

**A UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA COMO
SUPORTE AO GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS
TRANSFRONTEIRIÇAS - SIG GEOAMAZONAS**

Beser de Deus, Leandro Andrei¹
Santos, Camilla S. Motta dos
Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

Resumo

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem como aplicação essencial a realização de análises espaciais e têm possibilitado o desenvolvimento de métodos de análise e planejamento sobre o espaço geográfico. Desta forma, podem auxiliar no processo de tomada de decisão, subsidiando os planejadores do território em suas ações.

Este artigo aborda parte de um projeto maior, intitulado “Projeto de Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do rio Amazonas considerando a Variabilidade e Mudanças Climáticas”, que tem como objetivo fortalecer o marco institucional para planejar e executar, de maneira coordenada, as atividades de proteção e gerenciamento sustentável do solo e dos recursos hídricos na bacia do rio Amazonas, em face aos impactos decorrentes das mudanças climáticas verificados na Bacia.

O objetivo do presente trabalho é analisar o processo de construção e implementação do SIG GeoAmazonas, como um dos instrumentos de Gerenciamento da Bacia, assim como sua contribuição na compatibilização de diferentes fontes de dados, em toda área da bacia, e identificação de conflitos de uso dos recursos hídricos e situações de vulnerabilidade.

Palavras chave – Sistema de Informações Geográficas, Amazônia, Bacias transfronteiriças.

¹ E-mail: camillasms@gmail.com

1. Introdução

Mudanças regionais e globais têm provocado alterações no clima e na hidrologia da Região Amazônica. Tal processo vem se intensificando com transformações no uso do solo, que levaram a conversão de mais de 600.000 km² de florestas tropicais em pastagens e culturas agrícolas ou cultivos perenes como a soja.

Conseqüentemente, o regime de vazão fluvial deste sistema, significativamente pressionado pela ação antrópica, está sujeito à variabilidade inter-anual e de longo prazo na precipitação tropical, o que resulta grandes variações no escoamento superficial e em outras etapas do ciclo hidrológico na bacia Amazônica, tais como a evaporação e precipitação local, que influenciam fortemente na disponibilidade hídrica regional (MARENGO & NOBRE, 2001; FREITAS, 2005).

A constatação de tais processos evidencia a importância de esforços no sentido de identificar os impactos no ciclo hidrológico e na disponibilidade hídrica da Bacia Amazônica, assim como suas conseqüências diretas e indiretas. A título de exemplificação dos possíveis impactos decorrentes das alterações regionais nos recursos hídricos pode-se destacar: Degelo dos Andes; Variação do Nível do Mar na Bacia Amazônica; Influência da Temperatura na Superfície do Mar (TSM) no Regime de Chuvas da América do Sul e Amazônia.

Dentro desse contexto, insere-se o presente trabalho. Este artigo é parte de um projeto maior intitulado “Projeto de Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do rio Amazonas considerando a Variabilidade e Mudanças Climáticas” – Projeto GEF Amazonas² executado pelo IVIG (Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais).

Este Projeto tinha como objetivo fortalecer o marco institucional para planejar e executar, de uma maneira coordenada, as atividades de proteção e gerenciamento sustentável do solo e dos recursos hídricos na bacia do rio Amazonas em face dos impactos decorrentes das mudanças climáticas verificados na Bacia. O Projeto buscou

² O projeto contou com o apoio do GEF (Fundo para o Meio Ambiente Mundial), OTCA (Organização do Tratado de Cooperação Amazônica), PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e OEA (Organização dos Estados Americanos – Departamento de Desenvolvimento Sustentável).

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

desenvolver uma visão consensual de desenvolvimento sustentável da região baseado na proteção e no gerenciamento integrado dos recursos hídricos transfronteiriços e na adaptação a mudanças climáticas utilizando como suporte os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

O objetivo deste trabalho é propor e discutir etapas de construção e implementação de um sistema de informação geográfica para atuar como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças, especificamente, à bacia do rio Amazonas. Atualmente, o sistema está em fase de disseminação e atualização, com detalhamento de escala de análise com intuito de apoiar o Projeto³ AMAZON_COOP_H2O.

Dentre as principais justificativas para necessidade de construção de um SIG para gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças, podem ser citadas: A possibilidade de realização de diagnósticos de toda área estudada a partir dos dados disponibilizados para a bacia; O fornecimento de insumos que possibilite a capacitação para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos através da ampla utilização e disponibilização de dados e informações geográficas, de forma compatibilizada e sistematizada.

Sendo assim, foi organizado um Sistema de Informação Geográfico Básico das Águas da Bacia Amazônica, denominado SIG GeoAmazonas, na escala 1:5.000.000, cujo conteúdo de 1,7 *Giga Bytes* de informação georreferenciada, com o potencial de dar suporte para melhor compreensão de fenômenos regionais de uso do solo e gestão das águas e suas relações com as sub-bacias hidrográficas da região.

³ Projeto proposto pela COPPE/UFRJ que se insere no âmbito do PROSUL (Programa de Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia / CNPq / MCT). Dentro dos objetivos gerais do Projeto de apoiar financeiramente o projeto científico e tecnológico relativo à cooperação e integração internacional entre os países Amazônicos, insere-se a estruturação de um Sistema de Informações para a Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços das Bacias da região do MAP – Madre de Dios no Peru, Acre no Brasil e Pando na Bolívia e Rio Madeira (Bolívia e Brasil).

2. SIG no gerenciamento de recursos hídricos e suas aplicabilidades

O gerenciamento dos recursos hídricos faz parte da agenda estratégica do governo brasileiro e possui múltiplos vieses de atuação e conflitos. Frente ao desafio de gerir os recursos hídricos de forma economicamente viável e ecologicamente sustentável, propõe-se a criação de Sistemas de Suporte a Tomada de Decisões – SSTD, para subsidiar ações governamentais e intergovernamentais no âmbito das bacias hidrográficas. Para tal objetivo a tecnologia SIG (Sistemas de Informação Geográfica) se coloca uma ferramenta estratégica e operacional de fundamental importância (FREITAS et al., 2007).

Os SIGs têm como funcionalidade essencial a possibilidade de realização de análises espaciais e têm possibilitado o desenvolvimento de métodos de análise, planejamento e decisão sobre o espaço geográfico (Figura 01). Desta forma, podem auxiliar na tomada de decisão, subsidiando os planejadores do território em suas ações.

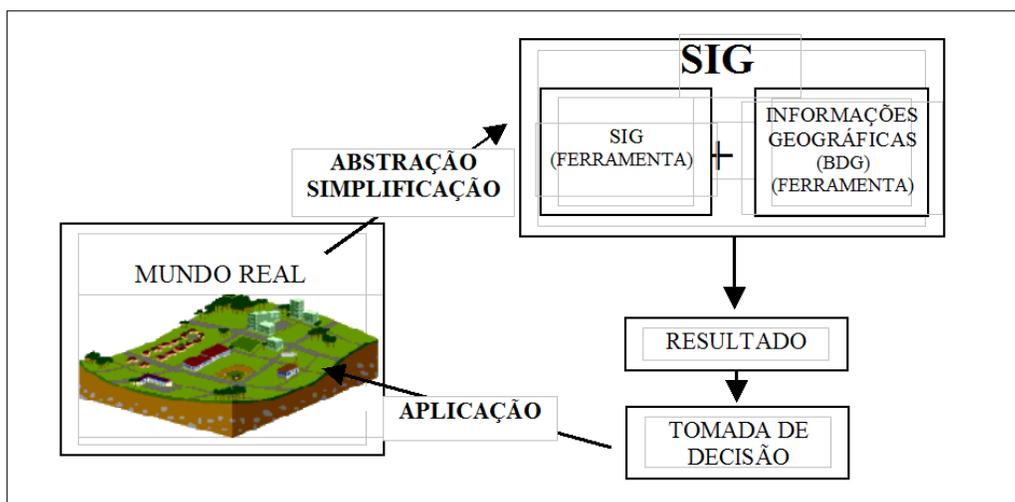


Figura 01 - Esquema de um Modelo Conceitual de Análise (Adaptado de BERNHARDSEN , 1999 *apud* FERNANDES, 2004)

Deve-se ressaltar que ao se representar a realidade em ambiente computacional, verifica-se a existência de um processo de abstração que será idêntico a todos os casos, independentemente da aplicação final a que destina um dado sistema. Um modelo é uma

simplificação da realidade. Um modelo conceitual é uma maneira de representar a realidade a ser implementada em um sistema de informação automatizado, o qual é independente dos detalhes de implementação. Segundo BESER DE DEUS (2005), as decisões de qual dado coletar, onde, como e quando são os principais elementos da modelagem de dados e elas são tomadas muito antes da construção do banco de dados iniciar.

A tecnologia SIG integra operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados, com possibilidade de seleção, busca de informações e análise estatística, aliadas à possibilidade de visualização e análise espacial/espaco-temporal na forma de mapas temáticos estáticos ou dinâmicos.

Em termos práticos, significa a possibilidade de representar espacialmente e estabelecer relações entre dados de diversas naturezas tais como: séries históricas hidrológicas e meteorológicas, mapas de uso do solo, cobertura vegetal, ictiofauna, condições infraestruturais hidráulicas e de transporte, ocupação urbana, dados socioeconômicos e populacionais, características da flora e fauna existente na bacia, além de dados normativos e institucionais, locais, regionais, nacionais ou internacionais. Tais relações possibilitam a caracterização socioambiental de uma região, o apontamento das potencialidades e vulnerabilidades de bacias hidrográficas, explorando diferentes aspectos como tipologias de uso do solo e marcos legais, definindo estratégias de gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos e ambientais (Figura 02).

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de



Figura 02 - Monitoramento Ambiental: Construção da Ponte sobre o Rio Juruá e Questões Socioambientais Relacionadas (por BESER DE DEUS, 2010).

3. A bacia hidrográfica transfronteiriça do Rio Amazonas

A bacia do rio Amazonas é a maior bacia hidrográfica do mundo; sua área cobre uma superfície de 6.100.000 km². Sua área de drenagem abrange parte dos territórios do Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Venezuela e Suriname (OTCA). A Bacia Amazônica tem uma enorme importância na dinâmica climática e no ciclo hidrológico do planeta. A bacia representa aproximadamente 16% do estoque de água superficial doce e conseqüentemente, uma importante contribuição no regime de chuvas e evapotranspiração da América do Sul e do mundo. É também uma das mais úmidas regiões da Terra, com pluviosidade média variando de 2.300 a 2.460 mm.ano⁻¹ (FISCH et al., 2006; MOLINIER et al., 1996 *apud* FREITAS, 2007).

Os rios que drenam a bacia hidrográfica Amazônica podem ser hierarquizados e agrupados em sub-bacias aplicando-se a metodologia de Otto Pfafstetter - adotada oficialmente no Brasil para definir a divisão hidrográfica nacional e também pela a *United States Geological Survey* (USGS) para produzir o mapa global de bacias

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

hidrográficas - de forma a distinguir seus principais rios e influência do relevo em cada país da OTCA.

A Figura 03 apresenta a divisão hidrográfica da bacia do rio Amazonas e suas sub-bacias, de níveis 1 e 2 respectivamente, segundo os critérios de Otto Pfafstetter. As principais Sub-bacias da bacia hidrográfica Amazônica são as do rio Solimões, Madeira, Negro, Xingu e Tapajós (FREITAS, 2007).

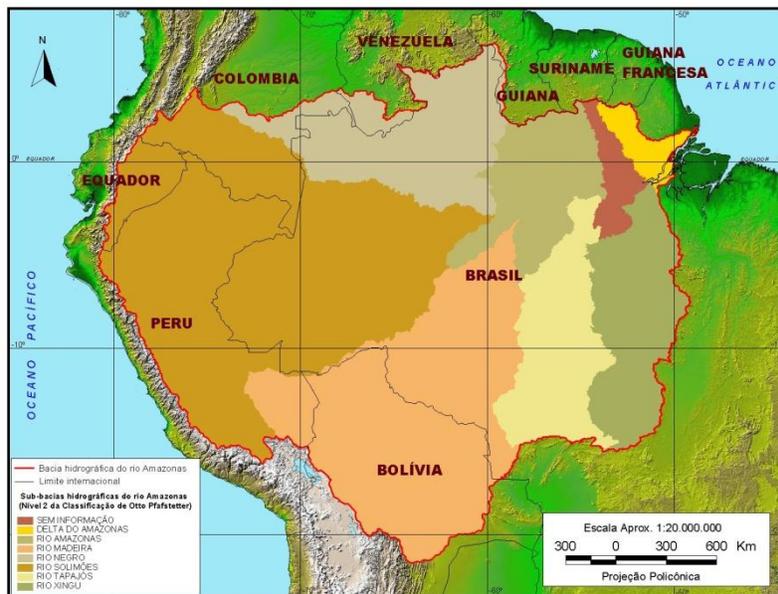


Figura 03 - Bacias Hidrográficas Nível 2 com Relevo (GEOAMAZONAS).

Especificamente sobre o que chamamos de Região Amazônica, utilizando como referência a América do Sul, algumas considerações precisam ser feitas. Deve-se ressaltar que dentro desse contexto, alguns conceitos e pensamentos precisam ser discutidos conforme sugere CORRÊA (2002), já que a utilização do termo região não se faz de modo harmônico: ele é muito complexo. Sobre essa região, pode-se dizer que há algumas dificuldades de identificação dos seus limites, principalmente porque há vários critérios para sua concepção, inclusive variando de país para país que recorrem a diferentes critérios para definir as suas regiões ‘amazônicas’ (Figuras 04 e 05).

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de



Figura 04 - A delimitação proposta – Amazônia *sensu lato* (em vermelho) – compreendendo uma sub-região Amazônia *sensu stricto* (em linhas pontilhadas) e quatro sub-regiões periféricas, Andes, Planalto, Guiana e Gurupí (EVA & HUBER, 2005).

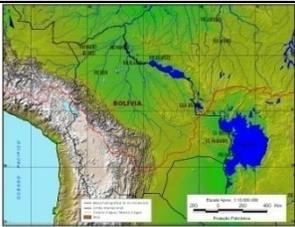
Figura 05 - A região OTCA, segundo a definição das entidades nacionais (ARAGÓN 2005 & GUTIÉRREZ et al, 2004 *apud* EVA & HUBER, 2005). Note-se que a Guiana Francesa não é membro.

De acordo com EVA & HUBER (2005) esta situação, embora em nível nacional não suscite problemas, em nível regional pode criar dificuldades na integração de dados e estatísticas, seja em conteúdo ou dimensão espacial. Desta forma, estudos sobre a regionalização da Amazônia também deverão ser realizados.

O quadro a seguir (Quadro 01) apresenta dados e informações dos países considerados no SIG GeoAmazonas. Portanto, as consultas no SIG podem ser realizadas pelo recorte da bacia ou por país (foram elaboradas representações em diferentes temas para cada país considerado).

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

País	Detalhamento	Mapa ⁴ (GEOAMAZONAS)
Bolívia	A Bolívia tem uma superfície de drenagem da bacia Amazônica 733.000 km ² , 12% da área total da bacia, o que representa 66,5% do território Boliviano. Suas principais bacias são as do rio Beni e do rio Mamoré.	
Brasil	O Brasil apresenta uma área de drenagem da bacia Amazônica 3.850.560 km ² , o que equivale à cerca de 63% da área total da bacia, o que representa 45% do território Brasileiro. Suas principais bacias são as do rio Solimões, Madeira, Negro, Xingu e Tapajós.	
Colômbia	A Colômbia apresenta uma área de drenagem da bacia Amazônica 348.384 km ² , o que equivale à cerca de 5,6% da área total da bacia, o que representa 30,5% do território Colombiano. Suas principais bacias são as do rio Putumayo, Apaporis, Caquetá e Negro.	
Equador	O Equador tem uma superfície de drenagem da bacia Amazônica 146.688 km ² , o que equivale à cerca de 2,43% da área total da bacia, o que representa 54,5% do território Equatoriano. Suas principais bacias são as do rio Napo, Putumayo, Corrientes, Tigre, Pastaza e Morona.	
Guiana	A Guiana apresenta uma área de drenagem da bacia Amazônica 12.224 km ² , o que equivale à cerca de 0,2% da área total da bacia, o que representa 6% do território guianense. Suas principais bacias são as do rio Mau ou Ireng, Tacatu e Sariwaw.	
Peru	O Peru tem uma superfície de drenagem da bacia Amazônica 997.920 km ² , 16,3% da área total da bacia, o que representa 76,9% do território Peruano. Suas principais bacias são as do rio Marañon e Ucayali.	

⁴ Deve-se ressaltar que algumas ampliações realizadas para representação dos mapas por país produziram, conseqüentemente, ampliações do erro gráfico associado.

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

País	Detalhamento	Mapa (GEOAMAZONAS)
Suriname	O Suriname apresenta uma área de drenagem da bacia Amazônica indeterminada, sendo objetivo do Projeto GEF Amazonas defini-la, o que poderá equivaler à cerca de 0,05 a 0,1% da área total da bacia, o que poderá representar cerca 1 a 2 % do território do país. Suas principais bacias são voltadas para a vertente Atlântica Norte como as do rio Tapanahony e Litani, os rios da pequena vertente Amazônica ainda deverão ser definidos.	
Venezuela	A Venezuela apresenta uma área de drenagem da bacia Amazônica 42.784 km ² , o que equivale à cerca de 0,7% da área total da bacia, o que representa 4,7% do território Venezuelano. Suas principais bacias são as do rio Negro.	

Quadro 01 – Países OTCA da Bacia Amazônica: Detalhamentos e Mapas

4. Etapas de construção do sistema

O Sistema de Informação Geográfico Básico das Águas da Bacia Amazônica na escala 1:5.000.000 foi intitulado como GeoAmazonas (Sistema de Informação Geográfica da Bacia Hidrográfica do rio Amazonas). As versões iniciais (versão Beta em dezembro de 2006 e entregue em sua versão final em fevereiro de 2007) foram construídas e atualizadas a partir do *software* de SIG ArcView 3.2a.

Atualmente, existe uma versão 2010 reconstruída e atualizada no *software* de SIG ArcGIS 9.3. Por último, cumpre ressaltar o apoio logístico e computacional na produção do GeoAmazonas do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O SIG GeoAmazonas, foi construído a partir das seguintes etapas:

- 1: Levantamento Bibliográfico e Cartográfico;
- 2: Modelagem Conceitual de Dados;
- 3: Aquisição de Dados e Elaboração dos Metadados;

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

- 4: Pesquisa de Campo;
- 5: Construção e Integração Espacial dos Dados (Implementação);
 - 5.1: Tratamento dos Dados Gráficos e Tabulares;
 - 5.2: Testes e Avaliação dos Erros;
- 6: Interface com o Usuário: Produção e Avaliação;
- 7: Armazenamento, Consultas e Análises.

A etapa 1 (Levantamento Bibliográfico e Cartográfico) envolveu atividades necessárias ao desenvolvimento do produto proposto que consideraram um amplo levantamento de fontes de dados e informações, incluindo bases gráficas e tabulares. A seguir, algumas instituições consultadas e/ou visitadas: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrologia (SENAMHI); Agência Nacional de Águas/Ministério do Meio Ambiente (ANA/MMA); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); Guyana Water Authority / Hydraulic Research Division (GWA/HRD); Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA); Ministry of Public Works / Hydraulic Research Division (MPW/HRD); Dirección General de Cuencas Hidrográficas / Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (DGCH/MARN); Gerência do Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Acre; Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); Centro de Tecnologia Mineral (CETEM); CT-HIDRO - Fundo Setorial de Recursos Hídricos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Fundação Nacional do Índio (FUNAI); Global Land Cover 2000 Project (GLC, 2006) - Mapa de Uso da Terra da América do Sul; Grupo Retis (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Projeto RADAM / IBGE; Sistema de Proteção da Amazônia; Sistema de Vigilância da Amazônia; The Smithsonian Atlas of Amazon (GOULDING et al., 2003); Atlas mondial du développement durable (SACQUET, 2002); Universidade Federal do Acre (UFAC).

A etapa 2 (Modelagem Conceitual de Dados) foi elaborada com base no levantamento bibliográfico e cartográfico e considerou os temas e os recortes espaciais delimitados nos objetivos previamente estabelecidos para o Sistema de Informações Geográficas GeoAmazonas. Em seguida, foi necessário representar a estrutura das

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

informações no sistema, ou seja, os tipos de dados e seus inter-relacionamentos, conforme exemplo a seguir (Figura 06).

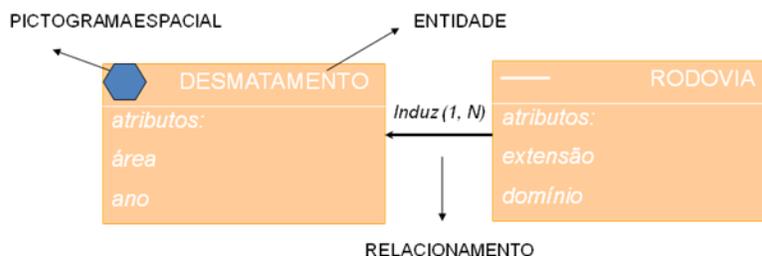


Figura 06 – Exemplo de Modelo Entidade-Relacionamento

Ainda sobre a etapa 2, pode-se dizer que a construção do SIG *GeoAmazonas* foi permeada por duas abordagens fundamentais: uma voltada para o mapeamento da parte antrópica e outra direcionada a de recursos naturais. A integração das duas abordagens, num ambiente de SIG, pode resultar, por exemplo, numa análise de vulnerabilidade integrada, representando a coexistência ou sobreposição espacial entre a ação antrópica e áreas inundáveis; ou aldeias indígenas e desmatamento. Após a criação dos subsistemas, foram definidas as entidades de cada grupo e seus principais relacionamentos. Os resultados desse processo estão representados, de maneira resumida, no diagrama conceitual apresentado a seguir (Figura 07).

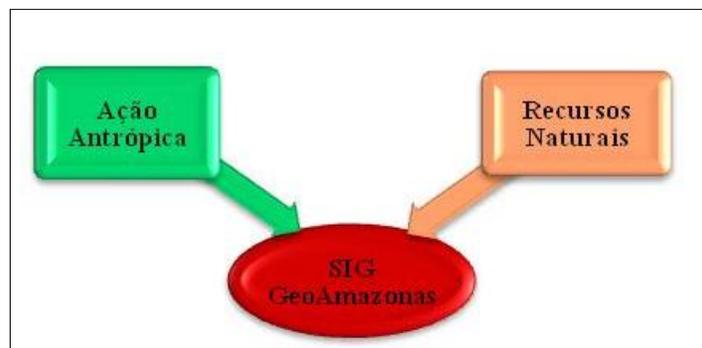


Figura 07 - Esquema Conceitual do SIG GeoAmazonas

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

Após a construção do modelo conceitual, iniciou-se a etapa 3 (Aquisição de Dados e Elaboração dos Metadados) de aquisição dos dados dos subsistemas que fazem parte do SIG GeoAmazonas, e que foram relacionadas, seguindo a essência do modelo conceitual proposto. Contudo, a Etapa 3 considerou variados dados cartográficos (bases cartográficas digitais, imageamento orbital de média resolução espacial, etc.).

Desta forma, o sistema apresenta camadas de informações nos seguintes temas: i. Ação Antrópica – alterações fundamentais no uso do solo da Região Amazônica, com destaque para o ocorrido na parte brasileira; ii. Áreas Inundáveis; iii. Bacias Hidrográficas; iv. Principais Cidades Sedes; v. Faixa de Fronteira; vi. Hidrografia; vii. Limites Geográficos; viii. Oceano; ix. Relevo; x. Terras Indígenas; xi. Uso da Terra; xii. Vegetação; xiii. Rodovias / Vias de transporte; xiv. Energia; xv. Mineração; xvi. Água: Abastecimento/Esgoto.

Durante a etapa 3, também foram elaborados os metadados, que estão agrupados de acordo com os sub-sistemas criados (Figura 08). Os produtos destas atividades subsidiaram a definição do escopo do GeoAmazonas, assim como permitiram a definição de formas de representação adequadas para integrar as bases de dados levantadas.

Camada de informação	Atributos	Aplicação/Justificativa	Fonte	Referência Temporal	Data	Alcance Espacial	Escala de Origem	Formato	Atualização
Áreas sujeitas à inundação	Localização e área	Identificação dos terrenos sujeitos a inundação e mais vulneráveis às mudanças de uso do solo e climáticas	IBGE / Embrapa / Retis-UFRJ	-	-	América do Sul	-	Linha / Polígono	Não
Bacias hidrográficas - Ditto Pfafstetter	Localização, área e nomes das bacias e sub-bacias	Hierarquização e delimitação das bacias do Tocantins-Araguaia	ANA	2007	01/11/2007	América do Sul	1:1.000.000	Polígono	Não

Figura 08 – Metadados do SIG GeoAmazonas

A etapa 4 (Pesquisa de Campo) refere-se à pesquisa de campo realizada em área ou áreas de relevante interesse na Região Amazônica com o intuito de coletar e adquirir dados e informações disponíveis, como também verificar se a base de dados está condizente com a realidade local. Esta etapa foi realizada ao longo da construção do SIG

e, posteriormente, na fase de atualização. Os seguintes países amazônicos visitados até o momento estão disponíveis a seguir: Bolívia, Brasil, Guiana, Peru e Venezuela.

A etapa 5 (Construção e Integração Espacial dos Dados - Implementação) foi dividida em duas sub-etapas: A primeira refere-se ao Tratamento dos Dados Gráficos e Tabular que buscou implementar a compilação dos dados/informações levantados para permitir a realização de análises espaciais integradas e mapas temáticos. A segunda refere-se aos Testes e Avaliação dos Erros que buscou avaliar o SIG, suas bases e resultados gerados com a realidade local encontrada “*in loco*”.

A etapa 6 (Interface com o Usuário: Produção e Avaliação) refere-se à preocupação com a interação do usuário com o sistema. A forma de acesso ao sistema será em ambiente SIG onde o usuário poderá se comunicar com o sistema, comandando consultas e visualizando resultados.

Por fim, na etapa 7 (Armazenamento, Consultas e Análises), foram organizados os arquivos, realizadas algumas consultas (por exemplo, verificação dos limites e cálculo de área da bacia amazônica no território da Venezuela, solicitado pela Coordenação de Meio Ambiente – OTCA) e análises por tema considerando os recortes da região, país ou bacia (por exemplo, análises espaciais sobre ocupação e desmatamento e análises espaço-temporais sobre a evolução do desmatamento na bacia do Rio Acre). Gerou-se com esta etapa, como saída, uma série de mapas temáticos disponíveis no Quadro 01.

5. Resultados obtidos

Pode-se dizer que o SIG *GeoAmazonas* permitiu chegar a vários resultados, tais como: a ações de estruturação e compatibilização dos mapas da rede hidrográfica básica de cada país OTCA que compõe a bacia (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela), além da obtenção das áreas de drenagem da bacia Amazônica correspondente a cada um; e de maneira mais específica, foi realizada uma seleção de 86 mapas e mosaicos de imagens do satélite Landsat, nos sensores visível, falsa cor, e imagens tratadas pelo Levantamento GeoCover 2000, com detalhamento de algumas áreas de maior importância na Bacia Amazônica, tais como principais

aglomerações urbanas, alterações do uso do solo, encontro dos principais rios Amazônicos, meandros, ilhas, etc.

O resultado deste levantamento é de fundamental relevância na identificação e compreensão de fenômenos regionais de gestão das águas, tipos de ecossistemas, áreas de proteção e uso do solo, já que em função da enorme área de abrangência da bacia, seriam dados de difícil acesso e alto custo para levantamento localizado.

Durante o processo de elaboração do GeoAmazonas, foram identificadas dificuldades e necessidades de iniciativas que trariam grande contribuição na produção de dados e estudo da região da Bacia Amazônica, que poderiam ser apontados como possibilidade de atualização do sistema, ou até mesmo, desdobramentos para futuros trabalhos.

Dentre as principais questões identificadas, podem ser destacadas: A necessidade de detalhamento da base utilizada para as escalas de 1:1.000.000; 1:500.000; Estímulo a produção de informações de forma padronizada entre países que compõem a Bacia Amazônica, especialmente em temas estratégicos como gestão das águas e vulnerabilidade climática; Estruturação de Base digital de Imagens do Satélite SPOT, Landsat, CBERS para as regiões de maior vulnerabilidade climática e de recursos hídricos da Bacia Amazônica; Promover a disseminação dos dados obtidos através da disponibilização do sistema em plataforma web; Desenvolver a interface para usuários do sistema em formato aberto, utilizando softwares livres de forma a facilitar a disponibilização da base cartográfica entre os países; Integrar GeoAmazonas com banco de dados hidrológico, meteorológico e de clima da Bacia Amazônica; Inclusão de um país que não fazia parte da OTCA: Guiana Francesa que, atualmente, não consta no GeoAmazonas; Confeção de Cenários Georreferenciados para a Região Amazônica.

6. Considerações finais

Os esforços no sentido de idealizar e implementar o SIG GeoAmazonas refletem um movimento de valorização e difusão da informação geográfica que vem sendo , de forma crescente, impulsionada pelas demandas sociais e econômicas por uma maior

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

compreensão da realidade territorial, na medida em que subsidia a implementação de políticas de gestão e desenvolvimento sustentável.

Os desafios de desenvolver um SIG para a região da bacia amazônica - que consiste em área transfronteiriça e abrange corpos hídricos de diferentes dominialidades - envolvendo, principalmente, a dificuldade de acesso e compatibilização dos dados de diversas fontes, evidenciou a imprescindível importância de acordos de compartilhamento de bases de dados geoespaciais, com vistas à integração e disponibilização daquelas consideradas de uso comum.

Referências bibliográficas

Beser de Deus, L. A. (2005). Tempo em Sistemas de Informações Geográficas, Dissertação de Mestrado, IME, Rio de Janeiro.

Beser de Deus, L. A. (2010). Pesquisa de Campo no Vale do Juruá (Amazônia). Outubro de 2010.

Corrêa, R. L. (2002). Região e Organização Espacial. Rio de Janeiro: Editora Ática, 93p.

Eva, H. D. & Huber, O. (editores). (2005). Proposta para definição dos limites geográficos da Amazônia. European Commission. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Fernandes, M. C. (2004). Desenvolvimento de Rotina de Obtenção de Observações em Superfície Real: Uma Aplicação em Análises Geoecológicas, Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 263 p.

Fisch, G., Marengo, J. A., Nobre, C. A. (2006). Clima da Amazônia. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/fish.html> .

A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas transfronteiriças - SIG Geoamazonas

Beser de Deus, Leandro Andrei, Santos, Camilla S. Motta dos, Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de

Freitas, M. A. V. (2005). Vulnerabilidade e Impactos das Mudanças Climáticas nos Recursos Hídricos. In Marcelo Khaled Poppe; Emilio Lebre La Rovere. (Org.). Mudanças Climáticas - Cadernos do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República-NAE. NAE ed. Brasília: Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica - Presidência da República, v. 1, p. 198-206.

Freitas, M. A. V. et al. (2007). Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do rio Amazonas Considerando a Variabilidade e as Mudanças Climáticas - Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela. Projeto GEF Amazonas - OTCA/PNUMA/OEA. Atividade II.1. Sistema de Informação Geográfico Básico das Águas da Bacia Amazônica na Escala 1:5.000.000, Relatório Final, Janeiro de 2007.

GLC. Global Land Cover 2000 Project. (2006). Acesso ao site (www-gvm.jrc.it/glc2000/) em novembro de 2006.

Goulding, M., Barthem, R.; Ferreira, E. (2003). The Smithsonian Atlas of the Amazon. Smithsonian Institution. Washington, DC.

Marengo, J. A. & Nobre, C. A. (2001). The Hydroclimatological framework in Amazonia. Biogeochemistry of Amazonia, Richey, J., McClaine, M., Victoria, R., Eds. Pp. 17-42.

Sacquet, A. M. (2002). Atlas mondial du développement durable. Éditions Autrement.