

CONCEITOS E APLICAÇÕES INFORMÁTICAS PARA A GESTÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA ILHA DE SUPERAGÜI

*Aurelia Fuentes Medina
Libia Patricia Peralta Agudelo*

Resumo

O presente estudo tem o objetivo de apresentar as potencialidades e requerimentos para a introdução de algumas metodologias e ferramentas interdisciplinares, assim como de novas aplicações e tecnologias informáticas, em gestão e tratamento de informação no desenvolvimento de projetos de gestão ambiental, em particular na Gestão de Bens Naturais Tombados. Esta função é realizada pela Curadoria do Patrimônio Natural e Arqueológico da Secretaria de Estado da Cultura do Paraná. Neste caso, toma-se como objeto de estudo as atividades de gestão desenvolvidas na Ilha de Superagüi no litoral paranaense. O trabalho parte da análise e descrição das ações da Curadoria nesse contexto, assim como da avaliação de alguns dos problemas encontrados para alcançar os objetivos do tombamento. Discute-se aqui também a introdução de ferramentas informatizadas de natureza interdisciplinar como a Ecologia da Paisagem, Gestão da Informação e Gestão de Conhecimento, meios para o *subsidiar* atividades de tombamento. Esta proposta pressupõe paralelamente a aplicação de outras tecnologias informáticas neste contexto como sistemas para a automatização de escritórios, sistemas de gestão documental (*workflow*) e bases de dados, o uso de sistemas de sensoriamento remoto, e de Sistemas de Informação Geográfica. Naturalmente, esta proposta de trabalho, baseada em novos olhares sobre os conceitos e tecnologias, visa colaborar, em um tempo futuro, com o desenvolvimento de sistemas integrais acessíveis através da Internet, os quais, além de integrar equipes de trabalho, poderão fornecer novos canais de comunicação e interação entre o Estado e a comunidade.

1. MARCO DE REFERÊNCIA: O TOMBAMENTO DE BENS NATURAIS

Desde a década de 1970, os Estados brasileiros têm criado figuras jurídicas e administrativas destinadas a criar regimes e estruturas que assegurem a conservação e preservação de bens materiais assim como dos espaços e paisagens naturais considerados parte do **patrimônio cultural** dos povos. Uma destas figuras é o tombamento. Segundo o IPHAN (2001),

“O tombamento é um ato administrativo realizado pelo Poder Público com o objetivo de preservar, por intermédio da aplicação de legislação específica, bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e também de valor afetivo para a população, impedindo que venham a ser destruídos ou descaracterizados. O tombamento pode ser aplicado aos bens móveis e imóveis, de interesse cultural ou ambiental, quais sejam: fotografias, livros, mobiliários, utensílios, obras de arte, edifícios, ruas, praças, cidades, regiões, florestas, cascatas etc.”

Assim, “o espírito” do tombamento e de toda a legislação pertinente a ele relacionam ao mesmo o *bem e o interesse coletivo*. É importante ressaltar que embora seja um ato administrativo realizado pelo poder público, o tombamento não parte somente da iniciativa do Estado: qualquer cidadão ou organização civil pode solicitar aos órgãos responsáveis o tombamento de bens culturais ou naturais. Os estados só provêem o marco jurídico e administrativo para o processo de tombamento.

Não obstante o sentido de bem e interesse coletivo que impulsiona cada processo de tombamento, o fato de o mesmo estar dirigido a impedir que os bens venham a ser “destruídos ou descaracterizados” sempre envolve a possibilidade do surgimento de conflitos entre as várias partes envolvidas. No caso de bens imóveis por exemplo, o tombamento não supõe desapropriação (um bem tombado pode ser alugado ou vendido), mas sim restrições ao direito de propriedade, pois o imóvel não pode ser modificado ou transformado segundo vontade ou iniciativa do dono, o qual, geralmente, não conta com meios materiais para manter o bem no seu estado “*original*”. No caso de bens naturais, o tombamento envolve a possibilidade de outros tipos de conflitos, que podem ser ainda mais graves, já que quase sempre ele ocorre em áreas onde há a presença humana que, em menor ou maior medida, foi e é parte da paisagem.

A proibição de desenvolver atividades que “descaracterizem” a paisagem natural ou atentem contra a conservação da flora e da fauna do lugar conflita com os meios de produção e as práticas de sobrevivência adotadas pelas populações nas áreas tombadas. Nesses casos procura-se aplicar programas e leis para o *regulamento* de atividades produtivas, mas isso acarreta de uma ou outra forma limitações nas atividades econômicas das pessoas e transformações, muitas vezes, drásticas na sua organização social. Quando o tombamento implica também em

deslocamentos de populações para outras áreas (povoados e cidades nas cercanias), as soluções tornam-se mais complexas.

Assim, pode-se entender que no tombamento de bens materiais e naturais se requer sempre de um *procedimento legal e administrativo*, mas este não pode garantir por si mesmo o alcance dos objetivos de *interesse coletivo* aos quais responde a ação do tombamento. Conservação e preservação supõem atividades especializadas precisas, com uma continuidade no tempo. No tombamento de bens naturais em particular, se requer também o monitoramento de processos e fenômenos naturais a partir de integrações com os grandes ecossistemas, onde por vezes coexistem não somente espécies animais e vegetais únicas mas também comunidades humanas.

Portanto, nesses casos, além de um processo *administrativo* contínuo, o tombamento supõe o desenvolvimento de atividades de conservação e preservação dentro de um processo de gestão *integrada* dos problemas existentes. Assim, este processo compreende conhecimentos das ciências naturais (biologia, ecologia, zoologia) e da terra (geografia, geologia), e também uma abordagem dos problemas dentro da perspectiva das áreas das ciências humanas e sociais. Pode-se entender então que quando se trabalha em áreas territoriais com alguma presença humana, é preciso entender o tombamento como parte de uma estratégia integrada de gestão *ambiental* a qual é desenvolvida pelos agentes públicos responsáveis mas com a participação das comunidades atingidas.

1.1 O TOMBAMENTO DE BENS CULTURAIS NO PARANÁ

O tombamento é uma ação administrativa do Poder Executivo, que começa pelo pedido de abertura de processo, por iniciativa de qualquer cidadão ou instituição pública. No Brasil, o tombamento pode ser feito pela União (por intermédio do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), pelos Governos Estaduais (por meio do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado) ou pelas administrações municipais, utilizando leis específicas ou a legislação federal. Uma vez aberto o processo, após avaliação técnica preliminar, ele é submetido à deliberação dos órgãos responsáveis pela preservação. Caso seja aprovada a intenção de proteger um bem cultural ou natural, expede-se uma notificação ao seu proprietário. A partir desta notificação, o bem já se encontra protegido legalmente contra destruições ou descaracterizações até que seja tomada

a decisão final. O processo termina com a inscrição no Livro Tombo e a comunicação formal aos proprietários.

No Estado de Paraná, a Coordenadoria do Patrimônio Cultural (CPC), da Secretaria de Estado da Cultura, é a unidade encarregada dos assuntos relativos à preservação do patrimônio arqueológico, histórico, artístico e natural. As atividades da CPC estão definidas segundo Lei Estadual número 1.211, de 16 de setembro de 1953.

Além das diversas funções legais e administrativas, o tombamento supõe o desenvolvimento de programas de restauração, conservação e divulgação dos bens culturais assim como a prestação de serviços de assessoramento direto aos cidadãos e organizações não governamentais. No Paraná, esses programas também acontecem através de ações conjuntas com outros órgãos da União e do Estado, e principalmente com as secretarias, departamentos e casas de cultura dos municípios. Este trabalho requer equipes de trabalho multidisciplinar que estão conformadas por profissionais de diversas áreas (direito, história, meio ambiente, economia, etc.). Na CPC, as atividades estão organizadas em cinco subsetores:

- **Centro de Conservação e Restauro:** atende aos Bens Culturais Móveis pertencentes ao Estado, no que se refere a conservação preventiva;
- **Setor de Arquivo:** responsável pela coleta, guarda e divulgação do acervo documental sobre os bens tombados e de interesse cultural;
- **Setor de Arquitetura:** compete aos técnicos do setor orientar, fiscalizar e desenvolver ações e projetos relativos às áreas históricas urbanas e aos bens edificados tombados e aqueles de interesse de preservação;
- **Setor de História:** são atribuições deste setor a pesquisa histórica para instrução dos processos de tombamento, assim como a assessoria técnica a proprietários de bens tombados e aos departamentos e secretarias municipais de cultura;
- **Setor de Patrimônio Natural:** responsável pelo trabalho de conservação e preservação dos bens naturais do estado.

1.2 O TOMBAMENTO DE BENS NATURAIS NO PARANÁ

São objetivos do Setor de Patrimônio Natural da CPC: a análise de processos que digam respeito ao patrimônio natural tombado, a emissão de

pareceres sobre as questões afeitas ao patrimônio natural do Estado, o constante acompanhamento técnico que envolve a pesquisa e a atenção para com as áreas e bens naturais tombados, e educação ambiental. Na atualidade este setor desenvolve os seguintes projetos e programas:

- Projeto de acompanhamento e fiscalização dos bens tombados na área ambiental e arqueológica Ilha do Superagüi;
- Projeto Caminhos Históricos do Paraná;
- Projeto Cidades Históricas e Reduções Jesuíticas do Paraná;
- Projeto Saberes Indígenas;
- Projeto Parque Estadual de Vila Velha;
- Convênios de cooperação com IBAMA e SEMA/IAP para o tombamento e gestão de áreas de entorno ou interioranas de Unidades de Conservação, reforçando ainda mais a preservação de ecossistemas remanescentes.

Com respeito a alguns destes projetos, a Coordenadoria do Patrimônio Cultural da Secretaria de Estado da Cultura tem observado que a função de tombamento vem requerendo a definição de novas estratégias de gestão. A diversidade das funções e atividades de conservação/ preservação do meio natural a serem desenvolvidas se soma, quase sempre, à um complexo contexto de problemas socioeconômicos nas áreas de tombamento, os quais tendem a neutralizar e limitar o impacto das ações da CPC. Há algum tempo, a equipe da CPC reconheceu a necessidade de integrar em cada atividade dos planos de tombamento a complexidade das relações entre problemas referentes ao meio “natural” e problemas de natureza humana e sócioeconômica. No entanto, as dificuldades para integrar métodos e enfoques de diferentes disciplinas assim como a grande quantidade de dados e informações disponíveis em cada caso vêm pressionando a capacidade de gerenciamento e interação da equipe da CPC. Surgiu assim a necessidade de se pesquisar como a introdução de novos enfoques interdisciplinares e tecnologias podem contribuir para um melhor direcionamento e gerenciamento das atividades de tombamento.

2. UM CASO DE ESTUDO: A ILHA DO SUPERAGÜI

2.1 DADOS GERAIS

A Ilha do Superagüi¹ forma parte do Parque Nacional de Superagüi, unidade de conservação criada em 25 de abril de 1989 como consequência de manifestações de ambientalistas. Em dezembro de 1999, ele foi declarado Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO. O Parque, com 21.400 hectares², que compreende ademais a Ilha das Peças, está localizado no Município de Guaraqueçaba, no litoral norte do Paraná. Ele ainda não está aberto ao público, e para visitá-lo é preciso ter autorização do IBAMA. Este tipo de isolamento acaba permitindo, em parte, um melhor controle sobre a conservação do ecossistema.

Sendo a maior ilha localizada no Estado de Paraná, a Ilha de Superagüi, com uma área de 14 mil hectares, comporta diversas comunidades pesqueiras com aproximadamente dois mil habitantes cada. Elas estão começando a moldar-se à demanda do *turismo de aventura*, e os moradores oferecem refeições e alojamento em pequenas "pousadas" que geralmente são prolongamentos de suas próprias casas. Além de belas praias intocadas, na ilha predominam os manguezais e as restingas donde brota uma ampla variedade de orquídeas e ainda mora o mico-leão-de-cara-preta.

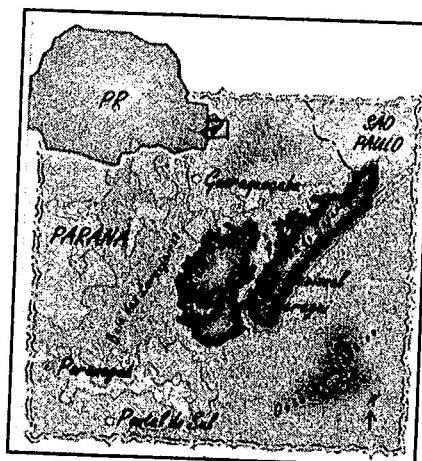


Figura 1 - Localização do Parque Nacional do Superagüi.

¹ A Ilha do Superagüi é uma ilha artificial, criada em 1953 pela construção do Canal do Varadouro.

² Atualmente os limites do parque estão sendo demarcados e a área aumentou para cerca de 34000 ha, incluindo a Ilha do Pinheiro, Ilha do Pinheirinho, a Vale do Rio dos Patos e o Canal do Varadouro. Na Ilha do Superagüi somente vila Barra do Superagüi está fora dos limites do parque.

2.2 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA NA ILHA DE SUPERGÜI

Baseados no “Relatório de Campo e Observações Técnicas” realizados pela Coordenadoria do Patrimônio Cultural em março do ano 2000 (CPC, 2000), citam-se a seguir alguns dos problemas atuais na ilha, sendo também possível prever outros, que demandam estudos:

2.2.1 Problemas de Origem Natural

Avanço das mares. Nos últimos anos este fenômeno tem empurrado na Barra de Supergüi a linha da costa, limitando os espaços de ocupação perto da praia e desalojando os ilhéus para o interior da ilha. Esta situação tem criado outros problemas sociais e ecológicos:

- a ocupação humana aleatória no interior da ilha e a especulação com terrenos;
- a maior incidência de risco no equilíbrio dos ecossistemas nos mangues e restingas da ilha.

2.2.2 Problemas de origem Socioeconômica

Mudanças culturais. A introdução de novas religiões entre as comunidades da ilha vem alterando a composição da paisagem de manifestações culturais, como por exemplo, a resistência em continuar a prática do ritual de algumas festas. No meio de uma maior interação cultural, o conhecimento tradicional dos ilhéus não encontra formas de transmissão e preservação, pois há uma única escola básica estadual que está praticamente abandonada. No futuro, os efeitos desta perda de identidade podem vir a desencadear outros problemas como:

- desintegração da comunidade local;
- perda de forças para uma eventual ação conjunta na defesa dos interesses locais frente a organizações comerciais (turismo, pesca, etc.) e monopólios.

Mudanças na economia local. Há algum tempo, agricultura em pequena e média escala era uma prática comum na ilha, mas agora está praticamente esquecida. A única atividade produtiva que resta é a pesca, que é o meio de sustento da população, assim como moeda de troca para o intercâmbio de outros bens como víveres e insumos. O crescimento desta atividade, inicialmente artesanal, tem gerado um processo de imigração de pescadores, sobretudo catarinenses, e paralelamente, o interesse e a presença, na zona, de grandes barcos pesqueiros. Ainda que esta reativação econômica da atividade pareça ser favorável para a população, dentro do quadro que se apresenta, pode-se visualizar também o surgimento de outros problemas como:

- intensificação descontrolada de uma atividade principalmente extractiva;
- impacto negativo na ecologia marinha dela com a presença de barcos pesqueiros.

Mudanças na propriedade da terra. Nos últimos anos, graças a promoção da beleza das praias, o número de visitantes à ilha cresceu significativamente. Atualmente, além das pequenas e simples pousadas dos ilhéus, proprietários de agências de turismo estão construindo novas e maiores pousadas para acomodar seus clientes. Também vem aparecendo no litoral, algumas casas de veraneio. Há, por enquanto, pouca informação sobre a situação fundiária destas construções pois se trata de um Parque Nacional. Devido ao potencial turístico da ilha, pode-se prever, no futuro, a construção de outras "facilidades" para os turistas e veranistas, e isso termina por criar problemas ecológicos e sociais tais como:

- crescimento descontrolado das áreas e infra-estrutura urbanas e, subseqüentemente, contaminação do meio natural por meio de incremento de esgotos, lixo urbano, etc.;
- alteração da paisagem natural e, consequentemente, mudanças nos padrões de deslocamento de espécies animais;
- monopolização da atividade turística por parte de grupos econômicos externos à comunidade local.

O relatório indica outras deficiências na infra-estrutura de serviços básicos na ilha (educação, saúde, saneamento) que explicam uma certa atitude de distanciamento da comunidade frente aos planos e atividades de tombamento desenvolvidos pela CPC. Esta Coordenadoria parece sobrepor a conservação do meio ambiente aos problemas cotidianos dos ilhéus e às ameaças do avanço de grupos de interesse externos, sobretudo pelo desenvolvimento do turismo na ilha.

O tombamento fica caracterizado como um ato que não oferece benefícios para as comunidades que se vêem afetadas pelas regulações que o mesmo introduz para a população da ilha.

2.3 NECESSIDADE DE UM ENFOQUE “INTEGRAL” DOS PROBLEMAS

A situação na ilha de Superagüi, descrita na seção anterior, explica em certa medida porque alguns planos de tombamento não conseguem superar o nível de desenvolvimento de ações pontuais de conservação representadas por procedimentos administrativos, como delimitação e regulamento de atividades produtivas locais. Muitos destes planos são desenvolvidos sob as limitações de enfoques tradicionais aplicados à conservação do meio ambiente, sem levar em conta o efeito da interação humana com os ecossistemas nas áreas protegidas. Muitas vezes, parte-se do princípio de que, para conservar, é necessário limitar ou eliminar a presença humana nessas áreas.

No mundo atual, quase não há localidades que não sirvam, direita ou indiretamente, como fonte de recursos para o desenvolvimento de uma ou outra forma de comunidade humana, considerando desde aquelas chamadas “coletoras” até as “industrializadas”. Complexos processos históricos, já quase irreversíveis, como superpopulação, urbanização, industrialização, globalização, entre outros, têm levado a humanidade a pressionar cada vez mais o entorno natural no uso do espaço e dos recursos naturais, criando assim conflitos não só com o meio ambiente mas também entre diversas comunidades humanas.

Portanto, além dos aspectos “naturais”, por si mesmos complexos, todo projeto de conservação tem que considerar o fator humano, que introduz a necessidade de negociar frente a interesses econômicos, sociais ou culturais genuínos mas, às vezes, contrários aos propósitos dos projetos elaborados. Estas novas formas de pensamento e abordagem têm derivado na concepção da *gestão ambiental*, que é:

“um enfoque transdisciplinar que emprega o conhecimento, competências e atitudes de uma variedade de outras disciplinas como as ciências ambientais, a ecologia, a zoologia, a botânica, geologia, filosofia e as ciências sociais e políticas. Estas diferentes disciplinas são coordenadas em uma unidade coerente de conhecimento aplicável na solução de problemas e na tomada de

decisões para o meio ambiente e a comunidade. A gestão ambiental surge desde uma perspectiva de sistemas que vê as estruturas naturais e culturais como componentes de um sistema a serem geridos holisticamente" (REYNOLDS, 2001).

A qualidade distintiva de um tal enfoque é a procura por um entendimento não só dos elementos do meio ambiente mas também das relações entre eles. Esta qualidade se estende a outras *subdisciplinas*, como por exemplo a Ecologia da Paisagem, que estudam "como a estrutura da paisagem afeta a abundância e a distribuição de organismos" (FAHRIG, 2001). Neste sentido, estrutura e padrão implicam "heterogeneidade" espacial em termos de entidades, bem como a distribuição delas. Em diferentes escalas (desde matas até cidades), a Ecologia da Paisagem estuda as variações e as mudanças biofísicas e sociais que explicam a heterogeneidade da paisagem assim como as relações entre padrões e processos.

As atuais tecnologias desenvolvidas para o tratamento de dados geográficos, sensoriamento remoto e geoprocessamento, têm sido um fator determinante para o desenvolvimento de conceitos, métodos e técnicas de análise nestas novas disciplinas escolares. Elas têm permitido obter uma visão e um entendimento do meio ambiente tal qual um grande sistema, conformado por um conjunto de subsistemas abertos e, portanto, interativos entre si. Este enfoque fornece uma outra forma de abordagem de problemas como os descritos para a Ilha de Superagüi garantindo assim uma maior abertura na formulação de propostas integrais. Esta chamada "nova proposta" pode ser ilustrada da seguinte forma:

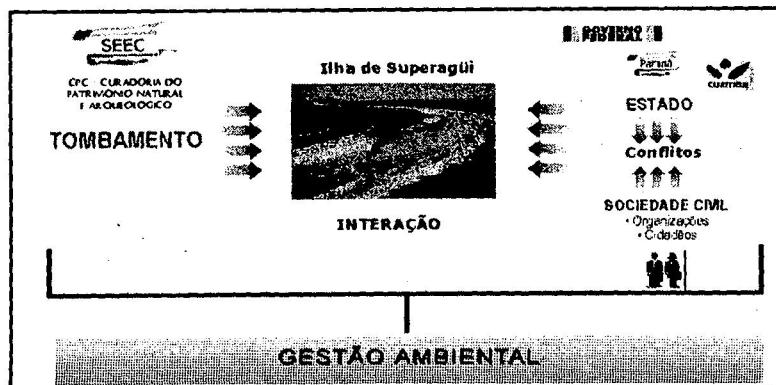


Figura 2 - Modelo de gestão ambiental

Naturalmente, ao abordar questões que abrangem diversos domínios do conhecimento, a gestão ambiental busca integrar conceitos e modelos diferenciados como aqueles desenvolvidos nas ciências físicas e naturais cotejados com os das ciências humanas e sociais. Contudo, uma abordagem assim requer uma integração inicial dos conhecimentos e informações desenvolvidos por cada uma das diferentes áreas científicas para que se desenvolva um trabalho que seja de alguma forma interativo e permita que os sistemas e técnicas das mesmas realize a coleta e o tratamento de dados. Só então se poderá construir um processo de análise realmente interdisciplinar dos problemas.

3. MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO AMBIENTAL

Nas últimas décadas, a introdução de computadores e outras aplicações informáticas tem mudado as características e as potencialidades dos sistemas de informação que dão suporte à pesquisa científica de diversas disciplinas. Compreende-se como *sistema de informação* não somente os instrumentos tecnológicos finais, tais como bases de dados e interfaces de consulta, mas também as formas ou as estruturas organizacionais que os criam, sustentam e gerenciam, como instituições e equipes de pesquisa. Segundo KORFHAGE e DELUTIS, citado por KORFHAGE

“um sistema de informação está composto por duas partes principais, o ectosistema e o endosistema. Desde o ponto de vista do modelador, o *ectosistema* consiste em aqueles fatores do sistema que não estão sob o controle deste. Estes fatores incluem as pessoas envolvidas com o sistema, as formas nas quais a informação está disponível e a tecnologia disponível para o sistema. O *endosistema* consiste em fatores os quais o modelador pode especificar e controlar, tais como o equipamento, os algoritmos e os procedimentos usados” (1997, p.4).

Nas diferentes disciplinas envolvidas na gestão ambiental, o conhecimento científico é construído com base em dados ambientais coletados e trabalhados com a ajuda de diferentes sistemas de informação, sistemas estes que são na maior parte

a ajuda de diferentes sistemas de informação, sistemas estes que são na maior parte autônomos, e sobretudo, heterogêneos: tanto semanticamente, isto é na modelagem dos dados, como tecnicamente, nos níveis de suporte informático. Pode-se prever assim a dificuldade que supõe a integração dos mesmos. Como aponta RADERMACHER (1994):

“O *design* de sistemas de processamento de informação para a apropriada utilização de dados ambientais é um grande desafio para científicos informáticos e outras partes interessadas. As soluções existentes com freqüência padecem de um enfoque estreito, unidisciplinar dos problemas. Estas soluções falham se requerimentos adicionais são introduzidos, tais como a interoperabilidade com outros sistemas de informação ambiental e a adaptação à futuros ambientes e cenários nas aplicações. Outro requerimento, ainda não tratado adequadamente, se refere à transformação dos resultados em reportes ou outros formatos de comunicação pública, a qual requer de uma forte integração com o domínio multimídia e a publicação eletrônica” (1994).

Pode-se assim pensar na necessidade de um tipo de sistema de informação que, baseado em uma variedade de ferramentas e tecnologias informáticas, facilite a gestão e o uso de dados e informações ambientais na pesquisa, a tomada de decisões, a gestão e a formulação de políticas ambientais. Ao incorporar um *sistema de informação ambiental*, o modelo apresentado anteriormente adquire novas potencialidades:



Figura 3 - Aplicação de sistemas e tecnologia de informação na gestão ambiental.

A primeira daquelas novas potencialidades é a possibilidade de integrar as novas ferramentas informáticas desenvolvidas para o tratamento espacializado de dados, empregadas nas áreas de geografia e cartografia, assim como para o sensoriamento remoto e tratamento de imagens satelitais. Uma outra potencialidade é a criação de novos canais de comunicação com as comunidades envolvidas nas ações de conservação através do desenvolvimento de sistemas de gestão participativa como parte de um novo esquema de *governo digital*.

3.1. DETERMINAÇÃO DE REQUERIMENTOS DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

A modelagem de sistemas de informação para a gestão ambiental de áreas geográficas declaradas Bens Tombados, como a Ilha de Superagüi, requer identificar inicialmente os distintos grupos de usuários potenciais de um tal sistema. Planejadores, autoridades e funcionários públicos do projeto podem ser, um primeiro grupo; os pesquisadores de diversas disciplinas que desenvolvem

estudos especializados na ilha podem ser igualmente, outro grupo de usuários. Além disto, demais grupos, tais como educadores, ambientalistas (associações e ativistas), empresas de turismo, entre outros, podem ser identificados na comunidade local e na sociedade civil como parte do todo. Como é possível supor, cada um destes grupos terá diferentes necessidades de informação em função de suas distintas atividades, nem sempre excludentes, em contextos específicos. Portanto, o sistema deverá oferecer soluções ou respostas de acesso, de consulta e de tratamento de informação, também diferenciadas: desde sistemas de gestão de documentos e conhecimento para os pesquisadores; sistemas de cadastro e georeferenciamento, bancos de dados para os planejadores, passando por bibliotecas virtuais, portais de informação ou quiosques multimídia para a comunidade.

Portanto, de uma forma geral, a modelagem de um Sistema de Informação Ambiental pressupõe, entre outros aspectos:

- a identificação do público alvo e de suas necessidades de informação;
- o cadastramento da informação ambiental existente, assim como a identificação dos vazios;
- reconhecimento de fontes e fornecedores de informação;
- a avaliação e seleção de recursos informativos que podem atingir tais necessidades, ou seja, os diversos tipos de documentos impressos, eletrônicos, audiovisuais e multimídia e diversos níveis de tratamento dos conteúdos;
- a definição de serviços de informação, subsistemas gerados a partir do desenho/modelagem do sistema de informação mais amplo, baseados em ferramentas tecnológicas que correspondam às características próprias dos grupos de usuários identificados;
- a definição dos requerimentos de suporte tecnológico.

3.1.1 Requerimentos éticos e políticos

Toda proposta deve ser desenvolvida sob uma dimensão ética, uma vez que o processo de desenho de sistemas públicos de informação, exige, por princípio, que o acesso à informação seja um direito das pessoas e um elemento indissociável do exercício da cidadania. Um dos grandes problemas atuais na gestão ambiental é o monopólio das informações especializadas, possuídas e controladas principalmente pelos organismos públicos e acadêmicos: os cidadãos não têm

formas diretas de acesso, pois não existem serviços pensados para pessoas fora das tarefas de administração, controle ou pesquisa sobre as áreas tombadas. A abertura para públicos mais amplos é um primeiro requerimento estratégico na modelagem de sistemas de informação ambiental.

3.1.2 Requerimentos técnicos e informáticos

Na maioria dos países, figurativamente, há grandes lagoas em relação à disponibilidade, qualidade e atualidade da informação ambiental³. Muitos deles lançam uma explosão de dados ambientais e, em outros, são quase inexistentes as organizações de pesquisa públicas e acadêmicas que possam administrar a coleta, a organização e o tratamento das grandes quantidades de bancos de dados, arquivos, mapotecas e bibliotecas especializadas na área ambiental. Em muitos casos, o tratamento é feito com o suporte de sistemas e aplicações informáticas mais ou menos avançadas. Portanto, o grande problema no momento não é a inexistência ou carência de “sistemas de informação” automatizados, mas a multiplicidade e a heterogeneidade dos mesmos e, consequentemente, a sua quase impossível interoperabilidade.

Entende-se a interoperabilidade como a característica de dois ou mais sistemas de informação em responder simultânea e conjuntamente às demandas de um usuário: em vez de realizar consultas sucessivas em cada sistema, a interoperabilidade permite obter uma resposta com base no emprego eficiente de todos os recursos disponíveis nos sistemas individuais. A interoperabilidade de sistemas de informação ambiental supõe portanto:

- a integração da informação ambiental: integração de políticas e estratégias de gestão da informação, padronização da informação (metadata);
- a integração de metodologias, software e ferramentas para a coleta de dados ambientais: monitoramento de indicadores ambientais, informação geográfica, sensoriamento remoto, simulação, ferramentas estatísticas, visualização;
- a integração do suporte tecnológico: plataformas de desenvolvimento de aplicações (hardware e software), tecnologia de comunicações;
- a integração de sistemas independentes numa rede de informação científica e administrativa de acesso público

³ A coleta de dados para projetos ambientais pode envolver uma ampla variedade de fontes o que propõe sempre problemas técnicos e administrativos. Em muitos casos, não existem nem a infra-estrutura e nem os recursos humanos qualificados, ou os instrumentos para a coleta normalizada da informação; também não existe um cadastro sobre a informação espacializada disponível e aquela informação existente quase nunca está atualizada ou em formato digital.

3.2 FERRAMENTAS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

Durante as primeiras décadas do desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação, o desenvolvimento da indústria informática esteve marcado principalmente pela concorrência dos grandes provedores para criar e capturar “segmentos e nichos” de mercado. Os grandes fornecedores de equipamentos e *softwares* criaram assim uma ampla oferta comercial de soluções informáticas especializadas cada vez mais sofisticadas e poderosas, mas ao mesmo tempo, incompatíveis. A globalização, o surgimento da Internet e outras tendências geo-políticas na última década têm dado lugar à necessidade de integrar os sistemas de informação e portanto, de criar pontes de comunicação e interoperabilidade entre as ofertas dos principais provedores de equipes, sistemas operativos, gestores de bases de dados, software de escritórios, *browsers*, etc.

A tarefa não é simples. Há ainda complexos conflitos de interesse entre as principais indústrias informáticas do mundo (Microsoft, Compaq, IBM) e por isso, o estabelecimento de normas (*standards*) e protocolos para a comunicação e intercâmbio de dados. A interoperabilidade de sistemas está sendo desenvolvida entre organizações internacionais e acadêmicas fora do mercado comercial com o propósito de orientar as soluções segundo as demandas dos usuários dos sistemas, como por exemplo, o caso de Linux que concorre cada vez mais com os sistemas operativos da Microsoft.

Portanto, em termos de suporte tecnológico, a estratégia para o desenvolvimento de sistemas de informação ambiental deve considerar que ainda não há soluções integrais: o suporte tem que ser construído em base à somatória harmoniosa, complementar e interoperativa de diversos programas e aplicações “ad-hoc” desenvolvidos nas últimas décadas, como por exemplo, gestores de bases de dados, sistemas de informação geográfica, software para o tratamento de imagens de satélite, sistemas de automatização de escritórios, aplicações para gestão de conhecimento, etc. Isto é, trata-se de uma estratégia de desenvolvimento que pode ser considerada como “modular”.

Esta estratégia, todavia, não deve ser assumida como uma volta para um procedimento segmentado e parcial dos questionamentos e trabalho de pesquisa que o sistema de informação deve suportar. Esse tipo de enfoque explica precisamente o desenvolvimento das soluções isoladas descritas anteriormente.

Una vez mais, a seleção da tecnologia e as aplicações de suporte informático devem vir só depois de se determinar e se estabelecer o enfoque conceitual do problema. Assim, a estratégia sugerida supõe reconhecer na integridade e na interdisciplinariedade dos problemas de gestão ambiental, as potencialidades de determinadas ferramentas tecnológicas igualmente integradoras, versáteis e multifuncionais.

Pode-se então desenvolver um sistema de informação segundo um processo como o apresentado no esquema da figura 4. As ferramentas selecionadas são só algumas das disponíveis no mercado mas também as que oferecem maiores possibilidades de acesso, com interfaces amigáveis, baixos custos, facilidades para o desenvolvimento de aplicações e, sobretudo, interoperabilidade. Seguindo a direção do desenvolvimento modular do sistema, algumas das características técnicas das ferramentas consideradas são:

SPRING

O SPRING é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) adaptado à complexidade dos problemas ambientais, que requer uma forte capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais e modelos numéricos de terreno. Criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornece um ambiente unificado de gerenciadores de bancos de *dados geográficos* (onde cada dado tratado possui atributos descritivos e uma representação geométrica no espaço geográfico), *geo-processamento* e *sensoriamento remoto* para o desenvolvimento de aplicações urbanas e ambientais. Com o SPRING é possível desenvolver aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, Planejamento Urbano e Regional.

A vantagem do SPRING frente a outros SIGs é que ele provê um ambiente de trabalho poderoso e amigável, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Geográfica-Espacial baseada em Álgebra), fornecendo ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos. Além disso, é capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes variando de microcomputadores a redes desempenho.

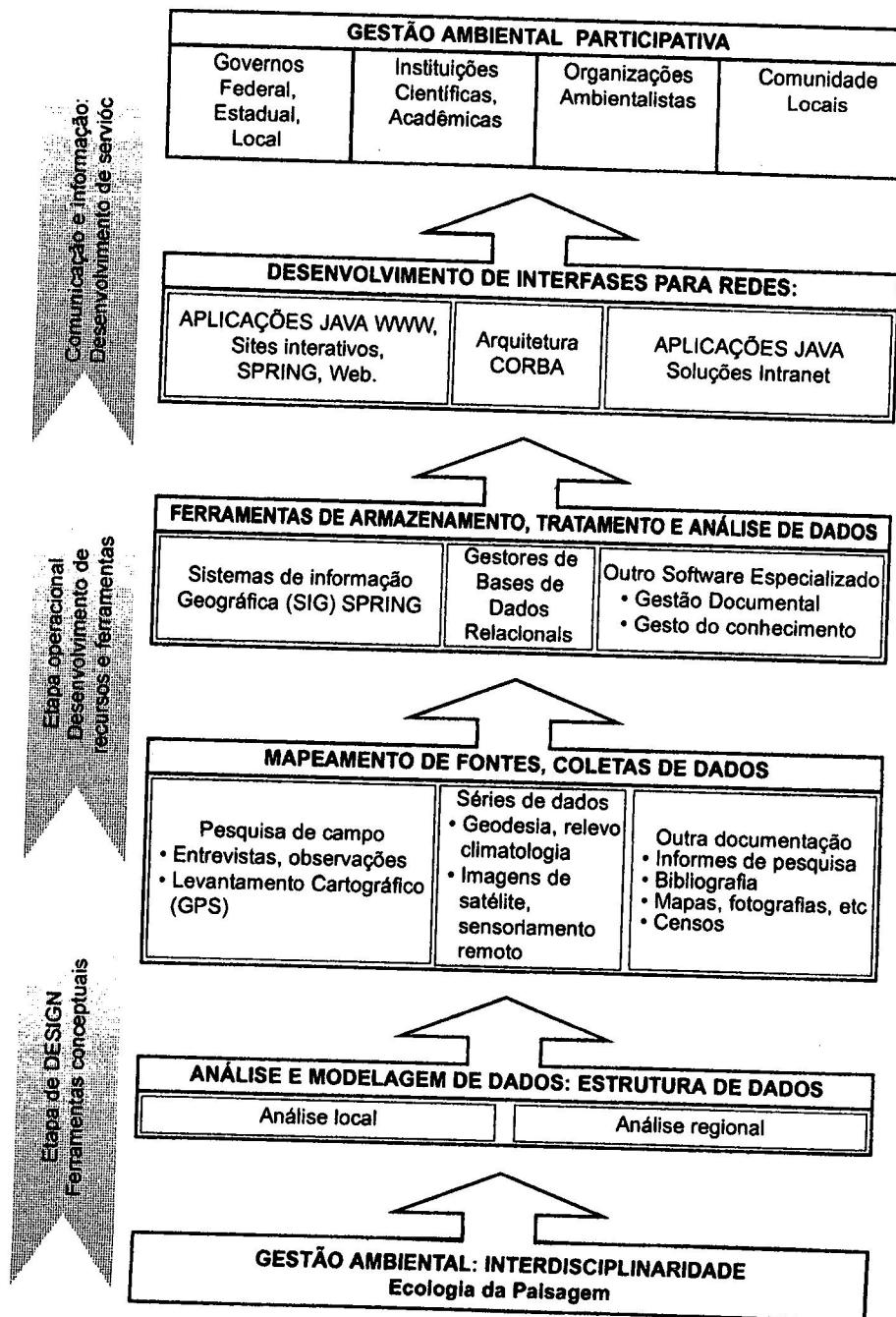


Figura 4 - Esquema de desenvolvimento de um sistema de informação para a gestão

O SPRING WEB é um aplicativo escrito em Java que permite a visualização de dados geográficos armazenados em um servidor remoto. A transferência dos dados é realizada pela Internet e a sua visualização é feita por um navegador (browser), sem a necessidade de programas específicos; para tanto basta acessar o site em que está aplicação e executá-lo. Nestas condições o código do SPRING WEB é transferido para sua máquina, juntamente com as informações geográficas básicas. A medida que o usuário solicita a visualização de novos planos de informação (layers), os mesmos são transferidos e visualizados na máquina do usuário.

JAVA

É uma linguagem de programação orientada a objetos designados para ser empregada no ambiente distribuído da Internet. Criado pela Sun Microsystems em 1995, gerou rapidamente um amplo espectro de possibilidades interativas na Web. O Java pode ser usado para criar aplicações completas que podem ser executadas num único computador e distribuídas entre servidores e clientes de uma rede. Também pode ser usado para construir pequenos módulos de aplicações (applets) na criação de páginas Web interativas, isto é, páginas através das quais os usuários podem fazer consultas em banco de dados remotos e desenvolvidos como software especializado (por exemplo: Access ou qualquer outro gestor de bases de dados). A característica principal da linguagem Java é que os programas criados são *portáteis* numa rede: os programas fonte são compilados em *bytecode* e podem ser interpretados no servidor ou nos clientes de uma rede através da criação de uma *máquina Java* virtual. Isto significa que as diferenças individuais das plataformas (sistemas operativos, processadores, etc.) são reconhecidas e interpretadas localmente durante a execução do programa. Atualmente, os principais browsers (navegadores) da Web como Explorer e Netscape contém uma máquina Java virtual e os grandes desenvolvedores de sistemas operativos (IBM e Microsoft) têm somado compiladores Java como parte da oferta de produtos. Pelas características de Java, esta linguagem é considerada atualmente como a ferramenta estratégica para o desenvolvimento de aplicações para a Web.

CORBA

Common Object Request Broker Architecture, é uma arquitetura e especificação para a criação, distribuição e gestão de objetos de programação distribuídos em uma rede. A arquitetura CORBA foi desenvolvida por um consórcio de provedores de software (que inclui atualmente mais de 500 membros) e permite que programas criados em diferentes lugares e desenvolvidos por diferentes provedores, se comuniquem em uma rede através de um “*broker de interface*” que por exemplo, permite o intercâmbio de demandas e respostas entre clientes e servidores usando o protocolo TCP da Internet.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um sistema de informação para a gestão ambiental tem que considerar a existência de grupos potenciais de usuários cujos interesses particulares criam situações de conflito: o que é um área de proteção para um grupo, é uma área de vida e subsistência para outro. Porém trata-se de um processo de design e desenvolvimento de um sistema de informação que:

- considere um enfoque interdisciplinar dos problemas ambientais;
- forneça soluções para necessidades distintas e, às vezes, conflituosas;
- possa ser suportado por distintas tecnologias (disponíveis em distintos cenários e acessíveis simultaneamente para distintos grupos de usuários);
- compreenda o tratamento dos conteúdos e o desenho de ferramentas de consulta segundo os padrões de uso e consumo de informação dos distintos usuários;
- seja sustentável a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOOTY, W.G. et al. Design and implementation of an environmental decision support system. **Environmental Modelling & Software**, v.16, p. 453-458, 2001.

FAHRIG, Leonore. **When is a landscape ecology perspective important?**
Disponível em: <<http://www.carleton.ca/lands-ecol/WhatisLE.html>> Acesso em: 15/08/01.

- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **O que é tombamento?** Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br/iphantomb.htm>> (Adaptado da publicação “Tombamento e Participação Popular” do Departamento do Patrimônio Histórico, do município de São Paulo).
- Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. **SPRING**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>> Acesso em: 15/08/01
- International Symposium on Environmental Software Systems. ISESS 2001.** Disponível em: <<http://isess.crle.uoguelph.ca/isess.html>>
- KORFHAGE, Robert R. Information storage and retrieval.** New York : Wiley Computer Publishing, 1997.
- Ministério do Meio Ambiente. Parques Nacionais : Brasil. Guia de Turismo Ecológico.** São Paulo : Empresa das Artes, 1999.
- Pousada “SOBRE AS ONDAS”. Parque nacional de Superagüi.** Disponível em: <<http://www.superagui.net>>
- RADERMACHER, F.J. et al. Trends in environmental enformation processing.** 13 t World Computer Congress. Elsevier-North-Holland, 1994.
- REYNOLDS, P. What is environmental management?** Disponível em: <<http://www.ballarat.edu.au/academic/science/environmental/whatis.shtml>> Acesso em: 20 sep 2001.
- RYBACZUK, K.Y. GIS as an aid to environmental management and community participation in the Negril Watershed, Jamaica. Computers, environment and urban systems.** n. 25, p. 141±165, 2001.
- Secretaria de Estado da Cultura. Coordenadora do Patrimônio Cultural. Apresentação.** Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seec/cpc/apresentacao.html>> Acesso em: 2 sep 2001
- Secretaria de Estado da Cultura. Coordenadora do Patrimônio Cultural. Superagüi : Relatório de campo e observações técnicas.** Curitiba : CPNA, 2000.
- Landscape ecology: what is it?** Disponível em: <<http://www.crle.uoguelph.ca/iale/>>