



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO**

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS DE
BIODIVERSIDADE NO CONTEXTO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL
FEDERAL**

Frederico Queiroga do Amaral

Orientadora: Profa. Dra. Maristela T. de Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA, DF

2011



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO**

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS DE
BIODIVERSIDADE NO CONTEXTO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL
FEDERAL**

Frederico Queiroga do Amaral

Orientadora: Profa. Dra. Maristela T. de Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA, DF

2011

AGRADECIMENTO

Agradeço à Íria, Felipe e Leo pela compreensão e colaboração ao longo desse ano que permitiram a realização da especialização e a elaboração deste trabalho.

Também agradeço aos colegas de classe pela troca de ideias e experiências, e aos professores do curso que transferiram seus conhecimentos e habilidades sobre geoprocessamento. Agradeço à minha orientadora por ter me apoiado durante a execução da monografia.

Por último agradeço à Gisela Damm Forattini, Adriano Rafael Arrepia de Queiroz, Thomaz Miazaki de Toledo e Rafael Ishimoto Della Nina por terem autorizado a participação no curso e compreendido que a execução deste trabalho é fundamental para a gestão eficiente da informação ambiental gerida pelo Ibama.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 – INTRODUÇÃO.....	9
1.1 – ESTUDOS AMBIENTAIS.....	9
1.2 - JUSTIFICATIVA.....	10
2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 – LICENCIAMENTO AMBIENTAL FEDERAL.....	12
2.2 – INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS.....	13
2.3 – SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	14
2.4 – PARADIGMA DOS QUATRO UNIVERSOS.....	16
2.5 – PROJETO DE BANCO DE DADOS E O PADRÃO OMT-G.....	19
3 – OBJETIVOS.....	23
3.1 – OBJETIVO GERAL.....	23
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1 – DESCRIÇÃO DAS CLASSES E RELACIONAMENTOS.....	27
5.2 – MODELO CONCEITUAL.....	37
5.3 – DICIONÁRIOS SIMPLIFICADOS.....	40
5.4 – LISTA DE DADOS DE REFERÊNCIA E TEMÁTICOS DA INDE.....	47
5.5 – MODELO LÓGICO.....	47
6 – CONCLUSÃO.....	61
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICE A – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO.....	67
APÊNDICE B – MODELO CONCEITUAL.....	68
APÊNDICE C – MODELO LÓGICO.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura de um SIG.....	16
Figura 2 – Paradigma dos quatro universos.....	17
Figura 3 – Componente do fluxograma referente à descrição do problema.....	25
Figura 4 – Modelagem conceitual, definição de dicionários simplificados de dados e elaboração da RCO.....	25
Figura 5 – Passagem do Modelo Conceitual ao Modelo Lógico com a definição das tabelas, atributos, relacionamentos e restrições de integridade.....	26
Figura 6 – Exemplos dos módulos “U” e “T”.....	32
Figura 7 – Módulo administrativo (conceitual).....	38
Figura 8 – Módulo de definição conceitual da classe “Campanha” e de estabelecimento do esforço amostral previsto e o de fato realizado (conceitual).....	39
Figura 9 – Módulo de dados bióticos, taxonômicos e de coleta de indivíduos durante os estudos ambientais. (conceitual).....	39
Figura 10 – Módulo de unidades amostrais (conceitual).....	40
Figura 11 – Módulo administrativo (lógico).....	59
Figura 12 – Módulo de campanha (lógico).....	59
Figura 13 – Módulo de dados bióticos, taxonomia e coleta de espécimes (lógico).....	60
Figura 14 – Módulo de unidades amostrais (lógico).....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dicionário de atributos bióticos.....	41
Tabela 2 – Dicionário de atributos de unidades amostrais.....	43
Tabela 3 – Dicionário de atributos de métodos de amostragem.....	45
Tabela 4 – Dicionário de atributos de levantamentos.....	46
Tabela 5 – Dicionário de unidades e medida.....	46
Tabela 6 – Relação de Classes e Objetos, com a descrição de cada classe e suas restrições de chave primária, vazio e domínio.....	48

Resumo

Neste trabalho foi modelado um banco de dados geográficos sobre biodiversidade no âmbito do licenciamento ambiental federal, por meio da elaboração de ontologias e conceitos em conformidade com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Também foram definidos dicionários simplificados de dados e a relação de classes e objetos para fundamentar a passagem do modelo conceitual para o modelo lógico.

Palavras-chave: dados ecológicos, banco de dados orientado a objetos, modelo conceitual, modelo lógico.

Abstract

The present study presented a model of geographic database on biodiversity data managed by the agency responsible of the federal environmental impact assessment, through the development of ontologies and concepts in accordance with the national spatial data infrastructure . Simplified data dictionaries and a relation of classes and objects were also defined to support the transition of the conceptual model to logical model.

Keywords: ecological data, object-oriented database, conceptual model, logical model.

1 – Introdução

1.1 – Estudos Ambientais

Durante o licenciamento ambiental de empreendimentos são gerados diversos estudos ambientais, definidos como quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, incluindo diagnósticos, relatórios, planos, programas, entre outros. Desses, destacam-se o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), os quais são elaborados durante o licenciamento prévio de grandes obras. Para a realização desses estudos, é necessário que o interessado execute uma caracterização da área a ser impactada, abrangendo os meios físico, biótico e socioeconômico.

Segundo a Resolução Conama nº 01/1986, para o meio biótico, o EIA deve diagnosticar, no mínimo, “a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente”. Além disso, deve definir as medidas mitigadoras e os programas de monitoramento dos impactos gerados pela atividade.

Os estudos biológicos exigidos durante a fase de licenciamento prévio têm o objetivo de levantar as espécies presentes na área de influência de um determinado empreendimento e caracterizá-las quanto a distribuição espacial, sensibilidade à alterações do habitat, *status* de conservação, insubstituibilidade e grau de ameaça frente à implantação da obra. Normalmente, são executados em um intervalo de tempo correspondente a um ciclo hidrológico, de forma a contemplar a variação temporal mínima de um ano.

Os monitoramentos dos grupos biológicos são executados durante períodos maiores que os levantamentos, tendo durações diversas, dependendo do grupo e das características da atividade licenciada. O objetivo primordial desses estudos é monitorar os efeitos da instalação e operação dos empreendimentos na ecologia das populações e comunidades de espécies, uma vez que “a avaliação de impacto ambiental envolve o monitoramento dos resultados da intervenção humana sobre o ambiente” (MEDEIROS e CÂMARA, 2004).

Com base nos resultados obtidos por meio dos monitoramentos, são propostas

medidas de mitigação e/ou compensação dos impactos ambientais identificados. Como exemplos de monitoramentos pode-se citar estudos de captura e marcação de espécimes, telemetria, flutuações populacionais, alterações na composição de espécies, sucessão ecológica de fragmentos de vegetação nativa, dispersão e colonização, entre outros. Uma vez conhecidas a área de distribuição, a densidade e o habitat potencial de uma determinada espécie, podem ser feitas previsões baseadas em mudanças provocadas por atividades humanas ou naturais. Dados gerados pela técnica de radiotelemetria podem ser integrados a “mapas de cobertura vegetal ou habitat potencial, para estudos de deslocamento ou sobre a área de vida dos animais” (MANTOVANI, 2006).

1.2 – Justificativa

Mediante consulta ao Sistema de Licenciamento Ambiental Federal (Sislic) gerido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), pode-se destacar os seguintes conjuntos de obras significativamente impactantes: 159 empreendimentos hidrelétricos, 100 minerações, 291 rodovias (ou trechos), 85 portos ou terminais portuários, 148 ferrovias (ou trechos), 166 linhas de transmissão e 12 usinas termicas e/ou nucleares.

A maior parte já opera há alguns anos, não mais gerando informações biológicas para todos os grupos elencados acima, embora seja possível o monitoramento de alguns aspectos a longo prazo (por exemplo, ictiofauna em empreendimentos hidrelétricos). Contudo, mesmo nesta situação, são diversos os empreendimentos de grande porte nas fases iniciais de licenciamento ou que recentemente receberam a Licença de Operação e ainda estão gerando grandes volumes de informações bióticas nos monitoramentos.

Dessa forma, é gerada uma demanda enorme por estudos biológicos, e considerando o conjunto total de empreendimentos, pode-se afirmar que a atividade leva a um dos maiores investimentos em estudos da biodiversidade no Brasil. É possível afirmar, com segurança, que o custo total dos estudos de biodiversidade realizados até o presente, levando-se em conta todos os processos de licenciamento de grandes obras analisados pelo Ibama, fica na ordem das centenas de milhões de reais, podendo ultrapassar 1 bilhão de reais. Contudo, essa informação deve ser organizada e validada para que se possa definir exatamente qual é o montante investido nessas atividades.

Essencialmente as informações biológicas que o licenciamento ambiental lida

são de natureza espacial, qualitativa, quantitativa e/ou descritiva. Além das áreas de influência dos empreendimentos onde atuam os impactos diretos e indiretos, as quais são classificadas quanto ao uso e cobertura por meio de geotecnologias, há dados espaciais de unidades amostrais, ocorrência de espécies, dados abióticos usados como covariáveis na modelagem de ocorrência de espécies, variação na ocupação dos habitats, estudos de área de vida, rotas de migração e de movimentação na paisagem, locais de reprodução, entre outros.

Esses dados espaciais são associados às informações não espaciais como os atributos biométricos e biológicos dos espécimes capturados, dados comportamentais, atributos de populações e comunidades, processos ecológicos, interações biológicas, esforço amostral dos diferentes métodos, temporalidade das amostragens, além dos metadados, como os responsáveis pelas amostragens e observações sobre estas.

Apesar da grande demanda por manipulação, análise e visualização das informações espaciais e não espaciais, do elevado custo dos estudos ambientais e do tempo necessário para organizá-los e disponibilizá-los à sociedade, ainda não houve a integração das informações biológicas geradas por empreendimentos diferentes e tampouco para as informações geradas por um mesmo empreendimento. Atualmente, os estudos são enviados em meio impresso e em mídias digitais como planilhas, arquivos de texto e mapas, porém de forma não sistematizada e fora de um sistema de informações geográficas. Estudos antigos são arquivados em bibliotecas inadequadas, o que dificulta a utilização da informação em análises temporais e quando novas atividades são licenciadas em áreas próximas.

Sendo assim, esta monografia tem o objetivo de propor um modelo conceitual para a estrutura dos dados ecológicos e metadados gerados nos diversos empreendimentos licenciados pelo Ibama, de forma a permitir a padronização, organização, manipulação, espacialização e análise das informações, bem como a disponibilização destas à sociedade brasileira. Esse modelo formará uma base conceitual para que em um momento futuro, o banco de dados geográficos seja implementado e interligado a outras bases de informação para visualização e análise integrada.

2 – Revisão da literatura

2.1 – Licenciamento Ambiental Federal

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelecida pela Lei 6.938 de 1981, tem como objetivo a “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida” e se fundamenta no artigo 225 da Constituição Federal de 1988. Dentre os instrumentos instituídos na PNMA, destacam-se, para este trabalho, a avaliação de impactos ambientais e o licenciamento ambiental de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

O licenciamento ambiental de obras de infraestrutura é normatizado pela Resolução Conama nº 237/1997, sendo definido como um “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras”. Esta resolução também atribui ao Ibama o licenciamento de empreendimentos e/ou atividades com significativos impactos ambientais de âmbito nacional ou regional, o que é feito pela Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC).

O processo de licenciamento ambiental de empreendimentos é dividido em três etapas, cada uma com sua licença específica. O licenciamento prévio é feito em fase preliminar ao planejamento da obra e tem o objetivo de avaliar a viabilidade ambiental desta, considerando sua concepção, localização, impactos ambientais e medidas mitigadoras/compensatórias propostas. No caso de ser considerado ambientalmente viável, é concedida a Licença Prévia ao empreendimento.

Tendo obtido a Licença Prévia, o empreendedor deve detalhar os planos, programas, projetos e medidas mitigadoras e compensatórias, incluindo os relacionados ao monitoramento da biota, no Projeto Básico Ambiental (PBA), o qual é avaliado pelo Ibama. Nesta fase, avalia-se, em nível executivo, os planos, programas, projetos e as medidas de controle ambiental a serem implementadas durante a implantação e operação da obra. Sendo o PBA aprovado, o empreendimento está apto a receber a Licença de Instalação e a iniciar as atividades aprovadas pelo órgão licenciador.

Na última etapa do licenciamento, o Ibama avalia o cumprimento das condições

estabelecidas nas outras licenças ambientais e a execução dos planos, programas, projetos e medidas de controle ambiental. Subsidiado por estas análises, estabelece a continuidade de alguns estudos e medidas mitigadoras/compensatórias quando da emissão da Licença de Operação.

Para padronizar os estudos faunísticos a serem desenvolvidos em áreas de influência de empreendimentos licenciados pelo Ibama, foi publicada a Instrução Normativa (IN) nº 146/2007, na qual “são estabelecidos critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamentos, monitoramentos, salvamentos, resgates e destinações)”. Esta IN define que os “estudos ambientais devem contemplar todas classes de vertebrados e as classes de invertebrados pertinentes ao caso. Atualmente, esta IN é válida apenas para empreendimentos hidrelétricos, mas pela cultura estabelecida no órgão, os grupos selecionados para estudos em empreendimentos de outras tipologias são semelhantes aos definidos por ela.

2.2 – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

Para nortear a elaboração de um conjunto básico de tecnologias, políticas e arranjos institucionais e facilitar a disponibilidade e o acesso a dados espaciais na esfera do Poder Executivo Federal, foi publicado o Decreto nº 6.666/2008 que instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), definida como:

“um 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”.

Os objetivos da INDE são:

“promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do País;

promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e

normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR; e evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas entidades e nos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal”.

A INDE também estabelece que o “compartilhamento e disseminação dos dados geoespaciais e seus metadados são obrigatórios para todos os órgãos e entidades do Poder Executivo federal”.

Sendo o Ibama uma autarquia federal, subordinada ao Ministério do Meio Ambiente, está sujeito às diretrizes estabelecidas na INDE, devendo utilizá-las para a modelagem, implementação e disponibilização de dados espaciais.

O Plano de Ação da INDE (2008) define dados de referência como “conjuntos de dados que proporcionam informações genéricas de uso não particularizado, elaborados como bases imprescindíveis para o referenciamento geográfico de informações sobre a superfície do território nacional e podem ser entendidos como insumos básicos para o georreferenciamento e contextualização geográfica de todas as temáticas territoriais específicas”. Já os dados temáticos são definidos “como os conjuntos de dados e informações sobre um determinado fenômeno ou temática (clima, educação, indústria, vegetação, etc.) em uma região ou em todo o país”. A identificação destes dados é relevante para o estabelecimento dos insumos básicos para o modelo proposto nesta monografia.

2.3 – Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Conforme Câmara e Davis (2004), “em um país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial”. Considerando o universo do licenciamento ambiental, com grande número de obras licenciadas e enormes quantidades de dados associados amplamente distribuídos no território nacional, o uso de ferramentas de geoprocessamento, neste caso um SIG, permitirá o armazenamento, validação, manuseio, análises complexas e visualizações de informações, o que trará elementos imprescindíveis para o

planejamento e tomada de decisão dos gestores.

Sistemas de Informação Geográfica “são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos [...] em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la” (ARONOFF 1989 E BULL 1994 apud CÂMARA et al., 1996). “Na maioria dos projetos desenvolvidos em SIG, a principal proposta é a combinação de dados espaciais, com o objetivo de descrever e analisar interações, para fazer previsões por meio de modelos, e fornecer apoio nas decisões tomadas por especialistas” (CÂMARA et al., 2004).

Maguire, Goodchild e Rhind (1993, apud CÂMARA et al., 1996), definiram as aplicações de um SIG em: “socioeconômicas, envolvendo o uso da terra, seres humanos e a infraestrutura existente; ambientais, enfocando o meio ambiente e o uso de recursos naturais; e de gerenciamento”. Davis e Câmara (2004), afirmam que há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: “como ferramenta para produção de mapas, como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial”. Segundo Medeiros e Câmara (2004), há vertentes ligadas aos estudos ambientais onde é grande o impacto do uso de SIG, tais como: “mapeamento temático, diagnóstico ambiental, avaliação de impacto ambiental, ordenamento territorial e prognósticos ambientais”.

Ainda de acordo com Câmara et al. (1996), é possível determinar duas importantes características de um SIG: “possibilitar a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas; e oferecer mecanismos para recuperar, manipular e visualizar estes dados, através de algoritmos de manipulação e análise”. Esses autores também destacam que de forma geral, pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes: “interface com usuário, entrada e integração de dados, funções de processamento, visualização e plotagem e armazenamento e recuperação de dados” (veja a Figura 1). Pode-se observar que os dados de um SIG são organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

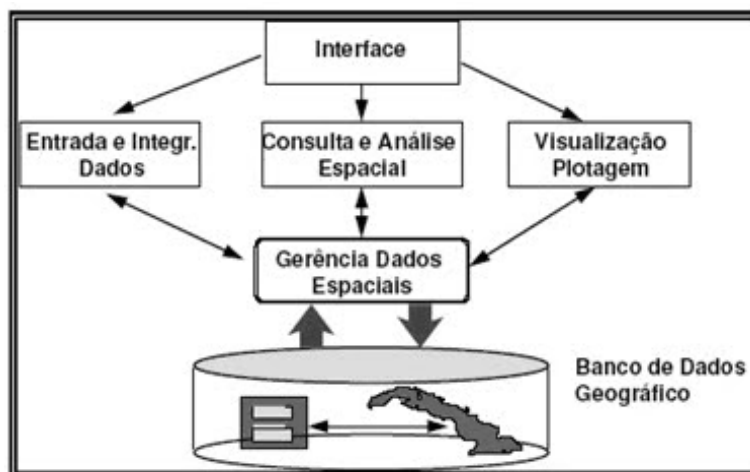


Figura 1 – Arquitetura de um SIG (extraído de Câmara et al. 1996).

A integração de uma quantidade crescente de informações associadas à biodiversidade, geradas no processo de licenciamento ambiental, e originadas de diferentes fontes, só será viável a partir do estabelecimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), de forma a permitir arquivar, consultar, manipular, visualizar e modelar os dados espaciais e tabulares estruturados em uma base de dados geográficos (FERREIRA, 2006).

Para atingir essa meta é necessário modelar o mundo real, estabelecer as ontologias e conceitos, criar um banco de dados geográficos, desenvolver aplicações específicas e operá-lo (Câmara et al. 1996), sendo que a arquitetura integrada para a gerência dos dados é a mais adequada para o problema, uma vez que possibilita o “armazenamento de todo o dado espacial em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), tanto de sua componente espacial como a parte alfanumérica” (DAVIS e CÂMARA, 2004).

2.4 – Paradigma dos quatro universos

O paradigma dos 4 universos, proposto inicialmente por Gomes e Velho (1995, apud CASANOVA et al., 2005), e modificado para a informação geográfica por Gilberto Câmara (1995), contempla o problema da representação computacional do espaço geográfico e elenca quatro etapas entre os eventos do mundo real e a realização

computacional para representá-los. Segundo tais autores, os universos são divididos em Universo Mundo Real, Universo Conceitual, Universo da Representação e Universo da Implementação. Esses universos também constituem os níveis de abstração dos dados (mundo real, representação conceitual, apresentação e implementação).

Posteriormente, Câmara (2005) redefiniu os 4 universos em Universo Ontológico, Universo Formal, Universo Estrutural e Universo de Implementação, como pode ser visto na Figura 2:

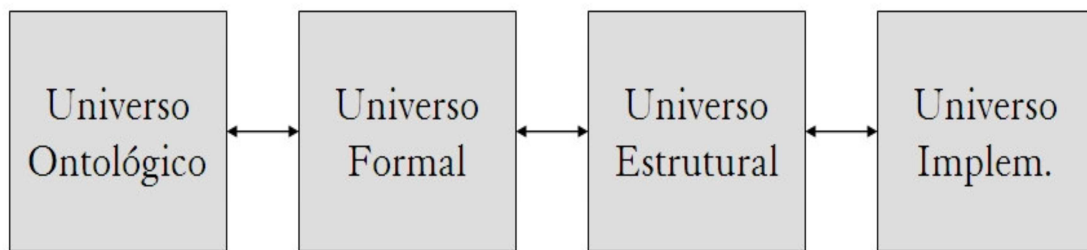


Figura 2 – Paradigma dos quatro universos adaptado por Câmara (2005).

De acordo com esse paradigma, o Universo Ontológico é composto pela materialização das nossas percepções do mundo real em conceitos da realidade que se pretende representar (CÂMARA, 2005), de forma a permitir o compartilhamento dos dados por uma comunidade interdisciplinar. Na elaboração do Universo Ontológico, deve-se definir as entidades por meio de conceitos, formando-se uma ontologia de aplicação.

A passagem do Universo Ontológico para o Universo Formal, se dá pela definição dos atributos que constituem as entidades modeladas. O Universo Formal aborda as abstrações formais necessárias para representar os conceitos do Universo Ontológico, e “inclui modelos lógicos ou construções matemáticas que os generalizam” (CÂMARA, 2005). As abstrações necessárias são compostas por “modelos de dados e álgebras computacionais”, tais como o modelo entidade-relacionamento (Chen 1976 apud Heuser 2009), e no caso de dados geográficos, o modelo *Object Modeling Technique for Geographic Applications*, OMT-G, (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2001).

No Universo Formal, busca-se definir um conjunto de entidades lógicas

agrupando os “diversos conceitos da ontologia de aplicação, da forma mais abrangente possível”, estabelecendo como serão atribuídos valores aos diferentes conceitos (CÂMARA, 2005). De acordo com o autor, a forma de modelar as entidades geográficas depende dos conceitos de espaço que se pretende representar, se absoluto ou relativo. No caso do espaço absoluto, que é o conceito aplicável ao modelo que será proposto neste estudo, as entidades geográficas podem assumir dois modelos: geo-campos e geo-objetos (CÂMARA, 2005).

Os geo-campos se referem a dados espaciais que formam uma superfície contínua, onde os fenômenos observados variam. Os geo-objetos são entidades geográficas singulares e indivisíveis, caracterizadas pelas identidades, fronteiras e atributos, sendo que “a diferença essencial entre os dois modelos é o papel da fronteira” (CÂMARA, 2005). No caso dos geo-campos, as fronteiras não representam um fenômeno, mas sim uma limitação na aquisição dos dados (por exemplo, o tamanho das cenas dos imageadores dependem das características do equipamento), já para a caracterização dos geo-objetos, os limites são fundamentais (por exemplo, fragmentos florestais, unidades amostrais, unidades de conservação, etc).

Outra característica dos geo-objetos é a capacidade de agrupá-los em coleções, em função de sua partição consistente do espaço e o compartilhamento de um conjunto de atributos comuns (CÂMARA, 2005), porém de forma que os valores que esses atributos assumem possam variar (e.g Empreendimentos, Terras indígenas, Áreas Prioritárias para a Conservação, etc). Tais coleções são utilizadas frequentemente em bancos de dados geográficos, pois é muito “conveniente tratar geo-objetos similares de forma consistente” (CÂMARA, 2005).

O próximo universo é o Universo Estrutural, no qual “as entidades dos modelos formais são mapeadas para estruturas de dados geométricos e alfanuméricos, e algoritmos para executar operações” (Câmara em CASANOVA et al., 2005). A transformação do Universo Formal em Universo Estrutural depende dos recursos oferecidos pelos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) disponíveis e da escolha daquele que melhor se adeque aos objetivos traçados.

Os geo-objetos podem ser armazenados sem topologia ou com topologia arco-nó-polígono (CÂMARA, 2005). Outras decisões devem ser tomadas como definir se os atributos espaciais de uma dada entidade serão armazenados na mesma tabela que os

atributos alfanuméricos ou em tabela distinta.

Por último, o Universo da Implementação, no qual há a escolha das arquiteturas, linguagens e paradigmas de programação. “Nesta etapa é que são tomadas as decisões concretas de programação, as quais são muito variadas” e devem levar em conta a qual sistema é voltado, a disponibilidade de algoritmos para tratamento de dados geográficos e o desempenho do hardware (CÂMARA, 2005).

Esta monografia terá como foco a elaboração dos Universos Ontológicos e Formal, por meio da descrição de conceitos e entidades, modelagem conceitual dos dados de biodiversidade gerados nos estudos ambientais e definição das restrições de integridade (domínio, vazio, chave e referencial).

Com base no exposto sobre os paradigmas dos quatro universos, é possível compreendermos que a transposição da realidade para o computador requer alguns níveis de abstração e “uma série complexa de mediações” (CÂMARA, 2005).

2.5 – Projeto de banco de dados e o padrão OMT-G

Segundo Heuser (2009), o projeto de um banco de dados se divide em três fases, a modelagem conceitual, o projeto lógico e o projeto físico. De acordo com o autor, na primeira fase é construído um modelo conceitual na forma de um diagrama entidade-relacionamento que captura as necessidades da organização de armazenamento de dados independentemente da implementação. O projeto lógico consiste na transformação do modelo conceitual em um modelo lógico, dependente do SGBD que será utilizado. Já o projeto físico não interfere na funcionalidade do banco de dados, apesar de influenciar seu desempenho.

A modelagem de dados refere-se ao processo de abstrair os fenômenos do mundo real para criar a organização lógica do banco de dados geográficos. Segundo o Plano de Ação da INDE (2010), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em banco de dados, e que “é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados”.

De acordo com Heuser (2009), um modelo de dados é uma descrição dos tipos

de informações que estão armazenadas em um banco de dados, sendo que o modelo conceitual pode ser interpretado como o modelo abstrato que define as entidades da organização, a qual tem informações armazenadas. Elmasri e Navathe (2004, apud BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005) definem um modelo de dados como um “conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados”. Conforme Davis, Borges e Laender (2005), a abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante e que o sucesso de qualquer implementação depende da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados.

Borges, Davis e Laender (2001) afirmam que há características particulares dos dados geográficos que tornam a modelagem mais complexa, principalmente por se tratar de uma abstração de uma realidade geográfica, onde a percepção do usuário varia, dependendo do que ele pretende representar e do que espera ganhar com essa representação. Segundo os autores, um modelo de dados para aplicações geográficas deve: permitir um alto nível de abstração; representar e diferenciar os numerosos tipos de dados utilizando primitivas adequadas; representar diferentes tipos de relacionamentos espaciais; ser capaz de especificar restrições de integridade espacial; suportar classes georreferenciadas e convencionais e os relacionamentos entre estas; suportar relacionamentos de agregação espacial; ser capaz de expressar versões e séries temporais, assim como relacionamentos temporais; ser independente da implementação; e permitir uma visualização e um entendimento claro da estrutura dos dados.

Para alcançar esses objetivos, os autores propuseram o modelo OMT-G, orientado a objetos, baseado em conceitos e notações UML (*Unified Modeling Language*), que atua nos níveis de representação conceitual e apresentação dos dados. O *status* institucional do modelo foi estabelecido quando a Comissão Nacional de Cartografia definiu como padrão de metadados a norma ISO 19115, a qual incorpora a modelagem de dados em UML (2009).

O modelo OMT-G parte de primitivas definidas para o diagrama de classes, incluindo primitivas geográficas (geometria, topologia, estruturas em rede, múltiplas representações de um dado objeto e/ou relacionamento espacial), de forma a “aumentar a capacidade de representação semântica e reduzir a distância entre o modelo mental do espaço e o modelo de representação” (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005).

Este modelo é baseado em três conceitos principais, classes, relacionamentos e restrições de integridade espacial. Os dois primeiros “definem as primitivas básicas para a elaboração de esquemas estáticos de aplicação” (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005), enquanto o último garante a integridade do banco de dados.

Para a modelagem conceitual, o modelo OMT-G propõe o uso de três tipos de diagramas: de classes, de transformação e de apresentação. O diagrama de classes descreve a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico, e contém elementos específicos como classes de objetos e seus relacionamentos. Ele é composto por regras e definições conceituais de como são estruturados os dados, incluindo o tipo de representação que será adotada para cada classe (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005).

Dessa forma, o diagrama de classes é elaborado a partir das seguintes primitivas:

- ▲ classes georreferenciadas e/ou convencionais;
- ▲ associações simples, relacionamentos topológico em rede e/ou relacionamentos espaciais;
- ▲ cardinalidade;
- ▲ generalização/especialização;
- ▲ agregação;
- ▲ generalização conceitual.

As classes de objetos do modelo OMT-G incorporam três grupos de dados, contínuos, discretos e não-espaciais, ou seja podem ser georreferenciadas ou convencionais. As classes georreferenciadas são especializadas em classes do tipo geo-campo e geo-objeto, e as classes convencionais são simbolizadas como na UML (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005). Os geo-campos são classificados em isolinhas, subdivisão planar, tesselação, amostragem e malha triangular, enquanto os geo-objetos podem ser divididos nos que possuem geometria ou naqueles que possuem geometria e topologia.

Segundo Heuser (2009), “uma entidade representa um conjunto de objetos da realidade modelada sobre os quais se deseja manter informações no banco de dados”, e possui propriedades das como: os atributos, seus relacionamentos e suas generalizações/especializações. Esse mesmo autor afirma que mesmo as técnicas de modelagem orientada a objetos, onde as entidades são denominadas classes, baseiam-se

nos conceitos da abordagem entidade-relacionamento.

Os atributos são definidos como os dados que são associados a cada ocorrência (instância) de uma entidade ou de um relacionamento, sendo que o conjunto de valores que um determinado atributo pode assumir é chamado de domínio do atributo (Heuser, 2009). Cada entidade deve possuir ao menos um atributo identificador, que seja único para cada instância, a não ser que seja uma entidade fraca. Neste caso, a entidade depende de um relacionamento identificador para defini-la.

Os relacionamentos são definidos por Heuser (2009) como o “conjunto de associações entre ocorrências (instâncias) das entidades”, e o modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos entre as classes: associações simples, relacionamentos topológicos em redes e relacionamentos espaciais.

A cardinalidade caracteriza os relacionamentos (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005) e forma “um conjunto de restrições de integridade entre as instâncias dos objetos no banco de dados” (LISBOA FILHO e IOCHPE, 1999). É definida em mínima e máxima (HEUSER, 2009), sendo que a máxima indica quantas instâncias de uma classe podem estar associadas a cada instância de outra classe (1:1, 1:N e N:N). A cardinalidade mínima, também chamada participação, assume os valores 0 ou 1, na qual uma associação obrigatória (participação total) entre entidades é representada pelo valor 1, enquanto o 0 indica uma associação opcional (participação parcial).

As generalizações são classes genéricas (superclasses), compostas por subclasses de características semelhantes que herdam os atributos, operações e associações das classes genéricas, além de adicionar novas propriedades na forma de atributos (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005). No diagrama de classes, as generalizações/especializações são representadas por um triângulo que conecta a superclasse à suas subclasses.

A agregação é uma forma de associação entre objetos, onde se considera que um deles é formado a partir de outros, sendo a agregação espacial um relacionamento topológico “todo-parte”.

A generalização conceitual é utilizada quando há necessidade de representações diferentes de um mesmo objeto (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005), em função da forma geométrica que possuem, ou da escala em que se pretende visualizar a informação.

3 – Objetivos

3.1 – Objetivo Geral:

Identificar as informações necessárias para as análises referentes à avaliação de impactos ambientais no componente biodiversidade, em empreendimentos licenciados pelo Ibama, para embasar a formulação de uma estrutura para os dados, mediante um modelo conceitual de banco de dados, de forma a viabilizar a integração de informações que atualmente são arquivadas apenas em papel e arquivos digitais avulsos.

3.2 – Objetivos específicos

- 1) Propor uma ontologia de aplicação, definindo-se as entidades, seus atributos e a forma como se relacionam, para embasar a modelagem conceitual do banco de dados;
- 2) Propor um modelo conceitual do banco de dados geográficos sobre biodiversidade, adotando os preceitos estabelecidos na INDE, e considerando as análises necessárias durante o processo de avaliação de impactos ambientais;
- 3) Propor um modelo lógico do banco de dados geográficos.

4 – Materiais e métodos

Primeiramente, foram estabelecidos os conceitos que expressam de forma íntegra e abrangente o problema a ser modelado, ou seja, os dados bióticos e abióticos gerados nos estudos ambientais, além de seus metadados. Para isto, definiu-se conceitualmente cada uma das classes, bem como os relacionamentos entre estas, da seguinte forma:

- ▲ Descrição textual das classes e dos relacionamentos;
- ▲ Elaboração do Modelo Conceitual por meio do software StarUML (<http://staruml.sourceforge.net/en/>) com a abordagem OMT-G;
- ▲ Elaboração de dicionários simplificados de dados para as classes “Atributos” (Métodos, Levantamentos, Unidades Amostrais e Bióticos) e “Unidades de Medida”;
- ▲ Listagem dos dados de referência e temáticos preconizados na INDE que serão integrados ao banco de dados, quando da implementação e disponibilização por serviço web, além de outros sistemas que servirão de insumo.

Posteriormente, o modelo conceitual foi transformado em modelo lógico, por meio do software SQL Power Architect (<http://www.sqlpower.ca/page/architect>), onde foram estabelecidas as restrições de integridade (domínio, vazio, chave e referência). Para embasar a modelagem lógica, foi elaborada a Relação de Classes e Objetos (RCO), adaptada das “Especificações Técnicas para a estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais” (2007).

As Figuras 3, 4 e 5 representam os fluxogramas em módulos afins. Para visualizá-lo na íntegra é necessária uma consulta ao Apêndice A.

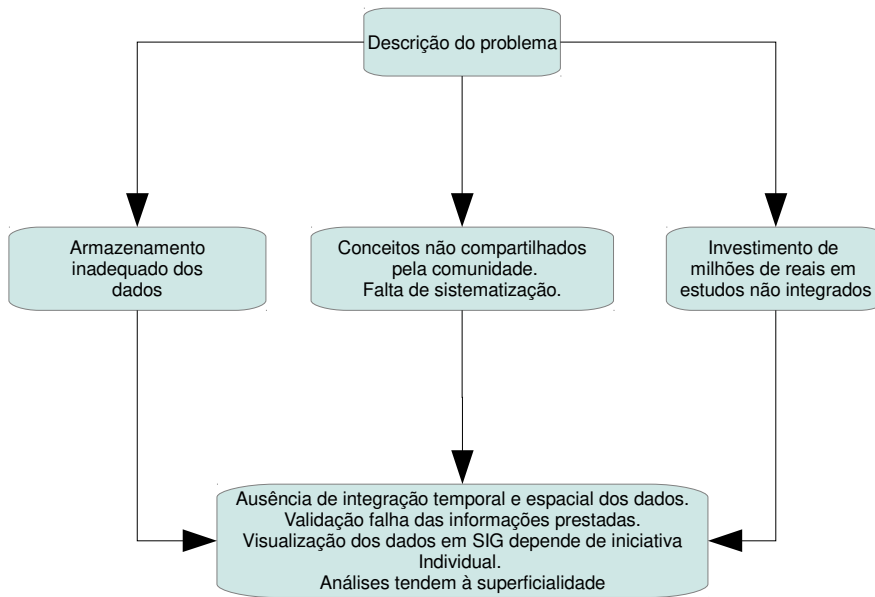


Figura 3 – Componente do fluxograma referente à descrição do problema, abordado na introdução.

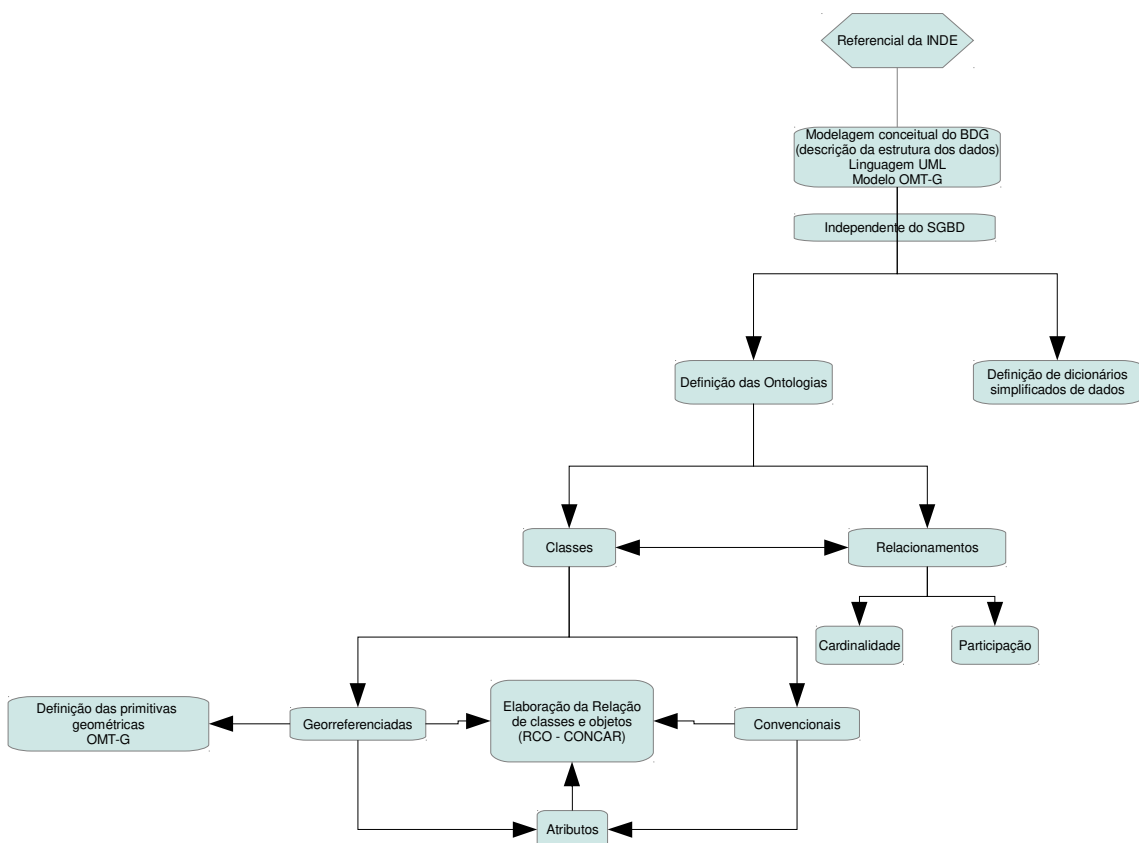


Figura 4 – Modelagem conceitual, definição de dicionários simplificados de dados e elaboração da RCO.

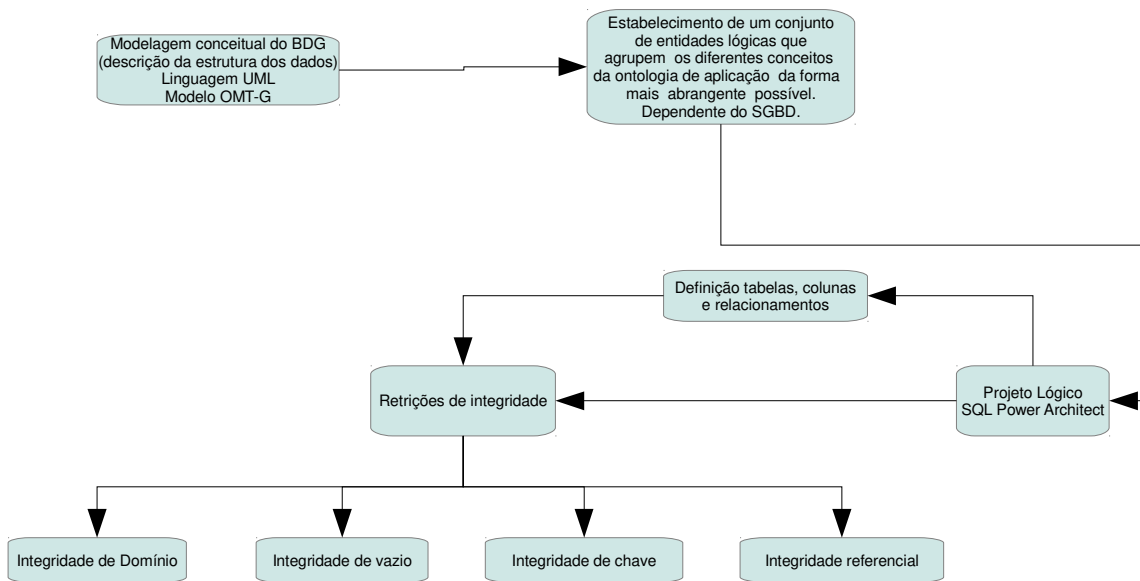


Figura 5 – Passagem do Modelo Conceitual ao Modelo Lógico com a definição das tabelas, atributos, relacionamentos e restrições de integridade.

5 – Resultados e Discussões

Por meio do roteiro metodológico e do uso dos *softwares* mencionados, foram estabelecidas conceitualmente cada uma das classes e relacionamentos, as quais foram formalizadas no modelo conceitual. Posteriormente, foram elaborados os dicionários simplificados de dados e a relação de classes e objetos, listados os dados de referência e temáticos contidos na INDE, e transposto o modelo conceitual para o lógico.

5.1 – Descrição das classes e relacionamentos

Um aspecto importante para a leitura dos resultados a seguir, é que o nome das classes sempre aparecem entre aspas, diferentemente das instâncias de mesmo nome.

Classes

Um empreendimento licenciado pelas coordenações ligadas à DILIC possui três áreas de influência de seus impactos: a área de influência indireta (AII), a área de influência direta (AID) e a área diretamente afetada (ADA). A Resolução Conama 01/86 (BRASIL, 1986) define as áreas de influência do projeto em AII e AID, dependendo se o efeito dos impactos se dá direta ou indiretamente. A ADA não é fundamentada em Lei, porém o uso dessa envoltória é importante, pois é onde há a supressão e/ou alteração direta dos habitats para instalação e operação de todas infraestruturas associadas a um determinado projeto. Em uma visão de vetores de impactos, pode ser considerada o “epicentro” dos impactos ambientais negativos.

Essas áreas devem ser representadas por classe georreferenciada geo-objeto, do tipo polígono, onde a ADA está contida na AID que por sua vez está contida na AII. Dependendo da escala de visualização, essas áreas podem assumir outras representações como linha e/ou ponto. Os atributos da classe “Empreendimentos” são: o nome, o número do processo administrativo no Ibama, uma descrição do projeto, e a empresa interessada, além de sua primitiva geométrica.

Para executar os estudos ambientais referentes à biota, definidos para um determinado empreendimento, são contratadas empresas de consultoria. A entidade “Empresas” possui os atributos nome, CNPJ, Cadastro Técnico Federal (CTF) e

descrição. As empresas de consultoria contratam “Pessoas” que de fato elaboram os estudos e que possuem os atributos: nome, CPF, CTF, outra ID (no caso da pessoa não possuir CPF), *link* para currículo Lattes, e-mail e telefone. Uma alternativa que o modelo deve ser capaz de registrar é que “Pessoas” podem ser contratadas diretamente pelo empreendedor, sem o intermediário “Empresas”.

A classe “Encontros ocasionais” também é uma classe georreferenciada geo-objeto, do tipo ponto, e representa encontros com indivíduos da fauna e/ou flora que tenham sido realizados fora dos planos amostrais definidos para levantamento e/ou monitoramento, podendo ser feitos por pessoas diversas, mesmo que não contratadas para este fim (por exemplo, engenheiros, operários). Além do atributo geométrico, guarda informações sobre a classificação do espécime (gênero, epíteto específico), data e hora do registro. Destaca-se que apenas os encontros ocasionais, para os quais foram registradas as coordenadas geográficas, terão dados inseridos no banco, porém com precisão cartográfica a ser definida em função da forma como foi realizado o registro.

Os documentos principais que norteiam a execução dos estudos bióticos são: o Termo de Referência, documento de orientações gerais; o Plano de Trabalho, documento em nível executivo sobre as amostragens biológicas; e PBA, onde se estabelecem os monitoramentos em nível executivo. Nestes documentos são determinados os grupos biológicos a serem amostrados, os métodos e petrechos, o esforço amostral, as unidades amostrais e a periodicidade de ida a campo. Portanto, as classes “Campanhas”, “Levantamentos”, “Unidades Amostrais”, “Métodos” e “Grupo Taxonômico” são intimamente relacionadas, e a definição conceitual delas é interdependente.

As campanhas de amostragem dos grupos biológicos são realizadas tanto para os diagnósticos quanto para os monitoramentos e a classe correspondente (“Campanhas”) possui os seguintes atributos: descrição, data de início, data fim. Uma campanha sempre se refere a amostragem de um determinado grupo biológico (por exemplo, herpetofauna, aves, arbóreas), por meio de um método (por exemplo, armadilha de queda, censos por pontos de escuta, florística) em um número mínimo de unidades amostrais (ao menos uma unidade amostral estabelecida nos documentos norteadores) em um determinado período. Sendo assim, para um dado grupo pode haver mais de uma campanha executada consecutivamente, pois os métodos podem variar. Por exemplo, em um

estudo hipotético, sendo as aves amostradas por captura em redes de neblina e por censos em pontos de escuta, o modelo apresentado considera então que a amostragem de aves foi constituída de duas campanhas diferentes, uma de redes e uma de pontos de escuta.

O período de tempo que define uma campanha é dependente do grupo taxonômico estudado e do método empregado, mas a base teórica é que uma campanha é realizada em um intervalo onde não haja grandes alterações ambientais (climáticas, desmatamentos, eventos de migração e colonização) e que os dados gerados sejam utilizados como réplicas amostrais, com independência estatística em análises de padrões sazonais e interanuais. É importante destacar que existem exceções para alguns alvos (por exemplo, crocodilianos e quelônios aquáticos) e para o uso de determinadas técnicas amostrais (por exemplo, radiotelemetria), quando a duração da campanha pode chegar a meses. Entretanto, para a maior parte dos grupos e métodos, as campanhas são concluídas em até 60 dias.

A entidade “Grupos Taxonômicos” possui apenas o atributo nome, definido principalmente pela nomenclatura usualmente empregada no processo de licenciamento (herpetofauna, avifauna, mastofauna alada e não alada, ictiofauna, entomofauna, flora herbácea, arbustiva, arbórea). Entretanto, pode haver necessidade de especificar outros grupos em função de estudos específicos, tais como: anuros, serpentes, lagartos, quelônios, crocodilianos, aves de sub-bosque, aves de rapina, mamíferos de pequeno, médio ou grande portes, cetáceos, sirênios, peixes migradores, peixes de pedral, abelhas, coleópteros, borboletas, epífitas, gramíneas, etc). É importante destacar que a nomenclatura definida para os grupos nesta entidade pode conter erros de classificação biológica (por exemplo, grupos não naturais como répteis e peixes), mas possuem poder descritivo por serem comumente empregados em estudos ecológicos.

A classe “Métodos” possui o atributo nome e incorpora todos os métodos de amostragem consagrados na literatura científica para amostragem biológica, sendo capaz de inserir novos à medida que sejam desenvolvidos. A entidade “Atributos Métodos” define características de “Métodos”, porém do esforço amostral padrão, definido nos planos de trabalho. Esta classe permitirá a formação de uma base de metadados das técnicas, possibilitando a comparação de resultados de diferentes amostragens. Possui forte relação conceitual com a classe “Atributos Levantamentos”, o

que será discutido à frente. Exemplos de atributos de métodos são: número, tamanho e volume dos petrechos, distância entre estes, número de horas de amostragem, distância percorrida, tamanho de malha, altura e comprimento de rede, etc.

As campanhas são compostas por “Levantamentos”, sendo que um determinado levantamento é, por derivação, definido pelo grupo biológico e pelo método que se está empregando para amostrá-lo. Cada levantamento também tem um esforço amostral planejado, contudo, a escala espacial e temporal dos levantamentos se diferencia daquelas relativas à campanhas.

Espacialmente, um levantamento é definido pela amostragem de uma unidade amostral. Temporalmente, a definição é complexa, pois depende do método em aplicação e de conhecimentos técnicos de como se comporta o grupo amostrado. Novamente, o que se pretende é diferenciar levantamentos dentro de uma dada campanha, de forma a obter réplicas amostrais independentes estatisticamente, para análises como detectabilidade das espécies (MACKENZIE, 2002).

As réplicas dos levantamentos são usadas para análises intra-campanhas ou intra-anuais, sendo utilizadas como pseudo-réplicas quando as análises abordam variações interanuais (como sazonalidade). Desta forma, um levantamento de aves feito com redes de neblina, corresponde à amostragem de um dia em uma unidade amostral. Se essa mesma unidade amostral for amostrada pelo mesmo método, porém em dia subsequente, configura-se um novo levantamento. Essa situação se aplica a diversos métodos de amostragem, entretanto algumas técnicas se comportam de forma diferente, como a amostragem por armadilhas de queda e por armadilhas fotográficas. Nestes casos, um levantamento consiste na amostragem ininterrupta de uma unidade amostral.

Além do atributo descrição, a classe “Levantamentos” também possui atributos diversos que podem ser registrados, mas que não são comuns a todos levantamentos, sendo necessário modelar outra classe denominada “Atributos Levantamentos”. Exemplos de atributos são data de início e fim, hora de início e fim, precipitação no período, e atributos de esforço amostral (número, tamanho e volume dos petrechos, tempo de amostragem, distância percorrida, etc). Os últimos são essenciais pois revelarão o esforço amostral de fato empregado em campo em cada Unidade Amostral em um dado levantamento, permitindo uma avaliação da eficiência (em porcentagem) da realização do esforço amostral planejado, definido na classe “Atributos Métodos”.

Os levantamentos sempre são realizados em “Unidades Amostrais” que são definidas durante o processo de licenciamento ambiental. Entretanto, essa classe foi definida como uma classe georreferenciada genérica que possui quatro classes especializadas, “Unidades Avulsas”, “Parcelas sem hierarquia”, “Trilhas” e “Parcelas”.

As “Unidades avulsas” são representadas por unidades amostrais nas quais há apenas um levantamento em um dado estudo, ou seja, elas não são amostradas em outras ocasiões. Levantamentos rápidos, realizados para abranger a maior área em menor tempo, podem gerar unidades amostrais do tipo avulso.

As “Parcelas sem hierarquia” são unidades amostrais que são contempladas, no mínimo, por dois levantamentos, havendo repetição da amostragem no local. Ambas devem ser classes com generalização conceitual em função da forma, já que podem ser representadas por pontos (pontos de observação), linhas (trilhas) ou polígonos (áreas amostradas).

Os “Módulos” e a hierarquia de amostragem ligadas a eles, “Trilhas” e “Parcelas” se devem a um desenho experimental desenvolvido pelo INPA e Museu Emílio Goeldi, para o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), que propiciam amostragens integradas e amplas de regiões amazônicas (posteriormente aplicadas em outros biomas), conciliando amostragens em áreas pequenas para reduzir variação abiótica. O desenho é chamado na literatura científica de RAPELD, uma junção das abreviaturas de *rapid assessment protocol* (RAP) e pesquisa ecológica de longa duração (PELD), e foi proposto por Magnusson et al. (2005). Devido à complexidade conceitual e aplicabilidade deste modelo de amostragens integradas no licenciamento ambiental, é necessário descrevê-lo em maior detalhe nos próximos parágrafos.

Nesse desenho experimental, os módulos são compostos por trilhas de cinco quilômetros de comprimento, tendo, a cada quilômetro, instalada uma parcela de distribuição uniforme, de 250m de comprimento. Estas parcelas possuem larguras variáveis, dependendo do grupo a ser amostrado (tais como. anuros – 1m para cada lado do eixo da parcela; árvores com DAP>30cm, 20m para cada lado), e são implantadas, preferencialmente, seguindo a curva de nível, o que minimiza a variação interna de topografia e solos. Além das parcelas de distribuição uniforme, existem também as parcelas aquáticas (1km de extensão) e as ripárias (250m), dispostas ao longo de igarapés que sejam cruzados pelas trilhas de 5km.

No processo de licenciamento ambiental, principalmente de usinas hidrelétricas, tem se tornado usual a implantação do modelo RAPELD para amostragem da biota, utilizando-se dois tipos de módulos. O primeiro, chamado aqui de módulo “I”, é formado por uma trilha de 5km com as parcelas dispostas conforme explicado acima. O segundo, denominado módulo “U”, é constituído por duas trilhas de 5km, ambos com as parcelas associadas, e interligados por caminhos de 1km no início e/ou fim das trilhas. Para que os módulos sejam representados por polígonos, garantindo que contenham espacialmente todos as trilhas e parcelas associadas, é preciso estabelecer um “buffer” de 1.200m para cada lado do módulo “I” e a mesma distância de cada lado do módulo “U”. É importante salientar que o modelo é capaz de incorporar módulos formados por mais de duas trilhas, mantendo-se a necessidade de adicionar um “buffer” de 1.200m em suas extremidades. A Figura 7 exemplifica como são constituídos os módulos e a razão da inclusão do “buffer”.

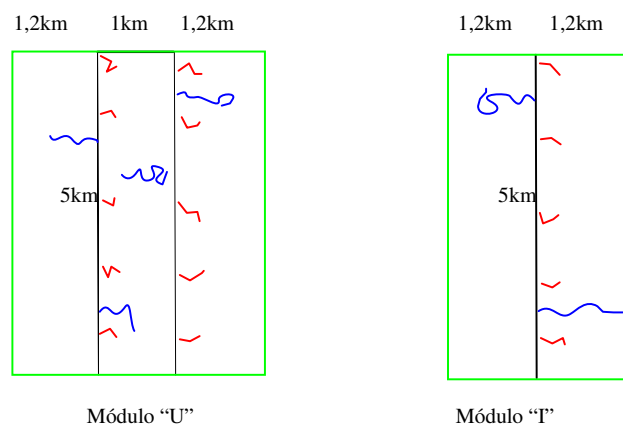


Figura 6 – Exemplos dos módulos “U” e “I”, com trilhas de 5km e trilha de 1km em preto, parcelas de distribuição uniforme em vermelho, parcelas aquáticas e ripárias associadas em azul e “buffer” de 1.200m em verde.

Considerando a abrangência espacial diferenciada coberta por trilhas e parcelas, a escolha da unidade amostral, dentro da hierarquia RAPELD, adequada à amostragem de determinados organismos, dependerá, basicamente do seu tamanho, área de vida e distribuição natural, de forma a garantir a independência estatística espacial das amostras.

Dessa forma, animais de menor porte, como invertebrados, anuros, aves de sub-

bosque, mamíferos de pequeno porte, lagartos e serpentes são amostrados nas parcelas de distribuição uniforme e nas ripárias. Quelônios terrestres, mamíferos de médio e grande portes, aves de grande porte, grandes lagartos e serpentes são amostrados nas trilhas de 5km. Peixes de igarapé, mamíferos semi-aquáticos, crocodilianos e quelônios aquáticos são amostrados nas parcelas aquáticas. Por outro lado, as plantas são amostradas principalmente nas parcelas de distribuição uniforme, porém para espécies naturalmente raras e de interesse madeireiro, a amostragem também é realizada nas trilhas.

Independente de qual especialização assumam, as unidades amostrais possuem atributos espaciais e não espaciais que variam em composição de acordo com o estudo, levando à necessidade de modelá-los em uma classe genérica “Atributos Unidades Amostrais”, com as especializações “Atributos espaciais” e “Atributos não espaciais”. Os atributos espaciais se distinguem por trazerem a informação de uma medida, vinculada à localização geográfica da medição, tais como: profundidade de serrapilheira, temperatura medida em campo, inclinação, altitude, abertura média do dossel, distância para a drenagem mais próxima, granulometria do solo, profundidade do lençol freático, composição química do solo, turbidez, oxigênio dissolvido, diversos parâmetros de qualidade d'água, largura do curso d'água, profundidade, velocidade da corrente, entre outros. Já os atributos não espaciais não possuem um local de medição ou incorporam variações destes em grandes áreas, tais como: comprimento da trilha, caracterização da vegetação ciliar, entre outros. Essas classes, a exemplo da classe “Atributos Métodos”, também admite a inserção de novos atributos que se tornem importantes futuramente.

Os dados dos espécimes registrados durante os levantamentos foram modelados em cinco classes: “Animais”, “Plantas”, “Classificação taxonômica”, “Coleta de material biológico” “Atributos bióticos”. As duas primeiras guardam apenas o ID do registro, pois os atributos relativos à taxonomia do espécime (filo, divisão, classe, ordem, família, gênero, imprecisão da determinação, epíteto específico, autor e ano da descrição da espécie), devem ser guardados em “Classificação taxonômica”. Esta classe, deverá ser implementada utilizando-se bases de nomenclatura diversas como o Sistaxon (ICMBio), Listas revisadas do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, Fishbase, Catálogo da vida, Enciclopédia da vida, Missouri Botanical Garden, entre outros.

Para os espécimes que tenham sido coletados durante os estudos, a classe “Coleta de material biológico” incorpora o nome do coletor, o número da coleta, a instituição de depósito do material biológico e o número de tombamento. O banco poderá, futuramente, ser integrado ao Sistema “Species link”, desenvolvido pelo Centro de Referência de Informações Ambientais (CRIA), o qual guarda os dados de organismos depositados em 230 coleções científicas nacionais (consulta ao <http://splink.cria.org.br/manager/index?criaLANG=pt>), permitindo validação dos dados de coleta cadastrados pelas empresas.

A classe “Atributos bióticos” foi incluída em função das diferentes medidas biométricas e biológicas que são realizadas nos diversos grupos de animais e plantas amostrados nos estudos ambientais, e podem também incluir campos de controle de qualidade da informação, como a presença de registro fotográfico do espécime.

Além disso, é preciso salientar que todas as classes georreferenciadas devem ter como sistema de referência, o padrão SIRGAS 2000.

Relacionamentos

- 1) Empreendimentos – Empreendimentos: auto-relacionamento espacial, com cardinalidade N:N e participação parcial das duas entidades.
- 2) Empreendimentos – Empresas: associação simples, na qual empresas trabalham para empreendimentos, com cardinalidade N:N. Uma empresa cadastrada sempre trabalhará em um empreendimento ao menos (participação total), enquanto um empreendimento pode ser cadastrado sem empresas vinculadas (participação parcial).
- 3) Empreendimentos – Pessoas: associação simples, na qual pessoas podem trabalhar autonomamente para empreendimentos, com cardinalidade N:N. A participação é parcial para as duas classes, pois um empreendimento pode ser cadastrado sem autônomos contratados e uma pessoa pode ser cadastrada sem trabalhar diretamente para um empreendimento.
- 4) Empreendimentos – Encontros ocasionais: relacionamento espacial de cardinalidade 1:N, no qual vários encontros podem se localizar na poligonal de uma ou mais áreas de influência de um empreendimento. Um empreendimento

- pode ser cadastrado sem encontros ocasionais (participação parcial), mas um encontro ocasional sempre deverá ser relacionado a um empreendimento (participação total).
- 5) Empreendimentos – Campanhas: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual campanhas são realizadas em áreas de empreendimentos. A participação é total de ambas entidades.
 - 6) Empresas – Pessoas: associação simples, na qual empresas contratam pessoas, com cardinalidade N:N. Uma empresa só pode ser cadastrada com pessoas (participação total), mas uma pessoa não precisa estar vinculada à uma empresa (participação parcial).
 - 7) Empresas – Campanhas: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual uma empresa pode realizar várias campanhas. A participação é parcial de ambas entidades.
 - 8) Pessoas – Campanhas: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual uma pessoa pode realizar várias campanhas. A participação é total de ambas entidades.
 - 9) Grupos taxonômicos – Encontros ocasionais e Grupos taxonômicos - Campanhas: associações simples de cardinalidade 1:N, nas quais um grupo pode definir vários encontros ou campanhas. Um encontro ou campanha sempre deverá ser definido(a) por um grupo (participação total), mas podem haver grupos cadastrados sem encontros ou campanhas vinculados (participação parcial).
 - 10) Campanhas – Levantamentos: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual uma campanha pode ser composta por muitos levantamentos. Ambas entidades possuem participação total.
 - 11) Métodos – Campanhas: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual um método pode ser empregado em várias campanhas. Uma campanha sempre deve ter um método associado (participação total), mas um método pode ser cadastro sem ter sido utilizado em uma campanha (participação parcial).
 - 12) Métodos – Atributos métodos: associação simples de cardinalidade N:N, na qual métodos possuem atributos. A participação é parcial das duas entidades. Podem ser inseridos métodos no banco, sem que tenham sido utilizados em campanhas,

- ou seja, sem que possuam atributos específicos.
- 13) Levantamentos – Atributos levantamentos: associação simples de cardinalidade N:N, na qual levantamentos possuem atributos. Um levantamento sempre possui ao menos um atributo (participação total), mas atributos podem ser cadastrados mesmo que ainda não tenham sido usados em levantamentos (participação parcial).
 - 14) Unidades amostrais - Levantamentos: associação simples de cardinalidade 1:N, na qual uma unidade amostral pode ser amostrada várias vezes. Participação total de ambas entidades.
 - 15) Generalização Unidades amostrais – Especializações Parcelas sem hierarquia, Unidades avulsas Trilhas e Parcelas: a generalização/especialização é classificada em total e exclusiva, pois cada ocorrência da classe genérica deve corresponder a uma ocorrência de apenas uma das especializações.
 - 16) Módulos – Trilhas e Módulos – Parcelas: relacionamentos espaciais de cardinalidade 1:N, onde um módulos contém trilhas e parcelas. A participação é total nas entidades.
 - 17) Trilhas – Parcelas: relacionamento espacial de cardinalidade 1:N, no qual uma trilha se aproxima de várias parcelas. A participação é total de ambas entidades.
 - 18) Parcelas – Parcelas: auto-relacionamento espacial de cardinalidade N:N, no qual parcelas de larguras diferentes podem conter ou ser contidas por outras parcelas. A participação das entidades é parcial.
 - 19) Trilhas – Atributos unidades amostrais, Parcelas – Atributos unidades amostrais, Parcelas sem hierarquia – Atributos unidades amostrais e Unidades avulsas – Atributos unidades amostrais: associação simples de cardinalidade N:N, na qual uma unidade amostral pode possuir muitos atributos que podem ser compartilhados por várias unidades amostrais. Uma unidade amostral sempre terá um atributo ao menos (participação total), enquanto um atributo pode ser cadastrado sem ter sido utilizado.
 - 20) Generalização Atributos unidades amostrais – especializações Atributos espaciais, atributos não espaciais: Generalização/especialização classificada como total e exclusiva.
 - 21) Levantamentos – Animais e Levantamentos – Plantas: associações simples de

cardinalidade N:N, onde um levantamento pode amostrar muitos espécimes de um determinado grupo, e um espécime pode ser reamostrado em muitos levantamentos. Um levantamento pode ocorrer e não ser capaz de registrar organismos (participação parcial), mas um animal ou planta registrados sempre estarão associados a levantamentos (participação total).

- 22) Animais – Coleta de material biológico e Plantas – Coleta de material biológico: associações simples de cardinalidade 1:1, onde um organismo coletado corresponde a uma coleta. Apenas alguns organismos sofrem coleta (participação parcial), e as coletas podem ser de plantas ou de animais (participação parcial em relação às duas entidades).
- 23) Classificação taxonômica – Animais e Classificação taxonômica – Plantas: associações simples de cardinalidade 1:N, nas quais nomes são comuns a muitos organismos, mas cada organismo possui apenas um nome válido. Todo organismo registrado possui um nome (participação total), mas nem todos nomes cadastrados serão usados (participação parcial).
- 24) Animais – Atributos bióticos e Plantas – Atributos bióticos: associações simples de cardinalidade N:N, onde um organismo tem ao menos um atributo mensurado (participação total), mas pode haver atributos cadastrados que ainda não tenham sido utilizados (participação parcial).
- 25) Atributos métodos – Unidades de medida, Atributos levantamentos – Unidades de medida, Atributos unidades amostrais – Unidades de medida e Atributos bióticos – Unidades de medida: associações simples de cardinalidade N:N. A participação é parcial em ambas entidades.

5.2 – Modelo Conceitual

Conceitualmente, foram modeladas 25 classes e seus relacionamentos, e, por ser demasiado grande para este espaço, o Diagrama de Classes foi dividido em compartimentos que serão expostos nas Figuras 7, 8, 9 e 10. Para a visualização do documento na íntegra, incluindo os relacionamentos que conectam os compartimentos, é preciso realizar uma consulta ao Apêndice B.

As representações seguem as notações da UML e OMT-G. Uma restrição do

software se mostrou presente neste trabalho, pois as classes georreferenciadas que podem assumir diferentes primitivas geométricas, definidas como generalizações conceituais (Unidades Amostrais, Parcelas sem hierarquia e Unidades Avulsas), não foram representadas corretamente. Onde aparecem com o quadrado vazio do canto superior esquerdo, deveria haver as notações para ponto, linha e polígono.

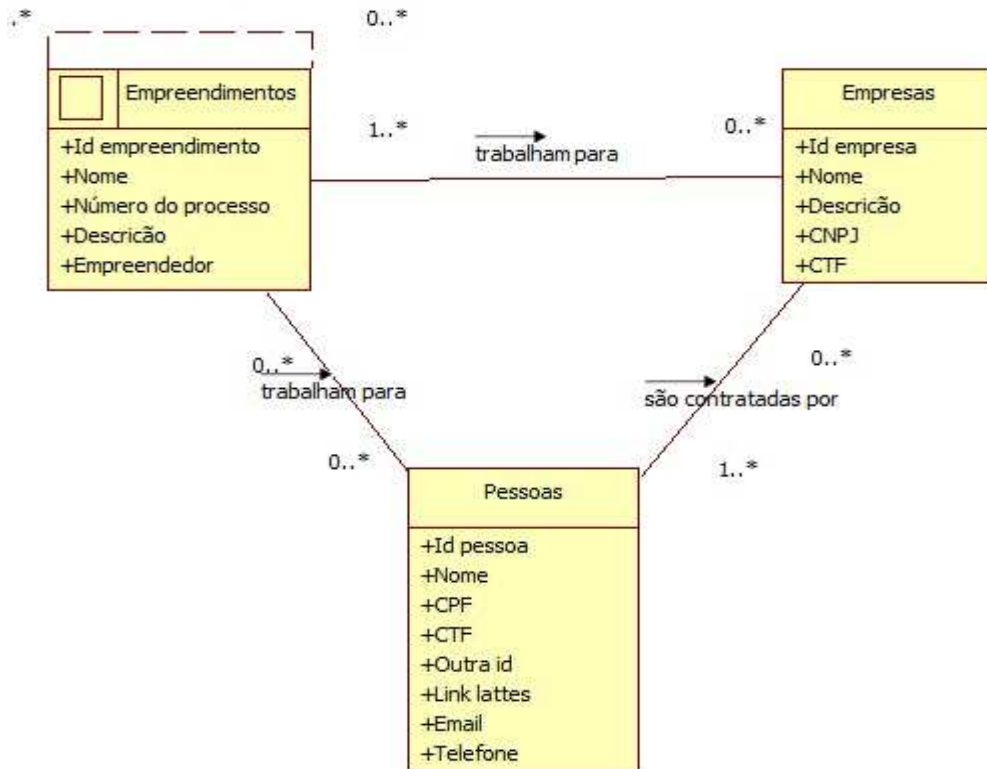


Figura 7 – Módulo administrativo, guardando relacionamento espacial entre áreas de influência de empreendimentos e também as pessoas e empresas que são contratadas para executar os estudos ambientais.

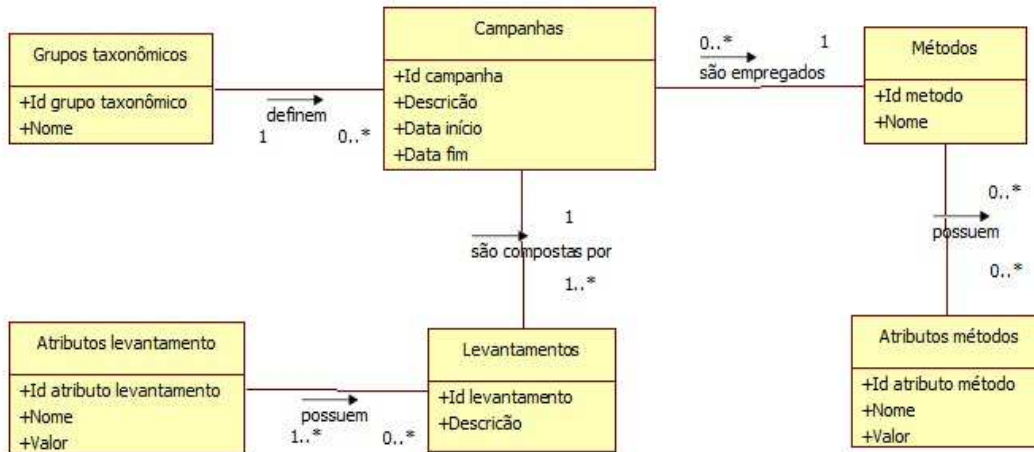


Figura 8 – Módulo de definição conceitual da classe “Campanha” e de estabelecimento do esforço amostral previsto e o de fato realizado.

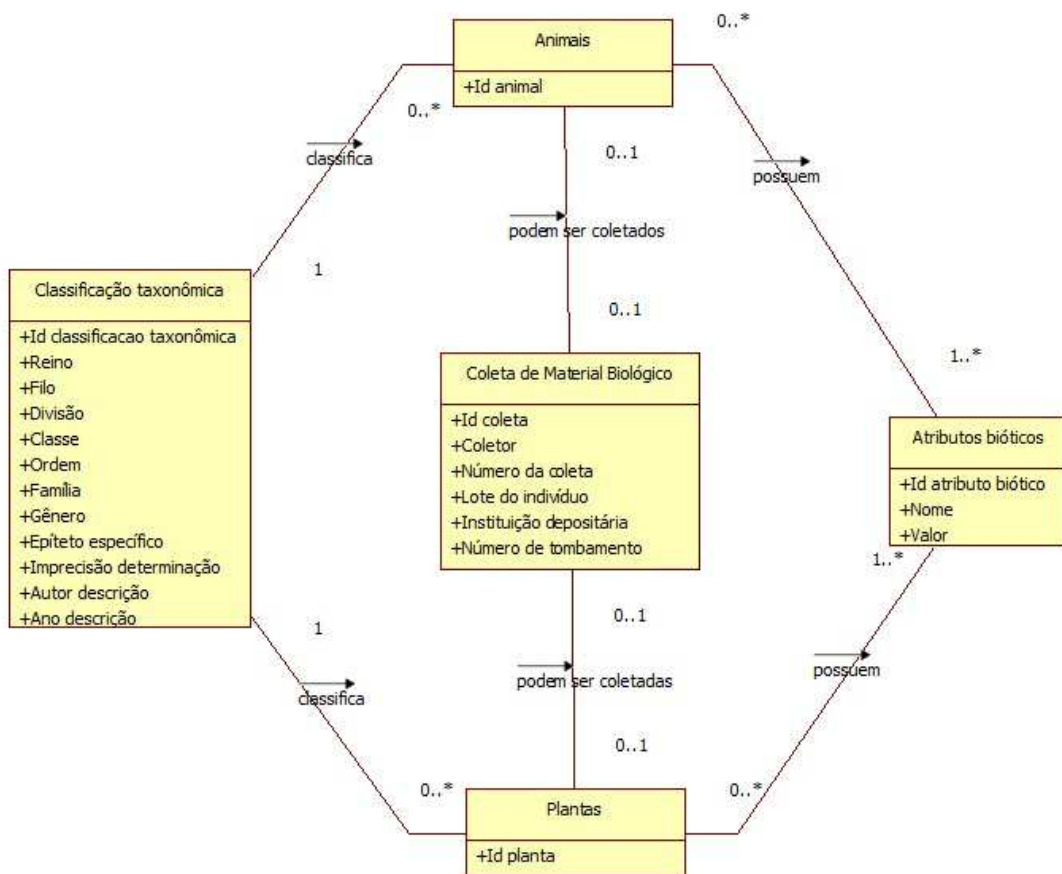


Figura 9 – Módulo de dados bióticos, taxonômicos e de coleta de indivíduos durante os estudos ambientais.

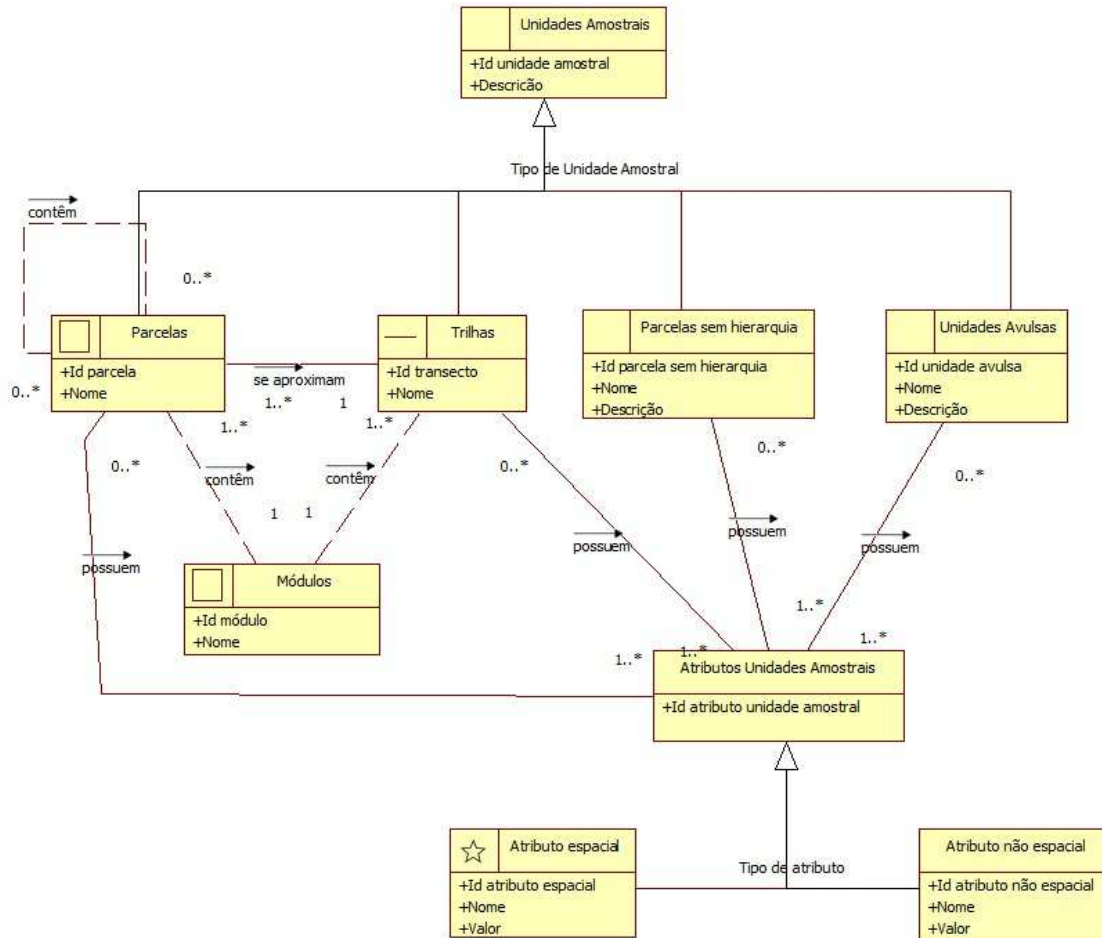


Figura 10 – Módulo de unidades amostrais, onde ocorrem duas generalizações (tipos de unidades amostrais e tipo de atributo da unidade amostral), autorelacionamento espacial entre as “Parcelas”, relacionamentos espaciais entre “Parcelas”, “Trilhas” e “Módulos” e as generalizações conceituais “Unidades Amostras”, “Parcelas sem hierarquia” e “Unidades Avulsas”.

Ressalta-se que as classes “Encontros ocasionais” e “Unidades de medida” não aparecem nos módulos expostos acima, por representarem dados distintos dos demais. A primeira guarda as informações de encontros de animais fora do esforço amostral, e a segunda, referencia todas as tabelas de atributos, definindo as unidades de medida adequadas para determinada medição e/ou observação.

5.3 – Dicionários simplificados

Para orientação do preenchimento das tabelas de atributos (métodos, unidades

amostrais, levantamentos e bióticos) e de unidades de medida, foram elaborados 5 dicionários simplificados de dados. Com a continuidade do desenvolvimento das ontologias e a identificação de novos atributos, estes também serão inseridos. Em uma etapa posterior, deve-se organizá-los, ordenando os registros por método e por grupo taxonômico, o que facilitará a seleção das características que definem cada uma das classes. As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam os dicionários elaborados neste trabalho.

Tabela 1 – Dicionário de atributos bióticos.

Nome do atributo	Tipo Valor	Descrição
Amostra dna	Boleano	se foi ou não extraído DNA do indivíduo
Anilha	Alfanumérico	o numero/nome da anilha
Capturado	Boleano	se o indivíduo foi ou não capturado.
Coleta	Alfanumérico	se o indivíduo foi ou não coletado (nesse caso deve-se informar o nome da instituição para onde foi ou será enviado o indivíduo)
Coletor	Alfanumérico	nome do coletor que fez o registro. Regras: colocar o primeiro e ultimo nome sem acento. minuscula e separados. os nome e sobre nome. pelo caracter underline (_).
Grau de repleção estomacal	Alfanumérico	avaliação qualitativa do grau de repleção estomacal de peixes
Fezes	Alfanumérico	o que foi identificado nas fezes do animal
Furo	Alfanumérico	local ou identificação de onde foi feito o furo no animal
Gonodas	Alfanumérico	estádio de maturação gonadal
Habitat registro	Alfanumérico	habitat em que o indivíduo foi encontrado
Idade aproximada	Alfanumérico	quando não há um metodo preciso e identifica-se o animal por ser jovem ou adulto
Marca tinta	Alfanumérico	A identificação da marca de tinta dada ao animal
Medido em campo	Boleano	se o indivíduo foi medido em campo ou não

Muda	Boleano	se o individuo está em época de muda ou não
Obs	Alfanumérico	quaisquer observação que não esta descrito nos atributos
Ossificacao	Alfanumérico	percentagem de ossificacao do cranio
Ovada	Alfanumérico	se o indivíduo está ou não ovado
Placa de incubação	Alfanumérico	quando visivel o estagio da placa incubatoria
Preparacao	Alfanumérico	como foi a preparação do indivíduo. Pode ser fluido. alcool 70%. Ou pode ser seco _forma de pele.
Recaptura	Alfanumérico	Identifica se o indivíduo doi recapturao.
Sangue	Boleano	Indica se houve coleta de sangue
Sexo	Alfanumérico	sexo do indivíduo
Situacao	Alfanumérico	Se o coletor tem certeza da especie identificada ou não. Para observacoes se coleta.
Tecidos	Boleano	se foi retirado amostra para o tecido
Tipo gaiola	Alfanumérico	identificar tipo de gaiola que foi coletado o animal (Tomahowk. Shermnan)
Tipo registro	Alfanumérico	se foi auditivo, visual,olfativo ou fotografico
Floracao	Boleano	fenologia de flores. Se possui ou não.
Frutos	Boleano	fenologia de frutos. Se possui ou não.
Data soltura	Data	para os indivíduos marcados. se foi necessário mais de um dia de marcação e outras observações anotar a data da soltura
Numero de indivíduos	Inteiro	numero de indivíduos quando a técnica empregada faz registros com mais de um indivíduo (como censo em ponto de escuta), pois a entrada dos dados deve priorizar distinção de indivíduos quando possível
Numero sanguessugas	Inteiro	numero de sanguessugas encontrados no corpo do indivíduo

Numero da rede	Inteiro	o numero da rede em que o indivíduo foi coletado
Antebraco	Real	o tamanho da medida do ante braço
Cabeça_corpo	Real	Comprimento da medida cabeça_corpo
Cauda	Real	tamanho do cauda
Cb	Real	Comprimento da cabeça.
Ccap	Real	Comprimento máximo entre a base da cauda e limite externo dos últimos escudos distais do plastrão e da carapaca.
Cclc	Real	Comprimento máximo retilíneo da cauda
Crc	Real	medida comprimento máximo retilíneo da carapa
Crp	Real	Comprimento máximo retilíneo do plastrão
Dist_parcela	Real	distancia que o indivíduo foi observado a partir do eixo central da parcela
Idade	Real	quando há um metodo preciso e é possível identificar a idade em anos/meses do animal
Marcacao	Alfanumérico	número da identificação da marcação
Medida comprimento total	Real	medida do comprimento total do indivíduo. Deve estar explicado por grupo o que significa
Orelha	Real	tamanho da orelha
Pata	Real	tamanho da pata
Pe	Real	tamanho do pé
Peso	Real	peso do indivíduo
Altura	Real	altura
Cobertura	Real	quantidade de área que o indivíduo possui de dossel.
Cobertura_grupo	Real	quantidade de área que o grupo ocupa.
Comprimento	Real	comprimento
Dap	Real	diametro na altura do peito
Das	Real	diametro na altura do solo

Tabela 2 – Dicionário de atributos de unidades amostrais.

Nome do atributo	Tipo valor	Descrição
Abertura média do dossel	Alfanumérico	estimativa em percentagem

Inclinação	Alfanumérico	inclinação em porcentagem
Porcentagem de areia fina	Alfanumérico	porcentagem desse tipo de areia desse local. Areia fina
Porcentagem de areia grossa	Alfanumérico	porcentagem desse tipo de areia desse local. Areia grossa
Porcentagem de areia média	Alfanumérico	porcentagem desse tipo de areia desse local. Areia media
Porcentagem de areia muito fina	Alfanumérico	porcentagem desse tipo de areia desse local. Areia muito fina
Porcentagem de areia muito grossa	Alfanumérico	porcentagem desse tipo de areia desse local. Areia muito grossa.
Porcentagem de argila	Alfanumérico	porcentagem de Argila desse local
Porcentagem de Silte	Alfanumérico	porcentagem de Silte desse local
Altitude	Real	altitude medida no campo
Coliformes totais	Real	coletado em campo e analisado em laboratório
Condutividade	Real	medido em campo
Distância para a drenagem mais próxima	Real	distância em qualquer direção
Largura do curso d'água	Real	largura medida no campo
Oxigênio dissolvido	Real	medido em campo
Profundidade de serrapilheira	Real	profundidade medida em campo
Profundidade do curso d'água	Real	profundidade medida em campo
Profundidade do lençol freático	Real	profundidade medida em campo
Quantidade de alumínio	Real	quantidade de Alumínio desse amostra
Quantidade de cálcio	Real	quantidade de Calcio desse amostra
Quantidade de carbono	Real	quantidade de Carbono desse amostra
Quantidade de chuva	Real	quantidade de chuva ao longo do período do levantamento
Quantidade de cobre	Real	quantidade de Cobre desse amostra
Quantidade de fósforo	Real	quantidade de Fosforo desse amostra
Quantidade de manganês	Real	quantidade de Manganes desse amostra
Quantidade de nitrogênio	Real	quantidade de Nitrogenio desse amostra
Quantidade de potássio	Real	quantidade de potassio desse amostra

Quantidade de sódio	Real	quantidade de sodio desse amostra
Quantidade de zinco	Real	quantidade de Zinco desse amostra
Transparência	Real	medida em campo
Turbidez	Real	medido em campo
Velocidade da corrente	Real	velocidade estimada

Tabela 3 – Dicionário de atributos de métodos de amostragem.

Nome do atributo	Tipo valor	Descrição
Disposição em campo	Alfanumérico	Descrição de como os petrechos foram colocados no campo
Número de petrechos	Alfanumérico	Quantidade petrechos com características iguais
Tipo de aroma	Alfanumérico	Definir as essencias usadas
Tipo de isca	Alfanumérico	tipo da isca utilizada na armadilha
Tipo de live trap	Alfanumérico	Se sherman ou tomahawk
Altura do petrecho	Real	Altura de cada petrecho
Comprimento do petrecho	Real	Comprimento de cada petrecho
Profundidade da amostragem	Real	profundidade na coluna d'água que ocorreu a amostragem
Raio	Real	raio das tarrafas, usado para calcular a área coberta pelo petrecho
Tamanho de anzol	Real	tamanho do anzol utilizado em espinhéis e outras formas de pesca
Tamanho de malha	Real	Distancia entre nós opostos
Volume do petrecho	Real	Volume amostrado pelo petrecho
Distância percorrida	Real	Distância planejada para o levantamento
Tempo de amostragem	Real	Tempo programado para amostragem em dias, horas e minutos

Tabela 4 – Dicionário de atributos de levantamentos.

Nome do atributo	Tipo valor	Descrição
Período da amostragem	Alfanumérico	Período do dia (manhã, tarde, noite)
Temperatura final	Alfanumérico	Temperatura no fim do levantamento
Temperatura inicial	Alfanumérico	Temperatura no início do levantamento
Data	Data	Data do levantamento
Distância percorrida	Real	Distância percorrida no levantamento
Precipitação no período	Real	Quantidade de chuva durante a amostragem
Quantidade de chuva	Real	Quantidade de chuva durante o levantamento
Hora final	Tempo	Hora final do levantamento
Hora inicial	Tempo	Hora inicial do levantamento
Número de petrechos	Alfanumérico	Quantidade petrechos com características iguais
Altura do petrecho	Real	Altura de cada petrecho
Comprimento do petrecho	Real	Comprimento de cada petrecho
Tamanho de malha	Real	Distancia entre nós opostos
Volume do petrecho	Real	Volume amostrado pelo petrecho

Tabela 5 – Dicionário de unidades e medida.

Nome do atributo	Descrição
g	peso em gramas
kg	peso em quilos
mm	tamanho em milímetros
cm	tamanho em centímetros
m	tamanho em metros
km	tamanho em quilômetros
m ²	área em metros quadrados
km ²	área em quilômetros quadrados
ha	área em hectares
cm ³	volume em centímetros cúbicos
m ³	volume em metro cúbico
g/cm ³	densidade em gramas por centímetro cúbico
°C	temperatura em graus celsius
mg/L	concentração em miligrama por litro
m ³ /s	vazão em metro cúbico por segundo
km/h	velocidade em quilômetros por hora
m/s	velocidade em metro por segundo
µg/L	concentração em micrograma por litro
µg/kg	concentração em micrograma por quilo
µS/cm	condutividade em micro sciems por centímetro
nmp/100ml	número mais provavel a cada 100 mililitros
ppm	partes por milhão
NTU	unidade nefelométrica de turbidez
mg/kg	concentração em miligramas por quilo

ind/m ²	densidade de indivíduos por m ²
ind/ml	concentração de indivíduos por mililitro
pH	pH
meq	concentração equivalente

5.4 – Lista de dados de referência e temáticos da INDE

Foram identificados os seguintes dados de referência e/ou temáticos que devem ser integrados ao modelo proposto neste trabalho: Rede Planimétrica, Rede altimétrica, Rede GNSS permanente; Cartas do mapeamento cartográfico, Cartas do mapeamento terrestre topográfico; Mosaico ortorretificado, Modelo numérico (terreno e elevação); Divisão Político-Administrativa; Unidades de conservação; Terras indígenas; Bacias hidrográficas; Informações fundiárias; Nomes geográficos, ortofocarta, carta-imagem; Vegetação; Geologia; Solos, Geomorfologia, Cobertura e uso da terra; Biomas; Biodiversidade e Recursos hídricos.

5.5 – Modelo lógico

Como subsídio para elaboração do modelo lógico, foi construída uma relação das classes e objetos (RCO) nos moldes daquelas apresentadas no documento Especificações Técnicas para a estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais (2007), onde há uma descrição sucinta das entidades e seus atributos, o tipo de valor que podem assumir (alfanumérico, real, inteiro, boleano, data, tempo) restrição de campos que não podem ser nulos e as chaves primárias. A Tabela 6 apresenta a RCO.

Tabela 6 – Relação de Classes e Objetos, com a descrição de cada classe e suas restrições de chave primária, vazio e domínio.

Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Empreendimentos	Correspondem às diferentes áreas de influência de um empreendimento (All, AID e ADA)					Polígono
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id empreendimento	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	200	Nome do empreendimento		Não Nulo	
Número do processo	Inteiro	17	Número do processo administrativo	a ser preenchido somente com os números		
Descrição	Alfanumérico	2000	Breve descrição do empreendimento.			
Empreendedor	Alfanumérico	200	Nome do empreendedor		Não Nulo	
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Campanhas	Amostragens de um grupo com um método, compostas por 1 ou muitos levantamentos em unidades amostrais.					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id campanha	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Descreve qual campanha é aquela (e.g. 1º do levantamento, 5ª do monitoramento, etc), estação do ano, etc.	Deve ser falada minimamente a qual campanha o registro se refere, considerando o cronograma de execução estabelecido no licenciamento e em qual estação do ano foi realizada (seca, chuva entre outras formas de descrever).		

				Outras características descritivas podem ser incorporadas quando houver necessidade.		
Data de início	Data		Data de início das amostragens	Data preenchida em formato DD/MM/AA		
Data do fim	Data		Data do fim das amostragens	Data preenchida em formato DD/MM/AA		
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Encontros ocasionais	Registros de espécies feitas fora das amostragens, incluindo registros feitos por não especialistas				Ponto	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id encontro ocasional	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Gênero	Alfanumérico	40	Gênero da espécie		Não Nulo	
Epíteto específico	Alfanumérico	40	Epíteto que define a espécie dentro daquele gênero	Além do epíteto, deve aceitar a imprecisão de identificação, incorporando o termo "sp"	Não Nulo	
Data	Data		Data do registro	Data preenchida em formato DD/MM/AA		
Hora	Tempo		Horário do registro	Horario no padrão HH:MM		
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Empresas	Empresas de consultorias contratadas para realizar as campanhas dos empreendimentos				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id empresa	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	200	Nome da empresa		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Breve descrição da empresa			
CNPJ	Inteiro	14	Cadastro de	preencher		

			pessoa jurídica	apenas com números		
CTF	Inteiro		Cadastro Técnico Federal	preencher apenas com números		
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Pessoas	Pessoas que podem ser contratadas por empresas ou atuar como autônomo na realização de campanhas				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id pessoa	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	200	Nome completo da pessoa		Não Nulo	
CPF	Inteiro	11	CPF da pessoa	apenas números		
Outra id	Alfanumérico	30	Identificação para pessoas sem CPF			
Link lattes	Alfanumérico	100	Link do currículo lattes da pessoa			
Email	Alfanumérico	100	Email da pessoa			
Telefone	Inteiro	10	Telefone da pessoa	apenas números incluindo DDD		
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Grupos taxonômicos	Nome de grupos taxonômicos usualmente empregados porém sem respeitar a classificação biológica dos organismos, podendo incluir grupos não-naturais (répteis, peixes, etc)				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id grupo taxonômico	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	25	Nome do grupo biológico			
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Metodos	Métodos de amostragem dos diversos organismos estudados nas campanhas				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id método	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico		Nome do método conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento	ao se inserir um dado, o método deverá ser selecionado dentre aqueles	Não Nulo	

			ambiental em um dicionário (ontologia)	cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos métodos podem ser incluídos no banco.		
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Atributos métodos	São os diversos atributos que os diferentes métodos possuem e devem ser incluídos para descrever o esforço de amostragem planejado (padrão) em medidas de tempo, distâncias, volumes, etc. Não são comuns a todos os métodos e estudos.					Polígono
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo método	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	30	Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia)	ao se inserir um dado, o atributo deverá ser selecionado dentre aqueles cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos atributos podem ser incluídos no banco.	Não Nulo	
Valor	Alfanumérico, real, inteiro, booleano, tempo		O valor do atributo em si. O tipo do campo será determinado em função de sua ontologia.	Dependente do tipo do campo	Não nulo	
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Levantamentos	Uma réplica amostral de uma unidade amostral, feita por um método, amostrando-se um grupo.					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id levantamento	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Descrever à qual campanha aquele levantamento pertence			
Classe	Descrição					Primitiva

					geométrica	
Atributos levantamentos	São os diversos atributos que podem ser atribuídos aos levantamentos, como data, hora inicial, hora final e esforço amostral de fato implementado em campo em cada levantamento. Atributos de métodos serão replicados para permitir a análise de eficiência da aplicação do esforço amostral planejado em porcentagem. Não são atributos comuns a todos levantamentos				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo levantamento	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	30	Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia)	ao se inserir um dado, o atributo deverá ser selecionado dentre aqueles cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos atributos podem ser incluídos no banco.	Não Nulo	
Valor	Alfanumérico, data, tempo, real		O valor do atributo em si. O tipo do campo será determinado em função de sua ontologia.	Dependente do tipo do campo	Não nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Unidades amostrais	É uma classe genérica que incorpora todos os tipos de unidades amostrais (especializações) utilizadas no licenciamento ambiental (Módulos, transectos, parcelas, parcelas sem hierarquia e unidades avulsas)				Ponto, linha e polígono	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id unidade amostral	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Breve descrição da unidade amostral, incluindo informações não sistematizadas.			
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Módulos	Unidade amostral embasada em metodologia desenvolvida pelo INPA e Museu Emílio Goeldi (RAPELD)				Polígono	

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id módulo	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	20	Nome estabelecido no processo de licenciamento		Não nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Trilhas	Trilhas de deslocamento e amostragens contidas nos módulos RAPELD				Linha	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id trilha	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	20	Nome estabelecido no processo de licenciamento		Não Nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Parcelas	Parcelas de largura e extensão variada em função do grupo amostrado e contidas nos módulos RAPELD				Polígono	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id parcela	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	20	Nome estabelecido no processo de licenciamento		Não Nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Parcelas sem hierarquia	Unidades amostrais amostradas ao menos 2 vezes e não vinculadas ao desenho experimental RAPELD				Ponto, linha e polígono	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id parcela sem hierarquia	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	20	Nome estabelecido no processo de licenciamento		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Descrição sucinta da parcela com informações não sistematizadas			
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Unidades avulsas	Unidades amostrais amostradas apenas uma vez e não vinculadas ao desenho experimental RAPELD				Ponto, Linha e Polígono	

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id unidade avulsa	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	20	Nome estabelecido no processo de licenciamento		Não Nulo	
Descrição	Alfanumérico	1000	Descrição sucinta da unidade avulsa, com informações não sistematizadas			
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Atributos Unidades Amostrais	São os diversos atributos que podem ser atribuídos às unidades amostrais e que se dividem em atributos espaciais e não espaciais, não sendo comuns a todas unidades amostrais. Constitui uma classe genérica com especializações				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo unidade amostral	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Atributos espaciais	São os diversos atributos espaciais que podem ser atribuídos às unidades amostrais e que não são comuns a todas unidades amostrais. São coletados em algum lugar.				Ponto	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo espacial	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	40	Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia)	ao se inserir um dado, o atributo deverá ser selecionado dentre aqueles cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos atributos podem ser incluídos no banco.	Não Nulo	
Valor	Alfanumérico, real, inteiro		O valor do atributo em si. O tipo do campo será determinado em	Dependente do tipo do campo	Não nulo	Valor

			função de sua ontologia.			
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Atributos não espaciais	São os diversos atributos não espaciais que podem ser atribuídos às unidades amostrais e que não são comuns a todas unidades amostrais.					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo não espacial	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Nome	Alfanumérico	40	Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia)	ao se inserir um dado, o atributo deverá ser selecionado dentre aqueles cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos atributos podem ser incluídos no banco.	Não Nulo	
Valor	Alfanumérico, real, inteiro		O valor do atributo em si. O tipo do campo será determinado em função de sua ontologia.	Dependente do tipo do campo	Não nulo	
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Animais	Todos espécimes de animais registrados durante os levantamentos em unidades amostrais					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id animal	serial		Identificador da tabela		Não nulo	
Registro fotográfico	booleano		identifica se há fotos para um dado registro de animal. É um campo de controle de qualidade para registros de animais difíceis de identificar.	sim ou não	Não nulo	
Classe	Descrição					Primitiva geométrica

Plantas	Todos espécimes vegetais registrados durante os levantamentos em unidades amostrais				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id planta	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Registro fotográfico	booleano		identifica se há fotos para um dado registro de planta. É um campo de controle de qualidade para registros de plantas difíceis de identificar.	sim ou não	Não Nulo	
Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
Classificação taxonômica	Classificação taxonômica biologicamente consistente e atualizado, com base em sistemas já estabelecidos como Sistaxon, Tree of life, CRBIO, FISHBASE, GBIF, entre outras fontes. Incorpora toda a hierarquia taxonômica da classificação das espécies.				NA	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id classificação taxonômica	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Reino	Alfanumérico	20	Hierarquia de classificação dos organismos			
Filo	Alfanumérico	30				
Divisão	Alfanumérico	30				
Classe	Alfanumérico	30				
Ordem	Alfanumérico	30				
Família	Alfanumérico	30				
Gênero	Alfanumérico	30				
Epíteto específico	Alfanumérico	30				
Imprecisão da determinação	Alfanumérico	10	alguns níveis de incerteza de identificação podem ser estabelecidos.	"sp" - quando não se sabe qual espécie pertence um organismo identificado até gênero; "aff" - quando se tem uma ideia, porém de baixa confiança da identificação de		

				determinada espécie; "cff" - grau de incerteza menor do que a situação anterior.		
Autor descrição	Alfanumérico	30	Nome do autor da descrição da espécie			
Ano descrição	Inteiro	4	Ano de descrição da espécie	preencher com 4 dígitos numéricos		
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Coleta de material biológico	Informa quais dos animais e plantas amostrados foram coletados para comporem coleções científicas					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id coleta	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	
Coletor	Alfanumérico	50	Quem coletou o organismo			
Número da coleta	Alfanumérico	20	O número estabelecido para aquela coleta			
Lote do indivíduo	Alfanumérico	20	Lote no qual o indivíduo foi inserido antes do tombamento.			
Instituição depositária	Alfanumérico	100	Instituição de depósito do material biológico coletado.			
Número de tombamento	Alfanumérico	20	Número de tombamento do organismo na instituição depositária.			
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Atributos bióticos	São os diversos atributos que podem ser atribuídos aos animais, não sendo comuns a todos registros.					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id atributo biótico	serial		Identificador da tabela		Não Nulo	

Nome	Alfanumérico		Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia).	ao se inserir um dado, o atributo deverá ser selecionado dentre aqueles cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novos atributos podem ser incluídos no banco.	Não nulo	
Valor	Real, booleano, alfanumérico, inteiro, data, tempo		O tipo do campo será determinado em função de sua ontologia.	Dependente do tipo do campo	Não nulo	
Classe	Descrição					Primitiva geométrica
Unidades de medida	São as diversas unidades de medida usadas para determinar quantidades, qualidades, concentrações, porcentagens					NA
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	
Id unidade de medida	serial		Identificador da tabela		Não nulo	
Nome	alfanumérico		Nome do atributo conforme literatura científica e estabelecido no licenciamento ambiental em um dicionário (ontologia)	ao se inserir um dado, a unidade de medida deverá ser selecionada dentre aquelas cadastrados no sistema. Se houver necessidade, novas unidades podem ser incluídas no banco.	Não nulo	

Como feito para o modelo conceitual, o modelo lógico também será dividido em módulos para melhor visualização (Figuras 11, 12, 13 e 14). O documento como um todo pode ser consultado no Apêndice C.

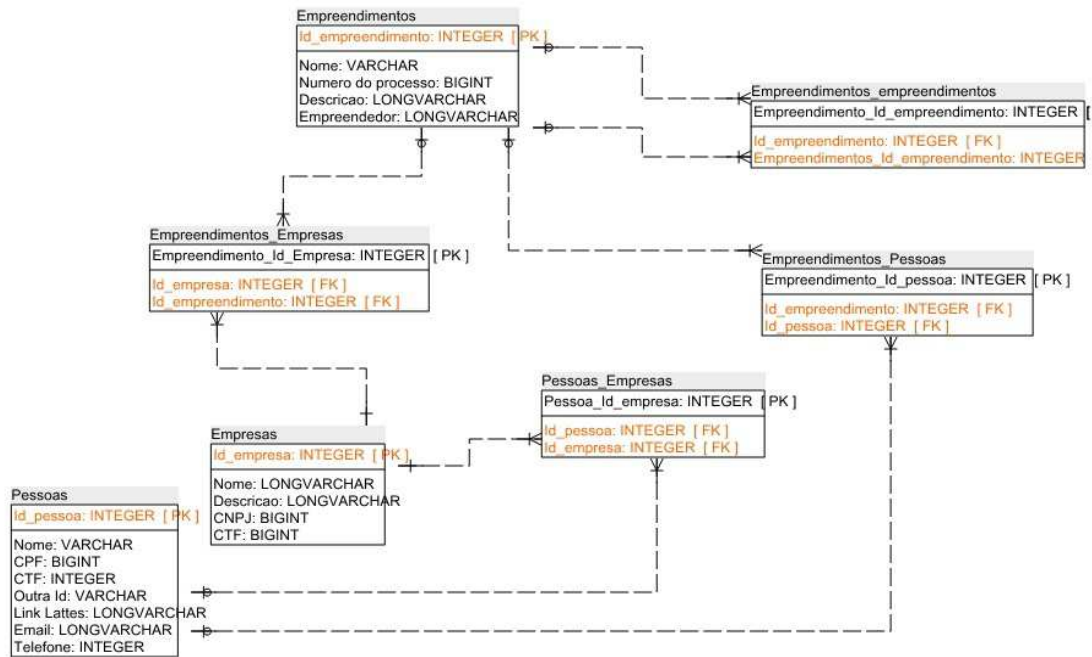


Figura 11 – Módulo administrativo.

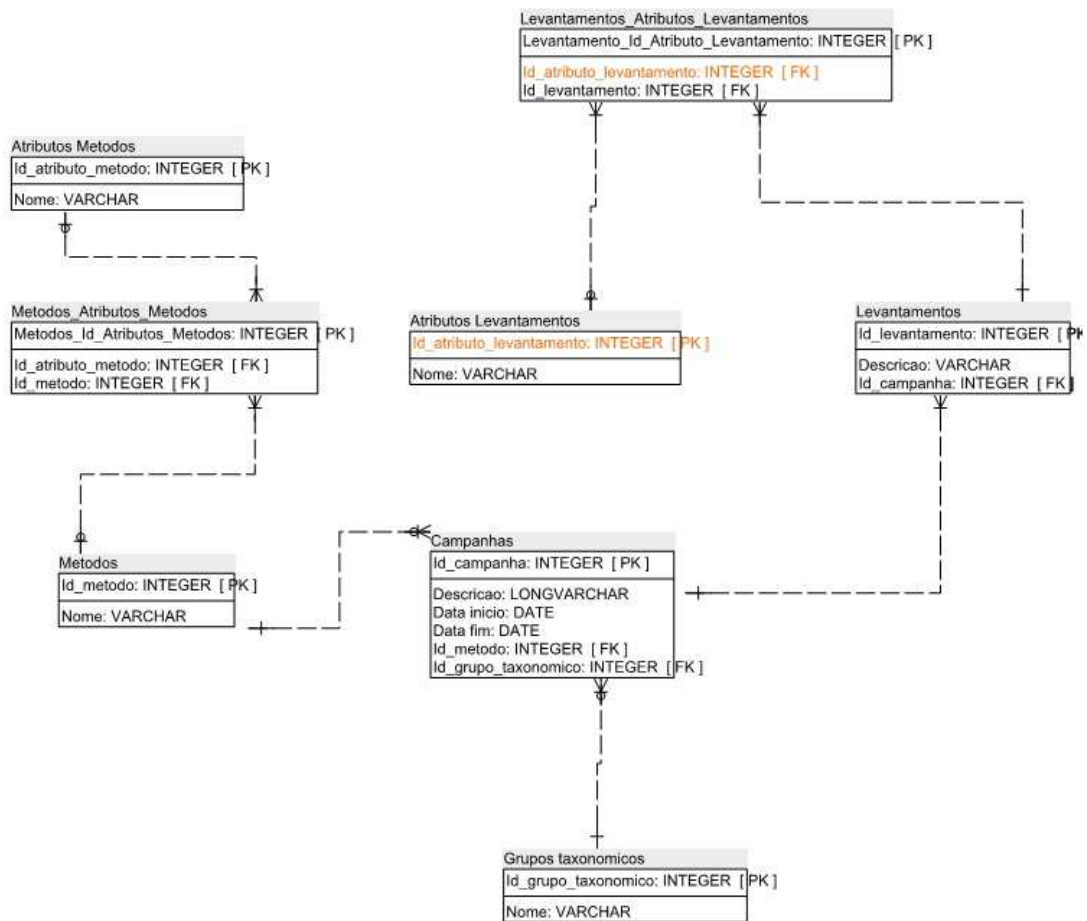


Figura 12 – Módulo de campanha.

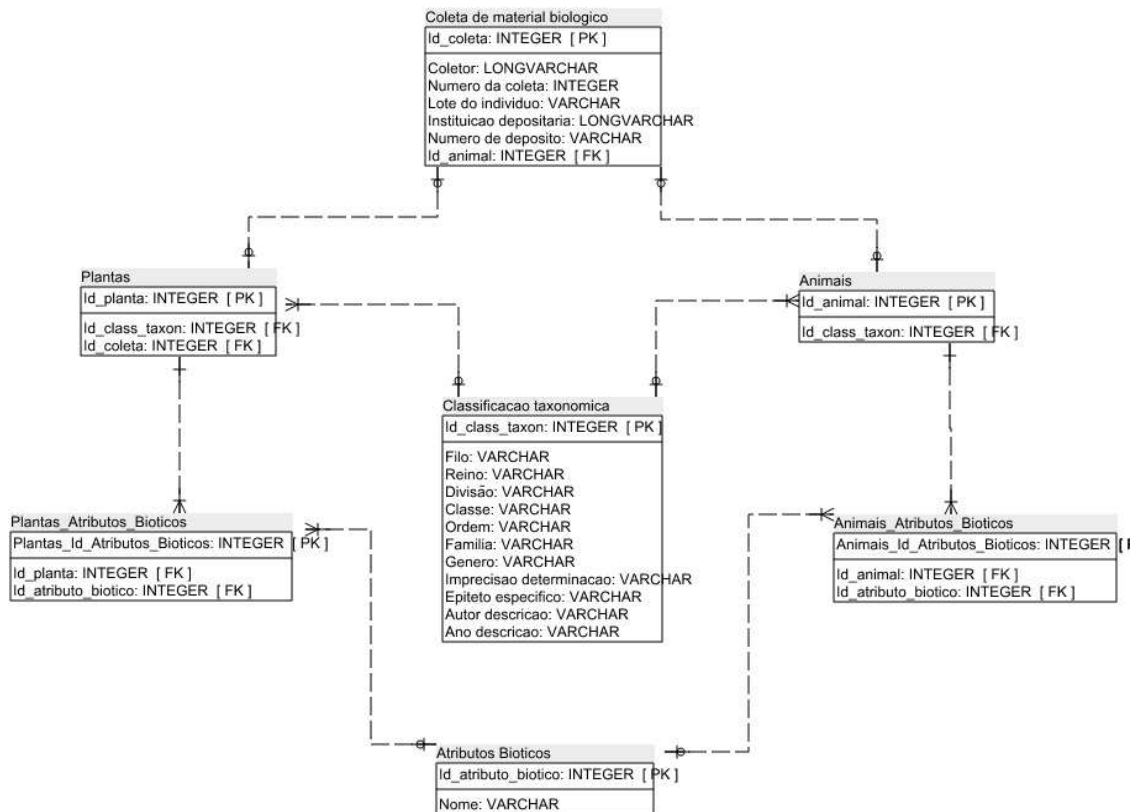


Figura 13 – Módulo de dados bióticos, taxonomia e coleta de espécimes.

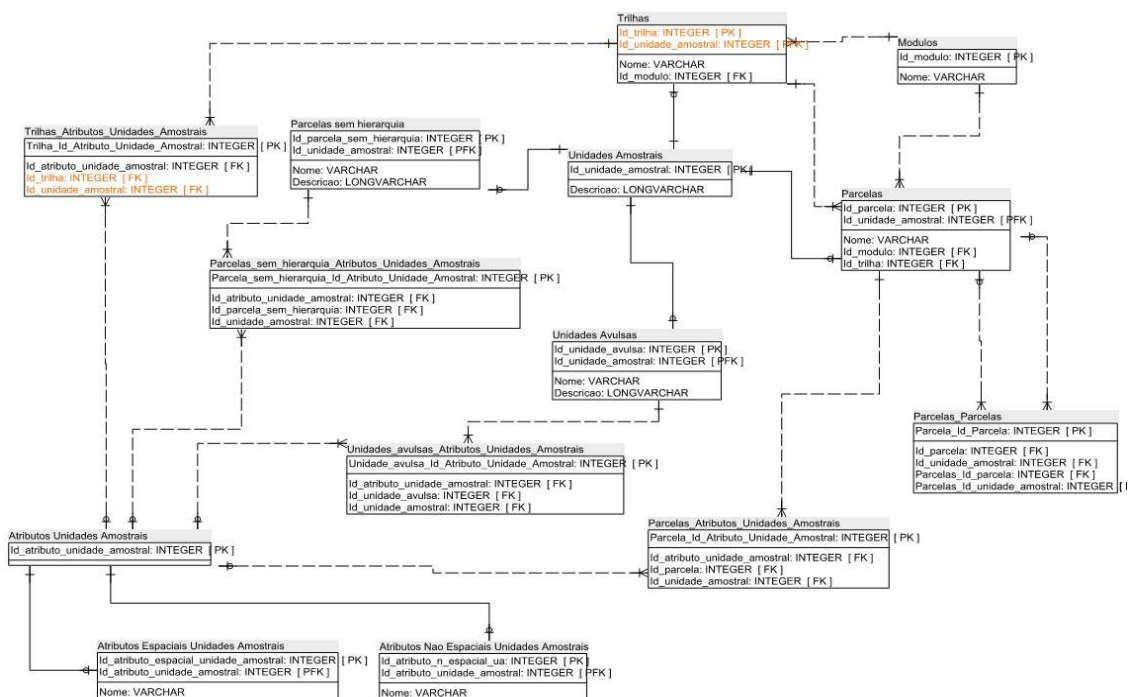


Figura 14 – Módulo de unidades amostrais, no qual pode-se observar o autorelacionamento de “Parcelas” e as generalizações ligadas à suas especializações por linhas contínuas.

Conclusão

Os modelos conceitual e lógico elaborados neste trabalho incorporaram de forma adequada as ontologias necessárias para representar o problema da integração dos dados biológicos gerados no processo de licenciamento. Somando-se aos modelos, os dicionários de dados e a relação de classes também definem conceitualmente as entidades e suas restrições de integridade, sendo relevantes para a estruturação dos dados, o que torna o modelo mais consistente, uma vez que traz uma tentativa de consensuar ontologias em uma comunidade interdisciplinar.

Para a modelagem foram atendidos os padrões técnicos preconizados na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, o que vai ao encontro da obrigatoriedade de compartilhamento e disseminação dos dados geoespaciais (e seus metadados) geridos pelo licenciamento ambiental federal. Entretanto, deve-se salientar que esta é uma iniciativa pessoal com a participação de poucos técnicos da DILIC, e para modelar uma estrutura mais abrangente e completa, é necessário que o trabalho seja institucionalizado, envolvendo as diversas coordenações e também técnicos de tecnologia da informação para garantir constante desenvolvimento e solução de problemas no sistema.

Em função da complexidade do modelo de dados apresentado foi necessário descrever cada entidade e cada relacionamento pormenorizadamente. Sendo assim, para esta monografia não foi possível implementar o banco de dados, popular as tabelas com dados reais e realizar consultas geográficas em um SIG.

O desenvolvimento do banco de dados geográficos de biodiversidade do licenciamento ambiental federal será continuado após a conclusão desta monografia, e em etapas futuras os seguintes procedimentos devem ser realizados:

- ♣ Propor a institucionalização do BDG em conformidade com a INDE;
- ♣ Desenvolver constantemente os dicionários de dados;
- ♣ Padronizar os metadados de acordo com as especificações da CONCAR;
- ♣ Selecionar o SGBD mais adequado para armazenar e gerenciar enormes quantidades de dados. A preferência é por um software de código livre, como o PostgreSQL, porém o Ibama possui o SGBD Oracle;
- ♣ Implementar o banco de dados e inserir dados de biodiversidade;

- ⤴ Levantar os arquivos digitais armazenados no Ibama e sistematizá-los em uma biblioteca de dados para posterior inserção no banco por meio de extratores;
- ⤴ Desenvolver um Sistema de Informações Geográficas que integre as informações do banco com dados gerados e/ou geridos por outras instituições;
- ⤴ Implantar níveis de acesso ao banco, diferenciando os usuários comuns, convidados, administradores, geradores de dados, gestores e validadores da informação;
- ⤴ Realizar capacitação continuada dos analistas ambientais do licenciamento para manipulação e análise dos dados por meio do SIG.
- ⤴ Disponibilizar o SIG à sociedade brasileira, por meio de serviços web.

Além das etapas elencadas acima, é necessário que se estabeleçam modelos de dados para os estudos dos meios físico e socioeconômico, que poderão se conectar ao modelo biótico por meio da classe “Empreendimentos”. O trâmite administrativo de cada processo de licenciamento é hoje armazenado no SISLIC que também pode servir de insumo ao banco. A integração dessas informações permitirá a realização de análises mais profundas e rápidas dos estudos e reduzirá o impacto da saída de um técnico de um determinado processo, pois os dados estarão armazenados em um banco de dados e não apenas na memória das pessoas.

Por fim, concluo que apesar de não ter sido gerado um mapa com dados biológicos localizados em unidades amostrais, o trabalho lançou uma base conceitual para o prosseguimento do desenvolvimento do banco de dados geográficos de biodiversidade do licenciamento ambiental federal.

6 – Referências Bibliográficas

BORGES, K.A.V, DAVIS JR. C.A., LAENDER, A.H. OMT-G: *An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications*. Geoinformática, v. 5, n.3, p. 221-260, 2001.

BORGES, K.A.V, DAVIS JR. C.A., LAENDER, A.H. *Modelagem Conceitual de Dados Geográficos*. In: CASANOVA, M.A., CÂMARA, G., DAVIS, C., VINHAS, L., QUEIROZ, G.R (eds.). *Banco de Dados Geográficos*. Curitiba: Mundo Geo, 2005. p. 83-136.

BRASIL. *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. Diário Oficial da União. Brasília,DF.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n. 001*, de 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 237*, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Instrução Normativa nº 146, de 10 de janeiro de 2007*. Estabelece critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia. *Especificações Técnicas para a estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais*. 2007. 211 p.

Brasil. *Decreto nº 6.666*, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia. *Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB): Conteúdo de Metadados Geoespaciais em conformidade com a norma ISO 19115:2003*. 2009. 194p.

BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia. *Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais*. Rio de Janeiro, 2010. 203 p.

CÂMARA, G. *Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos*. 1995. 264 f. Tese (Doutorado). Unicamp, Campinas, 1995.

CÂMARA, G., CASANOVA, M.A., MEDEIROS, C.B., Hemerly, A., MAGALHÃES, G. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Escola de Computação, SBC, 1996. 193 p.

CÂMARA, G., MOREIRA, F.R., BARBOSA, C., ALMEIDA FILHO, R., BÖNISCH, S. *Técnicas De Inferência Geográfica*. In: CÂMARA, G. DAVIS, C. E MONTEIRO, A.M.V (eds.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 9.1- 9.48.

CÂMARA, G. DAVIS JR. C. A. *Introdução*. In: CÂMARA, G. DAVIS, C. E MONTEIRO, A.M.V (eds.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1.1- 1.5.

CÂMARA, G., MONTEIRO, A.M.V. *Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação*. In: CÂMARA, G. DAVIS, C. E MONTEIRO, A.M.V (eds.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 2.1- 2.35.

CÂMARA, G. *Representação Computacional de Dados Geográficos*. In: CASANOVA, M.A., CÂMARA, G., DAVIS, C., VINHAS, L., QUEIROZ, G.R (eds.). *Banco de Dados Geográficos*. Curitiba: Mundo Geo, 2005. p. 2-44.

DAVIS JR.C.A., CÂMARA, G. *Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica*. In: CÂMARA, G. DAVIS, C. E MONTEIRO, A.M.V (eds.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 3.1 – 3.35.

FERREIRA, N.C. *Apostila de Sistema de Informações Geográficas*. Goiânia: Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – Sistemas de Informações Geográficas, 2006. 111p.

Heuser, C.A. *Projeto de Banco de Dados*. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009. 282 p.

LISBOA FILHO, J., IOCHPE, C. *Um Estudo sobre Modelos Conceituais de Dados para Projeto de Bancos de Dados Geográficos*. Revista IP, Belo Horizonte, ano 1, n.2, p. 67-90, 1999.

MAGNUSSON, W.E., LIMA, A.P., LUIZÃO, R., LUIZÃO, F., COSTA, F.R.C., CASTILHO, C.V., KINUPP, V.P. *RAPELD: A Modification Of The Gentry Method For Biodiversity Surveys In Long-Term Ecological Research Sites*. Biota Neotropica v.5, n.2, 2005.

MACKENZIE, D.I., NICHOLS, J.D., LACHMAN, G.B, DROEGE,S., ROYLE, J.A., LANGTIMM, C.A. *Estimating Site Occupancy Rates When Detection Probabilities Are Less Than One*. Ecology v.83, n.8, 2002.

MEDEIROS, J.S., CÂMARA, G. *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. In: CÂMARA, G. DAVIS, C. E MONTEIRO, A.M.V (eds.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 10.1 – 10.36.

SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, *Campo Grande*.

Estudo e monitoramento de animais através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. MANTOVANI, J.E.

Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas (Specieslink).
<http://smlink.cria.org.br/manager/index?criaLANG=pt>. Acesso em 23 de novembro de 2011.

SISTEMA DE LICENCIAMENTO (SISLIC).
<https://ibamanet.ibama.gov.br/licenciamento/sislic/> . Acesso em 30 de setembro de 2011.

APÊNDICE A – Fluxograma metodológico

APÊNDICE B – Modelo Conceitual

APÊNDICE C – Modelo Lógico