

**Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente – SINIMA.
Do arcabouço legal à criação do
Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do grau
de Especialista em Gestão Pública.

Aluno: George Porto Ferreira

Orientador: Prof. Msc. Amarildo Baesso

Brasília – DF
Junho/2016

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE – SINIMA.

**Do arcabouço legal à criação do
Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento**

Autor: George Porto Ferreira

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e
dos Recursos Naturais Renováveis
IBAMA

“Nas próximas décadas, a informação, mais do que a terra ou o capital, será a força motriz na criação de riquezas e prosperidade.”

(McGee e Prusak 1994)

Sumário

Lista de Ilustrações	IV
Lista de Siglas	V
Resumo	VII
Introdução	1
Desenvolvimento	2
Métodos.....	2
Discussão Teórica	3
Leis e políticas públicas sobre informações ambientais	7
Diagnóstico dos sistemas de informações ambientais.....	15
Proposta de arquitetura organizacional para implementação do SINIMA.....	26
Conclusão	35
Referências bibliográficas	37
Anexos	39
Apêndice	44

Lista de Ilustrações

Gráfico 1 - Emissões de gases de efeito estufa no Brasil.....	6
Tabela 1- Deficiências, integração e metadados dos sistemas de informação.	24
Tabela 2 - Problemas usuais no manejo de informação geoespacial.....	25
Tabela 3 - Processos geradores de erros na produção/uso de dados geoespaciais	26
Tabela 4 - Legislação sobre informação ambiental	39
Tabela 5 - Links para os sistemas analisados	44
Figura 1 – Ciclo de Vida da Informação.....	4
Figura 2 - Componentes de uma IDE.....	27
Figura 3 – Proposta de arquitetura organizacional	31
Figura 4 – Proposta de organograma.....	34

Lista de Siglas

AE -	Água e Esgoto
AIDA -	Atividades e Instrumentos de defesa ambiental
ANA -	Agência Nacional de Águas
ANP -	Agência Nacional de Petróleo
API -	Interface para programação de aplicativos do inglês Application Programming Interface
APP -	Atividade Potencialmente Poluidora
ARA -	Atlas de Registros de Aves Brasileiras
CAR -	Cadastro Ambiental Rural
CDB -	Convenção sobre Diversidade Biológica
CEMADEN -	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAP -	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros
CGEN -	Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
CNFP -	Cadastro Nacional de Florestas Públicas
CNUC -	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONCAR -	Comissão Nacional de Cartografia
COP -	Conferências das Partes da Organização das Nações Unidas
CTF -	Cadastro Técnico Federal
DACVAML -	Detecção de alterações na cobertura vegetal da Amazônia Legal
DEGRAD -	Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira
DETER -	Detecção de desmatamento em tempo real
DOF -	Documento de Origem Florestal
DSIS -	Departamento de Coordenação do SISNAMA
IBAMA -	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO -	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDE -	Infraestrutura de Dados Espaciais
IEC -	Comissão Eletrotécnica Internacional do inglês International Electrotechnical Commission
INCRA -	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE -	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE -	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISSO -	Organização Internacional para Padronização do inglês International Standard Organization
JBRJ -	Jardim Botânico do Rio de Janeiro
LAI -	Lei de Acesso à Informação
LPEAA -	Lista Pública de Embargos e Autuações Ambientais
MCTI -	Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação
MGB -	Metadados Geoespaciais do Brasil
MMA -	Ministério do Meio Ambiente
OCDE -	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OGP -	Parceria para Governo Aberto do inglês Open Government Partnership
ONU -	Organização das Nações Unidas
PD&I -	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PNC -	Plano Nacional de Contingência

- PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPCDAM - Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCERRADO- Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado
PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite
REDD+ - Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal
REFLORA - Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira
REST - Transferência de Estado Representacional, do inglês REpresentational State Transfer
RPPN - Reserva Particular de Patrimônio Natural
RS - Resíduo Sólido
SAGU-Í - Sistema para Avaliação do Estado de Conservação de Primatas e Xenartros Brasileiros
SAIC - Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental
SBF - Secretaria de Biodiversidade e Florestas
SFB - Serviço Florestal Brasileiro
SIBBR - Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira
SICAR - Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIEMA - Sistema de Comunicação de Acidentes Ambientais
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SIMMAM - Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos
SIMRPPN - Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN
SINAFLO - Sistema Nacional de Controle da Origem de Produtos Florestais
SINIMA - Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISBIO - Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SISCOM - Sistema Compartilhado de Informações Ambientais
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
SISQUELÔNIOS-Sistema Nacional de Gestão e Informação dos Quelônios Continentais
SITAMAR - Sistema de Informação sobre Tartarugas Marinhas
SMCQ - Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental
SNA - Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres
SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais
SNIRH - Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS - Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
TERRACLASS-Mapa de uso e cobertura das terras desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira
UC - Unidade de Conservação
ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

Resumo

Os entes do SISNAMA, sobretudo o Ministério do Meio Ambiente e suas entidades vinculadas (IBAMA, ICMBIO, ANA, JBRJ, SFB), para o cumprimento de suas missões institucionais, conduzem ações de monitoramento ambiental utilizando as mais diversas fontes de dados ambientais. Atuando isoladamente, cada instituição se limita a buscar respostas para as questões que estão em sua respectiva esfera de competência. Com isso, grandes questões ambientais como, por exemplo, a relação entre a escassez de água em São Paulo e o desmatamento na Amazônia, acabam por ficar sem um *lócus* adequado para ser analisada. Em atendimento à portaria MMA nº 365, de 27 de novembro de 2015, este artigo apresenta um diagnóstico das principais iniciativas governamentais na esfera federal para a produção e disponibilização de dados sobre o meio ambiente e propõe a criação do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental para tratar de forma integrada os dados ambientais produzidos no Brasil.

Palavras chave:

Monitoramento Ambiental, Informação Ambiental, Análise Ambiental, Geoprocessamento, Gestão do Conhecimento.

Introdução

Um dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) consiste em difundir tecnologias de manejo do meio ambiente e divulgar dados e informações ambientais para a formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico. Essa mesma política estabelece como um de seus instrumentos o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA). Para dar conteúdo a este sistema, em 2003, foi publicada a Lei nº 10.650 estabelecendo que as entidades integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) sejam obrigadas a fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda.

No dia 27 de novembro de 2015, foi publicada a Portaria MMA nº 365¹, que criou o Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros e determinou que a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), juntamente com a Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), ambas do Ministério do Meio Ambiente, apresentassem uma proposta para criação do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento.

Para dar suporte a essa proposta, o presente artigo apresenta um levantamento dos principais regulamentos, dados e informações ambientais produzidas pelos entes federais do SISNAMA, identifica as principais deficiências a serem superadas para efetiva integração das bases de dados ao SINIMA e, com isso, realizar de forma mais consistente as atividades de monitoramento ambiental no Brasil.

Neste sentido, a pergunta que se busca responder é: Qual a arquitetura organizacional adequada para suportar a integração e sistematização de dados ambientais do SISNAMA e implementar o Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros?

¹ <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=114&data=30/11/2015>

Desenvolvimento

Métodos

A metodologia utilizada na produção deste artigo foi dividida em quatro etapas:

1. Levantamento de Leis e Decretos Federais que regulamentam a produção de dados e informações ambientais;
2. Buscas na internet utilizando combinações de palavras-chaves em sítios específicos e de maneira geral conforme metodologia definida por Machado (2004) para elencar os dados ambientais disponibilizados pelos órgãos vinculados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) ou por outras instituições que produzem dados de interesse ambiental;
3. Avaliação parcial do nível de maturidade da integração dos sistemas com base na norma ISO/IEC 16680:2012 com o objetivo de identificar as deficiências em cada sistema de informação e os empecilhos que impedem a sua efetiva integração para constituição do SINIMA; e
4. Proposta de arquitetura organizacional para criação do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental de forma a favorecer a efetiva implementação do SINIMA. Para elaboração dessa proposta foram realizadas discussões, entre novembro de 2015 e maio de 2016, com representantes dos seguintes setores que trabalham diretamente ou tem interesse na produção de informações ambientais: Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ) do MMA; Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) do MMA; Departamento de Florestas do MMA; Departamento de Políticas para o Combate ao Desmatamento (Dpcd) do MMA; Gabinete da presidência do IBAMA; Diretoria de Proteção Ambiental do IBAMA; Coordenação Geral de Monitoramento Ambiental do IBAMA; e o Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA.

Discussão Teórica

Para a boa compreensão deste artigo, os conceitos de dado, informação e conhecimento foram extraídos do estudo realizado por Dalkir (2011) e devem assim ser compreendidos:

- i) Dados são fatos diretamente observáveis ou diretamente verificáveis. Neste texto, serão classificados em dados tabulares quando não há um componente geoespacial associado e dados geoespaciais quando existe ao menos um par de coordenadas associado ao dado;
- ii) Informação é o dado que foi analisado e organizado a fim de conter um significado;
- iii) Conhecimento é uma ou mais informações subjetivas que foram validadas e organizadas em um modelo (modelo mental). Pode-se dizer também que o conhecimento é usado para dar sentido ao nosso mundo e normalmente tem origem a partir de experiências acumuladas; incorpora percepções, crenças e valores.

Por monitoramento ambiental, neste artigo, adota-se a definição de Holdgate e White, (1977, p. 103), ou seja, é a “[...] coleta, para um propósito predeterminado, de medições ou observações sistemáticas e comparáveis entre si, em uma série espaço temporal, de qualquer variável ou atributo ambiental, que forneça uma visão sinóptica ou uma amostra representativa do meio ambiente”.

Para o termo geoprocessamento adotou-se a definição de Xavier da Silva (2001, p. 12), que o define como um “[...] conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados georreferenciados, para transformá-los em informação”.

A definição de metadado é retirada do Artigo 2º do Decreto nº 6.666 publicado em 27 de novembro de 2008: “conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características de seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar sua busca e exploração.”

Considerando que o objeto central deste estudo gira em torno de sistemas de informação, conhecer o ciclo de vida da informação traz um subsídio importante para a discussão desse tema. Segundo Gonçalves, (2004, p. 125), o ciclo de vida da informação compreende quatro fases principais: criação/modificação, distribuição,

busca e utilização. As dimensões da qualidade da informação são representadas na figura 1 pelas palavras sublinhadas que orbitam as quatro fases (representadas no círculo interno) e as ações e serviços inscritos nos retângulos.

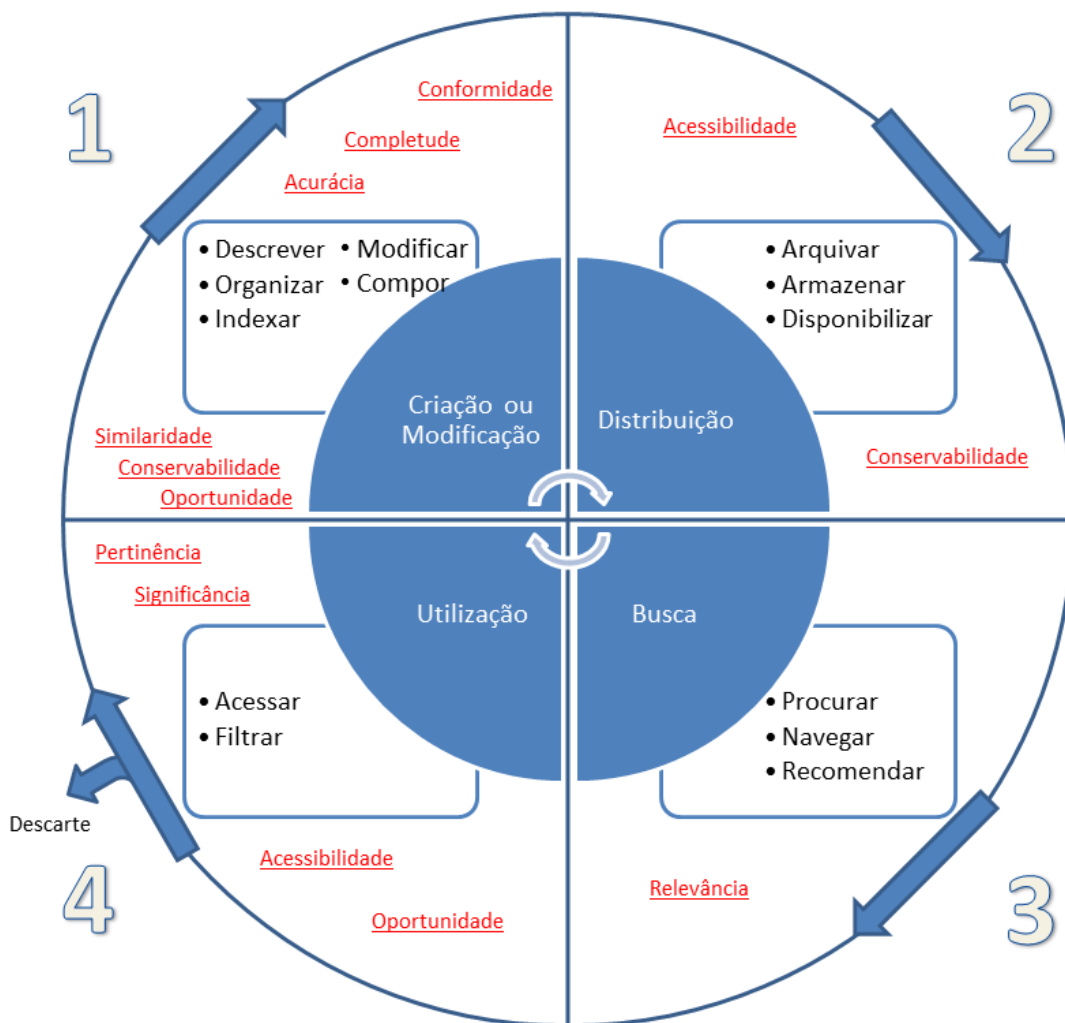


Figura 1 – Ciclo de Vida da Informação (adaptado de Borgman apud Gonçalves, 2004, p. 125) com as dimensões de qualidade adicionadas para cada fase do ciclo e atividades conexas.

As dimensões da qualidade dos sistemas foram herdadas do conceito original que comumente é utilizado para objetos digitais no contexto de bibliotecas digitais, nesse caso, definidos por Gonçalves (2004). Para melhor compreensão, esses conceitos foram simplificados e devem ser entendidos como apresentado a seguir:

1. Acessibilidade: Dados existem, mas não estão acessíveis;
2. Acurácia: Dados existem, mas contêm erros;
3. Completude: Dados existem, mas são incompletos;
4. Oportunidade: Dados existem, porém são desatualizados;
5. Pertinência: Dados existem, mas em escala inadequada;
6. Relevância: Dados não existem;

Verificou-se que a produção de informações ambientais é abordada com maior importância pela primeira vez em nível mundial na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Ocorrida entre 5 e 16 de junho de 1972 na Suécia, essa foi a primeira conferência da ONU sobre Meio Ambiente e ficou conhecida como Conferência de Estocolmo. Como resultado, ao final da Conferência chegou-se ao consenso sobre a necessidade de criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Além disso, foi pactuado o documento denominado Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Nessa Declaração, foram elencados 26 princípios que os países signatários deveriam adotar como balizadores para a formulação de políticas públicas locais. Entre esses princípios, destacamos o de número 20, transcrito integralmente a seguir:

Devem-se fomentar em todos os países, especialmente nos países em desenvolvimento, a pesquisa e o desenvolvimento científicos referentes aos problemas ambientais, tanto nacionais como multinacionais. Neste caso, o livre intercâmbio de informação científica atualizada e de experiência sobre a transferência deve ser objeto de apoio e de assistência, a fim de facilitar a solução dos problemas ambientais. As tecnologias ambientais devem ser postas à disposição dos países em desenvolvimento de forma a favorecer sua ampla difusão, sem que constituam uma carga econômica para esses países. (ONU, 1972, p. 3)

Diante desse compromisso, em 1981 o Brasil publica a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) estabelecendo como um de seus instrumentos o Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente (SINIMA).

Anos mais tarde, é então criada na ONU a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Com participação brasileira do ex-Ministro do Meio Ambiente, Paulo Nogueira-Neto, essa comissão elabora os primeiros esboços dos documentos que viriam a ser aprovados na conferência da ONU de 1992 no Rio de Janeiro, conferência essa que ficou conhecida como Rio 92. Quando concluída, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento trouxe, entre outras, a seguinte diretriz:

A melhor maneira de tratar as questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados. No nível nacional, cada indivíduo terá acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente de que disponham as autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar dos processos

decisórios. Os Estados irão facilitar e estimular a conscientização e a participação popular, colocando as informações à disposição de todos. Será proporcionado o acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive no que se refere à compensação e reparação de danos (ONU, 1992, p. 2)

Um dos exemplos importantes que evidenciam o papel do monitoramento ambiental é o setor de mudanças climáticas. Em 1994, o Brasil ratifica outra convenção interacional importante: a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Contudo, logo no ano seguinte, é registrada a maior taxa de emissões de gases de efeito estufa produzidas no Brasil; a maior parte delas proveniente das alterações no uso da terra, basicamente o desmatamento na Amazônia (Gráfico 1). Essa informação só tornou-se possível a partir da construção de uma série histórica de emissões de gases de efeito estufa no Brasil por setor.

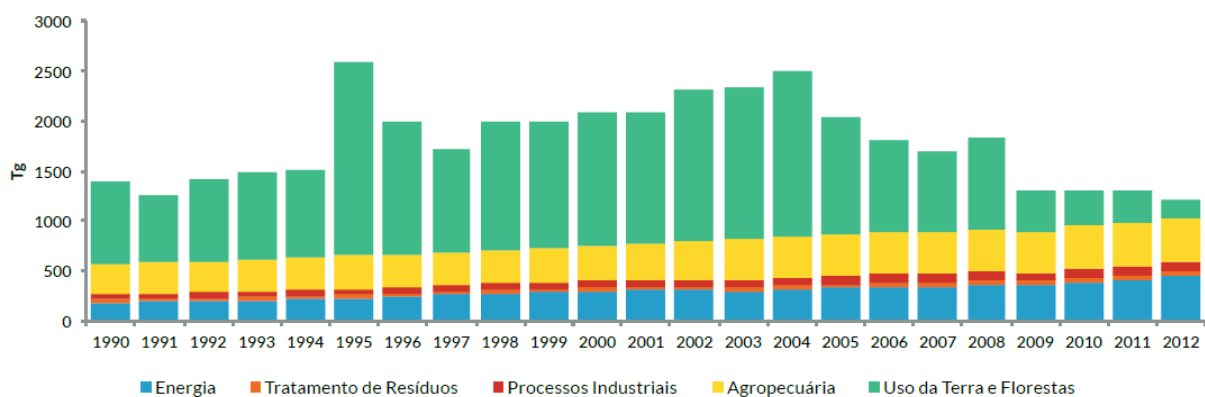


Gráfico 1 - Emissões de gases de efeito estufa no Brasil por setor, de 1990 a 2012
(Tg = milhões de toneladas) Fonte: (MCTI, 2014)

Com esses acontecimentos, a necessidade de se produzir informações para monitorar o meio ambiente começou a ganhar mais importância, sobretudo com o intuito de avaliar os impactos que a ação humana vinha causando. Desde então, mais de 30 Leis e Decretos Federais que de alguma forma implementam ou regulam políticas públicas sobre informação ambiental foram publicados no Brasil.

No artigo Infraestruturas de Dados Espaciais na Integração entre Ciência e Comunidades para Promover a Sustentabilidade Ambiental (DAVIS JR, C.; FONSECA, F.T. e CÂMARA, 2008, p. 01), os autores destacam que “[...] A criação de políticas ambientais requer um volume substancial de informação geográfica, desde dados científicos (em diversas áreas), até a visão e experiência da população local. Cientistas coletam dados, realizam análises, e geram informação útil, bem

como recomendações para os responsáveis pelas políticas públicas para o meio ambiente.”

Leis e políticas públicas sobre informações ambientais

A legislação que rege a produção e disponibilização de dados e informações ambientais é extensa, diversa e multidisciplinar. Nos próximos parágrafos, são apresentadas em ordem cronológica as principais Leis e Decretos que normatizam a produção e disponibilização dessas informações.

A primeira menção que merece destaque remete à Política Nacional do Meio Ambiente² (PNMA), instituída em 1981. A PNMA tem como um de seus objetivos a difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente para a divulgação de dados e informações ambientais objetivando a formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico. Para alcançar esse objetivo, essa mesma política cria três instrumentos importantes: o Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente (SINIMA) já citado acima, o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-AIDA).

Em 1990, com a regulamentação³ da PNMA, o Governo Federal demonstra pela primeira vez a necessidade de compartilhamento de informações entre os órgãos integrantes do SISNAMA, estabelecendo que o MMA coordene, por meio do SINIMA, esse intercâmbio de informações.

Em 1994, o Brasil ratifica duas importantes convenções internacionais: a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas⁴, por meio da qual se compromete a produzir e transmitir à Conferência das Partes (COP) informações para o Inventário Nacional de Emissões; e a Convenção sobre Diversidade Biológica⁵ (CDB), onde se compromete a manter e organizar um

² Lei federal N° 6.938 de 31 de agosto de 1981

³ Decreto federal N° 99.274 de 6 de junho de 1990

⁴ Decreto federal N° 2.652 de 1° de julho de 1998

⁵ Decreto legislativo N° 02 de 3 de fevereiro de 1994

sistema com dados derivados de atividades de identificação e monitoramento da biodiversidade.

Dois anos após a Rio 92, a criação do Programa Nacional da Diversidade Biológica⁶ institucionaliza a produção e disseminação de informações ambientais com foco na conservação e utilização sustentável da diversidade biológica.

Em 1997, a publicação da Política Nacional de Recursos Hídricos⁷ traz uma seção específica a respeito do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Nessa seção, fica estabelecido que um dos princípios básicos para o funcionamento do SNIRH consiste na descentralização da obtenção e produção de dados para garantir a coleta de informações.

Já no ano 2000, é sancionada a lei⁸ sobre prevenção e controle da poluição causada por lançamento de óleo nas águas jurisdicionais brasileiras. Essa lei determina que a Marinha e a Agência Nacional de Petróleo (ANP) façam levantamentos e encaminhem ao MMA dados sobre incidentes ocorridos em plataformas, portos ou dutos que tenham causado danos ambientais.

Ainda no ano 2000, é criado o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação⁹ (CNUC) com dados sobre espécies ameaçadas de extinção, situação fundiária, recursos hídricos, clima, solos e aspectos socioculturais e antropológicos de cada Unidade de Conservação das três esferas de governo.

Em 2001, é criado o Grupo de Trabalho Permanente para a Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico, denominado de Consórcio ZEE-Brasil¹⁰. A Comissão Coordenadora liderada pelo MMA tem como atribuição apoiar os estados na elaboração dos seus respectivos mapas de zoneamento ecológico-econômico, compatibilizando seus temas com aqueles utilizados pelo governo federal.

⁶ Decreto federal N° 1.354 de 29 de dezembro de 1994

⁷ Lei federal N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997

⁸ Lei federal N° 9.966 de 28 de abril de 2000

⁹ Lei federal N° 9.985 de 18 de julho de 2000

¹⁰ Decreto federal s/n de 28 de dezembro de 2001

Após a Rio+10¹¹, o Brasil estabelece um novo marco para o acesso às informações ambientais seguindo as práticas de transparência e “Governo Aberto”. Com a publicação da Lei da Informação Ambiental¹², os órgãos e entidades da Administração Pública integrantes do SISNAMA passam a ser obrigados a permitir o acesso público a todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda. Nesse sentido, Davis Jr, C.; Fonseca, F.T.; e Câmara (2008) destacam que:

O amplo acesso a esse tipo de informação é importante, não apenas para que as políticas possam ser formuladas com neutralidade e melhor embasamento, mas também para que as pessoas afetadas pelas políticas possam compreender as razões que orientam a ação governamental. Os cidadãos devem poder participar mais direta e ativamente desse processo, tomando conhecimento sobre fatos a respeito da região em que vivem, expressando suas opiniões, e contribuindo para encontrar soluções. Nesse cenário, é evidente que a informação, caso possa fluir com facilidade e chegar a todos os envolvidos, pode cumprir o papel de elo de ligação entre os envolvidos, com seus diversos perfis. (DAVIS JR, C.; FONSECA, F.T.; e CÂMARA, 2008, p. 01)

Em 2003, as taxas de desmatamento ultrapassam os 25 mil km² por ano e, nesse contexto, é criado o grupo de trabalho interministerial¹³ com o objetivo de propor medidas de redução dos índices de desmatamento na Amazônia Legal. No ano seguinte, esse grupo de trabalho apresenta o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)¹⁴, que atribui ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a tarefa de desenvolver um sistema de detecção de desmatamento em tempo real. Em maio de 2004, o INPE conclui sua tarefa e começa a produzir informações através do sistema DETER¹⁵. Com isso, o IBAMA passa a receber quase 400 novas detecções de desmatamento a cada mês, mais de 4500 polígonos com informação geoespacial por ano.

¹¹ Também conhecida como Earth Summit 2002, ocorreu em Joanesburgo, África do Sul, 10 anos após a Rio 92. Promovida pela ONU reuniu a cúpula mundial para discussões sobre desenvolvimento sustentável.

¹² Lei federal N° 10.650 de 16 de abril de 2003

¹³ Decreto federal s/n de 03 de julho de 2003

¹⁴ <http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-prevencao-do-desmatamento>

¹⁵ http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia_v2.pdf

Ainda em 2004, o MMA define as regras¹⁶ para identificação de áreas prioritárias para a conservação do meio ambiente, o que resulta num mapeamento¹⁷ para orientar a implementação de diversas políticas ambientais.

Em 2006, ocorre a descentralização da gestão florestal do governo federal para os governos estaduais. Nesse contexto, é criado o Serviço Florestal Brasileiro¹⁸, que tem entre suas atribuições manter integrado ao SINIMA os recém-criados Sistema Nacional de Informações Florestais e o Cadastro Nacional de Florestas Públicas.

No ano de 2007, ocorre a publicação de três regulamentos importantes sobre a temática “informação ambiental”: i) a Lei¹⁹ que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e cria o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNIS; ii) o Decreto²⁰ que regulamenta a descentralização da gestão florestal e determina que o SFB mantenha um banco de dados com imagens de satélite de todo o território nacional, e iii) o Decreto²¹ que cria a lista de municípios prioritários para o controle do desmatamento onde imóveis rurais neles contidos poderão ser objeto de atualização cadastral georreferenciada junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA para prevenir a ocorrência de novos desmatamentos.

Em 2008, é criada a lista pública de embargos²² e o IBAMA passa a divulgar na internet um mapa atualizado em tempo real com os dados dos imóveis rurais que sofreram sanção por desmatamento ilegal²³.

Ainda em 2008, é criada a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE²⁴ com o objetivo de promover o ordenamento na geração, no armazenamento,

¹⁶ Decreto federal N° 5.902 de 21 de maio de 2004

¹⁷ http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/maparea.pdf

¹⁸ Lei federal N° 11.284 de 2 de março de 2006

¹⁹ Lei federal N° 11.445 de 5 de janeiro de 2007

²⁰ Decreto federal N° 6.063 de 20 de março de 2007

²¹ Decreto federal N° 6.321 de 21 de dezembro de 2007

²² http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/

²³ Decreto federal N° 6.514 de 22 de julho de 2008

²⁴ Decreto federal N° 6.666 de 27 de novembro de 2008

no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal.

A Política Nacional de Mudanças Climáticas²⁵ publicada em 2009 estabelece como uma de suas diretrizes a disseminação de informações sobre mudança do clima. Outra diretriz dessa política consiste em promover cooperação internacional para difundir tecnologias e processos para a implementação de ações de mitigação e adaptação, incluindo observações sistemáticas e o intercâmbio de informações.

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir) é criado em 2010, quando da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos²⁶, que estabelece como dois de seus instrumentos o SINIMA e o SNIS.

No biênio 2010/2011, a vegetação do Cerrado está sendo destruída num ritmo maior que na Amazônia. Na Amazônia Legal o PRODES registrou uma taxa de 6.418 km² entre agosto de 2010 e julho de 2011 contra 7.247 km² no Cerrado, sendo que a área ocupada pelo bioma Amazônia é duas vezes maior do que a área ocupada pelo bioma Cerrado. Para conter essa destruição, é criado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado²⁷ (PPCERRADO). Neste plano, INPE e IBAMA devem desenvolver e implementar um sistema de monitoramento em tempo real, que produza informações para orientar as equipes de fiscalização em campo.

A regulamentação²⁸ do Plano Nacional de Mudanças Climáticas em dezembro de 2010 define um prazo para a elaboração dos Planos Setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas e determina que sejam definidos indicadores para o monitoramento e avaliação de sua efetividade. Concomitantemente, o Decreto²⁹ que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos traz um capítulo completo detalhando o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR. Essa regulamentação cria um verdadeiro desafio

²⁵ Lei federal N° 12.187 de 29 de dezembro de 2009

²⁶ Lei federal N° 12.305 de 02 de agosto de 2010

²⁷ Decreto federal s/n de 15 de setembro de 2010

²⁸ Decreto federal N° 7.390 de 9 de dezembro de 2010

²⁹ Decreto federal N° 7.404 de 23 de dezembro de 2010

computacional ao prever a integração entre os diversos sistemas de informação pré-existentes quais sejam: SINIMA, SINIR, CTF-APP, CTF-AIDA, SNIS e SNIRH.

Ante o sucesso do programa Brasil sem Miséria, é regulamentado em 2011 o Programa de Apoio à Conservação Ambiental conhecido como Bolsa Verde³⁰. Nesse programa, famílias que residem em áreas de uso comunitário como Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas Federais, Reservas de Desenvolvimento Sustentável etc. têm direito a receber recursos financeiros no valor de trezentos reais (R\$ 300) a cada três meses caso atendam aos critérios do Bolsa Família e o diagnóstico ambiental aponte que a floresta nativa existente nessas unidades territoriais esteja sendo conservada. A produção desses diagnósticos ambientais passa a ser feita através da análise de imagens de satélite associadas a outras informações geoespaciais.

Em setembro de 2011, o Governo Brasileiro é protagonista juntamente com outros sete países (África do Sul, Estados Unidos, Filipinas, Indonésia, México, Noruega e Reino Unido) do lançamento da “Parceria para Governo Aberto” (OGP do inglês *Open Government Partnership*). Juntamente com essa iniciativa, é publicada a Lei de Acesso à Informação – LAI³¹, facilitando o acesso para o cidadão às informações disponíveis em qualquer entidade pública ou privada que tenha recebido recursos públicos.

Em 2012, após ampla discussão no Congresso Nacional, o Código Florestal passa por uma revisão que culmina com a publicação do Novo Código Florestal³². O novo texto traz a criação do Cadastro Ambiental Rural, uma verdadeira revolução na produção de informações ambientais no Brasil e talvez um dos sistemas de maior importância para a política de mudanças climáticas no mundo. Ainda no Novo Código Florestal, são criadas diretrizes para o sistema de controle da origem da madeira.

Com a descoberta do Pré-sal e, sobretudo, com o acidente envolvendo a empresa petrolífera Chevron na Bacia de Campos em 2011, o governo brasileiro

³⁰ Decreto federal N° 7.572 de 28 de setembro de 2011

³¹ Lei federal N° 12.527 de 18 de novembro de 2011

³² Lei federal N° 12.651 de 25 de maio de 2012

institui o Plano Nacional de Contingência³³ (PNC) para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional. Criado por lei em 2013, este plano prevê o desenvolvimento do Sistema de Informações Sobre Incidentes de Poluição por Óleo – Sisnóleo e o Sistema de Comando de Incidentes.

Tendo assinado a Convenção sobre Diversidade Biológica na Rio 92, o Brasil cria em 2015 o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético³⁴ (Cgen) com a competência de definir os critérios do banco de dados para o registro de informação sobre patrimônio genético e conhecimento tradicional associado.

Antevendo o consenso em torno dos mecanismos de REDD+³⁵ na Conferência das Partes (COP) sobre o Clima em Paris, em novembro de 2015, é criada a Comissão Nacional para REDD+³⁶. Essa comissão tem a missão de desenvolver e implementar o sistema nacional de informação de salvaguardas para REDD+ além de disponibilizar informações para divulgação dos resultados de REDD+ e respectivos pagamentos.

Atendendo à terceira fase do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), em maio de 2016, o INPE lança um novo sistema de detecção chamado de DETER-B, que utiliza imagens de melhor resolução e conseqüentemente é capaz de detectar desmatamentos menores do que 25 hectares. Com o primeiro sistema (DETER-A) eram gerados aproximadamente 4500 polígonos de detecção por ano. Porém, como o objetivo do novo sistema (DETER-B) é alertar os órgãos de fiscalização ambiental sobre os processos iniciais de desmatamento, ele passa a enviar em média mais de 4500 polígonos de detecção por mês, o que obrigou o IBAMA a criar um índice de priorização dos polígonos uma vez que a capacidade de recursos humanos e materiais não permitiria a vistoria de todos eles.

³³ Decreto federal N° 8.127 de 22 de outubro de 2013

³⁴ Lei federal N° 13.123 de 20 de maio de 2015

³⁵ Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal.

³⁶ Decreto federal N° 8.576 de 26 de novembro de 2015

Ainda em maio de 2016, foi publicado Decreto³⁷ criando o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais. Trata-se de uma ferramenta de gestão pública que integrará, em um banco de dados espaciais, o fluxo de dados jurídicos produzidos pelos serviços de registros públicos de imóveis, ao fluxo de dados fiscais, cadastrais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais produzidos pelas três esferas de governo.

Nos parágrafos acima foram citadas mais de 30 Leis ou Decretos publicados nos últimos 35 anos que, de alguma forma, abordam a produção ou disponibilização de informações ambientais. É notória a importância crescente que temas relacionados ao meio ambiente têm ganhado principalmente após a Rio 92. Segundo Batistella, Carvalho, e Piorozzi Jr. (2008), o tema Meio Ambiente e Recursos Naturais foi o assunto mais abordado entre 55 temas em trabalhos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) relacionados à Geoinformação em edições dos principais eventos (GeoBrasil e GISBrasil) sobre essa temática no Brasil entre 1994 e 2004. Nesse mesmo artigo os autores afirmam que o mercado de Geoinformação no Brasil apresentou um crescimento de 16% só em 2004, muito acima do PIB para aquele ano.

Avanços na tecnologia permitiram a migração dos mapas, que antes eram feitos em papel, para os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que são suportados por plataformas computacionais e permitem que dados geoespaciais de vários tipos e temas possam estar interoperáveis e integrados em qualquer escala ou região. No entanto, os arranjos institucionais, as políticas, a legislação e a cultura de gestão de informação espacial não avançaram na mesma velocidade que essas tecnologias (WARNEST, 2005). Essa pode ser apontada como a primeira deficiência subjetiva que afeta indiretamente o funcionamento do SINIMA.

³⁷ Decreto federal N° 8.764 de 10 de maio de 2016

Diagnóstico dos sistemas de informações ambientais

Com o surgimento da internet e a posterior proliferação dos sistemas de informação na web, a necessidade de integrar diferentes sistemas passou a ter um papel preponderante para o cumprimento da missão institucional de grande parte das instituições, sejam elas públicas ou privadas. Com o objetivo de avaliar o nível de maturidade da integração dos sistemas de uma instituição, foi criada a norma ISO/IEC 16680:2012 que estabelece sete níveis de maturidade que vão crescendo segundo as seguintes denominações: 1) silo; 2) integrado; 3) componentizado; 4) serviços; 5) composição de serviços; 6) serviços virtualizados e 7) serviços dinamicamente configuráveis. Uma definição simplificada para cada um desses níveis foi herdada do artigo de SILVA, RODRIGUES e SILVA (2015) disponível no anexo. No entanto, implementar o SINIMA depende não apenas de um processo de integração de sistemas mas, para além disso, de um processo de articulação interinstitucional.

Vale destacar que a Lei federal nº 10.650, de abril de 2003, obrigou os órgãos da Administração Pública integrantes do SISNAMA a disponibilizarem todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda. Assim sendo, neste estudo não foram levados em conta os dados internos aos órgãos, mas tão somente aqueles que estão disponíveis publicamente na rede mundial de computadores. Com isso, para cada sistema de informação analisado, buscou-se responder as seguintes questões: Quais dados estão disponíveis? Em que formato os dados são disponibilizados? São disponibilizados por algum tipo de serviço (web service)? Qual o nível de integração segundo a norma ISO/IEC 16680:2012? Há metadados associados aos dados? A respeito dessa última pergunta, é importante frisar o papel central que os metadados desempenham para a integração e uso dos dados. Ademais, a norma ISO/IEC 16680:2012 utiliza como um de seus indicadores a existência de metadados e sua forma de geração para classificar o nível de integração dos sistemas de uma instituição.

Buscando respostas aos questionamentos elencados acima foram analisados os seguintes sistemas:

1. Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA
2. Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras – CTF-APP
3. Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental - AIDA
4. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH
5. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC
6. Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBr
7. Portal da Biodiversidade – PortalBIO
8. Detecção de alterações na cobertura vegetal da Amazônia Legal - DACVAML
 - a. Taxas anuais de desmatamento – PRODES
 - b. Detecção de desmatamento em tempo real – DETER
 - c. Degradação florestal anual – DEGRAD
 - d. Uso e cobertura da terra bianual – TERRACLASS
9. Sistema Nacional de Informações Florestais - SNIF
10. Cadastro Nacional de Florestas Públicas - CNFB
11. Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN - SIMRPPN
12. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNIS
13. Lista Pública de Embargos e Autuações Ambientais - LPEAA
14. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR
15. Relatórios Bolsa Verde
16. Documento de Origem Florestal - DOF
17. Sistema Nacional para o Cadastro Ambiental Rural - SICAR
18. Sistema de Comunicação de Acidentes Ambientais – SIEMA

Seguindo a análise cronológica que se tem adotado neste texto, o primeiro sistema de informação avaliado foi o Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente (SINIMA). Esse sistema traz uma peculiaridade definida na Política de Informação do Ministério do Meio Ambiente³⁸. Ele não deve ser entendido apenas como um sistema computacional, mas sim como uma “plataforma conceitual”. Isso

³⁸ Portaria MMA N° 160, de 19 de maio de 2009.

significa que um simples pedido de vista a um processo administrativo físico é considerado um acesso ao SINIMA. No entanto, tal plataforma conceitual contempla também a integração e compartilhamento de informação entre os diversos órgãos no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Portanto, essa definição conceitual não exclui o efetivo desenvolvimento de uma plataforma computacional para realizar essa integração conforme descreve o artigo 18, inciso I.c, da mesma política:

Como base conceitual para a construção do SINIMA, deverão ser utilizados os padrões abertos preconizados pelo e-PING (Padrões de Interoperabilidade do Governo) com a adoção, principalmente, do padrão XML (eXtensible Markup Language) e web services, na certeza de que com eles é possível proceder à integração dos diversos sistemas que irão compor o SINIMA, independentemente da infraestrutura tecnológica de cada um deles (MMA, 2009, p. 57)

O SINIMA nasce, portanto para ser um “sistema de sistemas”, ou, dito de outra forma, uma infraestrutura interinstitucional de dados espaciais. Como veremos mais adiante, com a evolução tecnológica das ferramentas de geoinformação e o surgimento de normas e padrões nos últimos anos, sua efetiva implementação dependerá tão somente do fortalecimento do setor responsável por sua gestão. Atualmente, segundo o Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007, a gestão do SINIMA está sob a responsabilidade do Departamento de Coordenação do SISNAMA (DSIS), vinculado à Secretaria Executiva do MMA. No entanto, esse departamento carece de um quadro de recursos humanos e materiais adequados para cumprir com esta missão. Em virtude dessa escassez de recursos humanos, foi possível até o presente momento iniciar o trabalho de definição de indicadores conforme relatório³⁹ publicado em junho de 2011. No entanto, segundo informação disponível no sítio⁴⁰ web do SINIMA, estão previstas atividades em outros dois eixos de atuação:

Eixo 1 - Desenvolvimento de ferramentas de acesso à informação; e

Eixo 2 - Integração de bancos de dados e sistemas de informação.

³⁹ http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/plano_de_trabalho_gti_junho_de_2011_219.pdf

⁴⁰ <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima>

No âmbito do Eixo 1, o esforço realizado até o momento foi pela implantação de alguns portais⁴¹ utilizando *software* livre de código aberto como o WebGIS I3Geo⁴² e o catálogo de metadados Geonetwork⁴³. No entanto, como veremos mais adiante, esses portais representam apenas uma parte de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como deve ser o SINIMA.

Passando à análise dos demais sistemas, juntamente com a criação do SINIMA em 1981, a PNMA cria o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-AIDA). Recentemente, o IBAMA disponibilizou através do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (SISCOM) um painel⁴⁴ com estatísticas sobre o CTF-APP por meio do qual é possível realizar o download de dados tabulares. Já o CTF-AIDA disponibiliza publicamente uma consulta a pessoas físicas e jurídicas cadastradas. Apesar do CTF (APP e AIDA) não disponibilizarem os dados em um formato que permita sua fácil integração, em ambos os casos os dados estão armazenados em bancos de dados estruturados e contêm um par de coordenadas associado a cada registro, o que possibilitará sua incorporação ao SINIMA mediante a instalação de um gerador de *web service*.

O SNIRH mantido pela Agência Nacional de Águas (ANA) é um amplo sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos. Possui o banco de dados espaciais com a maior diversidade de camadas próprias dentre os órgãos vinculados ao MMA. Analisando a história da ANA, podemos citar dois fatores que contribuem para essa abundância de dados: i) oficialmente criado em 1997, vem sendo idealizado há mais de 18 anos e foi um dos primeiros sistemas de informações ambientais a ser objeto de uma legislação própria, e ii) a ANA é a única agência vinculada ao MMA que possui duas carreiras específicas para tratar do tema (Analista em Recursos Hídricos e Analista em Geoprocessamento). Do ponto de vista da integração com outros sistemas, o SNIRH

⁴¹ <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/geoprocessamento>

⁴² <https://softwarepublico.gov.br/social/i3geo>

⁴³ <http://geonetwork-opensource.org/>

⁴⁴ <http://siscom.ibama.gov.br/ctfapp/>

disponibiliza mais de 180 camadas via arquitetura REST⁴⁵, o que garante que o dado seja disponibilizado em diferentes formatos fornecendo uma conexão direta ao Banco de Dados de origem. Além da disponibilização dos dados, a ANA mantém também o catálogo de metadados preconizado pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), obedecendo aos padrões do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB, 2009) disponibilizado na INDE. Diante dessas implementações, pode-se afirmar que o SNIRH está pronto para ser integrado ao SINIMA.

O Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) é mantido pelo MMA e contém informações sobre as Unidades de Conservação (UCs) das três esferas de governo. Além dos dados tabulares, estão disponíveis também os dados geoespaciais através do Software Público I3Geo que permite conexão via serviço nos padrões da OGC⁴⁶, sendo, portanto, capaz de fazer parte de uma plataforma integrada. Assim como no caso do SNIRH, os metadados do CNUC estão disponíveis no catálogo de metadados da INDE⁴⁷. Paralelamente ao CNUC, mantido pelo MMA, o ICMBIO mantém um WebGIS⁴⁸ também baseado na mesma plataforma I3Geo com ferramentas mais intuitivas para a busca por UCs, neste caso apenas para UCs federais.

Em complementação ao CNUC, o ICMBIO criou o SIMRPPN com dados sobre as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, que são um dos sete tipos de unidade de conservação de uso sustentável. O ICMBIO disponibiliza os dados por meio dos serviços OGC através de um motor de serviços *GeoServer*⁴⁹ (servidor de código aberto para o compartilhamento de dados geoespaciais). Esse instituto mantém, como os demais sistemas vistos até agora, o catálogo de metadados desenvolvido com código aberto chamado Geonetwork⁵⁰.

⁴⁵ Transferência de Estado Representacional, do inglês REpresentational State Transfer (REST)

⁴⁶ Consórcio Geoespacial Aberto da sigla em inglês Open Geospatial Consortium

⁴⁷ <http://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/metadata.show?id=74726>

⁴⁸ <http://mapas.icmbio.gov.br/>

⁴⁹ <http://mapas.icmbio.gov.br/geoserver/>

⁵⁰ <http://mapas.icmbio.gov.br/geonetwork/>

O SIBBR, lançado em novembro de 2014 pelo MCTI, e o Portal da Biodiversidade, lançado um ano mais tarde pelo MMA, são dois sistemas criados para atender a diretriz de integração e disponibilização de informações sobre biodiversidade preconizada pela Convenção da Diversidade Biológica ratificada pelo Brasil em 1994. Segundo informação disponível no Portal da Biodiversidade⁵¹, os dois sistemas serão integrados em 2016. O Portal da Biodiversidade na verdade se trata de um “sistema de sistemas” que integra dez diferentes aplicações mantidas pelo ICMBIO. São elas: o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), o Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres (SNA), o Sistema Nacional de Gestão e Informação dos Quelônios Continentais (SISQUELÔNIOS), o Sistema para Avaliação do Estado de Conservação de Primatas e Xenartros Brasileiros (SAGU-Í), o Banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros (CENAP), o Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos (SIMMAM), o Sistema de Informação sobre Tartarugas Marinhas (SITAMAR), o Programa de Monitoramento da Biodiversidade em Unidades de Conservação Federais (Programa de Monitoramento), o Atlas de Registros de Aves Brasileiras (ARA) e o Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (REFLORA).

No Portal da Biodiversidade, é possível realizar o *download* dos dados geoespaciais em forma de planilha em que cada registro contém um par de coordenadas geográficas. Já o SIBBR disponibiliza uma interface para programação de aplicativos (API) que possibilita, ao sistema ser conectado por outras aplicações favorecendo a integração em uma plataforma única. Sobre a existência de metadados, tanto no Portal da Biodiversidade como no SIBBr ambos são disponibilizados no padrão internacional específico para dados sobre biodiversidade denominado Darwin Core⁵².

Os dados sobre detecções de alteração na cobertura vegetal na Amazônia Legal começaram a ser produzidos em 1988 de forma analógica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e assim foi feito até 2002. No ano seguinte,

⁵¹ <https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/portal/quemSomos> (acessado em 29/maio/2016)

⁵² <http://rs.tdwg.org/dwc/>

com a evolução dos sistemas de informação geoespacial, o INPE passa a adotar aplicações que auxiliam na automatização de todo processo. Atualmente, são disponibilizados dados sobre o desmatamento anual (PRODES), desmatamento em tempo real (DETER), degradação florestal anual (DEGRAD) e uso e cobertura da terra bianual (TERRACLASS). Esses quatro sistemas em conjunto tratam de detecções de alteração na cobertura vegetal na Amazônia Legal que doravante abreviaremos por DACVAML. Os dados geoespaciais desses quatro sistemas são disponibilizados para *download* no formato shapefile. Paralelamente aos dados sobre desmatamentos, o INPE disponibiliza dados sobre focos de calor para todo Brasil⁵³. Dados sobre áreas queimadas também estarão disponíveis através de outro sistema⁵⁴ ainda em desenvolvimento. Até a conclusão deste artigo não havia a disponibilização de metadados ou provedores de serviço.

O Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP) é atualizado anualmente e resulta do cruzamento das terras públicas com o levantamento da cobertura florestal existente. Em relação à qualidade do dado, o sítio do CNFP na internet alerta que pode haver inconsistência devido à diferença de projeção cartográfica ou à existência de sobreposições ainda sem solução. O Serviço Florestal Brasileiro (SFB) responsável pelo cadastro disponibiliza um sítio⁵⁵, com um conjunto de ferramentas de geoinformação, entre elas um servidor⁵⁶ que disponibiliza algumas camadas de informação usando arquitetura REST. No catálogo de metadados do MMA constam informações sobre o CNFP, porém estão desatualizadas.

O Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNIS, apesar de não estar sob a responsabilidade do MMA ou de um de seus órgãos vinculados, está sendo abordado neste artigo devido à sua relevância ambiental. Gerido pelo Ministério das Cidades o SNIS é dividido em dois componentes: resíduos sólidos (SNIS-RS) e água e esgotos (SNIS-AE). As informações do SNIS são coletadas anualmente e provêm de prestadores de serviços ou órgãos municipais encarregados da gestão dos serviços. O dado geoespacial disponível chega apenas

⁵³ <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>

⁵⁴ <http://sirc.dgi.inpe.br/area-queimada/>

⁵⁵ <http://geo.florestal.gov.br/>

⁵⁶ <http://geo.florestal.gov.br/arcgis/rest/services>

ao nível do município e, portanto as informações e indicadores servem apenas para a elaboração de mapas temáticos e/ou estatísticos. Não há metadados padronizados, mas são disponibilizados quatro glossários descrevendo mais de 600 indicadores e informações sobre resíduos sólidos, água e esgotos. Como os dados são atualizados apenas uma vez por ano, eles ainda não foram disponibilizados via serviço.

A lista pública de embargos mantida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) disponibiliza uma ferramenta por meio da qual é possível consultar dados tabulares ou navegar por dados geoespaciais das sanções de embargo ou interdição aplicadas pelo Instituto. As pessoas físicas ou jurídicas que constam na lista são impedidas de acessar financiamentos em bancos e a comercialização de produtos provenientes dessas áreas embargadas é passível de multa e apreensão. Além de ser possível realizar o *download* no formato shapefile, os dados são disponibilizados via serviço OGC através do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais - SISCOM⁵⁷. Há também o respectivo metadado⁵⁸ disponibilizado através de um catálogo Geonetwork.

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) disponibiliza uma série de informações, normas e orientações em sua página na internet, porém a coleta de dados sobre resíduos sólidos é realizada através do SNIS já apresentado acima. No entanto, dados básicos como a localização das áreas de tratamento ou descarte de resíduos sólidos não são coletados pelo SNIS. A localização dessas áreas está disponível no SINIR⁵⁹, porém elas são provenientes de um sistema colaborativo chamado Wikimapia, o que pode trazer inconsistências por não passar por nenhum processo de validação. Mapas temáticos mostrando estatísticas sobre alguns dados como, por exemplo, o tipo de destinação dos resíduos sólidos⁶⁰, podem ser acessados através do SINIR, porém, esses mapas também vêm de fontes externas, neste caso a Confederação Nacional de Municípios.

⁵⁷ <http://siscom.ibama.gov.br/geoserver/web/>

⁵⁸ <http://siscom.ibama.gov.br/geonetwork/srv/por/metadata.show?id=41265>

⁵⁹ <http://www.sinir.gov.br/web/guest/wikimapia-destinacao-de-residuos>

⁶⁰ <http://www.sinir.gov.br/web/guest/observatorio-de-lixoes>

No que diz respeito ao monitoramento ambiental, o programa de apoio à conservação ambiental (Bolsa Verde) necessita de dados atualizados periodicamente sobre a cobertura vegetal nas unidades territoriais beneficiárias. Nos relatórios que atualmente estão disponíveis na internet, são disponibilizadas tabelas nas quais o recorte espacial de maior escala pode ser um município, uma unidade de conservação ou um assentamento. Neste caso, se torna difícil avaliar o impacto da política pública, principalmente em municípios muito extensos, como é o caso de Altamira, que tem mais de 150 mil km² de área. Até a conclusão deste artigo não havia a disponibilização de metadados ou provedores de serviço.

Instituído pela Portaria MMA nº 253, de 18 de agosto de 2006, o sistema para controle da origem dos produtos florestais, conhecido simplesmente como DOF (Documento de Origem Florestal), passará a fazer parte do Sistema Nacional de Controle da Origem de Produtos Florestais (SINAFLOR). O Novo Código Florestal sancionado em 2012 atribui ao IBAMA a tarefa de integrar todos os estados da federação por meio do SINAFLOR. Atualmente, está acessível publicamente pelo sítio do IBAMA apenas um serviço⁶¹ de confirmação da autenticidade dos DOFs emitidos. A disponibilização pública de um mapa com as serrarias e respectivos pátios de armazenamento traria uma grande contribuição para controlar a instalação de unidades de processamento de madeira ilegais.

Um dos mais importantes sistemas de informações ambientais criados nos últimos dez anos, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) já recebeu a inscrição de mais de 90% da área total das propriedades rurais do Brasil. No entanto, como o prazo para inscrição dos proprietários rurais expirou no dia 05 de maio de 2016 e a inscrição foi prorrogada⁶² até 31 de dezembro de 2017, ainda não estão disponíveis publicamente informações individualizadas que possam ser utilizadas em alguma análise. Entretanto, os dados coletados por esse sistema serão de suma importância para a formulação de políticas públicas em diferentes setores como redução de emissões de gases do efeito estufa, previsão de safras, recursos hídricos, biodiversidade, regularização fundiária, reforma agrária, entre outros.

⁶¹ https://servicos.ibama.gov.br/ctf/consulta_dof.php

⁶² Lei Federal Nº 13.295, de 14 de junho de 2016.

O Sistema de Comunicação de Acidentes Ambientais (SIEMA) disponibiliza na internet um webgis por meio do qual podem ser cadastrados e visualizados os dados detalhados sobre a ocorrência e a localização dos acidentes ambientais. Outras camadas de interesse como recifes, refinarias, dutos etc. também podem ser visualizadas no mesmo webgis. No entanto, não é possível realizar o *download* dos dados e metadados não estão disponíveis.

A respeito dos dados estáticos como o zoneamento ecológico econômico e as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, apesar de fazerem parte de políticas importantes, por não se tratarem de sistemas, mas sim de camadas de informação, não foram analisados no âmbito deste artigo. Da mesma forma, os sistemas que foram criados há pouco tempo e ainda não foram implementados também não foram analisados.

Tabela 1- Deficiências, integração e metadados dos sistemas de informação.

SIGLA	Deficiência/qualidade afetada	Nível de integração	Meta dado	Instituição
SINIMA	Não implantado/relevância	Não há	não	MMA
CTF-APP	Sem dados espaciais/acessibilidade	Componentizado	não	MMA/IBAMA
CTF-AIDA	Sem dados espaciais/acessibilidade	Componentizado	não	MMA/IBAMA
SNIRH	Ausência de alguns metadados/completude	Serviços	sim	MMA/ANA
CNUC	Sistema instável/acessibilidade	Serviços	sim	MMA
SiBBr		Serviços	sim	MCTI
PortalBio		n/d*	sim	MMA/ICMBIO
DACVAML	Falhas topológicas/acurácia	Silo	não	MCTI/INPE
CNFP	Falhas topológicas/acurácia, Serviço incompleto/completude	Serviços	sim	MMA/SFB
SNIF	Não implantado/relevância	Não há	não	MMA/SFB
SIMRPPN		Serviços	sim	MMA/ICMBIO
SNIS	Dado geoespacial é o município/pertinência, periodicidade anual/oportunidade	n/d*	não	Ministério das Cidades
LPEAA	Dados incompletos/completude	Serviços	sim	MMA/IBAMA
SINIR	Coletânea de outros sistemas/relevância	Não há	não	MMA
Bolsa Verde	Dado geoespacial em alguns casos é o município/pertinência	n/d*	não	MMA
DOF	Não há dados públicos disponíveis/relevância	Componentizado	não	MMA/IBAMA
SICAR	Não há dados públicos disponíveis/relevância	n/d*	não	MMA/SFB
SIEMA	Dados apenas para visualização web/acessibilidade	Componentizado	não	MMA/IBAMA

*Não foi possível obter a informação

Na Tabela 1, é apresentado um resumo dos sistemas analisados e a deficiência principal de cada um no que diz respeito às limitações para sua integração ao SINIMA. Os sistemas foram classificados analisando-se o ciclo de vida da informação e a qualidade dos dados e metadados detalhados anteriormente na discussão teórica deste artigo.

Ao analisar cada um dos sistemas, foram identificadas deficiências nas dimensões de qualidade, principalmente no que diz respeito à acessibilidade, acurácia, completude, oportunidade, pertinência e relevância.

Tabela 2 - Problemas usuais no manejo de informação geoespacial

QUESTÕES	ORIGEM
Heterogeneidade	Mídias diversas
	Formatos diferentes
	Cartográfica: Escalas Projeções Simbologia Temática
Referência temporal	Diferentes datas de elaboração
Complexidade	Representação de elementos com diversas geometrias
Múltipla procedência	Variedade de produtores
	Finalidades distintas
	Precisões diversas
	Métodos diferentes
Documentação	Legenda (não completa)
	Não adoção de padrões de metadados

Fonte: (LÓPEZ apud CONCAR, 2010, p. 25)

As tabelas 2 e 3 foram retiradas do plano de ação para implementação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (COMITÊ DE PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS, 2010). Nelas, são elencados problemas comumente identificados na produção, uso e manejo de informações geoespaciais que, neste contexto, podem ser considerados problemas em potencial. Ter ciência desses problemas traz luz à solução ideal para integração dos sistemas de informação ambiental ao SINIMA.

Não é o objetivo deste artigo esmiuçar os problemas encontrados em cada sistema, mas sim esboçar um panorama geral que justifique a não implementação do SINIMA até o presente momento e, com isso, apontar na direção de sua efetiva implementação.

Tabela 3 - Processos geradores de erros na produção/uso de dados geoespaciais

PROCESSO	MOTIVO
Modelagem conceitual	Inadequação do modelo de dados
Levantamento/aquisição de dados	Erros no trabalho de campo
	Erros nas fontes de informação utilizadas
	Inexatidão da digitalização
	Inexatidão dos elementos geográficos
Armazenamento	Precisão numérica e espacial inadequada
	Erros de processamento
Manipulação/tratamento	Erros de superposição
	Intervalos de classes inadequados
	Propagação de erros
Representação cartográfica	Erros de transformação de coordenadas
	Inexatidão de escala
	Inexatidão do dispositivo de saída
	Deformações do suporte de reprodução
Utilização	Entendimento incorreto
	Uso inapropriado

Fonte: (ARONOFF apud CONCAR, 2010, p. 25)

Proposta de arquitetura organizacional para implementação do SINIMA

Quando o SINIMA foi criado em 1981, a disponibilidade de ferramentas computacionais estava muito aquém do que existe nos tempos atuais. A internet não fazia parte do cotidiano da sociedade e os computadores tinham um custo extremamente elevado com baixas capacidades de armazenamento e processamento. Uma das primeiras iniciativas de monitoramento ambiental que se tem notícia foi o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) que teve início em 1988 e era baseado em imagens de satélite impressas. Em virtude das limitações computacionais da época só era possível fornecer os dados para toda Amazônia Legal uma vez por ano. Com a Lei de Moore⁶³ se confirmando a cada ano, a sociedade atual alcançou patamares em que os custos de armazenamento e processamento já não são um fator limitante. Conforme metodologia publicada por Porto Ferreira et al. (2015), entre agosto de 2014 e agosto de 2015, o IBAMA produziu dados de forma experimental sobre o

⁶³ Profecia de Gordon E. Moore na qual o número de transistores dos chips teria um aumento de 100%, pelo mesmo custo, a cada período de 18 meses.

desmatamento na Amazônia utilizando os mesmos sensores utilizados no PRODES, porém a cada 16 dias. A periodicidade somente não foi diária por uma limitação intrínseca à capacidade de revisita do satélite Landsat. Isso mostra que, o volume de dados e a capacidade de processamento já não são um problema tecnológico nos dias atuais. A partir de agosto de 2016 o INPE implementará o DETER C, que produzirá dados de toda Amazônia Legal a cada 16 dias utilizando imagens do satélite Landsat.

No entanto, a tecnologia é apenas um dos cinco componentes necessários para a implantação de uma infraestrutura de dados espaciais (IDE) (WARNEST, 2005).

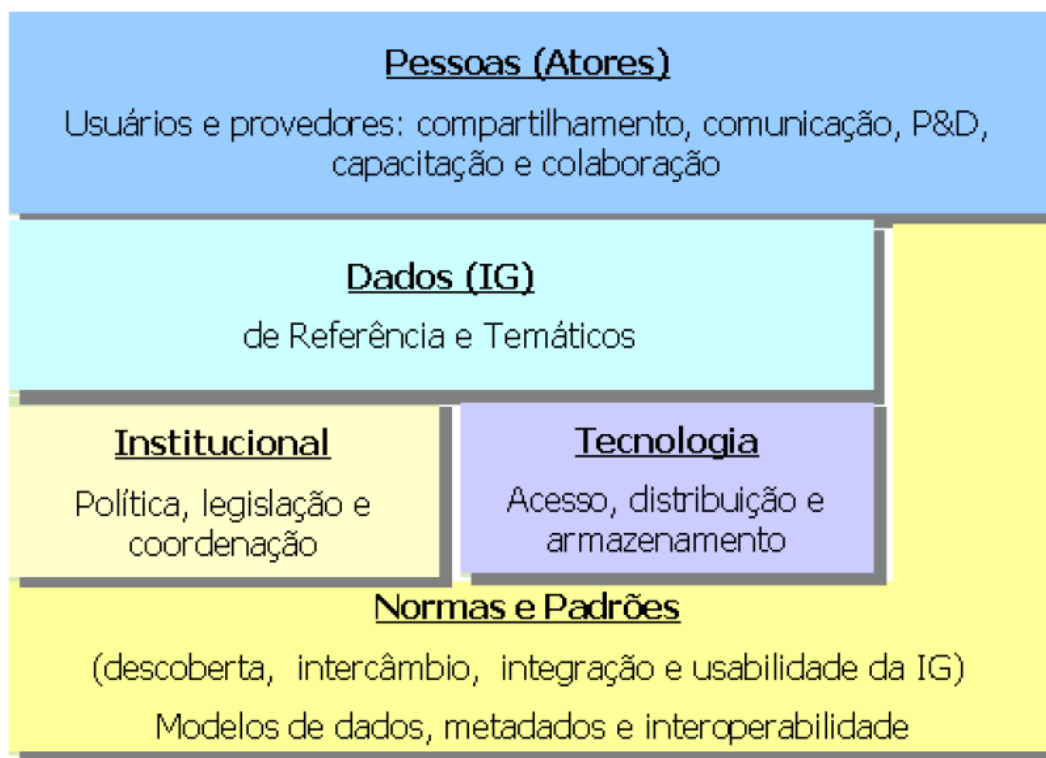


Figura 2 - Componentes de uma IDE (Adaptado de Warnest apud CONCAR 2010, p. 16)

Conforme demonstrado na Figura 2, uma IDE é formada por pessoas, dados, tecnologia, normas/padrões e o componente institucional. O componente que compreende os provedores (Pessoas) do SINIMA atualmente encontra-se disperso nas diversas instituições que produzem dados e informações ambientais. O componente dos usuários (Pessoas) abrange uma gama que se estende desde o cidadão comum até a alta administração governamental, passando pela iniciativa

privada. Os dados e a tecnologia são os componentes mais palpáveis da IDE e dependem das pessoas, normas e padrões. O componente institucional tem o papel de concatenar todos os demais criando a amalgama da IDE e será em cima dele que discorreremos de forma mais detalhada a seguir.

No Plano de ação da INDE, o termo Infraestrutura de Dados Espaciais é usado frequentemente para denotar um conjunto básico de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso a dados espaciais (COLEMAN; MCLAUGHLIN, 1997; GSDI, 2000; PCGIAP, 1995 apud CONCAR, 2010, p. 14). O componente institucional trata da administração, coordenação e formulação de políticas de uma IDE, além disso, ele depende de parcerias bem sucedidas e da boa comunicação entre as agências abrangendo as diversas jurisdições (WARNEST, 2005).

A gestão do SINIMA está atualmente sob a responsabilidade da Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental (SAIC) do MMA, com apoio do Departamento de Coordenação do SISNAMA (DSIS). No entanto, além da gestão do SINIMA, esse departamento deve apoiar a SAIC em outras atribuições definidas pelo inciso I, artigo 32, do decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007. Do total de sete ações de apoio à SAIC sob a responsabilidade do DSIS, cinco (alíneas a, b, c, d, e) são voltadas para o campo da articulação interinstitucional e as outras duas são: f) fazer a gestão do SINIMA e g) promover o desenvolvimento de estatísticas ambientais e indicadores de desenvolvimento sustentável. Considerando que o DSIS tem uma equipe extremamente reduzida, todo seu esforço acaba sendo drenado para as atividades de articulação institucional que, como vimos, são justificadas e necessárias, mas relega a um segundo plano a gestão do SINIMA.

Diante desse cenário, foi elaborada uma proposta de arquitetura organizacional estruturada nos três eixos definidos pelo Grupo de Trabalho sobre Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável do MMA, apresentados no 1º Relatório Parcial de Acompanhamento (GT INDICADORES-CTI-MMA, 2011). A representação desses três eixos numa arquitetura organizacional propõe a base institucional, mostrada na figura 2, para a implementação do SINIMA e a condução das atividades relacionadas ao Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros, conforme a Portaria MMA nº 365/2015. Portanto, esses três eixos podem

ser vistos neste contexto como as estruturas funcionais da arquitetura organizacional.

Eixo 1 - Desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas de acesso à informação;

Eixo 2 - Integração de bancos de dados e sistemas de informação;

Eixo 3 – Análise para produção de informação e conhecimento ambientais.

Porém, uma estrutura centrada apenas no caráter funcional pode estar deficiente se não forem analisados os fluxos de processos. A estrutura das organizações manteve-se basicamente a mesma durante várias décadas ao longo do século XX. Ainda assim, estruturas hierarquizadas com funções bem definidas e divididas em áreas são encontradas hoje em dia na maior parte das organizações, sobretudo nas organizações governamentais. No entanto, buscando maior eficiência, melhor adaptação à mudança, melhor integração de seus esforços e maior capacidade de aprendizado, as instituições, sejam elas públicas ou privadas, estão procurando se organizar por processos (GONÇALVES, 2000). “A organização orientada por processos está surgindo como a forma organizacional dominante para o século XXI”. J. E. L. Gonçalves define processo como:

“[...] qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um input, adiciona valor a ele e fornece o output a um cliente específico. Mais formalmente, um processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Os inputs podem ser materiais, equipamentos e outros bens tangíveis, mas também podem ser informações e conhecimento.” (GONÇALVES, 2000, p 19)

Identificar o processo como sendo a maneira típica de realizar o trabalho é importante para definir a forma básica de organização das pessoas e dos demais recursos da instituição (Dreyfuss apud J. E. L. Gonçalves, 2000).

Nesse sentido, para identificação dos processos básicos foram usados quatro subsídios principais: i) as discussões realizadas entre novembro de 2015 e maio de 2016, com representantes de diversos setores que trabalham diretamente ou tem interesse na produção de informações ambientais; ii) as atividades que esses setores desempenham na atualidade; iii) as leis e decretos existentes sobre dados e informações ambientais; iv) o diagnóstico dos sistemas de informação ambiental

existentes. Com isso foram identificados quatro processos essenciais e três processos auxiliares desejáveis na nova arquitetura organizacional:

1. Processos essenciais
 - a. Monitoramento de Indicadores;
 - b. Monitoramento de Empreendimentos;
 - c. Monitoramento de Impactos; e
 - d. Monitoramento Colaborativo.
2. Processos auxiliares
 - a. Pesquisa, desenvolvimento e inovação;
 - b. Tecnologia da informação; e
 - c. Gestão do conhecimento.

No entanto, a organização de uma instituição por processos pode ter a aparência de uma estrutura funcional, com áreas funcionais bem definidas, mas com processos operando efetivamente de forma ortogonal, ou seja, na horizontal (GONÇALVES, 2000). Assim sendo, nas discussões com os setores envolvidos, e com base no 1º Relatório Parcial de Acompanhamento do GT INDICADORES-CTI-MMA, (2011) foram identificadas também as funções essenciais necessárias. Neste contexto, as funções devem ser entendidas como competências específicas, ou, as etapas que agregam valor ao dado ou informação ambiental que transita ao longo de cada processo essencial.

Considerando os três eixos de acesso à informação, integração de bancos de dados e análise ambiental que nortearam a discussão e o histórico de atuação das áreas envolvidas, foram definidas as seguintes funções:

1. Gestão da Geoinformação (compreendendo banco de dados, desenvolvimento de software e interoperabilidade);
2. Análise Geoespacial (compreendendo sensoriamento remoto, estatísticas, auditoria, validação, projeções e cenários); e
3. Acesso à informação (interface sócio-estatal, painéis, dados e metadados);

A proposta apresentada trata-se, portanto, de uma estrutura matricial onde as funções são exercidas no eixo vertical e os processos no eixo horizontal conforme ilustrado na figura 3.

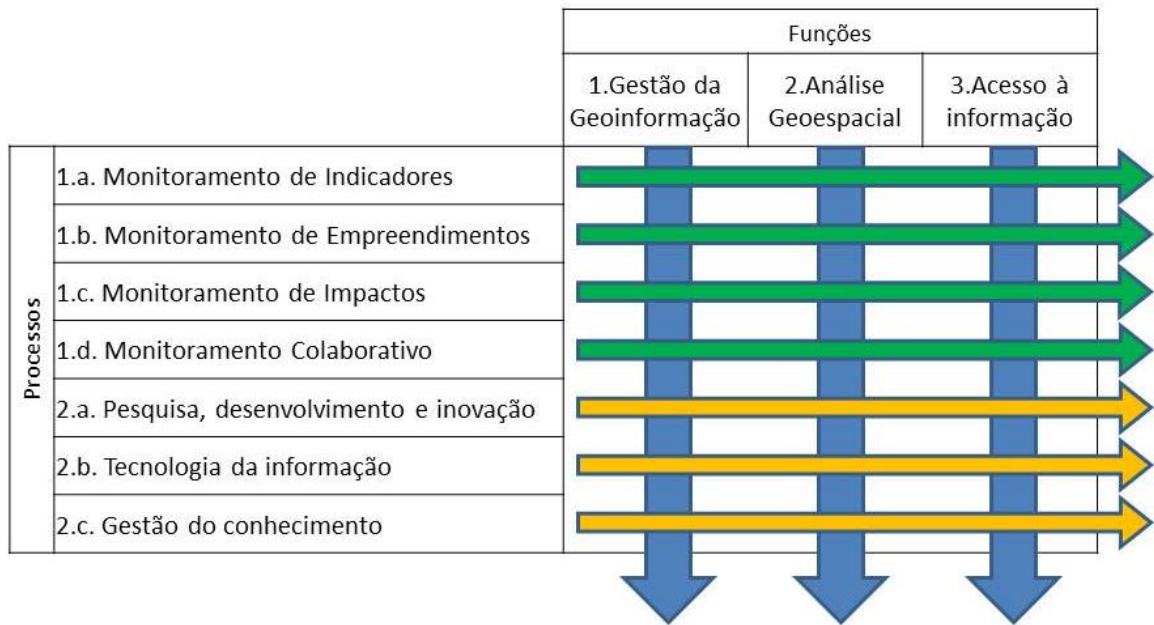


Figura 3 – Proposta de arquitetura organizacional matricial do novo Centro

Essa proposta matricial tem como características: i) um alto nível de horizontalização favorecendo o fluxo e a comunicação ao longo dos processos; ii) um baixo nível de hierarquização, com apenas três níveis hierárquicos, para que haja permeabilidade entre as áreas funcionais; iii) um baixo grau de centralização, distribuindo a tomada de decisão uma vez que os processos estejam bem definidos; iv) dispersão geográfica concentrada em Brasília, porém fazendo uso da capacidade de articulação do MMA para manter uma rede de fluxos de informações ambientais entre as instituições envolvidas; e v) um alto nível de detalhamento dos processos favorecendo, com isso, o controle de cada etapa e a autonomia das pessoas envolvidas.

Aprofundando um pouco mais no detalhamento de cada função, se vislumbra na área de gestão da geoinformação a área responsável em gerir os bancos de dados espaciais, atuando ao longo de todos os processos essenciais para garantir que o banco de dados siga os padrões necessários para favorecer a interoperabilidade entre os sistemas das diversas instituições conectadas. Essa mesma área atuaria no desenvolvimento de *software* e na manipulação de *Big Data*; trabalhando lado a lado com as áreas de análise geoespacial e acesso à informação.

A área de análise geoespacial teria como função primordial, produzir informação e conhecimento com base nos dados ambientais disponíveis agregando valor a esses. Buscando para isso, técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto, modelagem e projeção de cenários, geoestatística e outras formas de produção de conhecimento. Trabalhos de auditoria nos sistemas de informação e validação dos dados produzidos internamente ou provenientes de outras instituições poderiam ser realizados por essa área. Nos processos essenciais de monitoramento, essa área teria o papel de identificar as anomalias no comportamento das variáveis ambientais e emitindo alertas para subsidiar a tomada de decisão.

Por fim, a área de acesso à informação trabalharia para dar publicidade e transparência aos dados e metodologias utilizadas nas fases anteriores dos processos essenciais de monitoramento. A essa área caberia a importante tarefa de elaborar os metadados sobre as informações produzidas e garantir a plena integração entre os diversos sistemas. Para isso, se faria imprescindível acompanhar os processos desde o seu início sugerindo alterações e melhorias. A padronização e manutenção dos serviços de disponibilização de dados e metadados bem como a atualização e melhoria constante dos portais na internet ficaria a cargo desta área.

Entende-se por monitoramento de indicadores o acompanhamento das variáveis ambientais definidas pelo MMA no Painel Nacional de Indicadores Ambientais⁶⁴. Nesse caso, conforme definição do Grupo de Trabalho sobre Indicadores do MMA, eles foram organizados por temas, em analogia aos indicadores definidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) denominados de *Green Growth Indicators* (OECD, 2014). Os temas foram divididos em quatro subgrupos: Camada de Ozônio/Mudanças Climáticas; Biodiversidade e Florestas; Geração de Resíduos Sólidos; e Recursos Hídricos.

Para o monitoramento de empreendimentos, a lógica consistiria em realizar o acompanhamento sistemático de objetos cuja localização é conhecida como, por

⁶⁴ <http://www.mma.gov.br/pnia>

exemplo, propriedades rurais do Cadastro Ambiental Rural, planos de manejo florestal sustentável, empreendimentos licenciados ou em licenciamento, empreendimentos potencialmente poluidores cadastrados no CTF, entre outros.

Sobre o monitoramento de impactos ambientais, a diferença em relação ao monitoramento de empreendimentos consiste no fato de que não se conhece a localização do objeto a ser monitorado. Portanto, a lógica de monitoramento deveria empregar varreduras como as que são feitas para a detecção de desmatamentos, garimpos, queimadas, contaminação das águas continentais e oceânicas por poluição com óleo, poluição atmosférica ou outras emergências ambientais antrópicas e naturais.

Por fim, o monitoramento colaborativo empregaria técnicas de *crowdsourcing*⁶⁵ principalmente com o uso de dispositivos móveis como *tablets* ou *smartphones* para coleta e envio de informações sobre crimes ou acidentes ambientais, avistamento de espécies da fauna, registro de ocorrência de espécies da flora, entre outros. Esse tipo de monitoramento seria apoiado por um aplicativo móvel, possibilitando o envio de fotografias georreferenciadas e outros atributos definidos previamente.

Fazendo parte da estrutura do MMA, o novo centro contaria com os processos auxiliares que já estão implementados no ministério, tais como: gestão estratégica de pessoas, tecnologia da informação, orçamento e finanças, gestão do conhecimento, entre outros. Um dos processos auxiliares que deve receber uma atenção maior na estruturação do novo Centro é o de pesquisa, desenvolvimento e inovação em geotecnologias.

Tomando como modelo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), criado pelo Decreto nº 7.513, de 1º de julho de 2011, se propõe um organograma que permita a adoção de um modelo de gestão por processos com forte ligação horizontal entre as áreas funcionais. Neste sentido, na proposta para o novo Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento, sugere-se a existência de uma Direção Geral para desempenhar o papel administrativo e de interface institucional e três Coordenações-Gerais de

⁶⁵ Processo de obtenção de dados mediante a solicitação de contribuições de um grande grupo de pessoas.

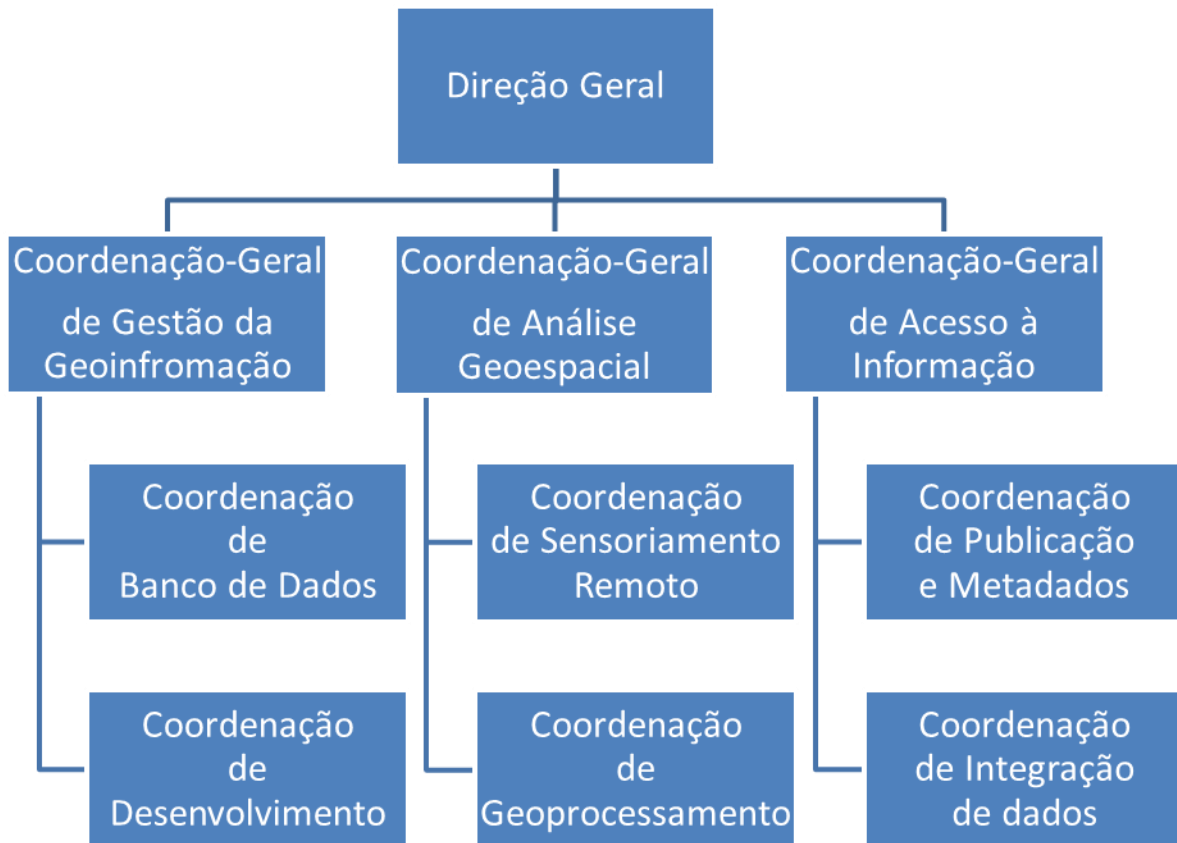


Figura 4 – Proposta de organograma do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento

caráter técnico para contemplar os três eixos estruturantes do SINIMA: Coordenação-Geral de Gestão da Geoinformação, Coordenação-Geral de Análise Geoespacial e Coordenação-Geral de Acesso à Informação. Para manter o caráter horizontal da arquitetura organizacional proposta e, ao mesmo tempo, contemplar as áreas funcionais necessárias para o cumprimento da missão de realizar o Monitoramento Ambiental de todo Brasil, idealizou-se o nível básico das funções abarcando as seguintes áreas de conhecimento: banco de dados, desenvolvimento de software, sensoriamento remoto, geoprocessamento, publicação e integração de dados e metadados.

Por fim sugere-se a criação da figura dos *process owners* responsáveis pelo bom andamento dos quatro processos essenciais. Dessa forma o organograma proposto demonstrado na figura 4 teria uma conformação matricial aliando as funções aos processos.

Conclusão

Neste estudo, buscou-se apresentar uma proposta de arquitetura organizacional para suportar a integração e sistematização de dados ambientais através da implementação do SINIMA. A arquitetura proposta buscou também as funções necessárias para a implementação do Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros. Para isso, apresentou-se um histórico das políticas, Leis e Decretos que nos últimos 35 anos normatizaram e definiram a criação de sistemas de informações e a produção de dados e informações ambientais em nível federal no Brasil. Com a análise dos sistemas estudados, percebeu-se que muitos deles cumprem com a missão específica para a qual foram criados, mas notou-se um vazio quando se busca um painel geral sobre o meio ambiente no País. Identificou-se a ausência de um sistema aglutinador que integre as informações ambientais produzidas no Brasil e que permita mostrar o estado da qualidade ambiental como um todo. Para isso, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) previu o SINIMA, que, apesar de ter sido criado em 1981, ainda não alcançou o nível desejado para um sistema que pretende reunir e disponibilizar todos os dados e informações ambientais de um país de dimensões continentais como o Brasil.

A tecnologia, sobretudo no setor geoespacial, evoluiu a largos passos nos últimos 35 anos permitindo que na atualidade uma IDE como o SINIMA seja implementada a um custo muito inferior se comparado com os valores praticados há décadas atrás. Verificou-se, portanto, que o fator limitante para a efetiva implementação do SINIMA tem sido a arquitetura organizacional inadequada e, em consequência disso, a escassez de recursos humanos no setor que é responsável por sua implementação.

A proposta de arquitetura organizacional apresentada traz o que há de mais atual na literatura sobre o tema, dando ênfase a um modelo de gestão orientado por processos. A criação do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento será um primeiro grande passo, porém não é garantia de sucesso para implementação do SINIMA. Um trabalho consistente e perene de articulação interinstitucional se fará imprescindível para garantir o fluxo adequado e permanente de dados para alimentar essa IDE. Além disso, será necessário realizar

o mapeamento detalhado dos processos, primar pelo aprimoramento de normas obsoletas e a criação de novas normas para padronização dos procedimentos.

Restam como desafios avaliar os dados internos (não públicos) de cada instituição com o intuito de transformar o SINIMA numa verdadeira plataforma de auxílio à decisão. Paralelamente a isso, um desafio ainda maior deve ser encarado: identificar os ordenamentos jurídicos estaduais e os dados e informações ambientais produzidos em cada unidade da federação vislumbrando sua futura integração.

Referências bibliográficas

- ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1989.
- BATISTELLA, M.; CARVALHO, G. R.; PIOROZZI JR., I. Análise e tendência para o mercado de geoinformação no Brasil. In: EDITORA SENAC (Ed.). **Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac, 2008. p. 283.
- BORGMAN, C. L. **Social aspects of digital libraries**. 1st ACM International Conference on Digital Libraries. **Anais...**Los Angeles, CA: ACM, 1996
- COMITÊ DE PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS, C. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Rio de Janeiro, RJ: CONCAR, 2010. Disponível em: <<http://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf>>.
- DALKIR, K. **Knowledge Management in Theory and Practice**. 2nd. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2011. v. 4
- DAVIS JR, C.; FONSECA, F.T.; CÂMARA, G. **Infraestruturas de Dados Espaciais na Integração entre Ciência e Comunidades para Promover a Sustentabilidade Ambiental**. I Workshop on Global Forest Information Systems: SDI for the Amazon. **Anais...**2008
- GONÇALVES, J. E. L. Processo , que processo? **RAE - Revista de Administração de Empresas**, p. 8–19, 2000.
- GONÇALVES, M. A. **Streams, Structures, Spaces, Scenarios, and Societies (5S): A Formal Digital Library Framework and Its Applications**. [s.l.] Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.
- GT INDICADORES-CTI-MMA. **1º Relatório Parcial de Acompanhamento do Grupo de Trabalho sobre Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: MMA, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/primeiro_relatrio_parcial_do_gtindicadores_publicado_em_junho_2011_link_1_219.pdf>.
- HOLDGATE, M. W.; WHITE, G. F. **Environmental issues. SCOPE report-10. 'Published on behalf of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) of the International Council of Scientific Unions (ICSU)**. London. New York.: ICSU, 1977. Disponível em: <http://dgc.stanford.edu/SCOPE/SCOPE_10/SCOPE_10.html>.
- LÓPEZ, F. J. A. **Calidad en la producción cartográfica**. Madrid: Ra-Ma Editorial, 2002.
- MACHADO, A. S. Como pesquisar na Internet: Guia de Métodos, Técnicas e Procedimentos Gerais. **Texto de apoio ao curso “Política, Internet e Sociabilidade” do curso de de Ciência Política, IFCH - Universidade de Campinas**, v. 1.02, p. 1–39, 2004.
- MCGEE, J.; PRUSAK, L. **Gerenciamento Estratégico da Informação: Aumente a Competitividade e a Eficiência de sua Empresa Utilizando a Informação como**

Ferramenta Estratégica. 21^a reimpr ed. Rio de Janeiro: Elsevier - Campus, 1994.

MCTI. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. Brasília, DF: MCTI, 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>.

MMA. Portaria N°160. **DOU N° 94**, v. Seção 1, 2009.

OECD. **Green Growth Indicators 2014**. Paris: OECD Publishing, 2014. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/environment/green-growth-indicators-2013_9789264202030-en>.

ONU. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment The United Nations Conference on the Human Environment**. Disponível em: <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.Print.asp?documentid=97&articleid=1503>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

ONU. Rio Declaration on Environment and Development. **Environmental Conservation**, v. 19, n. 04, p. 366, 24 dez. 1992.

PORTO FERREIRA, G. et al. **Deteção de alterações recentes na cobertura vegetal natural da Amazônia Legal por meio de imagens Landsat-8: proposta metodológica**. (D. F. M. Gherardi, L. E. O. e C. de Aragão, Eds.)XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...**João Pessoa, PB: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2015Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/marte2/2015/06.15.15.45.15>>

SILVA, L. P.; RODRIGUES, A. M.; SILVA, M. V. A. **Avaliando a Maturidade de Integração de Sistemas Utilizando a NBR ISO/IEC 16680:2012**. (USP, Ed.)12th International Conference on Information Systems & Technology Management - CONTECSI. **Anais...**São Paulo: 2015Disponível em: <<http://www.contecsi.fea.usp.br/envio/index.php/contecsi/12CONTECSI/paper/view/3139>>

WARNEST, M. **A Collaboration Model for National Spatial Data Infrastructure In Federated Countries**. [s.l.] University of Melbourne, 2005.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. 1^a Edição ed. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 2001.

Anexos

Tabela 4 - Legislação sobre informação ambiental

Ato	Nº	Data	Resumo	Sistema
Lei federal	6.938	31-ago-81	Política Nacional do Meio Ambiente	SINIMA; CTF-AIDA; CTF-APP.
Decreto federal	99.274	06-jun-90	Estabelece que a SecEx do MMA deverá coordenar, por meio do SINIMA, o intercâmbio de informações entre os órgãos integrantes do SISNAMA	
Decreto federal (revogado)	1.048	21-jan-94	Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática, da Administração Pública Federal - SISP	
Decreto Legislativo	2	03-fev-94	Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica	
Decreto federal (revogado)	1.354	29-dez-94	Institui o Programa Nacional da Diversidade Biológica	
Lei federal	9.433	08-jan-97	Sistema Nacional de Recursos Hídricos	SINIRH
Decreto federal	2.652	01-jul-98	Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima	
Lei federal	9.966	28-abr-00	Prevenção, controle e fiscalização de poluição causada por lançamento de óleo no mar	
Lei federal	9.985	18-jul-00	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC	CNUC
Decreto federal	s/n	28-dez-01	Dispõe sobre a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico	
Lei federal	10.650	16-abr-03	Acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos do SISNAMA.	
Decreto federal	4.703	21-mai-03	Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO	SIBBR; PortalBio
Decreto federal	s/n	03-jul-03	Institui grupo de trabalho interministerial para propor medidas de redução dos índices de desmatamento nos biomas brasileiros	DETER
Decreto federal	5.902	21-mai-04	Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação	
Lei federal	11.284	02-mar-06	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável	SNIF; CNFP
Decreto federal	5.746	05-abr-06	Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985 sobre RPPNs	SISRPPN
Lei federal	11.445	05-jan-07	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico	SNIS
Decreto federal	6.063	20-mar-07	Regulamenta a gestão de florestas públicas para a produção sustentável	
Decreto federal	6.321	21-dez-07	Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle de desmatamento no Bioma Amazônia	3D?
Decreto federal	6.514	22-jul-08	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente	LPEAI
Decreto federal	6.666	27-nov-08	Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE	INDE
Lei federal	12.187	29-dez-09	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima	
Lei federal	12.305	02-ago-10	Política Nacional de Resíduos Sólidos	SINIR

Ato	Nº	Data	Resumo	Sistema
Decreto Federal	s/n	15-set-10	Institui o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Bioma Cerrado	
Decreto federal	7.390	09-dez-10	Regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC	
Decreto federal	7.404	23-dez-10	Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos	
Decreto federal	7.572	28-set-11	Regulamenta o programa Bolsa Verde	Relatórios BV
Decreto federal	7.579	11-out-11	Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação - SISP, do Poder Executivo federal.	
Lei federal	12.527	18-nov-11	Lei de acesso à Informação	
Lei federal	12.651	25-mai-12	Novo Código Florestal	DOF
Decreto federal	7.830	17-out-12	Sistema de Cadastro Ambiental Rural	SICAR
Decreto federal	8.127	22-out-13	Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional	SISNOLEO; SIEMA
Resolução MMA	3	25-fev-15	Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal das áreas do Programa Bolsa Verde	
Lei federal	13.123	20-mai-15	Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade	
Decreto federal	8.576	26-nov-15	Institui a Comissão Nacional para REDD+	
Decreto federal	8.764	10-mai-16	Institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais	SINTER

3.1. NÍVEIS DE MATURIDADE segundo a NBR ISO/IEC 16680:2012

Cada um dos sete níveis de maturidade é descrito resumidamente a seguir:

3.1.1. NÍVEL 1: SILO

As peças individuais da organização desenvolvem seus próprios softwares de forma independente, sem integração de dados, processos, normas ou tecnologias. Isso limita severamente a capacidade da organização de implementar processos de negócios que exigem a cooperação entre as diferentes partes, e os sistemas de TI não podem ser integrados sem intervenção manual.

3.1.2. NÍVEL 2: INTEGRADO

Tecnologias têm sido postas em prática para se comunicar entre os silos e integrar os dados e as interconexões. A construção de um sistema de TI que integra em diferentes partes da organização se torna possível. No entanto, a integração não se estende a normas comuns em processos de dados ou de negócios. Portanto, para ligar dois sistemas, é necessário um conjunto possivelmente complexo de conversão de dados, operações e protocolos utilizados por estes sistemas. Cada tal conexão pode exigir código sob medida e adaptadores, levando a uma proliferação de softwares que é difícil de gerir. Portanto, não é fácil desenvolver ou automatizar novos processos de negócios.

3.1.3. NÍVEL 3: COMPONENTIZADO

Os sistemas de TI nos silos foram analisados e divididos em partes componentes, com um framework em que podem ser desenvolvidas em novas configurações e sistemas.

3.1.4. NÍVEL 4: SERVIÇOS

As aplicações compostas são construídas a partir de serviços fracamente acoplados. A maneira que os serviços podem ser invocados é baseada em padrões abertos. Serviços executados em uma infraestrutura de TI suportada por protocolos apropriados, mecanismos de segurança, transformação de dados e capacidades de gerenciamento de serviços. Os serviços podem, portanto, interagir em todas as partes da organização e até mesmo por meio de diferentes organizações dentro do

ecossistema, e são muitas vezes geridos através da atribuição de responsabilidades para a gestão de acordos de nível de serviço (SLA) para os segmentos da organização. A funcionalidade de negócios tem sido analisada em detalhe e é dividida em serviços que residem dentro de uma arquitetura de negócios que garante que os serviços irão interoperar no nível do negócio. Além disso, é possível definir os serviços através de uma linguagem de especificação - como WSDL ou Service Component Architecture (SCA) - que define claramente as operações realizadas pelo serviço, permitindo a construção de um catálogo de serviços. A combinação de TI e arquiteturas de serviços permite a construção de sistemas com base nestes serviços, que operam em frente as organizações no ecossistema. No entanto, nesta fase, a composição dos serviços e fluxo de controle dentro de um aplicativo composto ainda são definidos por desenvolvedores que escrevem código sob medida, ao invés de uma linguagem declarativa fluxo. Isso limita a agilidade do desenvolvimento de novos processos de negócios como serviços.

3.1.5. NÍVEL 5: COMPOSIÇÃO DE SERVIÇOS

Neste nível de maturidade serviço agora é possível construir um processo de negócio para um conjunto de interação de serviços, não apenas por desenvolvimento sob medida, mas com o uso de linguagens de modelagem e composição de processos, tais como BPEL. Serviços compostos incluem estático, processos e serviços baseados em atividade. Isso permite que o conjunto de serviços em processos de negócios compostos sejam preparados sem construção significativa de código. Assim, a concepção e desenvolvimento de serviços é ágil, e pode ser realizada por desenvolvedores sob a estrita orientação de analistas de negócios.

3.1.6. NÍVEL 6: SERVIÇOS VIRTUALIZADOS

O consumidor do serviço não aciona o serviço diretamente, mas por meio do acionamento de um serviço virtual. A infraestrutura é que se encarrega de todo o processo de conversão e acionamento do serviço real.

3.1.7. NÍVEL 7: SERVIÇOS DINAMICAMENTE CONFIGURÁVEIS

Antes desse nível, a montagem do processo era feita pela equipe de TI, desenvolvedores com apoio de analistas de negócio. Neste nível a montagem é realizada em tempo de execução por analistas de negócio em uma ferramenta apropriada.

Apêndice

Tabela 5 - Links para os sistemas analisados

#	Sistema / Instituição / link
1	Sistema Nacional de informação sobre meio ambiente – SINIMA – MMA http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima
2	Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras –CTF-APP-IBAMA http://www.ibama.gov.br/servicosonline/index.php/cadastro/atividades-potencialmente-poluidoras-e-utilizadoras-de-recursos-ambientais-ctfapp
3	Cadastro Téc. Federal de Ativ. e Instrumentos de Defesa Amb.-CTF-AIDA-IBAMA http://www.ibama.gov.br/servicosonline/ctf/publico/cons_defesa_ambiental.php
4	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH – ANA http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/
5	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC – MMA http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc
6	Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBr – MCTI http://www.sibbr.gov.br/
7	Portal da Biodiversidade – PortalBIO – ICMBIO https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/
8	Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – PRODES - INPE http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php
9	Sistema de detecção de desmatamento em tempo real – DETER – INPE http://www.obt.inpe.br/deter/
10	Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF – SFB http://www.florestal.gov.br/snif/
11	Cadastro Nacional de Florestas Públicas – CNFB – SFB http://www.florestal.gov.br/informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/cadastro-nacional-de-florestas-publicas
12	Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN – SIMRPPN – ICMBIO http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/
13	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNIS – Min. das Cidades http://www.snis.gov.br/
14	Lista Pública de Embargos e Autos de Infração – LPEAA – IBAMA http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/
15	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR – MMA http://sinir.gov.br/
16	Relatórios Bolsa Verde – MMA http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/bolsa-verde/item/9141
17	Documento de Origem Florestal – IBAMA http://www.ibama.gov.br/servicosonline/index.php/licencas/documento-de-origem-florestal-dof
18	Sistema Nacional para o Cadastro Ambiental Rural – SICAR – SFB http://www.car.gov.br
19	Sistema de Comunicação de Acidentes Ambientais – SIEMA – IBAMA http://siscom.ibama.gov.br/siema/

