas' apresentadas nos estudos; (iii) integração das diferentes esferas ligadas ao licenciamento ambiental; (iv) unificação da base de informações para uso dos diferentes interessados; e (v) a possibilidade de análises mais ricas e de um licenciamento mais inteligente.

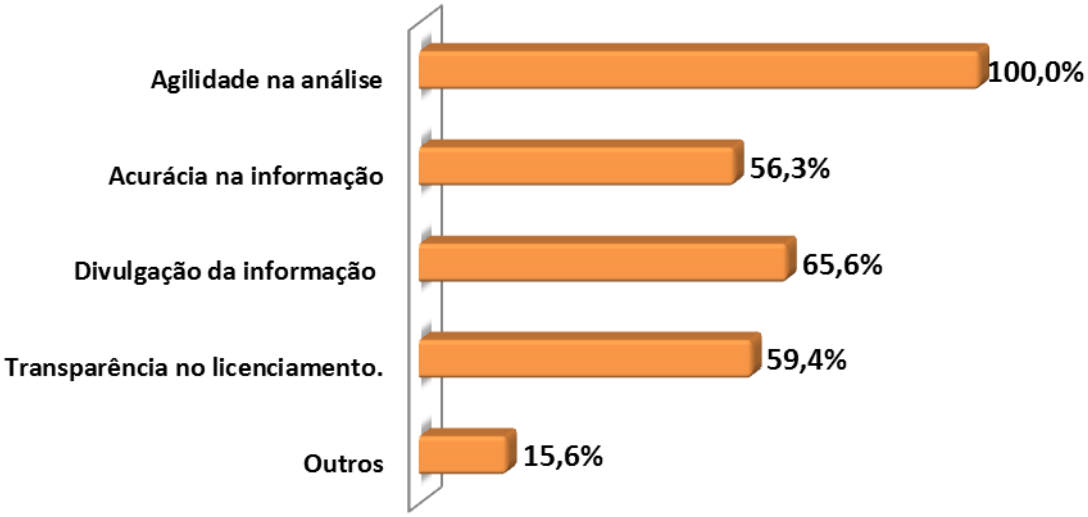

Figura 14. Os benefícios que o uso de um sistema como o apresentado traria ao licenciamento, segundo a visão dos entrevistados.

Quanto às funções apresentadas pelo protótipo, questionou-se se seriam relevantes para o acompanhamento e monitoramento dos processos. Um total de 90,6% dos entrevistados afirmou positivamente e, destes, 44,8% indicou que seriam extremamente relevantes. Em relação aos demais 6,3% não considerou relevantes as funções apresentadas e 3,1% preferiu não opinar (Figura 15).

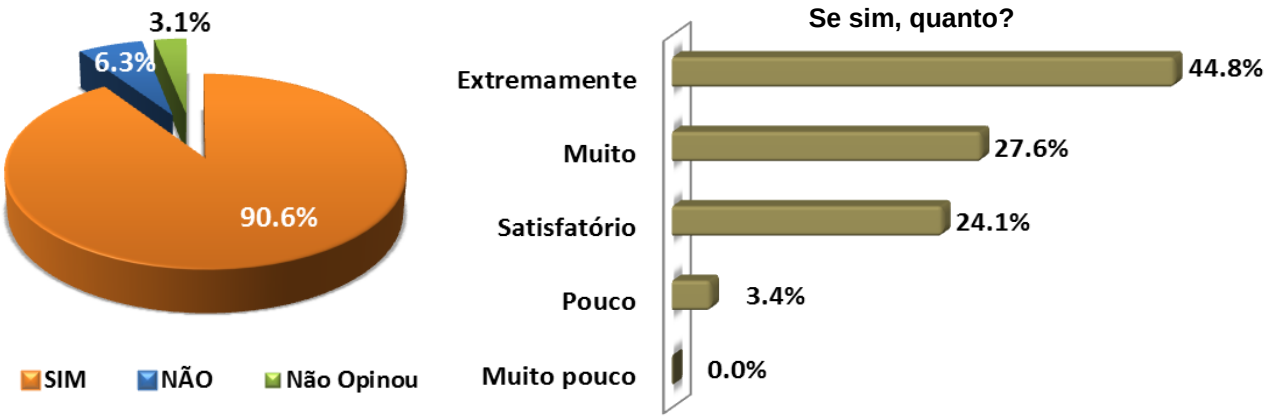

Figura 15. O gráfico da esquerda mostra a opinião dos entrevistados quando se perguntou se as funções apresentadas serão relevantes para o acompanhamento e monitoramento dos processos. O gráfico da direita apresenta o quanto isso é relevante.

Todos os técnicos que participaram das entrevistas afirmaram que as informações que são produzidas nos estudos ambientais devem ser disponibilizadas para o uso nas análises pelos técnicos do órgão ambiental. Entretanto, quando perguntou-se o mesmo, mas em relação à disponibilização para a sociedade a decisão não foi unânime, houve uma minoria de 10,5% que considerou que isso não era relevante. Mas a maior parte dos entrevistados afirma que a sociedade também deve ter acesso via SIA às informações provenientes dos estudos ambientais, conforme pode ser visto na Figura 16.

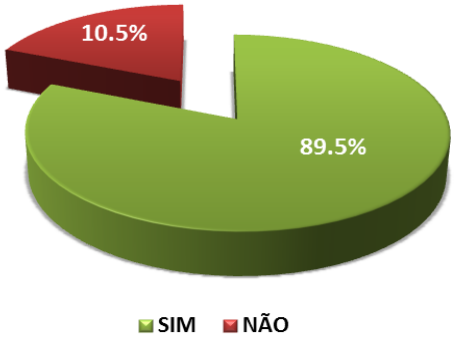

Figura 16. Respostas quanto a importância de se disponibilizar ou não, as informações produzidas nos estudos ambientais para a sociedade em geral.

Uma vez que serão utilizadas geotecnologias integradas ao sistema, é importante saber qual é o conhecimento dos usuários em relação a elas. Para determinar este perfil, perguntou-se se eles já haviam utilizado alguma das geotecnologias apresentadas, e com isso obteve-se que 84,4% já utilizou alguma delas, e destes, quase todos utilizaram o SIG (96,3%). A segunda geotecnologia mais usada foi o banco de dados geográfico e por último, o WEBSIG, conforme pode ser visto na Figura 17.

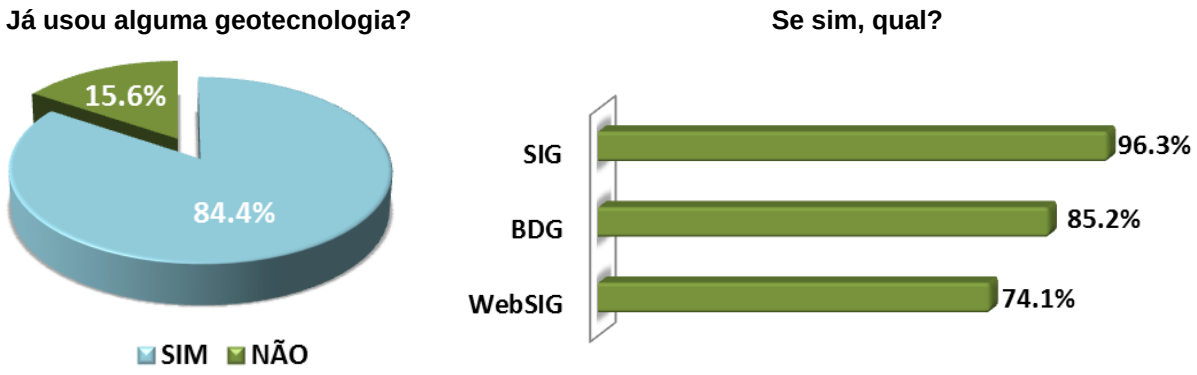

Figura 17. Uso dos entrevistados em relação às geotecnologias integradas ao protótipo.

Mas apesar de uma grande parte já ter tido contato com as geotecnologias, o domínio que eles possuem quanto a elas, no geral, é baixo. Existem apenas alguns técnicos, dentre os entrevistados, que possuíam uma habilidade mais elevada. A Figura 18 apresenta esta proporção.

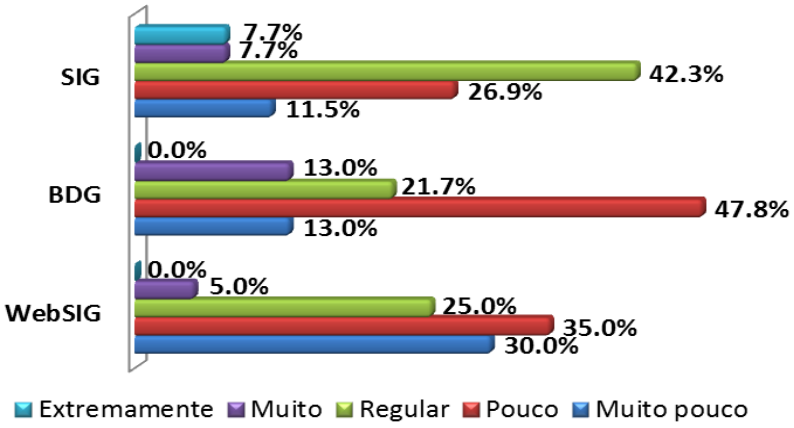

Figura 18. Habilidade dos entrevistados quanto às geotecnologias que eles tiveram contato.

Por fim, pediu-se para os técnicos informarem quais outras funções, que não foram contempladas no modelo apresentado, que eles consideravam importante que um SIA para o licenciamento deveria possuir para auxiliar na análise técnica dos estudos ambientais. Dentre o apresentado destaca-se:

- Acrescentar à lista de interferências ambientais um cadastro do diagnóstico arqueológico na fase de avaliação de viabilidade do empreendimento e dos sítios e vestígios arqueológicos encontrados na implantação.
- Existência de condicionantes, que são fundamentais, para o empreendedor poder entrar com o pedido de licenciamento, tais como a apresentação de determinados documentos. Dentro do cadastro do processo, deveria ter uma aba “Documentos” como forma de um *checklist* para determinar se o processo pode ou não começar a ser analisado, para separar as certidões dos outros documentos (ofícios, estudos, pareceres, etc).
- Funcionalidades para as agências, em específico, para orientar as autorizações de supressão e intervenção em APP, além do controle dos TCRAs, relacionando-os com os processos que dão entrada na diretoria de impacto, havendo campos para se atualizar quanto ao cumprimento dos termos.
- Apresentar os dados sobre autos de inspeção, autos de infração e suas eventuais pendências.

- Identificação de áreas que já passaram por algum processo dentro da CETESB e que resultaram em averbação de reserva legal, área verde, criação de RPPN.
- Em relação à empreendimentos de loteamentos, os de menor área são licenciados no GRAPROHAB, órgão vinculado à Secretaria da Habitação, após parecer favorável da Agência da CETESB. Mas não há um mapeamento desses empreendimentos, o que seria muito importante para avaliar os impactos cumulativos. Muitas vezes o empreendedor tem uma grande propriedade e vai implantando projetos de loteamentos pequenos para se abstiver do licenciamento ambiental que ocorre na diretoria de impacto de empreendimentos na CETESB. Com o mapeamento dessas áreas seria possível identificar tais casos e solicitar o estudo ambiental adequado.

- Integração com diferentes *softwares* como, por exemplo, Google Earth, bem como outras ferramentas de análise e tomada de decisão.

No geral, pôde-se constatar que para um SIA em escala real, deverá ser visto com mais detalhes as necessidades de cada setor, pois os mesmos possuem peculiaridades próprias, o que, consequentemente, irá demandar alguma customização específica.

6. DISCUSSÃO

Ao longo desta pesquisa pôde-se identificar que há no licenciamento ambiental do Estado de São Paulo problemas decorrentes da ausência de uma gestão de informações eficaz, em boa parte pela inexistência de uma estrutura voltada para esta demanda, o que certamente tem causado prejuízos para o processo como um todo. Atualmente, as informações geradas no processo de AIA são utilizadas para informar e apoiar a equipe técnica na tomada de decisão, mas não estão contribuindo para a construção de uma base de informação que poderá auxiliar em avaliações futuras.

Determinadas questões podem ser solucionadas, ou minimizadas, com o uso de ferramentas que integram diferentes funções para a gestão da informação, como é o caso das geotecnolgias. Rodriguez-Bachiller e Glasson (2004) ao reverem o emprego de SIG para a avaliação de impactos puderam identificar que esta ferramenta tem o seu potencial maximizado quando operada dentro de uma estrutura mais ampla, que envolva outras ferramentas de suporte à decisão. Funções que visem um gerenciamento ambiental integrado e que utilizem sistemas de informação resultam em aplicações com vários componentes (KARATZAS et al., 2003), tornando o desenvolvimento de um SIA para o licenciamento ambiental uma tarefa complexa, devendo-se levar em conta distintos aspectos para se obter êxito.

Com vistas a auxiliar um eventual processo de implementação de um SIA no âmbito do licenciamento ambiental, o presente capítulo discute questões-chave que podem orientar o processo de desenvolvimento desta ferramenta. Para tanto, foram investigados fatores considerados relevantes para o foco da pesquisa: o gerenciamento da informação no licenciamento, a participação do usuário ao longo do processo de desenvolvimento do sistema, a integração de geotecnologias e, por fim, o levantamento de outros pontos fundamentais a serem considerados ao longo do desenvolvimento e implementação de um SIA voltado para o licenciamento.

6.1. GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO AMBIENTAL DURANTE O LICENCIAMENTO.

A percepção dos planejadores ambientais de que uma ferramenta computacional de gestão da informação (p.ex. SIA) tem a capacidade de servir para apoiar o processo de planejamento, fornecendo fontes de informação necessárias e com canais de comunicação, é um fator crítico determinante para o uso de informações durante o processo de planejamento ambiental (MUTSHEWA, 2010). Em relação a esse aspecto, a presente pesquisa revelou que todos os técnicos entrevistados concordam que o uso de um SIA (com

as características do protótipo apresentado) contribuirá com a gestão das informações produzidas durante o licenciamento ambiental e foram unânimes ao afirmar que é importante que determinadas informações que compõem os estudos ambientais sejam disponibilizadas neste sistema, para que assim possam ser utilizadas nas análises técnicas sobre a viabilidade ambiental dos empreendimentos.

O entendimento dos progressos advindos da gestão de informação é um passo importante para a usabilidade do sistema, pois quando o usuário consegue visualizar a utilidade que aquela ferramenta trará para a sua rotina de trabalho, a probabilidade de se apropriar daquele elemento novo é maior. Alguns benefícios resultantes do uso da informação ambiental foram discutidos durante as entrevistas, ficando evidente que os técnicos têm ciência dos acréscimos advindos do uso de um SIA para gestão da informação.

Foi exposto pelos técnicos que o processo de licenciamento ambiental oferece espaço para ser trabalhado como fonte de dados, e que quando estes são analisados em conjunto e de forma sistemática, possibilitam a correta tomada de decisão pelo órgão ambiental. Mencionou-se que a intersecção de informações de diferentes processos facilitaria o entendimento da situação local e regional, o que é imprescindível para a gestão das questões ambientais. Por definição, o meio ambiente necessita de análises sistêmicas e a integração das informações é o primeiro passo para uma análise mais consistente, assessorando na elaboração de metas, programas de conservação e manejo do meio ambiente.

O uso de um SIA no processo de licenciamento permitirá um rápido e facilitado acesso a informações que hoje ficam restritas ao processo físico, e que como consequência, não são utilizadas. Kakinami (2010) ao analisar o uso dos dados produzidos na etapa de monitoramento do licenciamento ambiental considerou crítica a gestão que é feita com os dados, seja pelo empreendedor ou pelo órgão ambiental. Observou-se ainda que, ao longo do tempo, os dados inseridos nos relatórios são “perdidos”, tornando-se difícil acessá-los, seja via processo físico ou em arquivos digitais.

Durante as reuniões quando se discutiu especificamente em relação ao uso das informações para as análises técnicas, os entrevistados apontaram que: (i) auxiliaria na avaliação dos impactos cumulativos, visto que agregaria informações das áreas de influência (provenientes de outros processos), que por vezes, não são contemplados em determinados estudos; (ii) possibilitaria o aprimoramento constante das análises permitindo comparar as informações apresentadas com as produzidas em outros estudos, a fim de testar a veracidade dos dados levantados, dos métodos utilizados e dos resultados obtidos; (iii) o acúmulo de informações de uma região ou localidade agilizaria a análise, diminuindo a

necessidade de informações complementares solicitadas ao empreendedor, reduzindo, assim, o tempo para se analisar a viabilidade de um empreendimento.

Pölönen et al. (2011) afirmam que a autoridade competente deve justificar a sua decisão sobre a aprovação, ou não, de um empreendimento à luz das informações obtidas através do processo de AIA. Entretanto, vários questionamentos foram levantados a respeito da qualidade dos dados apresentados nos estudos, e principalmente, sobre a inserção dos mesmos no SIA. Para auxiliar nessa questão, González et al. (2011) afirmam que pode-se criar mecanismos de controle de dados visando assegurar padronização e a qualidade da base de informação. Porém, de acordo com Sánchez e Morrison-Saunders (2011), o órgão licenciador executa a tarefa crucial de controle de qualidade, analisando os documentos de AIA preparados pelo proponente da atividade que está sendo avaliada. Portanto, os técnicos já podem ser visto como um filtro, conduzindo para a base de informações somente àquelas que possuem qualidade satisfatória.

É importante dizer que embora muitos dos estudos apresentados para a obtenção da licença ambiental possuam grandes deficiências em seu conteúdo (SANCHEZ, 2006; MPF, 2004), há aqueles produzidos por equipes técnicas comprometidas e que apresentam trabalhos exemplares, com expressivas informações sobre o ambiente estudado. O órgão ambiental orienta o seu julgamento baseando-se nas informações apresentadas nos estudos e documentos entregues, portanto, pode-se inferir que existem dados de qualidade com potencial para compor uma base de dados.

Verificou-se que, atualmente, o órgão ambiental licenciador apresenta carência de técnicos com habilidades específicas para a utilização de todo o potencial oferecido pelas geotecnologias, como por exemplo, softwares de geoprocessamento, estatística e banco de dados, e com isso levar os benefícios desses instrumentos para a rotina de trabalho. De acordo com Olivera (2000), uma organização não pode depender apenas do conhecimento incorporado em indivíduos e a importância de instrumentos para a gestão do conhecimento em organizações é amplamente reconhecida. Funções de uma “memória” organizacional incluem: (i) apoio à resolução de problemas; (ii) apoio à tomada de decisão, e (iii) manutenção do comportamentos de rotina, normas e o compartilhamento de interpretações à questões recorrentes. Esta gestão de conhecimento auxiliaria não só o órgão ambiental, mas também outras instituições, como as de pesquisas e de educação, além dos atores diretamente envolvidos no licenciamento.

Com a adoção de legislações voltadas para a disponibilização da informação ambiental, as práticas regulatórias convencionais em muitos países, tais como o licenciamento e fiscalização, são complementados ou parcialmente substituídos por uma nova dinâmica de

informação, em que outros atores não-estatais desempenham um papel significativo (FLORINI, 2003). De acordo com Petts (2003), a AIA tem sido amplamente vista como uma ferramenta de planejamento deliberativo, que inclui o potencial para o planejamento por meio da comunicação, da aprendizagem mútua e, em particular, gera oportunidades para o público participar e influenciar o planejamento ambiental e a tomada de decisão.

Essas afirmações reforçam a ideia de que a participação do público é uma parte fundamental na AIA. O licenciamento é um processo que tem abertura, como no caso das audiências públicas, possibilitando a discussão e a participação de uma variedade de atores. Pölönen et al. (2011) afirmam que a participação dos interessados proporciona um planejamento mais transparente, facilitando o desenvolvimento da democracia em geral. Esses autores ainda completam que a participação na fase inicial de planejamento fortalece a confiança entre as partes interessadas, permitindo consenso em conflitos e prevenindo alterações nas fases posteriores do processo de decisão.

Machado (2005) expõe que é direito do cidadão receber toda e qualquer informação recebida pelos órgãos públicos, excetuando-se aquelas que envolvam comprovadamente segredo industrial ou de Estado. Deve haver uma constante troca de informações ambientais entre todos os atores da sociedade, mesmo que o Poder Público seja o maior gerador e provedor dessas informações. Somente um acesso facilitado à grande quantidade de informações, permitirá um maior engajamento de todos, sociedade e Administração, em uma solução viável para os problemas ambientais (FURRIELA, 2004).

Sem informação, a participação da sociedade dificilmente trará subsídios pertinentes que contribuam de forma eficaz e determinante no processo decisório. A Lei Federal 10.650/2003 que dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama, já pode ser considerada como um dos passos iniciais para garantir que toda e qualquer pessoa tenha acesso à informação ambiental. Entretanto, ainda há muito que ser feito e, como bem apontado por GRAF (1998), existe a necessidade de efetivar o acesso à informação, de forma a torná-la realmente acessível às pessoas, estabelecendo procedimentos, instâncias, prazos, formas, sistematização, organização e padronização de bancos de dados para que se torne, de fato, um mecanismo de participação popular.

Quando os entrevistados foram questionados sobre a importância da disponibilização (em um SIA para o licenciamento) das informações dos estudos ambientais para a sociedade, pôde-se constatar que a grande maioria compartilha da mesma opinião dos autores supracitados e veem isto como um fator que só irá acrescentar positivamente ao processo. Estes profissionais fundamentam esta teoria expondo que, dentre outras coisas, a disponibilização da informação contribui para: (i) garantir a transparência dos serviços

prestados, legitimando as ações do órgão público; (ii) aprimorar os resultados das audiências públicas, pois dados básicos de diagnóstico podem ajudar a população a se situar com o problema, a entenderem o empreendimento e contribuírem com o processo de análise do mesmo através de opiniões bem fundamentadas; (iii) auxiliar na conscientização da população em relação às possíveis mudanças causadas pelos empreendimentos previstos para o município, o que talvez incentive a população a ter uma maior participação quanto às questões ambientais; (iv) contribuir para uma educação ambiental em geral, resultando em uma cobrança maior da sociedade; e (v) auxiliar a comunidade acadêmica na prospecção de dados para a realização de pesquisas científicas, além de subsidiar e facilitar o trabalho dos profissionais que se dedicam ao licenciamento.

Em paralelo, além da participação da sociedade nas fases iniciais do licenciamento ambiental, Sánchez (2008) esclarece que para um acompanhamento eficaz (etapa pós-aprovação) é necessário uma atuação direta tanto do empreendedor e da consultoria, como também dos agentes governamentais, e que o envolvimento do público tende a melhorar os resultados. Segundo este autor, a sociedade em geral também pode ter um papel nessa fase, não se trata de uma responsabilidade assumida e, sim, do exercício de um direito de ser informado sobre as condições ambientais. É evidente que deve-se atentar para quais e como informações estas estarão disponíveis para o acesso público, tomando-se o devido cuidado em relação ao direito autorais daquelas informações.

No geral, verifica-se que a gestão e disponibilização de informações ambientais provenientes dos processos de licenciamento, realizada de uma forma facilitada, acessível e consciente, possibilita um aumento na transparência do processo como um todo, além de ampliar a base de informações para o planejamento de políticas ambientais e a tomada de decisão. Uma sociedade informada poderá participar mais ativamente no licenciamento e este se tornar uma via de comunicação que proporciona a todos os atores e intervenientes, um papel determinante no planejamento relacionado a projetos com impactos ambientais significativos.

6.2. PARTICIPAÇÃO DO USUÁRIO AO LONGO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO SIA

Conforme apresentado por Haklay (2002) em sua pesquisa sobre o acesso público a informação ambiental, foi observado que na literatura que aborda o uso de ferramentas computacionais para aplicação ambiental, abrangendo modelagem, gestão, acompanhamento e demais etapas, identificou-se que ao longo de todo esse processo prestava-se pouca ou nenhuma atenção às necessidades e exigências dos diferentes grupos de usuários e do público. Contudo, a percepção da importância de se levar em conta

a experiência do usuário para a elaboração de sistemas de informação não é recente. Eason (1991) já reconhecia a necessidade de se compreender como o usuário interage com o sistema de informação no contexto da ergonomia, funções e da organização destas. De acordo com Bansler & Hayan (2010), pesquisadores e profissionais cada vez mais têm reconhecido que a concepção e implementação de sistemas de informação é um processo sócio-técnico altamente complexo, que requer uma abordagem iterativa, com base em participação ativa dos utilizadores e da utilização de técnicas experimentais, tais como pilotos e protótipos.

É imprescindível destacar que são os usuários que estão na frente de trabalho, portanto, são eles que sabem identificar os problemas enfrentados e as demandas geradas. Incluí-los durante todo o procedimento de desenvolvimento de um sistema de informação trás grandes vantagens, permitindo que se identifiquem funções adequadas que, verdadeiramente, podem contribuir na otimização da rotina de trabalho. Distintos autores persistem nessa ideia, e reconhecem que o *design* e uma implementação bem sucedida de sistemas de informação exigem participação ativa dos utilizadores (BERG et al. 2003; BØDKER et al, 2004).

Na literatura ambiental pode-se encontrar alguns exemplos de estudos sobre o uso e a utilidade de sistemas de informação (ex. WALKER, 2002; GIUPPONI, 2007; GIUPPONI et al., 2007) e têm sido frequente o levantamento de preocupações que indicam que nem sempre estes sistemas são utilizados ou que eles não fornecem os resultados desejados. Foi visando evitar esse tipo problema que esta pesquisa foi realizada, levantando aspectos positivos e negativos, e as impressões dos principais atores do licenciamento ambiental sobre como deveria ser um SIA (funções, estruturas, interface e etc) e se este teria utilidade para eles. Espera-se que este documento seja norteador para os responsáveis pelo desenvolvimento e implementação do SIA no licenciamento no Estado de São Paulo.

De acordo com Karatzas et al. (2003), para um projeto ideal que leve em conta a eficiência e o custo, deve-se dar a ênfase nas primeiras fases do desenvolvimento do sistema. Estas fases são muito importantes para o sucesso e definição precisa dos requisitos do sistema, pois é justamente durante as fases iniciais é que são identificadas as características, funções e atributos necessários. Em cada fase do desenvolvimento de um sistema (pré-implementação, implementação e pós-implementação) há fatores específicos que podem ser identificados na literatura. Mas como destacado por Larman e Basili (2003), tem sido amplamente reconhecido que o desenvolvimento de sistemas é um processo de aprendizagem que necessita do *feedback* contínuo entre os estágios sucessivos de desenvolvimento.

A metodologia realizada na atual pesquisa visou obter, mesmo que em escala-piloto, informações a respeito de todos os estágios de desenvolvimento de um sistema, para poder se descobrir mais a respeito da visão do usuário sobre o uso e utilidade de uma ferramenta como o SIA para o licenciamento ambiental. Caracterizar qual o conceito e a expectativa que o usuário tem a respeito de uma nova peça a ser integrada na rotina de trabalho é um fator crucial para garantir o uso da mesma. Se a estrutura ou as funções da ferramenta não condizerem com o esperado pelo usuário, este não terá estímulo algum para usá-la, porque além de não auxiliar na resolução dos problemas do cotidiano, o SIA será considerado como mais um obstáculo, dentre tantos, que deverá ser superado.

O estudo recente de Díez e McIntosh (2009) aponta que para a etapa de pré-implementação (inicial) o fator principal é a participação do usuário, enquanto que para a fase de implementação (intermediária) é a percepção da facilidade do uso e da utilidade do sistema. Os resultados encontrados neste estudo reforçam as declarações dos autores supracitados posto que as reuniões realizadas com diferentes usuários no início da pesquisa foram determinantes para o êxito nas demais fases. Durante estas reuniões os usuários puderam compartilhar suas experiências profissionais no licenciamento e com isso pôde-se aprofundar na rotina de cada tipo de usuário, relacionando-se os problemas e contratempos enfrentados com possíveis soluções para elucidar estas demandas.

Mas o efeito dessa participação na fase inicial só será percebido na etapa de pós-implementação, melhorando o sucesso e a satisfação do usuário, que são os dois principais indicadores dessa fase (DÍEZ; MCINTOSH, 2009). Efetivamente foi o que ocorreu nesta pesquisa, e a percepção de satisfação do usuário sobre o SIA exposto, que remete aos procedimentos adotados na fase inicial desta pesquisa, pôde ser mensurada a partir dos resultados dos questionários aplicados na segunda fase de reuniões. Foi absoluta a aceitação a respeito da viabilidade de se incorporar na rotina de trabalho um SIA como o que foi apresentado. Além disso, a grande maioria considerou extremamente e muito viável essa implantação. Com isso, pode-se fortalecer o conceito de que envolver os usuários desde as fases iniciais é decisivo para se construir uma ferramenta útil e que vá fazer a diferença positivamente quando inseridas no dia-a-dia das pessoas que irão utilizá-la.

Segundo a visão dos entrevistados, o sistema seria um grande facilitador das atividades diárias e essencial para facilitar e acelerar o trabalho do técnico que lida com uma grande quantidade de documentos e informações a cada processo analisado. Indicou-se que a ferramenta ao disponibilizar de forma clara e objetiva as informações pertinentes ao processo, que atualmente encontram-se dispersas, diminuiria o tempo de análise. A agilidade na análise foi assinalada por todos os entrevistados quando perguntou-se sobre os benefícios que o uso de um sistema como o que foi apresentado traria ao licenciamento.

Este é um ganho relevante visto que um dos problemas do licenciamento atualmente (apontado durante as reuniões iniciais) é a morosidade no processo. Quando estudada rotina do técnico do órgão ambiental, pôde-se perceber que muito tempo é perdido juntando e checando as informações que constam nos estudos apresentados, para posteriormente prosseguir com a análise. Deduz-se, portanto, que o uso de uma ferramenta como a proposta teve uma expressiva aceitação pelos usuários por suprir um dos problemas mais recorrente enfrentado durante as análises dos processos. Depois da agilidade, a divulgação de informação foi o benefício mais indicado pelos técnicos, seguido pela transparência no licenciamento e acurácia na informação.

A experiência e a habilidade do usuário final em diferentes *softwares* foram percebidas como pontos que influenciam diretamente o uso do SIA. Notou-se que há uma grande heterogeneidade nas experiências e formação dos usuários entrevistados, o que pode ser encarado como mais uma barreira a ser superada na implementação do sistema. Porém, como dito pelos próprios interessados, este desafio poderá ser sanado com o fornecimento pela organização de treinamentos de capacitação e da existência de uma equipe de suporte para sanar as dúvidas e resolver os problemas encontrados. Estas soluções parecem um tanto óbvias, mas na prática elas não são realizadas de forma efetiva, pois Zhang et al. (2010) apontam que dentro da literatura de SIA a falta de treinamento foi identificado como um problema. É nesse momento que, segundo Diéz e McIntosh (2009), deve ocorrer a interferência da equipe de desenvolvimento, reforçando ao usuário os benefícios do sistema, seja, por exemplo, por meio de *workshops*, cursos, treinamentos e suporte, para proporcionar o aumento nos níveis de formação do usuário e assegurar o uso do sistema.

Usländer (2005) declara que, além disso, é essencial para o sucesso e a aceitação de sistemas de informação que o usuário final possa reconhecer facilmente na interface as funções e objetos que ele pretende usar. Denzer et al. (2000) e Guttler, Denzer e Houy (2001) advertem que a interface de usuário é um dos pontos cruciais para a aceitação de um sistema de *software*. O estudo realizado por estes autores aponta que muitos aspectos podem influenciar a escolha de uma interface de usuário apropriada para um determinado sistema e deve-se levar em conta importantes aspectos como: (1) a experiência no uso de computadores dos futuros usuários do sistema; (2) as funcionalidades de SIG devem estar integradas ao sistema; (3) deve ser respeitada a rotina de trabalho dos usuários antes da introdução do sistema, e (4) tentar adaptar a interface seguindo os modelos de outros softwares comumente utilizados (p. ex. MS Windows e MS Office).

Constatou-se durante as entrevistas que o usuário está acostumado a procurar as informações em estruturas que utiliza no dia-a-dia, por isso, deve-se tomar o cuidado em

fazer com que o sistema possua semelhanças na estrutura e organização a exemplo de outros softwares comumente utilizados, com isso, o acesso ao novo sistema pode ficar mais intuitivo, auxiliando na aceitabilidade e consequente, usabilidade do mesmo. Durante o desenvolvimento do protótipo, a interface foi um critério trabalhado com cautela e o modelo apresentado foi idealizado para oferecer funções de análises e manipulação de dados geográficos à usuários leigos em relação à geotecnologias. Por isso, para adquirir a opinião do usuário sobre essa questão, questionou-se se da forma em que estão apresentadas estas funções dentro do sistema, haveria dificuldades para obter resultados quanto às consultas. Como pôde ser visto nos resultados, a maior parte dos entrevistados apontou que não teriam problemas e a justificativa principal foi exatamente a interface apresentada, a qual se mostrou autoexplicativa, didática, amigável e objetiva permitindo um acesso intuitivo. No geral, estes ressaltaram que se houvesse dificuldades elas seriam apenas provisórias e ocorreriam nos primeiros contatos com o sistema.

Quanto à minoria que afirmou que haveria dificuldades, esta se fundamentou na opinião de que há certa resistência por parte dos usuários quanto ao uso de geotecnologias por mais simples que ela seja, e ainda que a falta de conhecimento no uso das mesmas pode gerar dificuldade na implantação do sistema. Mas considerando a importância da ferramenta e dos resultados esperados do seu uso, tanto os técnicos que alegaram que não haveria dificuldades, quanto aqueles de opinião contrária, reconhecem mérito da ferramenta, e por isso, advertiram que há a necessidade de uma capacitação técnica, elaboração de tutoriais para a definição de procedimentos e esclarecimento de dúvidas quanto a manipulação e alimentação do SIA para se possa obter ao máximo as vantagens da adoção da ferramenta.

A experiência no presente estudo mostrou que uma vez que há um diálogo entre os desenvolvedores do sistema e os usuários, proporciona-se um meio de superar problemas, fornecendo o tipo certo de serviços para a manipulação, armazenamento e apresentação da informação no sistema de informação.

6.3. A UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE PROTOTIPAGEM PARA INTERAÇÃO COM O USUÁRIO

Como enfatizado no item anterior, a participação do usuário é imprescindível no desenvolvimento e implementação de um sistema. Isto, no entanto, é mais fácil dizer do que fazer, pois muitas vezes durante o processo de desenvolvimento os usuários são consultados a respeito das especificações do sistema e isto é feito por meio de apresentação de modelos abstratos, como esquemas, fluxogramas, modelos, diagramas e entre outros, e a maioria dos usuários têm dificuldades relacionadas a esse tipo de

metodologia (HARTSWOOD et al,2003; BØDKER et al. 2004). Como Gulliksen et al. (2003) e outros têm repetidamente salientado, os usuários geralmente não conseguem prever como um sistema irá afetar suas práticas de trabalho ou como ele irá interagir com outros sistemas utilizados com base apenas em notações abstratas. Assim, para uma participação ativa e produtiva, exige-se que seja fornecido aos usuários maiores oportunidades para a experiência prática durante o processo de *design* (SOMMERVILLE, 2004). Só assim eles podem dar um *feedback* útil para os desenvolvedores do sistema.

Existem várias maneiras que podem facilitar a interatividade durante o desenho de um sistema, envolvendo de forma ativa os futuros utilizadores do sistema. Duas das técnicas mais eficazes e difundidas são o uso de protótipos e a implementação de um piloto (BANSLER; HAYAN, 2010). Esse autores argumentam que o objetivo principal de um protótipo é "*permitir que os projetistas dos sistemas possam aprender sobre as necessidades do usuário e para ajudar os usuários a aprender sobre as facilidades que os sistemas podem oferecer*". No entanto, diferentemente dos pilotos, os protótipos são de pequena escala, elementos de baixo custo, "*projetados para ser descartado quando um sistema de informação adequado é implementado*".

A técnica de prototipagem, a qual foi utilizada no presente estudo, se mostrou eficiente e essencial para a obtenção de resultados coerentes e mais próximos da realidade. Para um trabalho de mestrado que possui um tempo de realização reduzido, o uso do protótipo pode ser ideal para captar o interesse que os usuários têm a respeito daquela ferramenta, os melhoramentos advindos na adoção dela, e assim, será possível compreender a importância de se investir em uma versão mais robusta.

De acordo com Turner (2005), um protótipo é um modelo ou uma versão inicial de um SI que é utilizada para identificar requisitos, demonstrar conceitos de *design*, explorar soluções particulares e, em geral, "para descobrir mais sobre o problema e suas possíveis soluções". Durante as reuniões, ter um protótipo em mãos foi fundamental para que os usuários pudessem avaliar os pontos fortes e fracos do modelo proposto e explorar quão bem este daria suporte ao seu trabalho. Com base nessa experiência, alguns puderam mudar de opinião sobre os conceitos que tinham a respeito do SIA e geotecnologias, além de enriquecer o estudo apontando funções para o sistema que ainda não haviam sido identificadas.

6.4. O USO DE GEOTECNOLOGIAS COMO FORMA DE CONTRIBUIR PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Como enfatizado por Díez e McIntosh (2009), a potencial utilidade de diferentes tipos de Sistema de Informação (SI) para a gestão ambiental é bem reconhecida. No entanto, estes autores ressaltam ainda que na literatura atual preocupações têm sido levantadas sobre como transformar todo o potencial dos sistemas em utilidades reais, trazendo benefícios para as políticas, o planejamento nas organizações e em resultados eficazes.

Na análise ambiental muitos usuários lidam com objetos georreferenciados e os mapas desempenham um papel importante nos métodos de trabalho no licenciamento. Foi observado, durante as discussões que ocorreram durante as reuniões, que os mapas são muitas vezes o "ponto de partida" de muitas atividades no trabalho diário.

Na maioria dos casos, os analistas ambientais do órgão de licenciamento de SP são especialistas em alguma área ambiental, mas não têm conhecimento aprofundado na utilização de geotecnologias. Ao se analisar o perfil dos entrevistados em relação ao uso de geotecnologias que compõem o modelo de SIA exposto, descobriu-se que a maior parte deles já utilizou, pelo menos alguma vez, uma das geotecnologias, mas o conhecimento e a habilidade nessas tecnologias variaram entre pouco e muito pouco. Todavia, independente da habilidade prévia em TI, é fato que todos os usuários precisam trabalhar com mapas ao utilizar um SIA (GUTTLES; DENZER; HOUY, 2001). Quando questionados se as informações geográficas disponibilizadas pelo modelo de sistema proposto poderiam auxiliar na análise dos processos, todos os técnicos entrevistados responderam que sim, e a maioria quantificou como extremo o auxílio prestado às análises. Este dado evidencia que apesar da maior parte dos técnicos não possuir o domínio nas geotecnologias, os produtos provenientes do uso delas são muito úteis.

Nos dias de hoje, o uso das informações espacializadas no órgão licenciador, para a maioria dos técnicos, ainda implica em um trabalho manual, no qual os mapas e as informações usadas circulam quase que exclusivamente em papel e são consultados individualmente. Em relação às empresas de consultoria e empreendedores, o maior problema levantado foi a obtenção dos dados junto aos órgãos oficiais para serem utilizados pelos profissionais que lidam com geoprocessamento. O modelo apresentado propõe que os dados geográficos componham uma única base de dados, com acesso para todos os usuários. Diante dessa característica, os usuários apontaram que a elaboração e correção dos estudos serão facilitadas, pois informações ambientais de áreas onde já houve estudos estarão disponíveis, evitando que sejam gastos recursos financeiros e tempo produzindo dados já existentes. O uso pelos diferentes atores do licenciamento da mesma base de

dados com informações de outros estudos evita que sejam omitidos ou não identificados (por questão de esforço amostral, por exemplo) dados relevantes para a tomada de decisão.

Conforme os resultados provenientes das reuniões com os técnicos envolvidos na análise do modelo proposto, as funções de análise e gestão de dados espaciais, bem como as de armazenamento e visualização de informações geográficas (pelo SIG e WEBSIG) proporcionados pela ferramenta apresentada trará ao licenciamento: (i) maior objetividade da análise técnica, identificando outros empreendimentos na região, fornecendo uma melhor visão dos impactos cumulativos e possíveis interferências em outras áreas de interesse ambiental; (ii) facilidade e agilidade na busca e acesso a informações existentes sobre a área; (iii) correlação e análise de dados pertencentes ao meio físico, biótico e socioeconômico.

De acordo com González et al. (2011), o fortalecimento das infraestruturas de banco de dados espaciais, levou a um aumento na utilização de informações espacializadas no planejamento e na tomada de decisões. Visto que o uso da terra remete a uma visão intrinsecamente espacial, tais abordagens podem beneficiar significativamente o processo decisório.

Conforme concluído por Harrison e Haklay (2002) o SIG tem o potencial de facilitar uma análise espacial mais robusta à medida que permite integrar vários conjuntos de dados e visualizar a justaposição ou a natureza cumulativa dos diferentes impactos. Tal afirmação ratifica os resultados encontrados nessa pesquisa. Além disso, Vanderhaegen e Muro (2005) lembram bem que o SIG permite uma análise temporal, o que facilita a predição dos efeitos cumulativos de planos e projetos ao longo de vários anos. Pode-se argumentar que essas vantagens têm o potencial de conduzir a uma maior transparência na tomada de decisão em relação ao ordenamento do território, como é o caso do licenciamento, já que tais decisões podem ser comprovadamente baseadas em evidências espaciais e objetivas (SKEHAN E GONZÁLEZ, 2006).

Sánchez e Morrison-Saunders (2011) afirmam que os elementos-chave para a gestão do conhecimento, potencialmente relevantes para os órgãos que lidam com AIA, e que podem melhorar esse processo, são: (1) estabelecer e manter um detalhado e facilmente acessível banco de dados com informação espacial; (2) atualização periódica e preparação, com ajuda dos principais interessados, de guias sobre métodos e critérios para AIA, adaptando ao contexto de cada jurisdição; e (3) um arranjo institucional para receber, filtrar e interpretar informações geradas no monitoramento dos projetos submetidos ao processo de AIA.

Ao longo da pesquisa foram levantados problemas ou deficiências que poderiam ser sanados ou minimizados com o uso de um sistema de informações com uma base georreferenciada. A partir dessas constatações é que foram propostas as funções incorporadas ao modelo-piloto desenvolvido. No geral, as funções expostas pertencem a três categorias: gerenciamento dos processos, suporte à análise técnica e divulgação da informação. A seguir será discutida a importância de se integrar tais funções ao licenciamento.

O gerenciamento, aqui entendido como acompanhamento e monitoramento de processos, revelou-se como sendo um dos pontos fracos do licenciamento ambiental. Segundo Sánchez (2008) não são raras as ocasiões em que muitos dos compromissos assumidos pelos empreendedores não são satisfatoriamente cumpridos, chegando às vezes a serem ignorados e por isso, a importância da etapa de acompanhamento tem sido cada vez mais reconhecida por estudiosos e por participantes diretos do processo de AIA. O sistema de informações utilizado atualmente no órgão ambiental de SP (CETESB) permite que seja realizado o gerenciamento das tramitações e localização dos processos, e por isso, quando se idealizou o protótipo do SIA apresentado neste estudo, preocupou-se em apresentar outras funções que o atual sistema não disponibiliza, para que o usuário pudesse avaliar os benefícios de novos atributos para o acompanhamento e monitoramento dos processos. Ressalta-se a importância de que quando for desenvolvido um SIA para o licenciamento este integre todos os sistemas disponíveis atualmente, para que as informações sejam concentradas em uma única plataforma, facilitando o trabalho dos usuários.

A emissão das licenças ambientais reflete a complexidade de cada região e reproduz as preocupações que se estabelecem durante o processo de licenciamento. Trabalhos têm enfatizado as variáveis de ordem gerencial do processo de AIA como determinantes do seu sucesso, muito mais do que a qualidade técnica ou o conteúdo científico de um estudo de impacto ambiental (MARSHALL 2002, 2005). Em vários momentos durante a análise do processo, o técnico necessita checar informações em diferentes documentos os quais normalmente estão distribuídos em vários volumes. Muitos processos possuem uma quantidade elevada de volumes e por conta disso perde-se muito tempo atrás das informações pertinentes, por isso, as funções de gerenciamento propostas neste estudo visaram proporcionar a organização e facilidade de acesso com o intuito de suprir essa demanda.

Além disso, durante as entrevistas com os técnicos, foi identificado que após a emissão das licenças, o “mau” empreendedor nem sempre leva a sério o cumprimento das exigências, e com a grande demanda de trabalho do técnico do órgão ambiental, nem

sempre é possível se atentar a todos os prazos dos muitos processos que ele é responsável. É neste sentido que Dias e Sánchez (2001) destacam que a verificação do cumprimento de muitos compromissos assumidos pelo proponente pode facilmente passar ao largo dos trabalhos de supervisão e fiscalização, pois eles estão dispersos em diferentes partes do EIA ou de relatórios posteriores. Vale lembrar que dependendo da amplitude do empreendimento, são produzidos uma elevada quantidade de estudos durante todo o processo, alguns até com frequência bimestrais, e por conta disso, identifica-se a importância de se ter uma organização do que foi entregue ou o que ainda deve ser produzido. E, além disso, dado que o modelo exposto tem interface para ambas as partes, tanto o técnico do órgão ambiental quanto o consultor podem acompanhar o andamento no cumprimento das exigências.

Além das exigências, o modelo apresentado está apto para reunir as informações sobre os impactos ambientais, as medidas mitigadoras e os planos e programas ambientais do empreendimento. Com essas informações reunidas em uma base de dados é possível ter um maior controle do andamento das atividades, o prazo de execução das mesmas e se estão dentro do acordado entre empreendedor e o órgão fiscalizador, fornecendo assim, parâmetros para um maior rigor na fiscalização.

É proposto que o consultor ao elaborar os estudos ambientais, preencha diretamente no SIA algumas informações para compor a base de dados. É evidente para evitar a alimentação com dados errados e que não condizem com a realidade, todas as informações primeiro devem passar primeiramente pela análise dos técnicos e pelo departamento informação para que posteriormente possam ser integradas oficialmente ao SIA, resguardando a confiabilidade da base de dados.

Ao protótipo de SIA desenvolvido integraram-se campos para permitir o registro georreferenciado das interferências ambientais dos empreendimentos. Registrando-se essas informações é possível visualizar no SIG o limite e a sobreposição das mesmas e ainda gerar um único relatório que compile todas as interferências de um empreendimento em específico. O processo inverso também pode ser realizado, ou seja, escolher, por exemplo, ou uma unidade de conservação, ou um corpo d'água, ou um assentamento rural e consultar quais os empreendimentos que potencialmente interferem sobre este elemento. Trata-se de uma informação relevante para os órgãos responsáveis em gerir e administrar esses assuntos (ICMBio, IBAMA, IF, DAEE, INCRA, IPHAN e entre outros), influenciando diretamente no planejamento das atividades de proteção e desenvolvimento.

De acordo com Sánchez e Saunders-Morrison (2011) pouco se exploram as oportunidades de aprendizagem para melhorar a prática da AIA. Seria muito importante que

os dados e informações coletadas na fase de monitoramento fossem transformados em conhecimento útil para futuras avaliações. Os relatórios são arquivados e então aparentemente são esquecidos. Consultores que preparam esses relatórios e os proponentes podem aprender com eles e, potencialmente, essa aprendizagem pode ser refletida nos próximos documentos de avaliação ambiental elaborados por esses profissionais. No caso do protótipo desenvolvido, não foram propostos campos para receber os dados do monitoramento, o modelo apenas comporta o georreferenciamento da área de estudo indicando-se que naquele local foi produzido um estudo. Em desenvolvimentos futuros, deve-se procurar integrar essas informações à base de dados, ajustados em função das peculiaridades, necessidades e de quais informações são requisitadas que se armazenadas servirão para influenciar no aprendizado e aprimoramento do processo de licenciamento, tendo em vista a multiplicidade de tipologias de empreendimento e situações avaliadas.

As funções de gerenciamento de informações não se restringem apenas àquelas decorrentes dos processos. Identificou-se que a gestão de informações gerais sobre procedimentos, orientações, impactos ambientais de diferentes tipos de empreendimento, programas ambientais, legislações e entre outros, era algo interessante, pois, por exemplo, no âmbito do órgão ambiental três situações ocorrem com certa frequência: (1) há a entrada de técnicos novos nos setores e que não tem um conhecimento amplo sobre o tipo de empreendimento que irá atuar, (2) o técnico pode ser transferido para um outro setor, e portanto, irá ter que atuar em outro tipo de empreendimento e (3) os técnicos possuem diferentes formações acadêmicas, mas mesmo assim precisam analisar as interferências daquele empreendimento em relação aos diferentes meios receptores (biótico, físico e antrópico). Quanto aos demais usuários, foi visto que a busca por essas informações são base para qualquer início de trabalho e que, consequentemente, também serão beneficiados tanto pela agilidade na busca, quanto por usar a mesma base de dados que os técnicos ambientais.

Quanto à divulgação dos dados, muito já foi discutido no item 7.1, e as funções expostas objetivavam favorecer a uma maior participação dos atores do licenciamento, por meio da facilitação do acesso a informações que hoje ficam restritas ao órgão licenciador, havendo a necessidade de deslocamento até elas para obtê-las. E principalmente, utilizando um meio de comunicação universal como a internet e ainda mapas interativos (WEBSIG) que é uma tecnologia atualmente muito difundida. Vários estudos de caso têm demonstrado que há um forte apoio internacional para o uso do SIG como uma ferramenta complementar em processos de participação pública (GONZÁLEZ ET AL., 2008).

Com base nos achados desse estudo de caso, pode-se argumentar que o uso de geotecnologias pode melhorar a eficácia operacional do licenciamento, porque além de se incorporar a dimensão geográfica ao planejamento, essas tecnologias facilitam a gestão do conhecimento, aprimorando as análises e ampliando a quantidade/qualidade da informação ambiental no licenciamento.

6.5. DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O LICENCIAMENTO

O desenvolvimento de interfaces de usuário para sistemas informação ambiental pode ser uma tarefa complexa devido a dados heterogêneos, incluindo dados tabulares, bem como geográficos (GUTTLER; DENZER; HOUY, 2001). O usuários que participaram da presente pesquisa foram questionados a respeito da interface do sistema, em relação as diferentes análises geográficas que um SIG pode proporcionar e como gostariam de acessar as informações geográficas realizadas pelo sistema. Um pouco mais da metade afirmou que deveria existir uma interface entre o usuário e os *softwares* de geoprocessamento que automatizasse as consultas. Esta escolha foi justificada porque o uso da interface facilita o acesso a qualquer usuário mesmo sem treinamento em SIG. Em determinadas situações, em que a consulta exige uma certa rapidez na execução, acredita-se que a interface seria a melhor forma de acesso. A maioria dos atores do licenciamento não tem o conhecimento específico para utilizar a ferramenta do SIG e a criação de uma interface seria a opção mais viável, já que facilita a sua navegabilidade.

Como os resultados sobre a interface do sistema não tiveram muita diferença, vale discutir o porquê desse fato. Discutiu-se que é importante ter mobilidade ao lidar com os dados e propor análises a partir deles e uma automatização do processo poderia obscurecer informações relevantes. Cada processo tem as suas peculiaridades e é desejável ter maior controle sobre a forma de execução das análises, algo que pode não ocorrer caso exista uma interface para manipular os *softwares* de SIG. Deduz-se que um misto das duas possibilidades poderia ser mais viável, não engessando o sistema e sim dando novas possibilidades ao analista.

Situação semelhante foi encontrada por Sánchez e Morrison-Saunders (2011) no estudo de caso sobre integração de ferramentas de SIG ao sistema de informação analisado. Contudo, o problema não se tratava de uma interface automatizada e sim a análise de dados espaciais que, por mais simples que fosse, era realizada exclusivamente por outra equipe especializada em SIG. Em ambos os caso, esses procedimentos tornam a equipe técnica restrita em relação a uso das análises espaciais, desfavorecendo uma

análise mais crítica e diversificada. Portanto, entende-se que por mais complexa que seja o desenvolvimento do sistema, o SIA para o licenciamento deverá suprir tantos os especialistas em SIG, quanto leigos no assunto. Lembrando que, como já discutido anteriormente, a satisfação do usuário é uma questão essencial para a usabilidade do sistema.

Uma outra questão é que os dados geográficos oficiais estão distribuídos em bases de dados dentro das instituições que as produzem e nem sempre acessível. Para a demonstração do protótipo, teve-se o trabalho de se reunir essas informações para compor uma única base de dados. Um SIA eficaz é dependente da existência de uma base composta por dados espaciais provenientes de organizações/instituições diferentes, ou uma rede de informações distribuídas via *internet* para que o SIA possa trazer todos os dados disponíveis em uma única interface. Prevê-se que a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE a qual foi instituída pelo Decreto Nº 6.666 de 27/11/2008 com a seguinte definição: "*conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal*" contribuirá para a padronização e melhor acessibilidade aos bancos de dados distribuídos no Brasil inteiro.

Quando esta Lei se consolidar como uma realidade, tornando os dados espaciais amplamente disponíveis, será facilmente possível utilizá-los e combiná-los em processos licenciamento. Mas enquanto isto não estiver totalmente implementado, a falta de um repositório centralizado de dados espaciais e resistência institucional existente para o compartilhamento dos dados e informações continuarão a afetar significativamente as análises ambientais para o planejamento ambiental.

Quanto ao desenvolvimento e implementação do SIA para o licenciamento ambiental, pôde-se identificar ao longo da pesquisa bibliográfica a existência de outras metodologias que podem contribuir para a eficácia desse procedimento. A primeira delas, apontada por Bechor, et al (2010), é o uso da metodologia denominada Planejamento Estratégico de Sistemas de Informações (SISP - sigla em inglês). Estes autores afirmam que o seu uso trata-se de uma questão essencial para o gerenciamento, e é considerado por muitos como o melhor mecanismo para assegurar que as atividades da TI sejam congruentes com as do resto da organização e envolvam todas as necessidades. As organizações estão atualmente investindo extensivamente em sistemas de informação para obter o máximo de benefícios das TI, mas os sistemas produzidos são muitas vezes considerados um insucesso devido à falta de alinhamento entre SI e às necessidades da empresa. Segundo Mohdzain e Ward, (2007), o impacto desta metodologia na gestão estratégica organizacional tem sido a de

provocar a adoção do pensamento total do sistema, ou seja, a gestão do processo da estratégia inteira e seus componentes.

A segunda metodologia identificada como uma boa técnica para alcançar resultados adequados na elaboração do SIA é o uso prévio de um sistema piloto. Diferentemente de um protótipo, a implementação de um piloto envolve ter um grupo de usuários finais experimentando o sistema na vida real. Isto deve ser realizado antes da conclusão do SIA oficial e de uma implantação em grande escala. A princípio, a implementação de um piloto é uma maneira eficaz de localizar falhas de projeto, identificando questões de implementação ocultas e eliminando surpresas desagradáveis muito antes do lançamento final (BANSLER; HAYAN, 2010), evitando a perda de recursos financeiros em uma ferramenta que se tornará obsoleta por conta de detalhes que não foram levados em conta quando da sua elaboração.

Turner (2005) propõe que "*um estudo-piloto é parte de um projeto ou programa, empreendido para melhorar a compreensão das principais mudanças ou inovações que estão sendo entregues pelo projeto ou programa, reduzindo assim o risco e a incerteza associada à mudanças*". Esta definição reitera o objetivo de aprendizagem e enfatiza que um estudo piloto é conduzido no contexto de uma maior atividade. Mas medidas devem ser tomadas para se aprender com o piloto sobre os méritos e limitações do projeto do sistema proposto e quão bem ele se encaixará com a organização. A primeira delas é garantir que o sistema piloto faça parte do cotidiano dos usuários que estão testando-o e que estes se tornem proficientes em usá-lo (BOSSEN, 2007; PEUTE e JASPERS, 2007). A segunda medida é ter rigor e abrangência na metodologia utilizada na avaliação dos dados (PAL;SENGUPTA; BOSE, 2008). Por conseguinte, recomenda-se que durante os testes com os usuários, estes tenham tempo suficiente para familiarizar-se com as novas tecnologias, adquirindo habilidade no uso do piloto, para que assim, opinem com maior confiança, fornecendo recomendações que possam contribuir com o sistema em elaboração.

7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais atores do licenciamento ambiental no Estado de São Paulo estão cientes das enormes oportunidades que a gerenciamento das informações ambientais pode trazer para melhorar a gestão do conhecimento no processo de AIA. Garantir a proteção do ambiente através do licenciamento requer boa gestão dentro do órgão licenciador, a gestão do conhecimento é um processo fundamental que permite se alcançar esse objetivo.

Como mostrado na pesquisa, durante o planejamento do SIA para o licenciamento ambiental deverá ser considerado o envolvimento de representantes dos diferentes segmentos que atuam diretamente no licenciamento. Os resultados obtidos indicam fortemente que o modelo proposto de SIA, integrando-se diferentes geotecnologias, poderá auxiliar nas várias etapas do processo de licenciamento ambiental e divulgação das informações ambientais. Como potenciais beneficiários do sistema, têm-se:

- Durante a etapa de elaboração do projeto do empreendimento, os empreendedores, poderão utilizar esse sistema para verificar a adequação de seu projeto em relação às características do meio ambiente, o que implica em maior segurança na apresentação da proposta ao órgão licenciador, embasando seu pedido com dados técnicos e, consequentemente, agilizando o processo de análise por parte do órgão;
- Na etapa de triagem, o órgão ambiental poderá contar com essa base de dados para identificar de maneira fácil e rápida os recursos ambientais potencialmente afetados e consultar informações ambientais relevantes a serem utilizadas na avaliação da localização, mostrando, por exemplo, áreas sensíveis e a proximidade ou sobreposição destas com o empreendimento;
- Ao se definir o escopo do projeto, necessita-se realizar um levantamento de informações sobre o meio ambiente que será impactado com a obra, tarefa esta facilmente executável com o sistema proposto. Juntamente com os requisitos legais, essas informações proporcionariam uma visão mais nítida do problema, auxiliando, assim, órgãos ambientais, empreendedores e sociedade na definição da abrangência e profundidade dos estudos ambientais a serem executados;
- A elaboração dos estudos ambientais requer grande capacidade de gerenciamento de dados úteis na realização de análises com critérios variados, de sensibilidade, de vulnerabilidade e de potencialidade. Os estudos de base devem munir os empreendedores com informações necessárias para prever os impactos, avaliar a importância e magnitude e ainda propor um plano de gestão ambiental. Para tanto, a equipe técnica responsável pela elaboração dos estudos terá que contar com dados primários e secundários. O sistema de informações proposto contribui para esta

questão, ao fornecer de modo organizado dados secundários detalhados sobre a área em estudo, diminuindo custos, tempo para a tramitação dos processos e principalmente, oferecendo bases técnicas para a identificação dos impactos e proposição de medidas mitigadoras;

- O órgão ambiental poderá contar na fase de análise técnica dos estudos ambientais, com um banco de dados ambientais localizados espacialmente, que podem ser quantificados e verificados de modo a confrontar, caso necessário, as informações apresentadas nos estudos ambientais em análise, fornecendo assim, subsídios importantes para a formulação de pareceres técnicos mais críticos e embasados. O sistema auxiliará na fundamentação do parecer técnico realizado pelo analista e, consequentemente, faz com que ele proceda com tomadas de decisões adequadas e coerentes.

Ao final, durante a etapa de consulta pública e tomada de decisão, vale destacar separadamente os benefícios esperados com o advento do SIA, ressaltando sua vinculação com um dos instrumentos da política ambiental brasileira, que indica “a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes” (artigo 9º, inciso XI, da Lei 6.938/81).

O modelo de protótipo desenvolvido para o SIA apresentado como resultado desta pesquisa está diretamente relacionada aos objetivos da AIA, uma vez que se propõe a concentrar as informações existentes, padronizá-las e disponibiliza-las (inclusive via Web) aos diferentes usuários, contribuindo desta forma para o processo de tomada de decisão. Isso evita, por exemplo, a repetição na prospecção de informações já existentes, que podem contribuir para a realização de novos estudos, além de obviamente otimizar os investimentos realizados nos levantamentos de dados.

As consultas poderão ser realizadas não somente pelos envolvidos no processo de licenciamento, mas também para instituições de pesquisa, ONGs, gestores ambientais, planejadores e entre outros membros da sociedade. Nesse sentido, a divulgação de informações ambientais fornece bases para que a comunidade em geral se integre a respeito das questões do meio ambiente estimulando a sua participação.

Além de todas essas questões levantadas anteriormente, o sistema ainda contribuiria para o acompanhamento dos empreendimentos licenciados, acoplando-se informações sobre o projeto, status do processo, licenças concedidas e suas validades, medidas de mitigação propostas e demais dados considerados relevantes, contribuindo inclusive para uma maior transparência nas ações dos órgãos ambientais.

No entanto, a pesquisa também revelou que a utilidade e usabilidade do SIA estão condicionadas por várias limitações, a saber:

(i) o envolvimento dos diferentes usuários durante o processo de desenvolvimento e implementação do sistema;

(ii) a disponibilidade de dados de diferentes fontes oficiais e dos estudos produzidos no licenciamento, principalmente aqueles provenientes da etapa de monitoramento;

(iv) a elaboração de interfaces que facilitem acessibilidade ao SIA;

(v) uma estrutura organizacional dentro do órgão ambiental que zele pela qualidade dos dados e que promova suporte e capacitações aos usuários em relação ao uso do SIA.

Alcançar a plena capacidade do SIA e todos os benefícios apontados vai além de apenas disponibilizar a ferramenta, a equipe responsável pelo sistema (planejadores e desenvolvedores) deve levar em conta todos esses aspectos discutidos para obter êxito nesta poderosa ferramenta para auxiliar na tomada de decisão e gestão de informação no licenciamento ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, M. L. & DIKSHIT, A. K. Significance of Spatial Data and GIS for Environmental Impact Assessment of Highway Projects. **Indian Cartographer**, MUIP-04, pp.262 – 266, 2002.

ARGENT, R.M.; GRAYSON, R.B. Design of information systems for environmental managers: an example using interface prototyping. **Environmental Modelling & Software.** v.16, p. 433–438, 2001.

ARGOTE, L., MCEVILY, B., REAGANS, R. Managing knowledge in organizations: an integrative framework and review of emerging themes. **Management Science.** v.49, p. 571 – 582, 2003.

ARNOFF, S. **Geographic information system: a management perspective**. WDL publications. Otawa, Canada, 1991, 249p.

ANDREAZZI, M. A. R. & MILWARD-DE-ANDRADE, R. Impactos das grandes barragens na saúde da população – uma proposta de abordagem metodológica para a Amazônia. In: Forest' 90, **Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais Úmidas**, Manaus. ***Anais*...** Rio de Janeiro, Biosfera, 1990.

ATKINSON, S. F.; CANTER, L. W. Assessing the cumulative effects of projects using geographic information systems. **Environmental Impact Assessment Review.** v.31, p. 457–464, 2011.

BANSLER, J. P., HAYAN, E. Pilot implementation of health information systems: Issues and challenges. **International Journal of Medical Informatics.** v.79, p. 637–648, 2010.

BECHOR, T., NEUMANN, S., ZVIRAN, M., GLEZER C. A contingency model for estimating success of strategic information systems planning. **Information & Management**. n. 47, p.17–29, 2010.

BERG, M., AARTS, J., Van Der Lei, J. ICT in health care: sociotechnical approaches. **Methods of Information in Medicine**. v.42, p. 297–301, 2003.

BEIERLE, T. The benefits and costs of environmental information disclosure: What do we know about right to know? Discussion papers dp-03-05**, Resources for the Future**. 2003.

BRASIL. Leis, etc. (1981) Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras

providências. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre .cfm?codlegi=313>. Acesso em: 11 abr. 2012.

BRASIL. Leis, etc. (1983) Decreto 88.351/83 - Regulamenta a Lei nº 6938/91 e a Lei 6902/81, que dispõem respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e a criação de Estações Ecológicas e de Proteção Ambiental. Disponível em: <www.ibama.gov.br/carijos/documentos/Decreto88351.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2010.

BRASIL. Leis, etc. (1986) Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 17 set. 2010.

BRASIL. Leis, etc. (1989) Lei Nº 7.804 de 18 de Julho de 1989 - Altera a Lei n° 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação a Lei n° 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei n° 6.803, de 2 de julho de 1980, a Lei n° 6.902, de 21 de abril de 1981,e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7804.htm >. Acesso em 20 julho 2010.

BRASIL. Leis, etc. (1997) Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 11 abr. 2010.

BONESI, P. C. Análise dos Estudos ambientais da Mastofauna em Pequenas Centrais Hidrelétricas do Espírito Santo. **PCH Notícias e SHP News.** Ano 13, n. 51, p.20 -25. 2011.

BØDKER, K., KENSING, F., SIMONSEN, J. Participatory IT Design. **MIT Press**, Cambridge, MA, 2004.

BORGES, K. A. V., DAVIS JÚNIOR, C. A., LAENDER, A. H. F. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: Marco Antônio Casanova; Gilberto Câmara; Clodoveu Augusto Davis Junior; Lubia Vinhas; Gilberto Ribeiro de Queiroz. (Org.). **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba: EspaçoGeo, 2005, v. único, p. 93-146.

BOSSEN, C. Test the artefact – develop the organization: the implementation of an electronic medication plan. **International Journal of Medical Informatics**. v.76, p.13–21. 2007.

BUGHI, C. H. **Observatório Virtual sobre a Biodiversidade Marinha no Brasil baseado em conceito WEBGIS**. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Ciência e Tecnologia

Ambiental, centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale de Itajaí. 2007. 115 pp.

BUNCE, R.G.H., METZGER, M.J., JONGMAN, R.H.G. A Standardized Procedure for surveillance and monitoring European habitats and provision of spatial data. **Landscape Ecology**. v.23, p. 11–25, 2008.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land ressources assessment**. Oxford University press. Oxford, 1992. 194p.

CARVER, S. Public participation using Web-based GIS. **Environment & Planning B: Planning & Design.** v.28, p. 803–804, 2001.

CÂMARA, G.: Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas de evolução. In: **Sistemas de informações geográficas e suas aplicações na agricultura.** Brasília, DF, 1993. p: 37-59.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1996, 36p.

CANTER, L. **Environmental impact assessment**. 2 ed. Singapore: Mc-Graw-Hill International Editions. 1996. 660 p.

CHECKLAND, P., HOLWELL, S. Information, Systems and Information Systems: Making Sense of the Field. **John Wiley and Sons, West Sussex**.1999.

COCKERILL, K., TIDWELL, V., PASSEL, H. Assessing public perceptions of computer-based models. **Environmental Management**. v. 34 (5), p. 609–619, 2004.

COSTA, F. S. & VASCONCELOS, M. G. Análise de informatização do licenciamento ambiental no governo do estado da Bahia. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade.** vol 2, nº1, fev, p.105-115, 2009.

CONDEÇA, J. J. V. **Aplicações SIG no Apoio aos Processos de Licenciamento na ARH do Alentejo, I.P. O Caso das Captações de Água**. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica do Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação da Universidade Nova de Lisboa. 2009. 110 pp.

CRANEFIELD, S.; PURVIS, M. Integrating environmental information: incorporating metadata in a distributed information system's architecture. **Advances in Environmental Research**. V.5. p.319 –325, 2001.

CRISPINO, F. **Reconfiguração de redes primárias de distribuição de energia elétrica utilizando sistemas de informações geográficas.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001,124 pp.

CULSHAW, M.G. ; NATHANAIL, C.P., LEEKS, G.J.L., ALKER, S., BRIDGE, D., DUFFY, T., FOWLER, D., PACKMAN, J.C., SWETNAM, R., WADSWORTH, R. & WYATT, B. The role of web-based environmental information in urban planning—the environmental information system for planners. **Science of the Total Environment**. n.360, 233–245, 2006

CUNHA, L. H & COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antonio J. T. (Organizadores). **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

DALCIN, E.; SOLANO, L.; PIZARRO, R. De Banco de dados a centro de informações e serviços: uma experiência para a reserva ecológica Macaé de Cima. *In:* H. C. Lima & R. R. Guedes-Bruni (Eds.), ***Serra de Macaé de Cima*: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica (pp. p.346).** Rio de Janeiro: Jardim Botânico: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1997.

DENZER, R., GÜTTLER, R., HOUY, P. TEMSIS – A transnational system for public information and environmental decision support. **Environmental Modelling Software**. V.15, 235 – 243, 2000.

DIAS, E. G. C. S., SÁNCHEZ. L. E. Deficiências na implementação de projetos submetidos à avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo. **Revista de Direito Ambiental**. v.6, n.23, p. 163 – 204, 2001.

DÍEZ, E., MCINTOSH, B. S. A review of the factors which influence the use and usefulness of information systems. **Environmental Modelling & Software.** v. 24, p. 588–602. 2009.

EASON, K.D. Ergonomic perspectives on advances in human–computer interaction. **Ergonomics**. v.34 (6), p. 721–741, 1991.

ELMASRI, R. N., S. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education. 2004.

EEDY, W. The use of GIS in environmental assessment. **Impact Assess**.v.13, p. 199 – 206. 1995.

FARINA, F. C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE.BR**. Volume IV – Número 4 – Dezembro 2006.

FEDERAÇÃO DAS IDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO,COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (FIESP; CETESB). **Licenciamento ambiental e as micro e pequenas empresas: Dúvidas frequentes**. São Paulo, 2006.

FLORINI, A. The coming democracy: new rules for running a new world. **Island Press Washington DC**. 2003.

FURRIELA, BIDERMAN, R. A Lei Brasileira sobre o Acesso à Informação Ambiental como Ferramenta para a Gestão Democrática do Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Direito Constitucional.** n.3, p. 283-284. 2004

GIUPPONI, C. Decision support systems for implementing the European water framework directive: the MULINO approach. **Environmental Modelling and Software.** v. 22 (2), p. 248–258, 2007.

GIUPPONI, C., MYSIAK, J., DEPIETRI, Y., TAMARO, M. **Decision Support Systems for Water Resources Management: Current State and Guidelines for Tool Development**. IWA Publishing, London. 2007.

GLASSON, J.; SALVADOR, N. N. B. EIA in Brazil: a procedures-practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. **Environmental impact review**. n.20, p. 191-225, 2000.

GONZÁLEZ A. Incorporating spatial data and GIS to improve SEA of land use plans: opportunities and limitations—case studies in the Republic of Ireland. Lambert Academic Publishing; 2010.GREEN, D., BOSSOMAIER, T. Online GIS and Spatial Meta-data. London: Taylor & Francis, 2002. **Computers and Geosciences**. v. 28(1), p. 95–102, 2002.

GONZÁLEZ A, GILMER A, FOLEY R, SWEENEY J, FRY J. Developing and applying a participative web-based GIS for integration of public perceptions into strategic environmental assessment. In: Mount NJ, Harvey GL, Aplin P, Priestnall G, editors**. Representing, modeling and visualizing the natural environment: innovations in GIS 13**. Florida: CRC Press. p. 117–33. 2008.

GONZÁLEZ, A., GILMER, A., FOLEY, R., SWEENEY, J., FRY, J. Applying geographic information systems to support strategic environmental assessment: Opportunities and

limitations in the context of Irish land-use plans. **Environmental Impact Assessment Review**. n. 31, p. 368–381. 2011

GRAF, A. C. B. O Direito à Informação Ambiental. In: FREITAS, Vladimir Passos de (Coord.). **Direito Ambiental em Evolução**. Curitiba: Juruá, 1998, p. 12.

GRAHAM, M., MILLER, C. Disclosure of toxic releases in the United States. **Environment**. v. 43(8), p. 9–20. 2001.

GLASSON, J., THERIVEL, R. AND CHADWICK, A. **Introduction to Environmental Impact Assessment**. UCL Press, London, 2nd edition,1999.

GULLIKSEN, J., GÖRANSSON, B., BOIVIE, I., BLOMKVIST, S., PERSSON, J., CAJANDER, A. Key principles for user-centred systems design. **Behaviour & Information Technology.** n.22, p. 397–409, 2003.

GUTTLER, R., DENZER, R., HOUY, P. User interfaces for environmental information systems Interactive maps or catalog structures? Or both?. **Advances in Environmental Research**. n.5, p. 345 – 350, 2001.

GUTTMAN, D. The environmental information disclosure in USA. **Environmental Protection.** p.13 - 25. 2008.

HANDZIC, M.,. Managing knowledge with technology: mission possible. In: Handzic, M. (Ed.), Knowledge Management through the Technology Glass. **World Scientific.** Singapore, pp. 21 - 38, 2005.

HAKLAY, M. Public access to environmental information: past, present and future. Computers, **Environment and Urban systems**, 2002.

HARTSWOOD, M., PROCTER, R., ROUCHY, P., ROUNCEfiELD, M., SLACK, R., VOSS, A. Working IT out in medical practice: IT systems design and development as co-production. **Methods of Information in Medicine**. n. 42, p. 392–397, 2003.

HORANONT, T., TRIPATHI, N., RAGHAVANA, V., SANTITAMNONT, P. A Comparative Assessment of Internet GIS Server Systems. Map Asia, Hotel Shangri-La, Bangkok, Thailand, August 7–9, 2002.

IAIA – International Association for Impact Assessment. **Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice**. Fargo: IAIA, Special publication v.1, 1999.

IAIA - International Association for Impact Assessment. **The Linkages between impact assessment and the sustainable development agenda, and recommendations for actions**. Fargo, 2002.

JOÃO, E.; FONSECA, A. The role of GIS in improving environmental assessment effectiveness: theory vs practice. **Impact Assessment**, v. 14 (4), p. 371- 387, 1996.

MATTHEW B. J., CORINNA G. Advances in environmental information management. **Ecological Informatics**. n.5, p. 1– 2, 2010.

MENDES, C. A. B. CIRILO, J. A**. Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação**. ABRH: Porto Alegre, 2001. cap. 2. p. 57-111

KAKINAMI, S. K. **Efetividade da informação da etapa pós-aprovação de empreendimentos hidrelétricos.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. 139 p.

KARATZAS, K., DIOUDI, E., MOUSSIOPOULOS, N. Identification of major components for integrated urban air quality management and information systems via user requirements prioritization. **Environmental Modelling & Software.** n.18, p. 173–178, 2003.

KELLOGG, L.K.B., MCKENZIE, D.; PETERSON, D.L.; HESSL, A.E. Spatial models for inferring topographic controls on historical low-severity fire in the eastern Cascade Range of Washington, USA. **Landscape Ecology.** n.23, p. 227–240, 2008.

LAUDON, K. C. & LAUDON, J. P. “Sistemas de informação: com internet”, Tradutor: Dalton Conde de Alencar. LTC, 1999.

LARMAN, C., BASILI, V.R., Iterative and incremental development: a brief history. **IEEE Computer**. p. 47–56. 2003

LAM, D., SWAYNE, D. Issues of EIS software design: some lessons learned in the past decade. **Environmental Modelling & Software**. n. 16, p. 419–425, 2001.

LISBOA F. J. Modelagem de Bancos de Dados Geográficos . In: Ladeira, M.; Nascimento, M. E. M.. (Org.). III Escola Regional de Informática do Centro-Oeste. Brasília-DF: **Sociedade Brasileira de Computação**. v. 1, p. 137-171, 2000.

LISBOA, F. J.; IOCHPE, C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. **Revista IP-Informática Pública**, Belo Horizonte, v.1, n.2, 1999.

LONGLEY, P.A., GOODCHILD, M.F., MAGUIRE, D.J. AND RHIND, D.W. **Geographic information systems and science**. 2nd ed., Wiley, Chichester. 2005.

MACHADO, P. A.o L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 13. ed. rev. atual. ampl.. São Paulo: Malheiros, 2005, p. 88.

MARSHALL, R. Developing environmental systems to deliver mitigation and protect the EIA process during the follow-up. **Impact assessment and project appraisal**. v.23, n.3, p. 1951-1962, 2002.

MARSHALL, R. Environmental impact assessment follow-up and its benefits for industry. **Impact assessment and project appraisal**. v. 20, n.4, 2005.

MANSUR , M. S, C. Avaliação Ambiental Estratégica (AAE): Limitações dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. **Anais dos XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo : Unius Multimídia Ltda, 2007. v. I.

MATHIYALAGAN, V.; GRUNWALD, S. A WebGIS and geodatabase for Florida's wetlands. **Computers and Electronics in Agriculture.** v.47(1), p. 69-75, 2005.

MAZZOLLI, M.; JESUS, E. B.; WASEM, R.W.S.; BORBA, R.; BENEDET, R.; LESSMANN, K.G. Análise crítica d estudos de mastofauna em projetos de aproveitamento hidrelétrico no Planalto Catarinense, Brasil. Natureza & Conservação, Curitiba, v.6, n.2, p. 191-101, out. 2008.

MIRRA, A. L. V. 2002. Impacto ambiental: aspectos da legislação brasileira. 2ª edição revista e aumentada. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira. 120p.

MOHDZAIN, M.B., WARD, K.M., A study of subsidiaries views of information systems strategic planning in multinational organisations. **The Journal of Strategic Information Systems**. v.16 (Dec. 4), p. 324–352, 2007.

MORAES, S. S. M. **Estudo de impacto ambiental e gestão de trechos rodoviários urbanos em áreas de dunas : Análise do Prolongamento da Av. Prudente de Morais , Natal/RN**. Natal : UFRN,. Dissertação (Mestrado). Em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Departamento de Engenharia Civil , Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

MORAES, S. S. M. & SANTOS, E. M.. Avaliação de impactos ambientais (AIA): instrumento importante na sustentabilidade dos projetos rodoviários. **Revista da FARN**. v.3, n.1/2, p. 45 - 58, 2004.

MPF (Ministério Público Federal). 4ª Câmara de Coordenação e Revisão. Deficiências em Estudos de Impacto Ambiental: síntese de uma experiência. Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, mai. 2004. 48 p.

MUTSHEWA, A. The use of information by environmental planners: A qualitative study using Grounded Theory methodology. **Information Processing and Management**. v.46, p. 212–232, 2010.

NELSON, E. Low cost options for creating a GIS. **American City and County**. p. 10, 2002.

NOBLE, B.; STOREY, K. Increasing the utility of follow-up in Canadian environmental assessment: a review of requirements, concepts and experience. **Research and Development Monograph Series.** 2004.

OLIVERA, F. Memory systems in organizations: an empirical investigation of mechanisms for knowledge collection, storage and access. **Journal of Management Studies.** v.37, p. 811 – 832, 2000.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais, Atlas**. 2001.

PAINHO, M., PEIXOTO, M., CABRAL, P., SENA, R. WebGIS as a teaching tool. In: **Proceedings of the ESRI UC 2001**, San Diego, CA, USA, July 9–13, 2001.

PAL, R., SENGUPTA, A., BOSE, I. Role of pilot study in assessing viability of new technology projects: the case of RFID inparking operations. **Communications of the Association for Information Systems.** v.23, p. 257–276, 2008.

PATIL AA, ANNACHHATRE AP, TRIPATHI NK. Comparison of conventional and geo-spatial EIA: a shrimp farming case study. **Environmental impact assessment review**. v.22(4), p.361–375, 2002.

PIPER, S.; AGUDELO, L.P.P; SOUZA, M.S.L. Premissas para o design conceitual de um Sistema de Informação Ambiental (SIA) a partir da abordagem teórica de Wenger. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Editora UFPR, n. 7, p. 95-105, jan./jun. 2003.

PENG, Z.R., TSOU, M.H. Internet GIS – **Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks**. Wiley, Hoboken, NJ. 2003

PUNDT H, BISHR Y. Domain ontologies for data sharing-an example from environmental monitoring using field GIS. **Computers and Geosciences**. v. 28(1): 95–102, 2002.

PETTS, J. Barriers to deliberative participation in EIA: learning from waste policies, plans and projects. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v.5 (3), p. 269 – 293, 2003.

PEUTE, L.W.P., JASPERS, M.W.M. The significance of a usability evaluation of an emerging laboratory order entry system. **International Journal of Medical Informatics.** v.76, p.157–168, 2007.

PÖLÖNEN, I., HOKKANEN, P., JALAVA, K. The effectiveness of the Finnish EIA system — What works, what doesn't, and what could be improved? **Environmental Impact Assessment Review.** v.31, p.120– 1282011

RASHMAN, L., WITHERS, E., HARTLEY, J. Organizational learning and knowledge in public service organizations: a systematic review of the literature. **International Journal of Management Reviews**. v.11, p. 463 – 494, 2009.

RAQUEL, F. EIA-RIMAs e ZEEs: reflexões para o meio ambiente. *In*: *Encontro Nacional de Estudos da População*, Caxambu. XII **Encontro Nacional de Estudos da População**. 2000

REZENDE, D.A. Engenharia de Software Empresarial. Rio de Janeiro: Brasport, 1997.

REZENDE, D.A. Engenharia de Software e sistemas de informação. 3ª edição revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

RODRIGUEZ-BACHILLER, A., GLASSON, J. **Expert Systems and Geographic Information Systems for Impact Assessment**. London: Taylor & Francis. 2004, 400 pp.

ROSA, A. L. M. DA, SILVA, L. G., SANTOS, S., ARAÚJO, D. D. Sistema hidrelétrico brasileiro georreferenciado: potencial e importante ferramenta de suporte para o estudo de impacto ambiental e licenciamento de empreendimentos Revista **PCH Notícias & SHP NEWS**. n.52, p. 14 – 17, 2012.

RÖTTGERS, J.; RIEKERT, WOLF-FRITZ; GÜNTHER, O.; SPILIOPOULOU, M.; FAULSTICH, L.; Metadatabases in environmental information systems: the Locator and

Communication Service (VKS-Umwelt). **Environmental Modelling & Software**. V.16, p. 447–452, 2001.

SÃO PAULO (Estado) Leis, etc (2007) Resolução SMA nº 22/07, de 16 de maio de 2007 - Dispõe sobre a execução do Projeto Ambiental Estratégico "Licenciamento Ambiental Unificado", que visa integrar e unificar o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, altera procedimentos para o licenciamento das atividades que especifica e dá outras providências.. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/ legislacao/estadual/resolucoes/2007_Res_SMA_22.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2010.

SÃO PAULO (Estado) Leis, etc. (2009). Lei Estadual nº 13.542, de 08 de maio de 2009 - Altera a denominação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei nº 118, de 29 de junho de 1973. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/ lei%20n.13.542,%20de%2008.05.2009.htm>. Acesso em: 11 abr. 2010.

SÃO PAULO (Estado) Leis,etc. (2009) Deliberação Consema 33/2009, de 22 de setembro de 2009 - Dispõe sobre diretrizes para a descentralização do licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/deliberacoes/ 2009/Del33.pdf>. Acesso em: Acesso em: 11 abr. 2010.

SAIRINEN R. Regulatory reform of Finnish environmental policy. Centre for Urban and Regional Studies Publications. **Helsinki University of Technology**, 2000.

SKEHAN, C. D., GONZÁLEZ, A. Spatial data management requirements and strategic environmental assessment. **Paper presented at the Society of Chartered Surveyors**, EuroSDR and the Dublin Institute of Technology joint workshop, Dublin, Ireland; 2006.

SALVADOR, N. N. B. Análise crítica das práticas de avaliação de impacto ambiental no Brasil. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2001, João Pessoa. ***Anais*...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

SÁNCHEZ, L. E. Os papéis da avaliação de impacto ambiental. In: L. E. Sánchez (org.), **Avaliação de impacto ambiental: situação atual e perspectivas**. São Paulo: EPUSP. 1993.

SANCHEZ, L. E. **As etapas iniciais do processo de Avaliação de Impacto Ambiental. In: Avaliação de Impacto Ambiental**. Editores: Yara Maria Gomide Gouvêa, Francisco

Thomaz Van Acker, Luis Enrique Sánchez... [et at.] – São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente (Documentos Ambientais), 1998, 84p.

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

SÁNCHEZ, L. E., MORRISON-SAUNDERS, A. Learning about knowledge management for improving environmental impact assessment in a government agency: The Western Australian experience. **Journal of Environmental Management**. v.92, p. 2260 – 2271, 2011.

SANTOS, R. F. ***Planejamento Ambiental*: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SOMMERVILLE, I., **Software Engineering**, Pearson, Essex, UK, 2004.

SOUZA, M.P. A base de referência e a avaliação de impacto ambiental. In: **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande**, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.749-756, 2006.

SCHIMAK, G. Environmental data management and monitoring system UWEDAT. **Environmental Modeling & Software.** v.18, p. 573–580, 2003.

SHARMA, M., MAHESHWARI, M., SENGUPTA, B. & SHUKLA, B.P.. Design of a website for dissemination of air quality index in India. **Environmental Modeling & Software**. v.18, p. 405–411, 2003.

SILVEIRA, V. F.; KHATOR, S. K.; BARCIA, R. M. An information management system for forecasting environmental change. **Computers Ind. Engineer**. v.31, n. I/9. pp. 289 – 292, 1996.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos e prática**. São Carlos: Editora Riani Costa, 2000, 112p.

STEINIGER, S.; WEIBEL, R. **GIS software – a description in 1000 words**. 2009. Disponível em: http://www.geo.unizh.ch/publications/sstein/gissoftware_steiniger2008.pdf. Acessado em 01/04/2012.

STEINIGER, S.; HAY, G. J. Free and open source geographic information tools for landscape ecology. **Ecological Informatics.** v.4, p. 183–195, 2009.

TARGINO, M. G. Informação ambiental - uma prioridade nacional? **Inf. & Soc.:**Est. João Pessoa, v.4, n.1, p.38-61, jan./dez 1994.

TEIXEIRA, C. V.; CASTRO, C. E. Geoprocessamento no Licenciamento Ambiental. In: XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003, Belo Horizonte - MG. ***Anais* do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia**. 2003.

TRIANTAFYLLOU, A. G.; EVAGELOPOULOS, V.; ZORAS, S. Design of a web-based information system for ambient environmental data. **Journal of Environmental Management**. v.80, pp 230–236, 2006.

TOCCHETTO, A. L.; SIMONETTO, E. O.; TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. Proposta de um sistema de informação como instrumento de gerenciamento de resíduos sólidos. In: **Anais do IX Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública**, Madrid, Espanha, 2 -5 Nov. 2004.

TOMLIN, C. D. **Geographic information systems: the microcomputer and modern cartography.** Oxford: Pergamon Press. 1990.

TURNER, M.G., GARDNER, R.H & O'NEILL, R.V. **Landscape Ecology in theory and practice: pattern and process**. Springer-Verlag, New York. 2001.

TURNER, J.R. The role of pilot studies in reducing risk on projects and programmes. **International Journal of Project Management.** v.23, p.1–6, 2005.

USLÄNDER, T. Trends of environmental information systems in the context of the European Water Framework Directive. **Environmental Modelling & Software.** v.20, p. 1532 – 1542, 2005.

VANDERHAEGEN, M.; MURO, E. Contribution of a European spatial data infrastructure to the effectiveness of EIA. **Environmental impact assessment review**. v.25 (2), p. 123–42, 2005.

VAZ, P. J. G**. Implementação do SIG de Avaliação de Impacto Ambiental do Instituto de Conservação da Natureza**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2003.

VENDRUSCULO, L. G. & SILVA, J. S. V. **SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental - módulo consultor: manual do usuário: V. 1**. - Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Campo Grande: IMASUL, 2008a.

VENDRUSCULO, L. G; OLIVEIRA, S. R. M.; SILVA, J. S. V. **Tecnologia Web para suporte ao licenciamento ambiental**. Comunicado Técnico, nº 94. Embrapa – Campinas/SP, 2008b.

WALKER, D.H. Decision support, learning and rural resource management. **Agricultural Systems**. n.73 (1), p.113–127, 2002.

WOOD, C. Lessons from comparative practice. **Built Environment**. n.20, p. 322 – 344, 1994.

XI, Y.-T.; WU, J.-G. Application of GML and SVG in the development of WebGIS. **Journal of China University of Mining and Technology**. v.18(1), p. 140-143, 2008.

ZHANG L.; MOL, A. P. J, HE, G., LU ,Y. An implementation assessment of China's Environmental Information Disclosure Decree. **Journal of Environmental Sciences.** v.22(10), p. 1649–1656, 2010.

ZHUAND X. & DALE, A.P. Java AHP: a web-based decision analysis tool for natural resource and environmental management. **Environmental Modeling & Software**. v.16, p. 251–262, 2001.

APÊNDICE – A

QUESTIONÁRIO UTILIZADO NAS REUNIÕES

O USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA GESTÃO DA INFORMAÇÃO AMBIENTAL E SUPORTE A TOMADA DE DECISÃO NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL.

Para respostas de intensidade: 1. Muito pouco | 2. Pouco | 3.Satisfatório | 4. Muito | 5. Extremamente

1. Assinale a geotecnologia que você já teve utilizou e indique qual o conhecimento que você tem em relação a ela.

( ) SIG	( )1	( )2	( )3	( )4	( )5
( ) Banco de dados geográficos	( )1	( )2	( )3	( )4	( )5
( ) WebSIG	( )1	( )2	( )3	( )4	( )5

2. As informações geográficas disponibilizadas pelo modelo de sistema proposto podem auxiliar na análise dos processos?

( ) Não

( ) Sim. Se sim, quanto? ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

Justifique.

3. Sabe-se que há diferentes análises geográficas que podem ser realizadas para auxiliar durante a análise dos processos de licenciamento. Em sua opinião, para acessar essas informações provenientes das consultas realizadas por um SIG você gostaria:

( ) Eu mesmo possa fazer as análises utilizando um *software* de SIG.

( ) Que exista uma interface entre o usuário e o *software* de SIG que automatizasse as consultas.

( ) Nenhuma das alternativas.

Justifique.

4. Você considera viável implantar na rotina de trabalho um sistema como o que foi apresentado?

( ) Não

( ) Sim. Se sim, quanto? ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

Justifique.

5. Você acha importante que as informações produzidas nos estudos ambientais sejam disponibilizadas para o uso nas análises pelos <u>técnicos do órgão ambiental</u>?

( ) Não

( ) Sim.

Justifique.

6. Você acha importante que as informações produzidas nos estudos ambientais sejam disponibilizadas para a <u>sociedade em geral</u>?
( ) Não
( ) Sim. Se sim, por quê?

7. Com relação aos módulos propostos pelo modelo de sistema de informações apresentado, você acha que o mesmo poderá contribuir para a gestão das informações ambientais produzidas durante o licenciamento?
( ) Não
( ) Sim.

Justifique.

8. Em sua opinião, quais os benefícios que o uso de um sistema como o apresentado traria ao licenciamento?
(pode marcar mais de um)
( ) Agilidade na análise
( ) Acurácia na informação
( ) Divulgação da informação
( ) Transparência no licenciamento.
( ) Outros. Quais?

9. O modelo de sistema apresentado foi idealizado para oferecer funções de análises e manipulação de dados geográficos à usuários leigos em relação à geotecnologias. Da forma em que estão apresentadas estas funções dentro do sistema, você acha que o haverá dificuldades para obter resultados quanto às consultas?
( ) Não
( ) Sim.

Justifique.

10. Além das informações geográficas, o modelo de sistema proposto possui funções para o gerenciamento dos processos de licenciamento. Em sua opinião, essas funções serão relevantes para o acompanhamento e monitoramento dos processos?
( ) Não
( ) Sim. Se sim, quanto? ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

Justifique.

11. **Quais outras funções você considera importante que um sistema informações, como o modelo apresentado, deve possuir para auxiliar na análise técnica dos estudos ambientais?** *(Pergunta livre, você pode escrever quantas funções achar pertinente).*

APÊNDICE – B

TELAS DE ACESSO DO PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

1. INTERFACES DO PROTÓTIPO

A Figura 1 exibe a tela de abertura do protótipo, enquanto que na Figura 2 pode-se visualizar a tela principal, onde é mostrado para o usuário o *menu* inicial, o qual dá acesso aos módulos. Para os três módulos são apresentadas informações básicas sobre os itens que poderão ser encontrados ao se acessar cada módulo. A informação é apresentada do lado esquerdo do *menu* assim que o usuário coloca o ponteiro do *mouse* sobre a ícone do módulo, que também se destaca (fica em relevo). Isso evitará que o usuário tenha que primeiro entrar no módulo para então saber o seu conteúdo.

Figura 1. Tela de abertura do sistema enquanto o mesmo está sendo carregado.

Figura 2. Visão dos componentes do sistema assim que o mesmo é carregado.

2. MÓDULO DE ACESSO

2.1 GERENCIAMENTO

O item é dividido em “Processos” e “Monitoramento e Fiscalização” como pode ser visualizada na Figura 3-A. Assim que o módulo de acesso é escolhido, um formulário com todos os itens deste módulo é carregado. A primeira tela apresentada é a do item “gerenciamento”, pois entende-se que esta será a mais utilizada pelo usuário (Figura 3-A). O número 1 na referida figura, mostra os botões de acesso às demais grandes áreas do módulo de acesso (conforme descrito no item 6.2.3.2), o número 2 representa as divisões do item “Gerenciamento”. O número 3 mostra os formulários que podem ser encontrados no subitem “Processos” o qual encontra-se selecionado (baixo relevo).

Na aba “Documentos” que está sendo mostrada pela Figura 3-B, todo documento que constar no processo é cadastrado e recebe um código para poder ser referenciado em outros formulários do sistema. Além de informações que identificam o documento, o mesmo poderá ser acessado via formato digital visto que estará anexado nesse cadastro. Essa medida auxilia o técnico e o consultor uma vez que facilita o acesso à informação, não havendo a necessidade de ir ao processo físico toda vez que precisar visualizar um documento.

A aba “Licenças e Exigências” (Figura 3-C) permite cadastrar as licenças emitidas para o empreendimento. Cada exigência será cadastrada individualmente, informando-se todos os seus dados, como por exemplo, a descrição, número, prazo para atendimento e ainda será possível relacionar a qual documento pertence.

O subitem “Monitoramento e Fiscalização” permite um maior detalhamento quanto ao atendimento das exigências. Como pode ser visto na Figura 4-A esse item possui duas divisões denominadas “Cumprimento das Exigências” e “Vistorias”. Na primeira divisão citada é possível associar para cada documento entregue pelo consultor/empreendedor a qual exigência ele pertence. Com essa relação, pode-se a qualquer momento gerar relatórios como o mostrado na Figura 4-B onde para cada exigência é mostrada uma lista de documentos entregues, a data e se aquele documento atende “totalmente”, “parcialmente” ou “não atende” aquela exigência para a qual ele foi cadastrado, essas são informações importantíssimas para o monitoramento do processo.

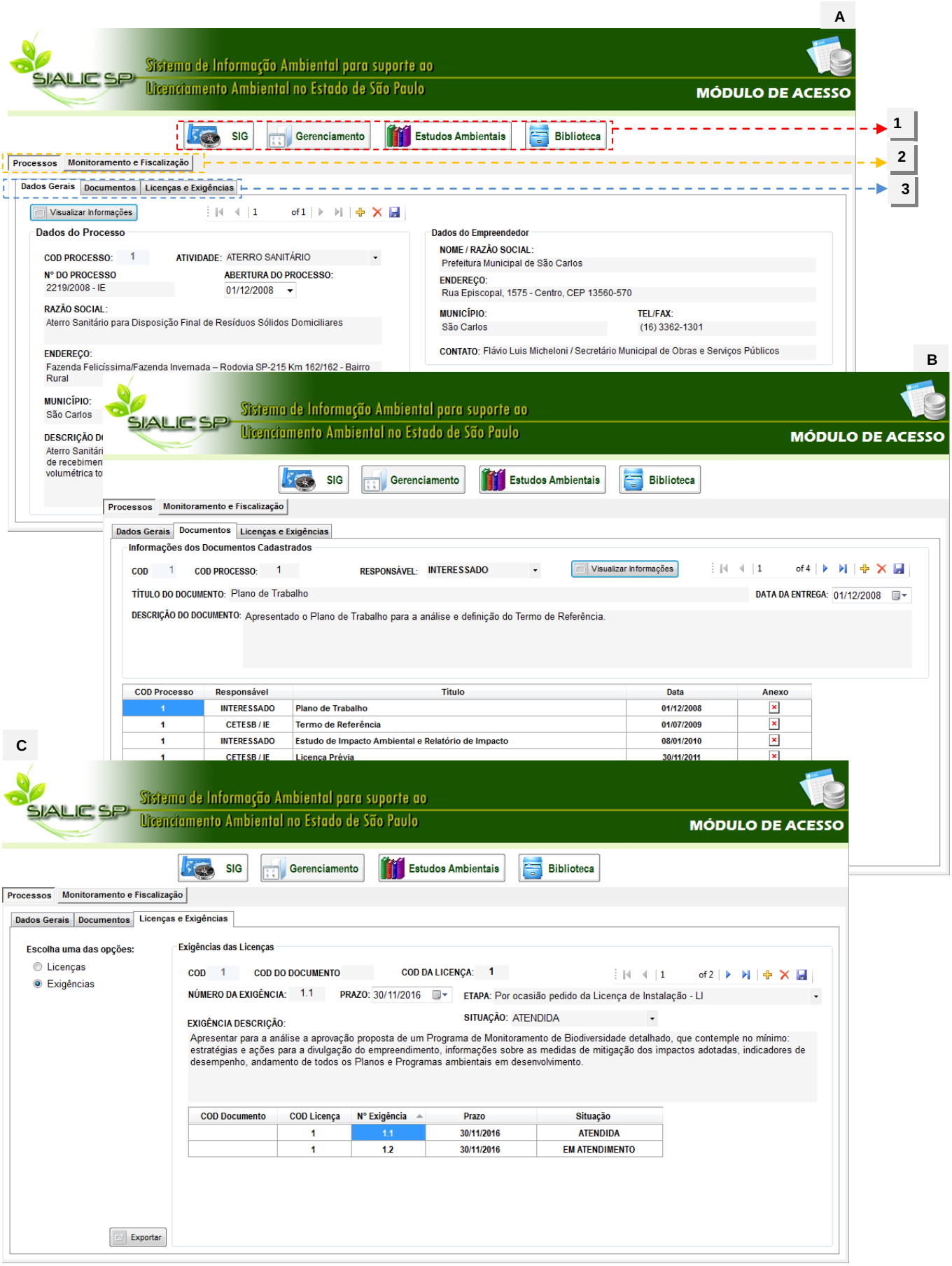

Figura 3. Subitens do Módulo de Acesso: Gerenciamento. A) 1. botões de acesso às demais grandes áreas do módulo de acesso; 2. representa as divisões do item “Gerenciamento” e 3. mostra os formulários que podem ser encontrados no subitem “Processos” o qual encontra-se selecionado (baixo relevo). B) Aba Documentos mostrando a lista de documentos cadastrados e C) Aba Licenças e Exigências: cadastro das exigências.

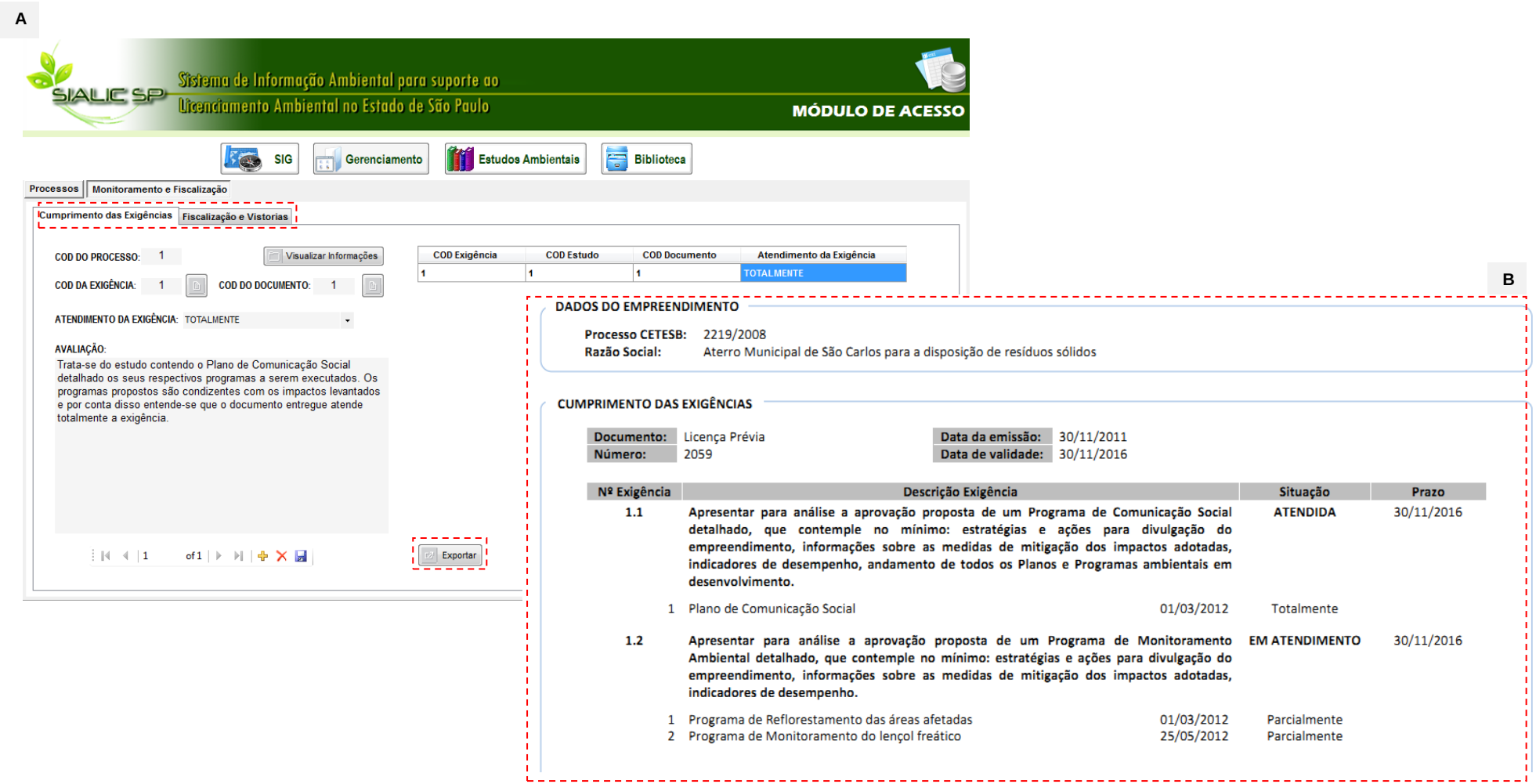

Figura 4. Subitens do Módulo de Acesso: Gerenciamento. A) as divisões do item “Monitoramento e Fiscalização” e a aba “Cumprimento das Exigências”. B) Relatório gerado sobre o cumprimento das exigências.

2.2. ELABORAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS

Este item possui três divisões, a saber: “Cadastro”, “Diagnóstico Ambiental” e “Impactos e Planos” (Figura 5-A). A Figura 5-B subitem mostrado na referida figura, trata-se do “Diagnóstico Ambiental” e o seu respectivo formulário “Meio Biótico”. A opção escolhida para o preenchimento foi sobre o “Levantamento de Fauna” na Caracterização das Áreas Afetadas pelo empreendimento. Como pode ser visto no destaque, os registros irão comportar informações geográficas (os campos das coordenadas X e Y) para que estes possam ser visualizados posteriormente no SIG. Com esse cadastro, será produzido um banco de registros das espécies no estado, ajudando a mapeá-las.

Há o cadastro de informações sobre outros sete temas que pertencem a aba “Meio Biótico” e para todos os registros são associadas coordenadas geográficas. Toda vez que o usuário escolher outra opção no *menu* à esquerda, p.ex. “Áreas especialmente Protegidas” (Figura 5-C), o formulário à direita é alterado automaticamente para comportar apenas aos itens que dizem respeito ao cadastro das informações desta opção. Optou-se que isto ocorresse desta forma para evitar que para cada item, fosse aberto um formulário diferente. A existência de inúmeros formulários tornaria cansativa a inserção dos dados pelo usuário, pois o caminho para acessá-los seria extenso, e consequentemente, iria acabar desmotivando-o a usar o sistema. Outro motivo, é que a existência de muitos formulários tornaria o sistema cada vez mais pesado exigindo maior capacidade para o hardware do computador do usuário.

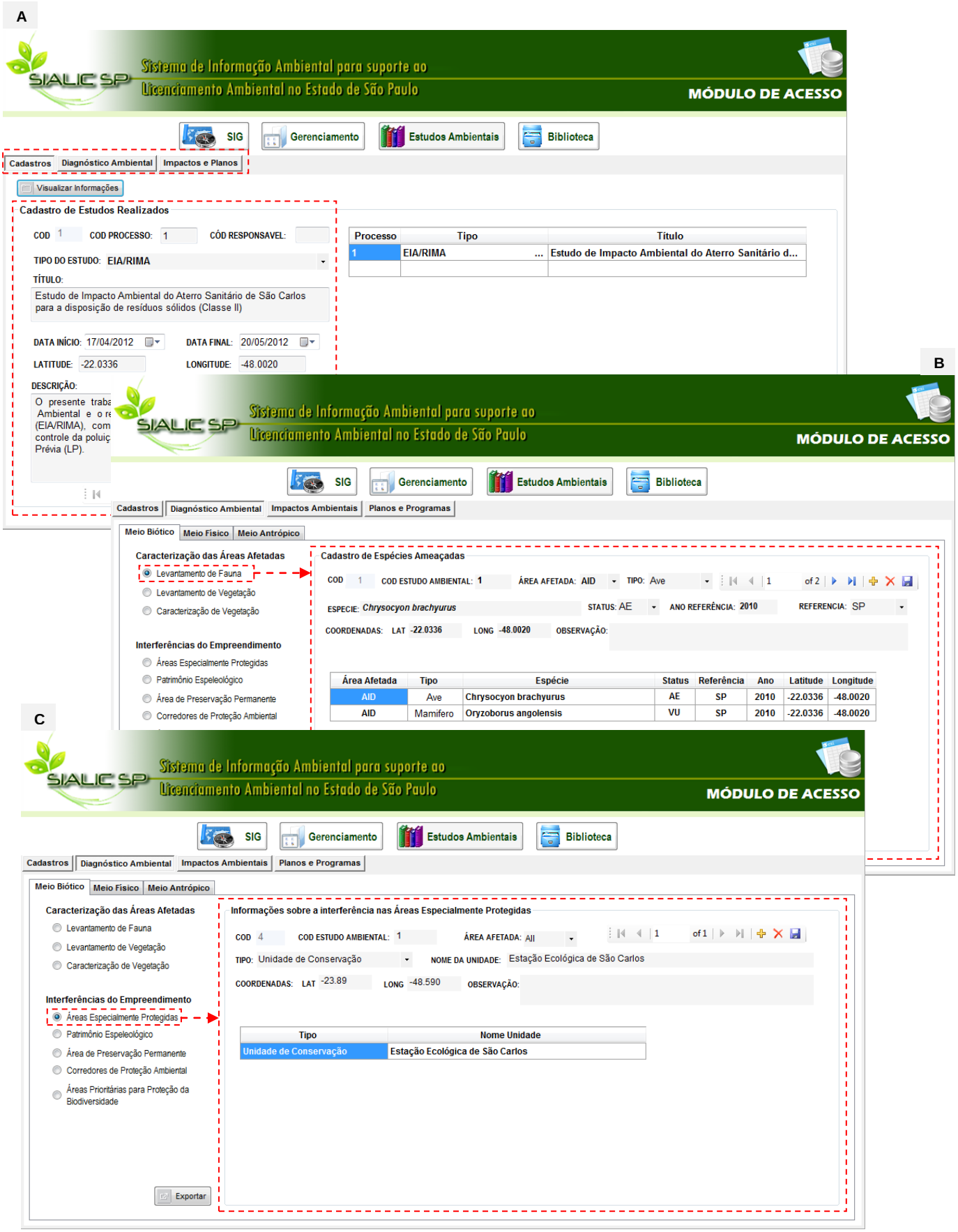

Figura 5. Subitens do Módulo de Acesso: Elaboração dos Estudos ambientais. A) quatro divisões, a saber: "Cadastro", "Diagnóstico Ambiental" e "Impactos e Planos". B) subitem "Diagnóstico Ambiental" e o seu respectivo formulário "Meio Biótico", com a opção "Levantamento de Fauna". C) opção "Áreas Especialmente Protegidas".

No item “Impactos e Planos” encontram-se as seguintes abas “Cadastros” e “Impactos x Medidas x PP”. Na primeira o consultor irá cadastrar individualmente: os impactos ambientais, as medidas mitigadoras e os planos e programas (Figura 6).

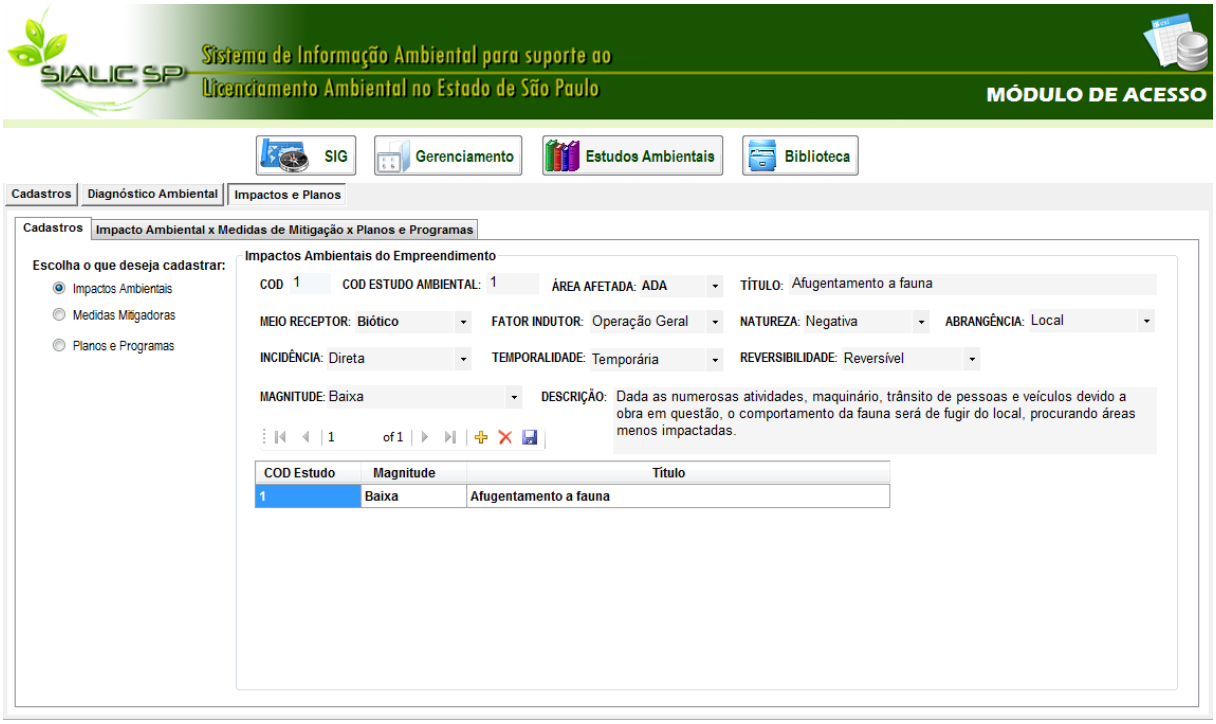

Figura 6. Subitens do Módulo de Acesso: elaboração dos Estudos ambientais, subitem: Impactos e Planos, aba Cadastros.

2.3 BIBLIOTECA

A Figura 7-A mostra os campos que podem ser pesquisados no item “Legislação Ambiental” dentro da divisão “Licenciamento Ambiental”. Enquanto que a Figura 7-B traz os resultados provenientes de uma consulta realizada na aba “Impactos Ambientais” na divisão “Tipo de Empreendimentos”. É possível realizar filtros em relação ao Tipo de Empreendimento, fase do licenciamento ou meio receptor.

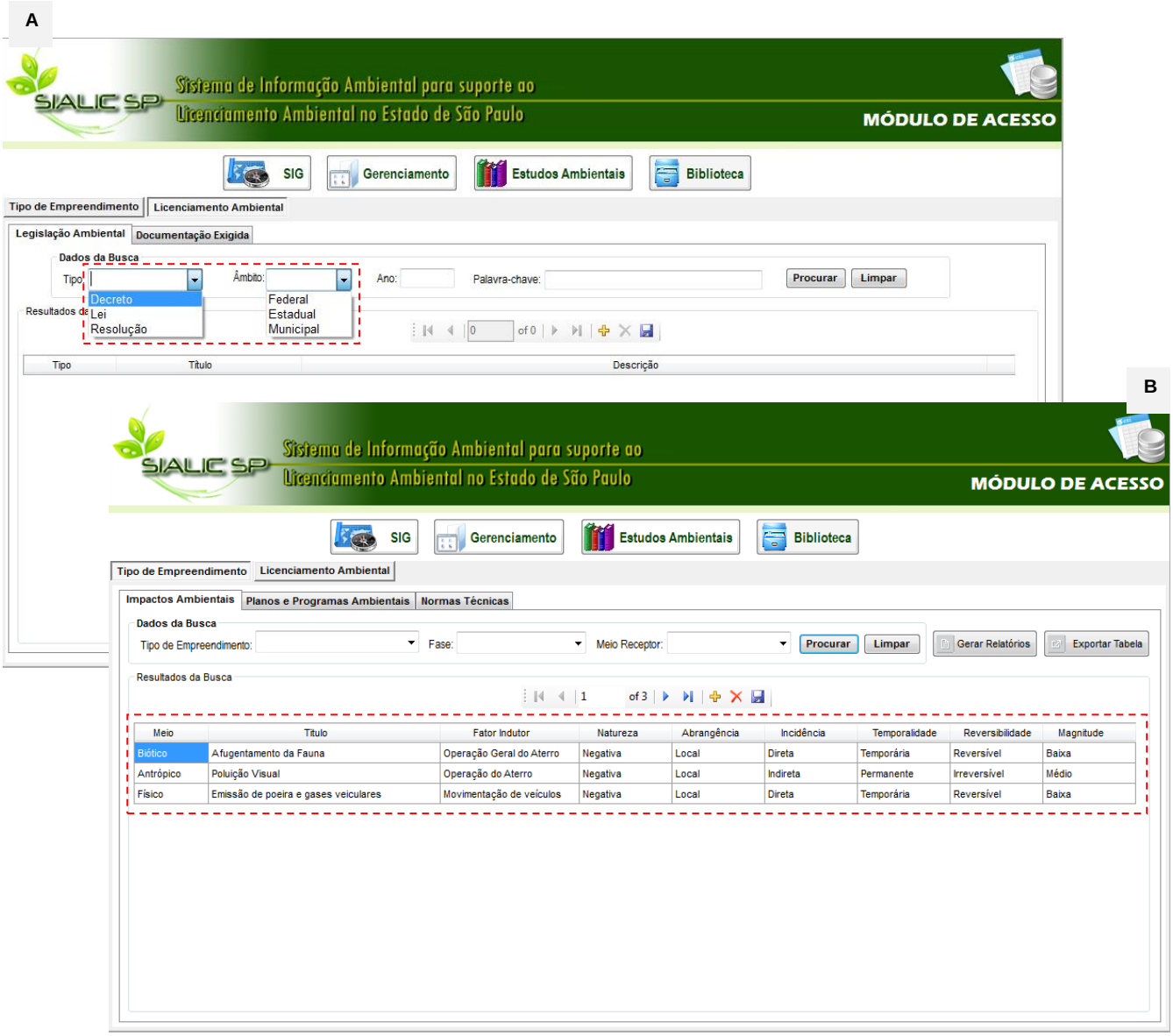

Figura 7. Módulo de Acesso: Item Biblioteca. A) opções de filtro para a Legislação Ambiental B) Resultado da busca sobre Impactos Ambientais.

2.4 SIG

Neste módulo, o usuário poderá interagir com os dados geográficos através dos recursos proporcionados pelo ArcGIS Explorer. Estes comandos podem ser acessados pela barra de menu e de ferramentas. O *software* traz ao usuário diferentes recursos, como por exemplo: adicionar temas, imprimir mapas, zoom in/out, identificar feições do mapa, e identificar essas feições através dos tips (são caixas de diálogos que permitem que se veja os dados associados à uma feição em seu mapa). A Figura 8 apresenta a interface que será apresentada ao usuário, após ser escolhida a opção "SIG" no módulo de acesso.

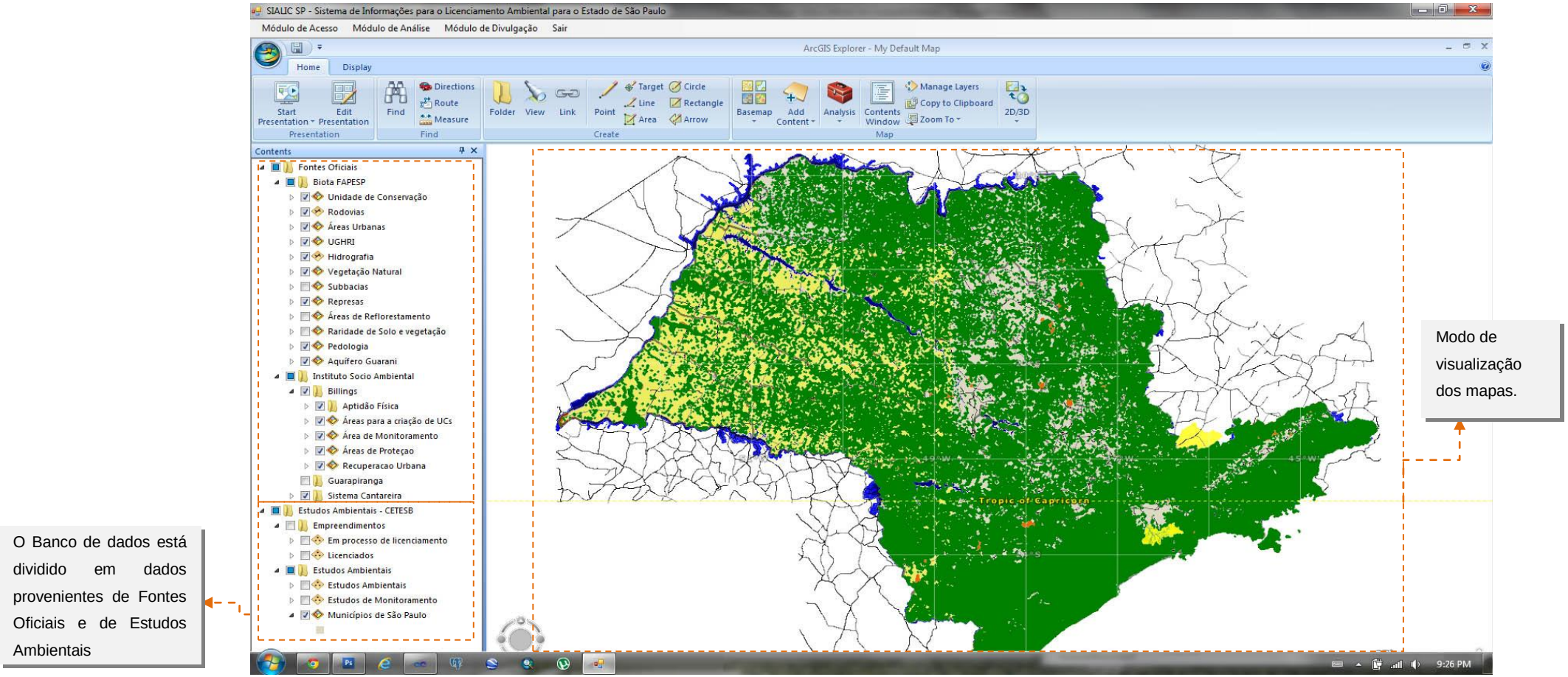

Figura 8. Módulo de Acesso: Item SIG.

3. MÓDULOS DE ANÁLISE

A Figura 9 apresenta a visão geral deste módulo, mostrando as duas divisões, a saber: Consultas Básicas e Análise Geográfica. Assim que o usuário acessar o módulo de análise (ou por meio do menu inicial ou pela barra padrão) a primeira tela a ser apresentada já proporciona uma visão geral das duas grandes áreas que compõem este módulo como já pôde ser visto na Figura 9. Caso o usuário opte por utilizar-se das consultas básicas, este encontrará as opções listadas e divididas por temas. Após escolhida a consulta, o resultado dela será mostrado em uma janela separada. Nesta janela o usuário poderá visualizar as informações, havendo a possibilidade de exportar esses dados, em duas opções de formato, uma tabela do tipo *Excel* ou um relatório.

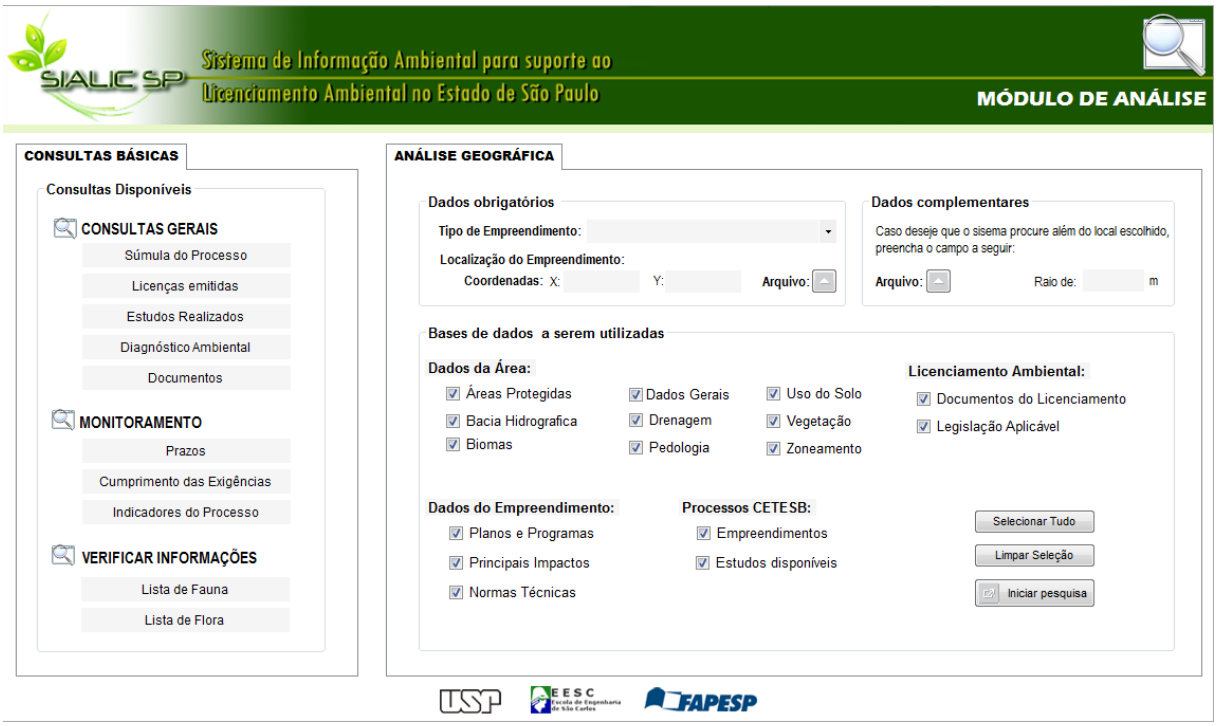

Figura 9. Módulo de Análise. Visão geral do módulo, mostrando as duas grandes divisões: consultas básicas e análise geográfica.

Na Aba “Análise Geográfica” à direita da tela principal o usuário tem a opção uma consulta à base de dados geográfica. Visto que essa análise pode utilizar toda a base geográfica, e consequentemente, aumentar o tempo de resposta da consulta, optou-se por dar ao usuário a opção de escolher em quais temas a pesquisa deverá ser feita (Figura 10-A). Os resultados desta consulta será apresentado em um único relatório (Figura 11) o qual é dividido em quatro partes organizando as informações que foram escolhidas pelo usuário no início da pesquisa. As divisões são as seguintes: (1) “Área Diretamente Afetada (ADA)”: que traz informações da área do empreendimento; (2) “Área de Influência Direta (AID)”: informando a respeito do polígono da outra área indicada ou do valor do “Raio” fornecido em

“Dados complementares” (ver Figura 9); (3) Licenciamento Ambiental: outros empreendimentos na área, estudos realizados, legislação ambiental aplicável; (3) “Tipo de empreendimento”: impactos ambientais, planos e programas e as normas técnicas.

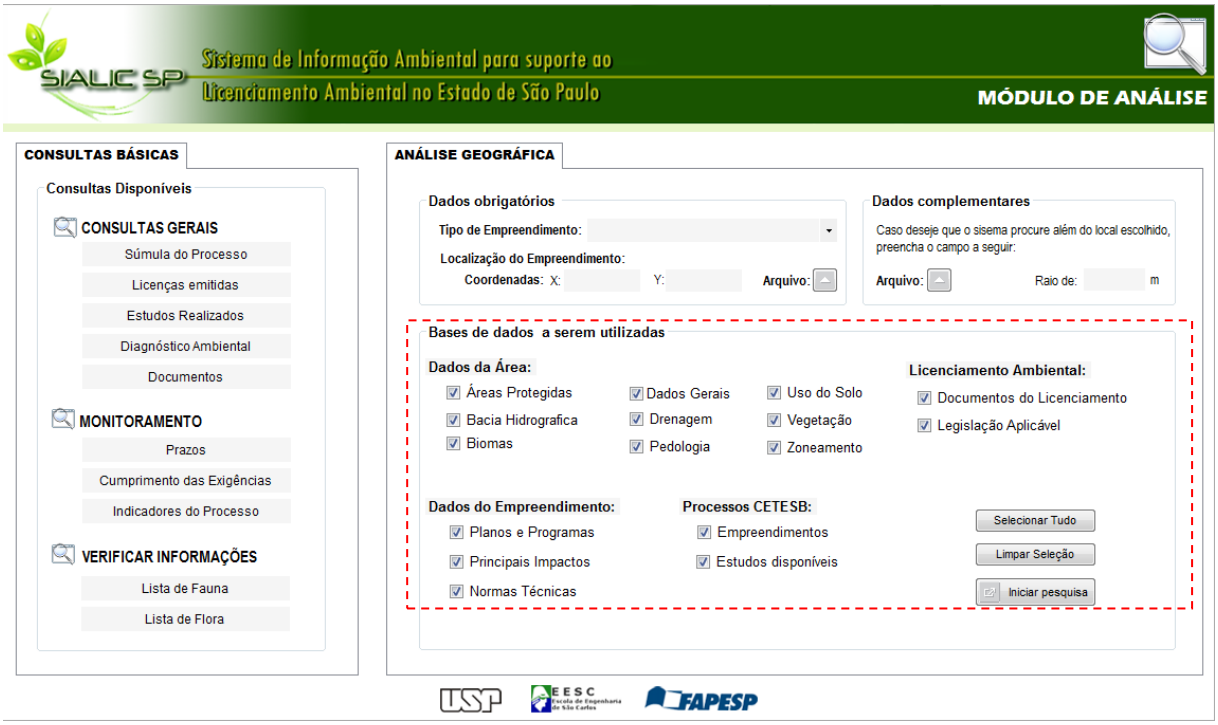

Figura 10. Módulo de Análise: item análise geográfica. Bases geográficas a serem escolhidas para a consulta geográfica.

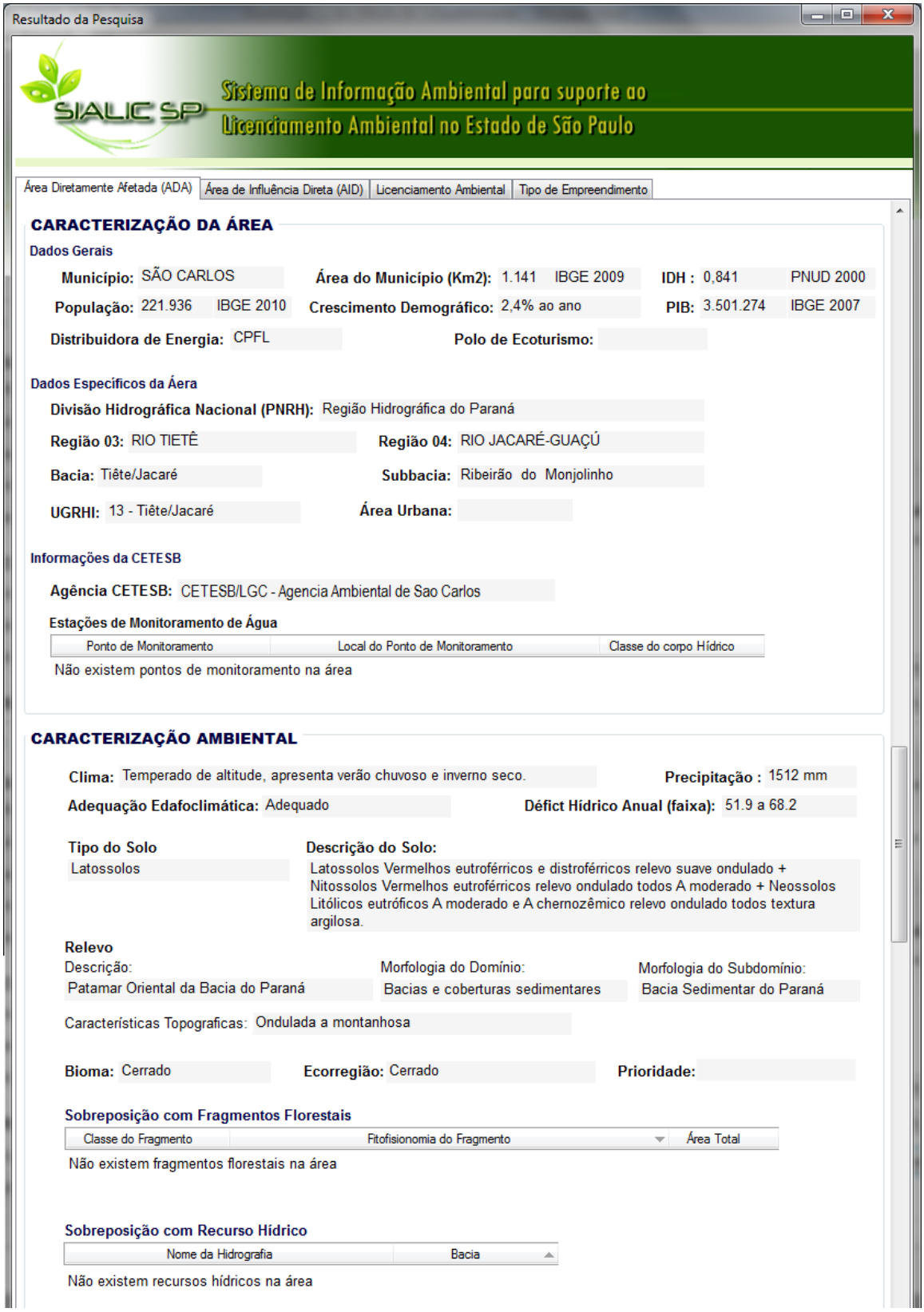

Figura 11. Módulo de Análise: item análise geográfica. Resultados desta consulta serão apresentados em um único relatório.