

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E O ORDENAMENTO TERRITORIAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Edilson Almeida de Souza¹, Breno Mazzinghy Macedo²

¹ Núcleo de Altos Estudos Amazônico (NAEA/UFPA), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA/SR01). Brasil. E-mail: edilsongeo@gmail.com

² Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA/SR01). Brasil. E-mail: engbreno.geo@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar um Sistema de Informação Geográfica desenvolvido pela equipe de Cartografia do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária no Pará, voltado ao Ordenamento Territorial na Amazônia brasileira. O avanço da devastação da Amazônia ameaça o gigantesco patrimônio genético e cultural, a sobrevivência de comunidades tradicionais e pequenos agricultores. Acrescenta-se a essa realidade as dificuldades do poder público em responder às demandas de conflitos fundiários e ao ordenamento territorial. Diante desse contexto, elaboramos um Sistema de Informação Geográfica com intuito de dar suporte à tomada de decisão e resposta eficaz frente à complexidade dos problemas amazônicos. Utilizamos a suíte ESRI para o gerenciamento do sistema, o *ArcGis Map* para produção e sistematização das informações, o *ArcSDE* integrado ao *PostgreSQL* como o sistema gerenciador de banco de dados geográfico, o *ArcServer* como gerenciador da *Web Application*, desenvolvida na plataforma *ArcGis API* utilizando *Adobe Flex* customizada. A partir da implantação do Sistema foi possível integrar informações oriundas de diversos setores em um banco de dados geocodificado, permitiu a espacialização das informações de forma sistêmica, tornando-as acessíveis aos gestores e contribuindo para planejamento preciso. Os dados são atualizados de forma segura, tendo condição de acompanhar as transformações dos territórios de maneira dinâmica, contribuindo para redução dos conflitos territoriais. Além do mais, possibilita à sociedade acessar informações até então restritas ao âmbito da instituição, e com maior transparência, espera-se reduzir práticas ilícitas de apropriação de terras e proporcionar maior acompanhamento das ações institucionais por parte da sociedade civil.

Palavras-chaves: Sistema de Informação Geográfica, Ordenamento Territorial, Amazônia.

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental vem recebendo crescente atenção por parte da sociedade e governos, com a divulgação dos impactos previstos na alteração do clima mundial em função da ação humana. A Amazônia passou a receber ainda mais atenção, nacional e internacional. Considerada um enorme banco de Carbono, o avanço da devastação comprometeria ainda mais a situação do clima mundial, além de representar ameaça ao gigantesco patrimônio genético e cultural.

A contenção da degradação na Amazônia está diretamente vinculada à necessidade de promoção de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial. Nesse sentido, este artigo apresenta a elaboração de um sistema computacional, gráfico-interativo, de apoio ao ordenamento territorial e a tomada de decisão, denominado Sistema de Gestão Integrada (SGI), desenvolvido pela equipe do Serviço de Cartografia do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária no Pará¹ - Brasil.

Em função da complexidade e multiplicidade de dados existentes nesse Instituto, partimos do princípio de que em nossos moldes tradicionais, não teríamos meios de atender à intensa dinâmica territorial imposta atualmente, como também a disposição e representação de forma integrada dos resultados de nossas análises.

O Sistema de Gestão Integrada (SGI) lança as bases para a implantação de uma ferramenta cartográfica que subsidia o ordenamento territorial, capacitado a indicar procedimentos e auxiliar na tomada de decisões, fundamentado em ferramentas de GIS (*Geographic Information Systems*) e Sensoriamento Remoto, com pressupostos para o desenvolvimento econômico, a conservação do ambiente, e o uso dos recursos naturais da melhor maneira possível.

Agregar dados diversos, inter-relacioná-los e gerar uma representação gráfica com potencial a tomada de decisão, tem se tornado uma problemática quando se manipula uma diversidade de informações, acarretando a falta de percepção na espacialização dos dados. Anteriormente pela estrutura e forma de manipulação dos dados na Instituição, as operacionalizações mais sofisticadas tornavam-se difíceis. Porém, a implementação do SGI, acompanhada por qualificação específica dos servidores, estruturação de um banco de dados mais robusto e dedicação de todos envolvidos, contribuiremos para alteração da realidade anteriormente exposta.

2. Apresentando os conceitos

Antes de iniciarmos a abordagem da estruturação do Sistema de Gestão Integrada (SGI), faz-se necessário esclarecermos o uso de alguns conceitos que serão primordiais à compreensão da fase seguinte.

¹ As opiniões e ideias aqui apresentadas são todas de responsabilidade dos autores e não representam o posicionamento oficial da Instituição ou do Governo brasileiro.

Sistemas de Informação Geográfica (SIG): são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la. A utilização deste sistema facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final.

Sensoriamento Remoto: conforme Aronoff (1989), é toda coleta de dados sobre um objeto ou fenômeno sem que ocorra contato físico entre o mesmo e o coletor. Estes dados por sua vez são em última análise a radiação eletromagnética (REM) refletida ou emitida pelo objeto em estudo, cabe aos sistemas sensores, instrumentos principais do sensoriamento remoto, a captação desta radiação e conversão para uma forma que possibilite análises, interpretações e manipulações. Quando o sistema sensor transforma a REM recebida em uma imagem são denominados sistemas imageadores, caso contrário, estes são denominados não-imageadores. Com relação à fonte de REM, os sensores são classificados em ativos, que possuem sua própria fonte de REM, e passivos que necessitam de uma fonte externa para operar, normalmente o sol. Ao produto final dos sistemas sensores são atribuídas características básicas que definem a capacidade de distinguir respostas em forma de REM do objeto em estudo, em outras palavras a resolução, ou poder de resolução quando se trata do sensor. São elas a resolução espacial, espectral, temporal e radiométrica. Os sistemas não-imageadores mais utilizados são os radiômetros. De acordo com o processo de formação da imagem, os sistemas imageadores são classificados em fotográficos, elétrico-ópticos (satélites) e radar. Os dados obtidos pelos diversos sistemas sensores em questão se prestam a diversos usos ficando a definição de qual sistema utilizar em função da informação a ser obtida, da resolução necessária e do capital disponível para o mesmo, uma vez obtidos, estes dados devem ser então tratados e interpretados, de forma analógica ou digital para a obtenção da informação em questão.

Geoprocessamento: é o processamento informatizado de dados georreferenciados, o qual utiliza softwares que permitem o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações que possam associá-las, ou seja, um conjunto de conceitos, métodos e técnicas arquitetado em torno do processamento eletrônico de dados que opera sobre registros de ocorrência georreferenciados.

Sistema Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD): é um conjunto de programas de computador responsáveis pelo gerenciamento de uma base de dados. O principal objetivo é retirar da aplicação cliente a responsabilidade de gerenciar o acesso, manipulação e organização dos dados. O SGBD disponibiliza uma interface para que os seus clientes possam incluir, alterar ou consultar dados. Em bancos de dados relacionais a interface é constituída pelas APIs (*Application Programming Interface*) ou Interface de Programação de Aplicações, as quais formam um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização das suas funcionalidades por programas aplicativos que não querem envolver-se em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços ou *drivers* do SGBD, que executam comandos na linguagem SQL (*Structured Query Language*, ou Linguagem de Consulta

Estruturada, que é uma linguagem de pesquisa declarativa para banco de dados relacional).

Um Sistema Gerenciador de Bancos de Dados Geográficos (SGBDG) é caracterizado por armazenar e manipular dados cuja geometria está referenciada à superfície planetária. Aronoff (1989) menciona que os SGBD permitem manter dados georreferenciados, sendo fundamentais para o desenvolvimento de aplicações em várias áreas, como controle sobre os processos ambientais, econômicos, sociais, planejamento urbano e rural entre outras aplicações.

De acordo com Goodchild e Kemp (1990), o que diferencia os SGBDG's dos demais sistemas capazes de manipular dados espaciais como, por exemplo, softwares de CAD, é a capacidade de realizar operações complexas de análise, consulta e manipulação sobre dados espaciais. Geralmente a modelagem de um SGBDG consiste em referenciar objetos representados em mapas, ou seja, estes objetos podem ser constituídos de informações espaciais e informações não espaciais. As informações espaciais estão georreferenciadas, como a localização de um mineroduto, e as não espaciais representam as informações descritivas, como o tipo de minério que está sendo transportado dentre outras.

Sistema de Posicionamento Global (GPS): um sistema de informação eletrônica que fornece via rádio a um aparelho receptor móvel a posição do mesmo com referência às coordenadas terrestres. O sistema está dividido em três partes: espacial, controle e utilizador. O segmento espacial é composto pela constelação de satélites. O segmento de controle é formado pelas estações terrestres dispersas pelo mundo ao longo da Zona Equatorial, responsáveis pelo monitoramento das órbitas dos satélites, sincronização dos relógios atômicos de bordo dos satélites e atualização dos dados de almanaque que os satélites transmitem. O segmento do utilizador consiste num receptor que capta os sinais emitidos pelos satélites. Um receptor GPS (GPSR) decodifica as transmissões do sinal de código e fase de múltiplos satélites e calcula a sua posição com base nas distâncias a estes.

3. Procedimentos metodológicos da elaboração do sistema de apoio ao Ordenamento Territorial: a construção do Sistema de Gestão Integrada (SGI)

Inicialmente criamos um ambiente de desenvolvimento constituído por máquinas e servidores voltados exclusivamente para o desenvolvimento do SGI, possuindo como requisitos mínimos equipamentos que pudessem executar os softwares necessários para a criação do sistema. Dispomos de uma rede confiável e gerenciada, o que assegura o acesso aos dados.

Estruturamos as máquinas em: a) servidor: um computador especializado que centraliza as informações da Instituição e permite a segurança dos dados; b) estações de trabalho: os equipamentos dos usuários que acessam a rede e a base de dados.

Os softwares utilizados são: a suíte ESRI para o gerenciamento do sistema, o *ArcGis Map* para produção e sistematização das informações, o *ArcSDE* integrado ao

PostgreSQL como o sistema gerenciador de banco de dados geográfico, o ArcServer como gerenciador da *Web Application*, desenvolvida na plataforma *ArcGis API* utilizando *Adobe Flex* customizada.

Foi desenvolvida a arquitetura cliente-servidor. Separamos clientes e servidores, sendo interligados entre si utilizando-se a rede da Instituição. Cada instância de um cliente pode enviar requisições de dado para o servidor conectado e esperar pela resposta. Sendo que o servidor disponível pode aceitar tais requisições, processá-las e retornar o resultado para o cliente. Ressalta-se que o cliente não realiza edição diretamente no banco de dados, ele dispõe de versão que possibilita a inserção de dados em ambiente preliminar, que posteriormente é auditado e, só então, postado definitivamente no banco de dados.

A máquina servidor executa e partilha os recursos com os clientes, como por exemplo a aplicação web. O cliente não compartilha de seus recursos, mas solicita o conteúdo do servidor ou função de serviço. Os clientes, portanto, iniciam sessões de comunicação com os servidores que esperam as solicitações de entrada.

O servidor é uma máquina robusta que atua como depósito de dados e funciona como um SGBD, por outro lado, os clientes são estações de trabalho que solicitam vários serviços a este servidor. Ambas as partes estão conectadas entre si mediante uma rede de computadores.

Estruturação de banco de dados: procuramos estruturar o banco de dados como uma coleção de dados inter-relacionados, armazenados de forma centralizada, para servir aos mais diversos usos e demandas externas. Encontramos dificuldades na estruturação, uma vez que dispomos na Instituição de diversos bancos de dados com estruturas diferentes. Este por sinal permanece sendo um fator complicador.

Estamos estruturando o banco de dados de forma temporal, pois como Edelweiss (1998) afirma, a utilização de banco de dados temporais com a finalidade de promover ações para o ordenamento territorial, permite armazenar e recuperar todos os estados de um objeto, registrando sua evolução ao longo do tempo.

Adotamos o PostgreSQL como sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional, pois trata-se de software gratuito e de código fonte aberto, desenvolvido a partir do projeto Postgres. Um dos pontos fortes desse SGBD é seu potencial de extensibilidade, o que possibilitou o desenvolvimento do SGI, tendo em vista que o desejamos a expansão do Sistema para todo país.

Cartografia: para os procedimentos cartográficos básicos na inserção da informação na base de dados ocorreu à conversão de dados vetoriais e matriciais em formato nativo de arquivos CAD do MicroStation para *shape file* e *geodatabase*; concomitante à implementação do SGI ocorreu o processo de digitalização do antigo acervo fundiário da Instituição, por meio de empresa terceirizada. Soma-se à estes procedimento as dados que são gerados por iniciativa direta da administração por exemplo, através de levantamento por GPS. O objetivo principal desta etapa é combinar os dados alfanuméricos coletados aos dados gráficos disponibilizados.

Sensoriamento Remoto: o trabalho com as imagens de satélites orbitais exigiu a operação de softwares de processamento de imagens, com destaque para o uso das ferramentas ArcGis, o qual permitiu executar correções geométricas, equalização e tematização dos alvos refletidos.

A partir da definição das áreas de interesse, representadas por imóveis georreferenciados, é realizado a classificação temática dessas áreas, levando em consideração a interpretação das imagens e os conhecimentos adquiridos em campo, vetorizando as feições em camadas de ponto, linha e polígonos.

Sistema de Informações Geográficas: o Sistema de Informações Geográficas nos permitiu a associação de dados gráficos e banco de dados alfanuméricos, servindo de base à gestão espacial. Também foi definido como o ambiente que possibilitou a integração e a interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises espaciais com suporte à decisão técnica ou política.

Câmara (1993) menciona que as principais características de um SIG são: "integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados".

Assim com a estruturação do nosso banco de dados, ambiente de desenvolvimento definido, servidores capacitados e ambiente de rede seguro, o Sistema de Gestão Integrada tem se revelado com grande potencial para o suporte a decisão com ferramentas web, otimizando os procedimentos de deliberação.

Nossa *Web Services* foi desenvolvida na plataforma *ArcGis API* utilizando *Adobe Flex*, em ambiente *pré-estruturado da Esri*. Em parceria com a empresa Imagem customizamos a ferramenta de acordo com nossas necessidades e possíveis demandas da sociedade civil como um todo, disponibilizando o acervo fundiário praticamente em sua totalidade, havendo apenas restrição, por questão de segurança, quanto algumas informações literais. A *Web Application* além de consumir nosso arquivo raster e fundiário a aplicação também utiliza simultaneamente, recursos de *Web Services* localizados em diferentes servidores, como é o caso da base de drenagem, malha urbana, malha rodoviária e serviços de imagens de satélites orbitais disponíveis nos servidores Esri. Isso nos permite analisar determinada situação comparando informações da Instituição com de outros servidores, o que nos amplia precisão e rapidez em atender as demandas.

Capacitação de usuários: para que todo o sistema funcione plenamente e os usuários possam usufruir dos benefícios, assim como a sociedade civil no todo, a capacitação dos servidores envolvidos direta e indiretamente com o sistema é essencial. Ademais, a capacitação da equipe técnica específica deve englobar treinamentos tanto na parte de Geotecnologias como na parte de desenvolvimento de aplicativos, dependendo da especificidade de cada profissional.

4. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Recentemente aplicações com dados geográficos têm se tornado extremamente popular; os precursores deste movimento são as aplicações do *Google Earth* e do *Google Maps* com os serviços de mapas, acompanhados de perto com significativo uso dos aparelhos GPS veiculares, o qual tornou a tarefa de deslocar, algo mais fácil de ser realizada. A sociedade aos poucos vem usufruindo destes atuais eventos. Assim, implantado o Sistema de Gestão Integrada, esperamos que ele ganhe popularidade e com isso poder melhorar cada vez mais a qualidade de vida das pessoas, por meio da promoção de ações, projetos, serviços e produtos integrados na dinâmica do espaço geográfico.

Esperamos com a implantação do Sistema de Gestão Integrada verificar mudanças de mentalidade tanto no tratamento das informações quanto nos novos processos de gestão. Realizar planejamento de ações de uma forma mais precisa, eficaz e em determinadas situações, é possível realizar previsões de cenários, permitindo assim, o tratamento das informações de maneira mais clara e rápida, acompanhando a complexa dinâmicas do espaço amazônico.

Conforme pondera Cordovez (2002), também acreditamos que a inclusão social só será possível se os fatos geradores da miséria, da fome, do desemprego e das doenças forem localizados e visualizados no contexto espacial. Desta forma, a transparência de uma administração passa necessariamente pela disponibilização de informações permanente atualizadas, fidedignas e georreferenciadas, onde dificilmente isto pode ser conseguido sem o auxílio das Geotecnologias.

Uma plataforma de informações integradas no âmbito institucional vem ao encontro das expectativas da sociedade civil e científica, e do próprio Órgão, pois tem proporcionado o aproveitamento mais efetivo dos trabalhos realizados nas diversas Divisões da Instituição, como também possibilitará análise espacial de forma sistêmica, contribuindo para melhor avaliação na obtenção de imóveis rurais para a Reforma Agrária, monitoramento ambiental dos Projetos de Assentamento e Ordenamento Territorial.

O Sistema de Gestão Integrada permite melhor compreensão do espaço, entendendo os fenômenos como um todo inter-relacionado, possibilitando realizar mapeamentos e análises que antecipe os fatos, a intervenção na organização do espaço e no ordenamento territorial. Com isso demonstra-se a preocupação com a estruturação das informações no ordenamento territorial e as sua melhor forma de operacionalização.

O Sistema desenvolvido tem se tornado uma ferramenta técnica que vem ao encontro do Planejamento da Instituição e ao Ordenamento Territorial, visando planejamento sustentável a médio e longo prazo, com intuito de proporcionar melhor qualidade de vida aos produtores, visando acima de tudo à segurança, conforto além da preservação do meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, S. **Geography Information System: A management perspective**. WDL ; Publications, Ottawa, Canadá, 1989, 294 p.

CÂMARA, G.; **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas: Visão Atual e Perspectivas de Evolução**. INPE, Sao Paulo, SP, 1996.

CORDOVEZ , J.C.G. **Geoprocessamento como ferramenta de Gestão Urbana**. Anais - I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracajú-SE, 2002.

EDELWEISS, N. **Bancos de Dados Temporais: Teoria e Prática**. Recife, 1998. In:XVII Jornada de Atualização em Informática, do XVIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, v.2. Ed.: H.P. MOURA. Anais. p.225-282.

GOODCHILD, M.F.; KEMP, K.K. (Eds.) NCGIA Core Curriculum: **Issues in GIS**. Santa Barbara, 1990. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), University of California.