

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS COMPATÍVEIS COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Eduardo Alvim Leite¹

Resumo - O sucesso na implantação de estratégias de desenvolvimento sustentável é condicionado pela construção de modelos e instrumentos apropriados de gestão ambiental, dentre os quais se destacam os Sistemas de Informações Ambientais – SIAs. A concepção do desenvolvimento sustentável visa integrar em um mesmo processo crescimento econômico, equidade social e proteção ambiental, com foco prioritário no ser humano. Sua implementação pressupõe a constituição de um pacto entre os diversos atores sociais (Estado, empresas e sociedade civil) e a estruturação de novos modelos organizacionais para a gestão dos recursos naturais, fundamentados em conceitos como “reprodução social”, “racionalidade ambiental” e “sociedade ecológica” apresentados. Os SIAs devem absorver as tendências democráticas, participativas, orgânicas e de autogestão que caracterizam estes modelos organizacionais. Além disso, o desenvolvimento de SIAs deve considerar a elaboração de uma estratégia de integração que agregue um conjunto de fatores e suas inter-relações, componentes de um espaço mínimo de análise, que foi definido. Este espaço combina os componentes básicos do sistema de informação, suas fases de análise, suas funções prioritárias e seus requisitos de sustentabilidade.

Abstract - The success of sustainable development strategies implementation is conditioned by the construction of appropriate environmental management instruments and models. Environmental Information Systems – EIAs are one of these instruments. The concept of sustainable development aims to integrate economic growth, social equity and protection of the environment, with main concern in human beings. A pact between the social players (State, businesses and civil society) and new organizational models are necessary to the implementation of a sustainable development process. EIAs need to incorporate democratic, participatory, organic and self-management bias that are present in those organizational models. Moreover, the EIAs’ development needs a strategy of integration that considers a set of factors and their interrelationships, components of a minimum

¹ Instituto Tecnológico SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19100, CEP 81531-990. Telefone (41)366-1133, ramal 2308. Fax (41)366-2122. e-mail alvim@simepar.br.

space of analysis, which was defined in this paper. This space of analysis combines essential components, analysis phases, main functions and requirements of sustainability of EIAs.

Palavras-chave - Desenvolvimento sustentável; Gestão ambiental; Sistema de informações ambientais

INTRODUÇÃO

É cada vez maior a consciência da interdependência entre as dimensões econômica, social e ambiental do processo de desenvolvimento e da necessidade de estruturação de um modelo que harmonize estas dimensões em seu próprio processo evolutivo, de forma a garantir sua reprodução no tempo. Entre propostas que buscam incorporar esta consciência, destaca-se a concepção do **Desenvolvimento Sustentável**, idéia que tem sido crescentemente disseminada pelos programas oficiais das Nações Unidas como rota privilegiada de superação pelos países dos problemas de estagnação econômica, exclusão social e degradação ambiental, mas cuja implantação concreta carece de modelos e experiências.

O processo de implantação de uma proposta de desenvolvimento sustentável passa necessariamente pela construção e/ou ajustamento dos modelos e instrumentos de gestão ambiental, cujo objetivo deve englobar a garantia de sustentabilidade multidimensional – econômica, social e ambiental - de determinado território (bioma ou ecossistema) e/ou recurso natural. No sentido de refletir estas dimensões, têm-se apontado como necessário a estes modelos incorporar níveis de participação dos múltiplos atores sociais envolvidos no planejamento, organização, direção e controle da gestão ambiental. O modelo de gestão ambiental adotado condiciona a configuração dos instrumentos de suporte a serem utilizados no exercício da administração, entre eles o Sistema de Informações Ambientais – SIA.

O objetivo deste trabalho é discutir uma abordagem conceitual para o desenvolvimento de **Sistemas de Informações Ambientais – SIAs**, apresentando um conjunto de fatores a ter em conta para o seu projeto e operação e levantando algumas questões críticas a serem investigadas, de forma a torná-los instrumentos efetivos de gestão ambiental, contribuintes para implantação de propostas de desenvolvimento sustentável.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Uma primeira concepção de desenvolvimento, utilizada a partir da 2^a Guerra Mundial, foi concebida com forte viés econômico. Segundo CAPORALI (2003), este primeiro conceito foi forjado na harmonização de teorias (em especial o Keynesianismo), interesses e práticas econômicas vigentes que depositava na ação regulatória do Estado a possibilidade de manutenção de taxas de crescimento elevadas. Este conceito deu fundamento a uma ideologia (desenvolvimentista) que previa o crescimento econômico indefinido, baseado em um processo de utilização intensiva de capital, redução do uso de mão de obra e utilização intensiva de recursos naturais. Esta ideologia econômica, que fundamentou a ação dos organismos multilaterais de fomento (BIRD, BID), embutia total inconsciência das suas repercussões ambientais. Os resultados decorrentes da adoção deste ideário de desenvolvimento, que incluem a exploração irracional de recursos naturais e energia e a intensificação do desperdício de capitais e trabalho, ao invés de crescimento econômico indefinido, a partir dos anos 70, levaram a períodos de estagnação por um processo de dilapidação dos excedentes econômicos e da base natural que é seu pressuposto necessário (repercussões visualizadas nas simulações de Meadows et al denominadas “Limites do Crescimento”). O modelo vigente mergulhou em uma crise de reprodução, com origem na elevação dos custos de produção e conseqüente degradação da riqueza social global (CAPORALI, 2003).

Instalada a crise, emergiram duas concepções: (1) o **neoliberalismo**, extensão do modelo vigente, centrado na imposição lógica da austeridade e da liberdade de mercado e restrições ao papel do Estado nas diversas economias e o (2) **desenvolvimento sustentável**, corrente que “busca combinar os mecanismos de correção econômica, com medidas de controle administrativo e sistemas de decisão pactuada entre os diversos atores da sociedade civil” (CAPORALI, 2003), que necessariamente devem incluir questões de equidade social e sustentabilidade dos recursos ambientais.

As definições e significados de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável se multiplicam, abrangendo significados econômicos, ecológicos e sociais. Segundo GUIDANCE (2003), o relatório da Comissão Brundtland, “Nosso Futuro Comum”, define desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades. O primeiro princípio da Declaração do Rio estabelece que o ser humano deve ser o centro das preocupações do desenvolvimento sustentável. PERMAN et al (1996) apresentam seis conceituações alternativas, construídas sobre pelo menos sete definições de sustentabilidade (Tabela 3.1, p 57). Segundo ele, (1) um estado sustentável é aquele em que a **utilidade** é não-declinante ao longo do tempo; ou (2) o **consumo** é não declinante ao longo do tempo; ou (3) os recursos são gerenciados de forma a manter **oportunidades de produção** no futuro. Também, (4) um estado sustentável é aquele em que o

estoque de **capital natural** é não-declinante ao longo do tempo; ou (5) os recursos são gerenciados de forma a manter um **rendimento sustentável dos serviços de recursos** (*resource services*) ou (6) satisfaz condições mínimas de **estabilidade e resiliência do ecossistema** ao longo do tempo. Questões como a validade do conceito por tempo indefinido, o enquadramento nas leis da termodinâmica e a equidade entre gerações são pontos de discussão entre diferentes autores.

Os pressupostos essenciais da nova maneira de ser e pensar que devem estar embutidos em uma proposta de desenvolvimento sustentável afloraram a partir de 1968 com os “movimentos jovens”, em um processo emancipatório pela liberdade e democracia, passaram por 1989, fim da guerra fria e do socialismo real – tempo de triunfo provisório da globalização e da hegemonia do mercado – e chegaram em 1992, início da era do desenvolvimento sustentável, onde novas formas de habitabilidade, convivência, solidariedade e de identidade começam a emergir (LEFF, 1999).

Dimensão ambiental

O estado atual do meio ambiente, as pressões que as atividades humanas e produtivas exercem, os impactos dessas pressões sobre o meio ambiente e as respostas coletivas e individuais implementadas visando prevenir impactos negativos, corrigir a degradação ou conservar os recursos naturais, constituem uma base de informações de conteúdo técnico, necessária ao entendimento da dinâmica entre meio ambiente e desenvolvimento. Estes fatores compõem uma metodologia de Avaliação Ambiental Integrada denominada PEIR (SPIR em inglês) que o Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente – PNUMA tem utilizado para avaliar as perspectivas do meio ambiente em diversos países e regiões do mundo. Este programa é conhecido como GEO (*Global Environment Outlook*) e sua recente aplicação no Brasil como GEO BRASIL 2002. A figura 1 ilustra os fatores componentes da Metodologia PEIR, onde podemos visualizar os fluxos de informações responsáveis pela ativação das respostas sociais, que são concretizadas na forma de legislação, novas tecnologias, instrumentos econômicos, gastos ambientais, mudanças de consumo, entre outros.

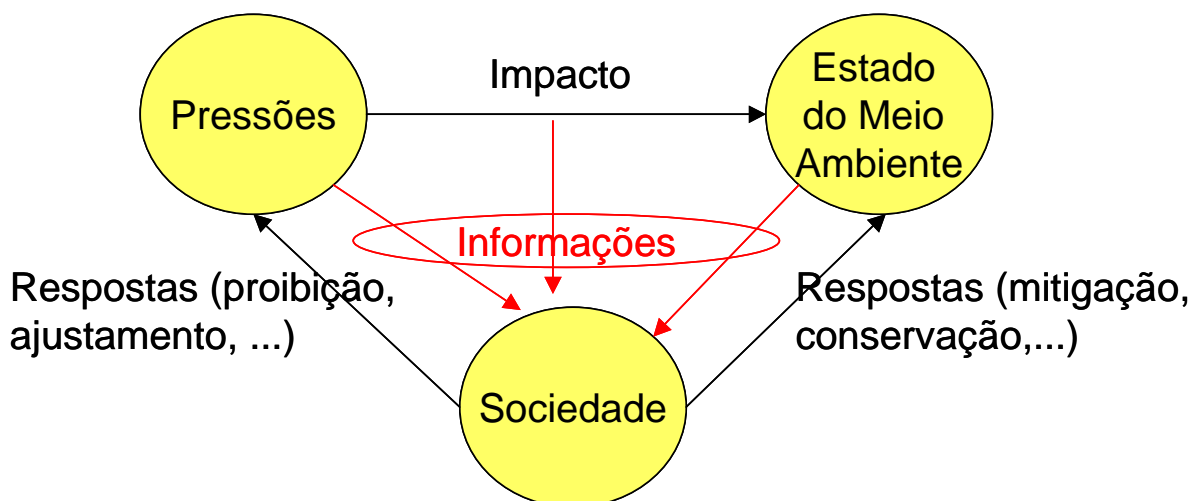


Figura 1: Componentes da Metodologia PIER do PNUMA de Avaliação Ambiental Integrada
Adaptado de GEO BRASIL, 2002, p 10.

Os impactos mais significativos das pressões antrópicas sobre o meio ambiente no Brasil estão sumarizados na tabela 1, onde podemos identificar os níveis de criticidade dos temas analisados, para cada um dos principais biomas e áreas urbano-industriais, dentro de um cenário tendencial. Este cenário foi formulado pela ONU e mantêm os princípios da globalização e, por conseguinte, seus impactos sociais já constatados.

Dimensão econômica

As mudanças estruturais partem essencialmente das transformações tecnológicas e seus impactos sobre os processos produtivos. Os avanços se sucedem em eixos inter-relacionados de desenvolvimento tecnológico: a eletrônica, a informática, as telecomunicações, a biotecnologia, a energia e os novos materiais. Estes avanços, na medida em que abalam as vantagens comparativas dos países e alteram a competitividade das empresas, impõem mudanças nos processos produtivos entre as quais o explosivo índice de inovação, os ciclos de vida reduzida dos produtos, a flexibilidade do processo produtivo, a automação acentuada, as alterações no uso de insumos e os novos métodos organizacionais. Conforme observou FARIAS (1989), ao lado das tecnologias físicas, desenvolveram-se também as chamadas “Tecnologias de Gestão”, que cumprem papel decisivo na adaptação da organização aos novos padrões de competitividade impostos pela dinâmica do processo de acumulação capitalista.

A aceleração do modelo capitalista de produção impulsionado pelas transformações tecnológicas tem provocado uma aceleração correspondente do nível de degradação ambiental e exclusão social. É a aceleração do tempo causando degradação entrópica (LEFF, 1999). A idéia de um mercado auto-regulável, do domínio da “livre concorrência”, capaz de equilibrar os processos

de desenvolvimento econômico não se efetiva. Sua implementação gera vitoriosos que adquirem vantagens adicionais para os embates seguintes: é um sistema que tende a se auto-eliminar, evoluindo para o poder de grandes grupos, que somando poder econômico do monopólio e poder manipulador na mídia e nos governos, desequilibra o processo (DOWBOR, 1998).

Tabela 1: Cenário Tendencial – Matriz Pressão–Impacto para o Estado do Meio Ambiente no Brasil

Temas	Pressões	Impactos	Áreas Urbanas-Industriais	Biomias							
				Amazônia	Cerrados	Caatingas	Zona dos Cocais	Pantanal	Mata Atlântica	Campos Meridionais	Zona Costeira
Atmosfera	Desflorestamento e queimadas; Emissões de Indústria, Transportes e Energia	Bases de Efeito Estufa	Alto	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio	Muito Baixo	Muito Baixo	Muito Baixo
		Polição Atmosférica	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Chuva Ácida	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Recursos Hídricos	Uso consuntivo e não consuntivo; Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos	Escassez de água potável	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Contaminação e poluição	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Assoreamento	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Águas Subterrâneas	Uso consuntivo e não consuntivo; tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos	Redução dos aquíferos	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Contaminação e poluição	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Recalque diferencial	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Florestas	Expansão da agropecuária; Exploração madeireira e produção de lenha e carvão vegetal	Desflorestamento	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Redução de Biomassa	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Degradação da biota	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Biodiversidade	Expansão da agropecuária; Caça e coleta predatória; extrativismo vegetal	Extinção de espécies	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Perda do patrimônio natural	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Fragmentação do habitat	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Recursos Marinhos	Extração de petróleo e gás, comércio marítimo, tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos, expansão urbana	Queda da produtividade	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Contaminação e poluição	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Água de lastre	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Pescas	Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos, sobrepesca e pesca predatória	Captura excessiva	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Extinção de espécies	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Solos	Irrigação e efluentes salientes; Sobrepesca; Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos; Uso intensivo de fertilizantes e defensivos, queimadas	Erosão	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Contaminação	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Salinização	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Desertificação	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Subsolo	Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos, uso intensivo de fertilizantes e defensivos, extração mineral; Deposição inadequada de resíduos	Contaminação	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Degradação	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Subsistência	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Qualidade de Vida	Precariedade nas Políticas Compensatórias; Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos; Emissões de Indústria, Transportes	Desigualdades sociais	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Segregação social	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Perda de sociodiversidade	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Saúde	Proliferação de vetores; Tratamento insuficiente dos efluentes químicos e orgânicos; Emissões de Indústria, Transportes	Doenças Pulmonares	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Doenças Infecto-parasitárias	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Doenças circulatorias	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
Desastres	Precariedade nas Políticas Preventivas;	Incêndios florestais	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Enchentes e deslizamentos	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto
		Socais	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto

Legenda
Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo

Extraído de GEO BRASIL, 2002, p 307.

Na tentativa de manter as bases do sistema vigente e garantir sua reprodução, teóricos da administração e empresários de sucesso estruturam reformas, gerando conceitos como o de capitalismo natural (LOVINS et al., 1999), reconhecendo o “estado de escassez” dos insumos naturais; elaboram abordagens para integrar meio ambiente no pensamento dos negócios e tornar os investimentos ambientais lucrativos (REINHARDT, 1999); reconhecem o estado de descontinuidade econômica e propõem mudanças no processo produtivo, com substituição progressiva de materiais por informação e produtos por serviços (MAGRETTA, 1997), identificam eras de evolução da gestão ambiental e delimitam condições de sucesso para estratégias ganha-ganha na questão ambiental (WALLEY & WHITEHEAD, 1994); propõem estratégias ambientais para identificar oportunidades de negócios que levem ao desenvolvimento de uma tecnologia limpa (HART, 1997); forjam novos conceitos como a produtividade de recursos (*resource productivity*) e estimulam sua reprodução a exemplo da “revolução pela qualidade” dos anos 80 (PORTER & VAN DER LINDE, 1995); lançam os princípios do projeto verde associado à avaliação de todo o ciclo de vida do produto (PERMAN et al, 1996); reconhecem a necessidade de focar a pesquisa nas questões ambientais e recomendam a formação de alianças estratégicas para desenvolvimento de uma P&D verde (BIDDLE, 1993).

Dentro deste contexto, as informações ambientais associadas à operação empresarial tornam-se estratégicas para validação das novas abordagens e sua apropriação torna-se componente do processo de “produtividade empresarial ampliada” – que se viabiliza através de ações tais como o auto-monitoramento, a auto-avaliação e a auto-regulamentação propostas para o setor.

Dimensão social

Segundo cenário tendencial formulado pela ONU, apresentado em GEO BRASIL (2002), mantido os princípios da globalização, seus impactos envolvem o agravamento da “concentração de renda, elitização de alguns postos de trabalho e eliminação de muitos outros, desemprego crescente, [...] consumo excessivo e concentrado em pequena parcela da população mundial, empobrecimento político, social, econômico e ambiental crescentes e o acirramento das desigualdades sociais, econômicas e ambientais em conseqüência”.

Buscando identificar causas estruturais, podemos perceber que as principais tendências do futuro trazem contradições embutidas que carecem urgentemente de controle social e gestão efetiva. As tecnologias avançam rapidamente enquanto a cultura, as instituições e o sistema legal correspondentes avançam lentamente (é a não-contemporaneidade dos processos de mudança); a economia se globaliza enquanto os sistemas de governo permanecem nacionais, gerando perda de governabilidade; a polarização econômica acelera-se gerando um “*gap*” entre ricos e pobres, a urbanização junta estes extremos, levando a convívios contraditórios e insustentáveis. A

urbanização desloca o espaço de gestão do cotidiano para a esfera local, enquanto os sistemas de governo permanecem centrais. O mesmo sistema que promove a modernidade técnica gera a exclusão social (DOWBOR, 1998).

DESAFIOS EMERGENTES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Atualmente somos uma sociedade cheia de novas técnicas, mas com poucos rumos (DOWBOR, 1998). A sociedade esta colocada diante de uma “esquina civilizatória” e tem de escolher um rumo na direção de um novo projeto. O luxo da minoria não pode continuar sendo sustentado pelo lixo da maioria: o lixo ambiental e o lixo social (O ENSINO, 2003). A dimensão fortemente política e ética inscrita no ideário vigente de desenvolvimento foi ignorado pela teoria econômica. O que produzir, como produzir, para quem produzir, tornam-se questões-chave na gestão de novos projetos de desenvolvimento (CAPORALI, 2003). O próprio capitalismo macula sua lógica, na medida em que os agentes são remunerados segundo estruturas articuladas de poder e não segundo suas contribuições para as atividades econômicas. “Não se tem nem a racionalidade econômica e nem a racionalidade social” (DOWBOR, 1998).

É preciso reconhecer o papel engajado do Estado, reflexo do sistema vigente e não enxergá-lo como possível motor das mudanças de paradigmas. O Estado é intérprete dos interesses das classes dominantes, representa e organiza estas classes em um “bloco de poder”, que se apropria do conjunto de seus aparelhos ideológicos, políticos e econômicos. A burocracia de Estado, embora exerça, não possui poder político e encontra-se a serviço dos interesses da classe hegemônica (FARIA, 1985).

É crescente a convergência da sociedade quanto aos problemas e objetivos da mudança necessária. O caminho de sua viabilização passa pela implantação de um processo de **reprodução social** que seja socialmente justo, ambientalmente sustentável e economicamente viável. A construção do desenvolvimento deve envolver além do Estado e das empresas privadas, a sociedade civil; além dos partidos políticos e sindicatos, as organizações comunitárias, universidades, administrações locais e representações profissionais. “É a sociedade civil que deve assumir o controle, através de sistemas de rede descentralizadas e livremente articuladas” (DOWBOR, 1989), com mecanismos de auto-regulação que assegure a sustentabilidade do todo e de suas partes.

Subjacente à implantação das políticas e instrumentos de gestão, é necessário a criação de uma racionalidade alternativa que passa pelo desmonte da racionalidade econômica e instrumental vigente, que construiu um projeto totalitário baseado no “positivismo epistemológico”, para a construção de uma **racionalidade ambiental**, fundada nos saberes subjugados e nas racionalidades culturais que dão lugar a criação do outro, do diferente, da alternativa fora das tendências

dominantes (LEFF, 2002). A construção do futuro sustentável não pode valer-se de falsas certezas sobre a eficiência do mercado e da tecnologia, nem sobre a ecologia – reduzida à busca de equilíbrio entre crescimento econômico e preservação ambiental. Deve fundar-se sobre um processo de reconstrução social que se alimente de uma nova ética, baseada no reconhecimento e respeito ao outro, à diversidade e à diferença, gerando uma política de diálogo e consenso, de convivência e solidariedade (LEFF, 1999). O objetivo deve ser a construção de uma **sociedade ecológica** como fruto de processos reflexivos e de tomada de decisões que garantam a conservação e geração dos ciclos naturais e sociais que permitem a vida com base em uma antropologia que transcenda a visão do *homo economicus*, supere a dinâmica capitalista e privilegie o valor do uso ao valor de câmbio, a racionalidade substantiva à instrumental, a comunidade ao mercado, o local cotidiano ao global efêmero (PAEZ, 2001).

Complementando, precisamos repensar o desenvolvimento científico e tecnológico, integrando ao conhecimento técnico, o conhecimento de base empírica – através da construção de espaços de diálogo e de interação – e focalizá-lo na construção de teorias, modelos e instrumentos de gestão que ajudem na formulação de políticas e programas participativos e métodos para avaliar sua aceitabilidade e efetividade, dentro dos paradigmas discutidos de desenvolvimento sustentável, que contemple o ideário advindo dos conceitos de reprodução social, racionalidade ambiental e sociedade ecológica apresentados.

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS – SIAS

Grande expectativa é depositada no papel a ser desempenhado pelos SIAs como integrante privilegiado do sistema de gerenciamento dos recursos naturais. Grande parte da legislação ambiental, nos planos internacional (Capítulo 40 da Agenda 21), federal (p.ex. Lei 9433/97 – Recursos Hídricos; Lei 6938/81 – Meio Ambiente) e estadual (no Paraná, p.ex. Lei 12726/99 – Recursos Hídricos; Lei 13806/02 – Poluição Atmosférica), incluem os sistemas de monitoramento e informação, realçando-os como instrumentos de consecução das políticas públicas. A realidade tem demonstrado que a maioria dos SIAs integrados (nível nacional e estadual) previstos na legislação teve implementação parcial e encontra-se em operação fragmentada entre instituições públicas (situação por exemplo dos sistemas voltados para recursos hídricos, desastres, meio ambiente, saúde e gestão territorial citada em GEO BRASIL, 2002).

No âmbito deste trabalho, conforme apresentado por PUCCI JR (2001), o entendimento de “sistema de informação” deve superar a idéia de artefato tecnológico que serve para coletar, armazenar, processar e distribuir dados. Deve também ir além do conceito de Edward Yourdon, forjado a partir da Teoria Geral de Sistemas de Bertalanffy, segundo o qual sistema de informação é

um “conjunto de dados, processos, hardware, software e pessoas, que tem como finalidade subsidiar atividades operacionais e rotineiras de curto prazo e atividades gerenciais de médio e longo prazo ou de tomada de decisão” (PUCCI JR, 2001). A concepção mais abrangente e adequada é a de Ronald Stamper, que entende os sistemas de informação “como uma parte de um sistema social mais amplo, no qual a ação coletiva e coordenada ocorre em função da comunicação humana e de valores e atitudes compartilhados” (PUCCI JR, 2001). Segundo esta concepção, que supera a idéia de caracterização da organização em termos de padrões de fluxos de informação, como se ela fosse uma extensão do computador, um sistema de informação apresenta três níveis principais: o primeiro é o nível informal, dominado pela cultura, onde são estabelecidos os significados, intenções e crenças e onde são criados os compromissos e responsabilidades; o segundo é o nível formal, representado pela burocracia, onde regras formais substituem os significados e intenções e o terceiro é o nível da tecnologia de informação, onde a automação das regras formais é possível e a sua execução por computadores viável. “A tecnologia da informação é capaz de manusear apenas parte do sistema formal e somente uma parte do sistema informal pode ser formalizado” (PUCCI JR, 2001).

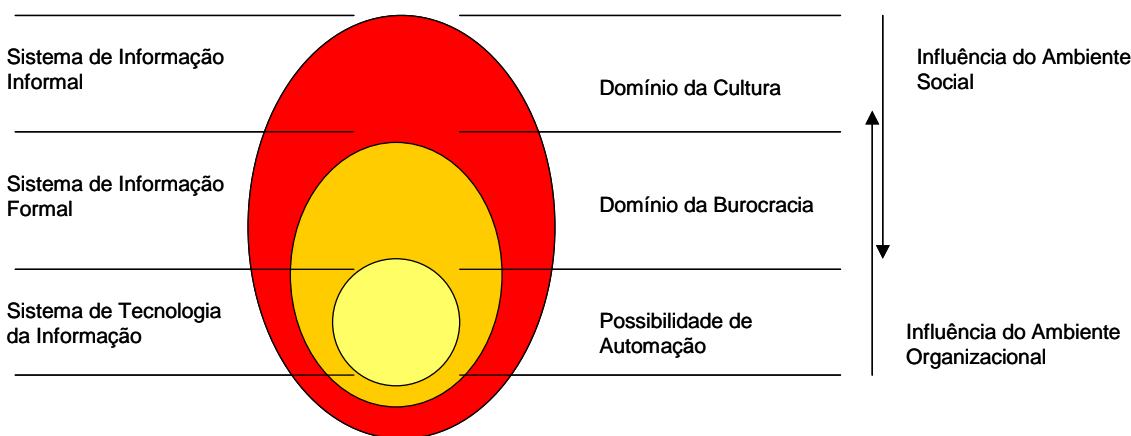


Figura 2: Os três níveis do sistema de informação

Adaptado de PUCCI JR (2001), citando STAMPER (1996)

A adoção desta concepção de sistema de informação, que busca a compreensão ampliada do processo de gestão da informação, incorporando as dimensões formal e informal do ambiente organizacional e social, torna mais significativa a representação da realidade construída pelos agentes atuantes nestes contextos, favorecendo o desenvolvimento de instrumentos mais ajustados e efetivos à tomada de decisão e ao suporte às funções de gerenciamento. O ajustamento das características de projeto e operação dos sistemas de informação aos contextos organizacional e social – determinantes de seus componentes formal e informal – constitui fator condicionante do

sucesso de utilização do sistema. A idéia básica é a necessária busca de coerência estrutural e operacional entre ambiente social – ambiente organizacional – sistema de informações.

Dentro deste contexto, focalizando na temática do trabalho, podemos dizer que uma proposta de desenvolvimento sustentável, que imprima mudanças no sistema social – refletindo em participação dos múltiplos atores sociais e alterações nas relações de poder – necessita buscar identificar e implementar mudanças correspondentes no ambiente organizacional de gerenciamento dos recursos naturais – caracterizados por modelos organizacionais e formas de gestão alternativas – condicionando o projeto e operação dos SIAs que lhe sejam apropriados.

Problemas no projeto e operação dos SIAs podem conduzir a efeitos disfuncionais do sistema. PUCCI JR (2001) estudou um caso de SIA focado em informações de recursos hídricos na Região Metropolitana de Curitiba e destacou a existência de práticas como o mimetismo (a cópia das estruturas e instituições, costumes, normas e procedimentos exógenos sem a necessária atenção aos fatores sociais e culturais) e o formalismo (a discrepância entre a norma prescrita e a conduta concreta) na concepção dos sistemas, que podem conduzir a uma dissonância cognitiva provocada pelo uso dos mesmos. O resultado é a criação de SIAs que não refletem a realidade socialmente construída, produzindo como consequência a rejeição da informação e a não utilização do sistema no processo de tomada de decisão.

Atualmente no Brasil, a maioria das organizações responsáveis pela gestão ambiental ou gerenciamento das informações ambientais é de natureza pública, parte integrante do Estado, operando como autarquias, fundações, empresas públicas ou subunidades da administração direta nos três níveis de Governo: federal, estadual e municipal. Algumas formas organizacionais alternativas, contemplando participação da sociedade civil começam a ser implantadas (p.ex. Agências de Bacias constituídas como Associação de Usuários). Os princípios do desenvolvimento sustentável apontam para estas formas alternativas, nas quais o controle administrativo e os sistemas de decisão são pactuados entre os diversos atores da sociedade civil e a gestão pode ser estruturada em sistemas de rede descentralizados e livremente articulados, o que indica tendência para modelos de organização de reduzido controle organizacional, além dos tipos “Participativo” de Likert ou “Democrático” de Lewin et al ou Tannenbaum & Khan. A questão ambiental impõe a estas organizações alto grau de complexidade quanto aos problemas a serem enfrentados, ambigüidade quanto às alternativas de soluções, incerteza quanto aos resultados, imprevisibilidade quanto ao futuro, exigindo capacidade de processamento de alto volume de informações, ação baseada no conhecimento técnico-científico e regulação fortemente baseada na cultura – características que apontam para modelos organizacionais do tipo “orgânico” de Burns & Stalker, que também agrega as características do modelo “adhocrático” de Mintzberg, do modelo de “organização criativa” de

Kast & Rosenzweig, do modelo de organização profissional de Drucker e do modelo de organização informacional de Alter.

FARIA (1985) analisou as formas de gestão e correspondentes relações de poder associadas, identificando quatro tipos, conforme a intensidade com a qual os interesses objetivos específicos são definidos e realizados pelos dirigentes ou pelos participantes: a “heterogestão”, a “cogestão” ou gestão participativa (ambas associadas a estruturas organizacionais autoritárias, destacando-se na segunda a prática da manipulação, recalçamento e cooptação), a “gestão cooperativa operária” (associada a estruturas organizacionais de transição) e a “autogestão” (associada a estruturas democráticas). Experiências de gestão cooperativa ou autogestão, envolvendo atores da sociedade civil, aplicadas a organizações responsáveis pela gestão ambiental merecem ser pesquisadas, pois coadunam com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Todos estes modelos organizacionais e formas de gestão apresentadas como potenciais aglutinadores de características compatíveis com propostas de desenvolvimento sustentável moldam os componentes informais e formais dos SIAs e condicionam o projeto de seu componente tecnológico, que deve absorver as tendências democráticas, participativas e orgânicas, vinculadas a organizações em algum nível autogeridas. Maior desafio é encontrado na estruturação de SIAs integrados – demanda crescente na área ambiental, que necessita processar sistematicamente informações integradas no espaço e no tempo e análises multivariáveis – quando exigências de articulação interinstitucional, padronização técnica operacional, mecanismos de decisão e ação compartilhada são emergentes e revelam a necessidade de estruturação de redes ou outros arranjos organizacionais que conciliem entidades heterogêneas – em modelos e formas de gestão, culturas, finalidades e capacitações distintas – e que sejam compatíveis com as complexidades da problemática ambiental.

FATORES A TER EM CONTA NO PROJETO E OPERAÇÃO DE SIAs COMPATÍVEIS COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O efetivo funcionamento dos sistemas de informação guarda profunda relação não só com os aspectos funcionais de projeto, mas também com os modos concretos de operação no âmbito dos ambientes organizacionais que os abrigam. Assim, o processo de construção dos SIAs deve abranger a análise não só da fase de projeto (concepção e especificação) como também da fase operacional (implantação, operação e manutenção), na qual ocorrem a geração e utilização da informação no contexto organizacional e social de influência. Complementarmente, assume importância o levantamento dos requisitos que garantem sustentabilidade funcional ao SIA, ou seja, o conjunto de condições necessárias ao pleno funcionamento do sistema ao longo do tempo,

incluindo as infra-estruturas e capacitações de natureza técnico-científica, humana, institucional, legal e econômica.

Dentro de uma análise preliminar, é possível reconhecer no mínimo quatro funções prioritárias a serem incorporadas em um projeto integrado de SIA: (1) o **monitoramento** ambiental; (2) a **modelagem** do ambiente e simulação do seu comportamento futuro; (3) a **previsão** sistemática de variáveis ambientais e emissão de alertas de condições extremas e adversas e (4) a **avaliação dos impactos** ambientais das pressões sociais e produtivas, a análise da efetividade das respostas sociais e o suporte à tomada de decisão no gerenciamento dos recursos naturais. Estas funções – executadas muitas vezes em distintas instituições – são interdependentes e devem ser integradas em um mesmo processo de gestão ambiental. Elas se caracterizam por especificações próprias quanto à natureza e o fluxo de informações, regras e normas particulares de conduta, subculturas e crenças típicas, tecnologias apropriadas e requisitos diferenciados de sustentabilidade funcional – envolvendo os aspectos técnicos (equipamentos e métodos), humanos, institucionais, legais e econômicos. Uma análise mais cuidadosa nos permite identificar o “sistema tecnológico”² dominante em cada uma dessas funções: podemos reconhecer um sistema de base instrumental e eletrônica para a função de monitoramento; um sistema de base científica, calcado nas ciências naturais, para a modelagem; um sistema de base técnico-operacional para a previsão e um sistema de base multi e interdisciplinar para a avaliação dos impactos. Um projeto integrado de SIA deve considerar a tarefa de reconhecimento dos componentes informal, formal e de tecnologia da informação dominantes e adequados, mais o levantamento dos requisitos de sustentabilidade funcional para cada função anteriormente identificada, além de elaboração de uma estratégia de integração das funções no processo de consecução da gestão ambiental. A figura 3 apresenta o espaço de análise para o desenvolvimento integrado de um SIA.

Um aspecto fundamental que devemos ter em conta é o entendimento de que a significância de um SIA está relacionada à capacidade do mesmo de capturar, interpretar e comunicar a realidade ambiental de interesse. Neste sentido, uma estratégia de aumento da significância dos SIAs pode ser a integração em múltiplas direções (funcional, espacial, temporal, variáveis representativas de diferentes recursos naturais, etc). Neste caso, devemos desenvolver estratégias combinadas de integração que avalie o conjunto dos aspectos e suas inter-relações, identifique capacitações, carências e sobreposições, oportunidades e ameaças e determine planos de ação, que incorpore a diversidade de fatores a ter em conta no projeto e operação de SIAs multi-integrados. As figuras 4 e 5 ilustram o espaço de análise para o desenvolvimento de alguns SIAs multi-integrados.

² Sistema tecnológico deve ser entendido como o complexo de meios, métodos, conhecimentos, aptidões e aparelhamentos físicos (máquinas e equipamentos) que substancia o processo transformativo organizacional e é combinado singularmente para consecução das estratégias organizacionais.

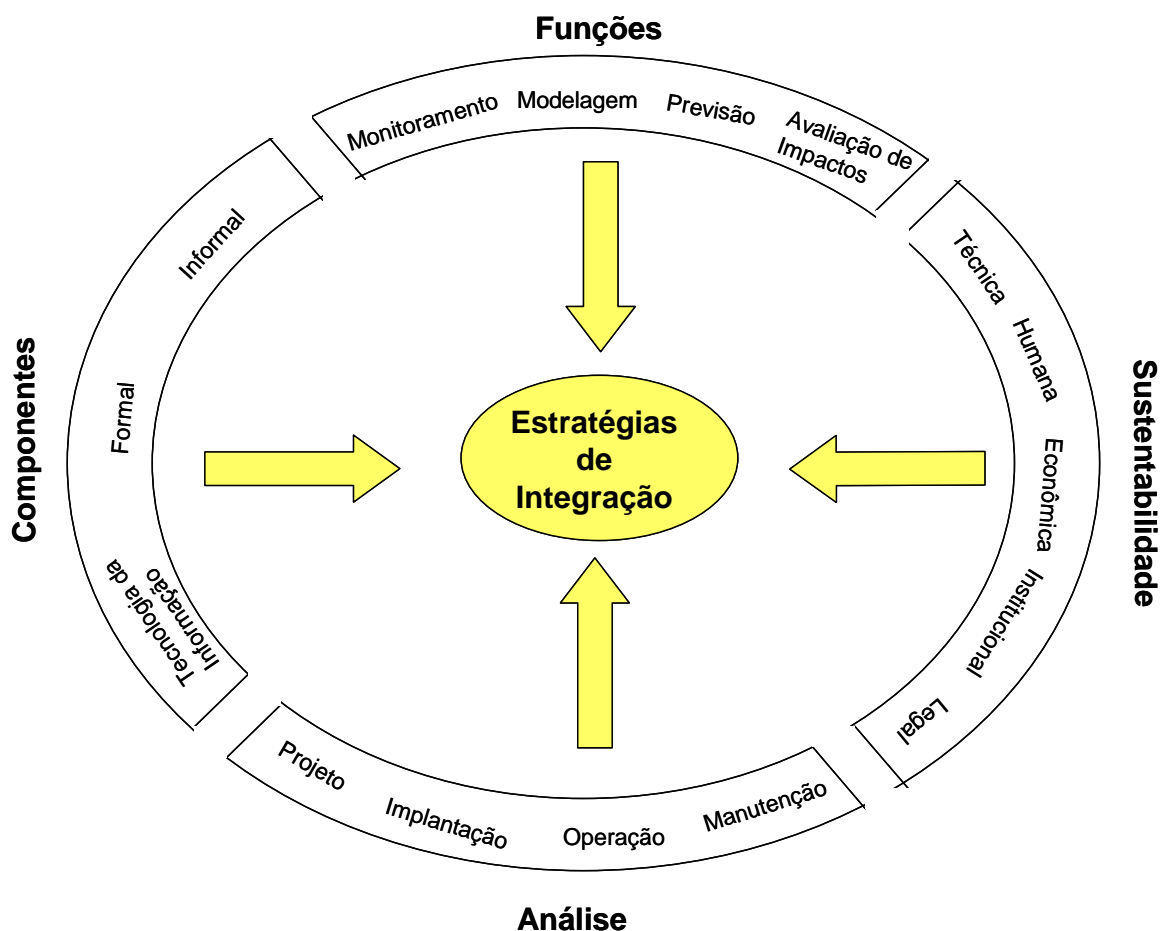


Figura 3: Espaço mínimo de análise para o desenvolvimento integrado de um Sistema de Informações Ambientais – SIA

Outras questões que merecem ser incluídas no ajustamento dos SIAs à concepção de desenvolvimento sustentável são modelos e metodologias de projeto e operação que embutem mecanismos de controle social, estruturação em redes descentralizadas, integração de conhecimentos técnicos e empíricos para percepção da realidade socialmente construída, princípios de auto-monitoramento e auto-controle, democratização de acesso às informações, cuja construção e uso se efetive dentro de um processo de reflexão coletiva levada a termo sob uma racionalidade ambiental. Os SIAs, construídos e operados sobre estas bases, devem ser capazes de gerar informações mais abrangentes e significativas, necessárias a uma mediação mais equilibrada entre o Estado, o setor privado e a sociedade civil, o que pode torná-los instrumentos efetivos de gestão participativa, contribuintes para o desenvolvimento sustentável.

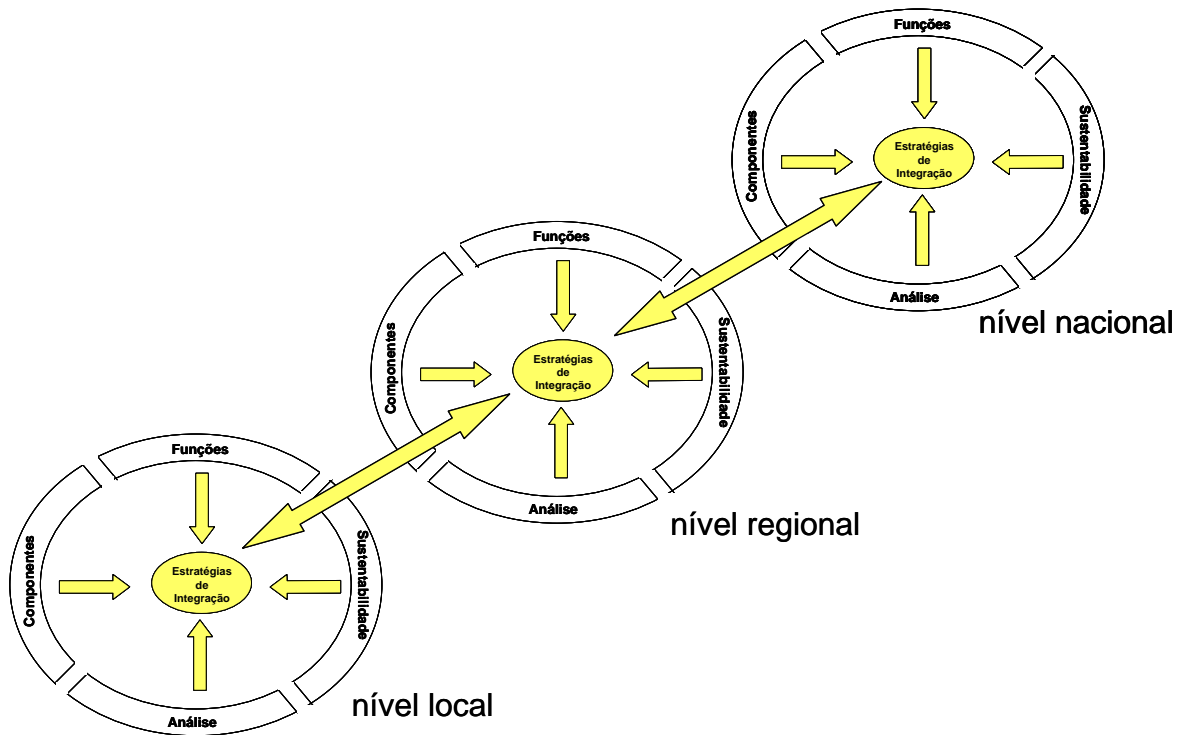


Figura 4: Espaço mínimo de análise para o desenvolvimento de SIAs multi-integrados (integração funcional e espacial – por exemplo: níveis local, regional e nacional)

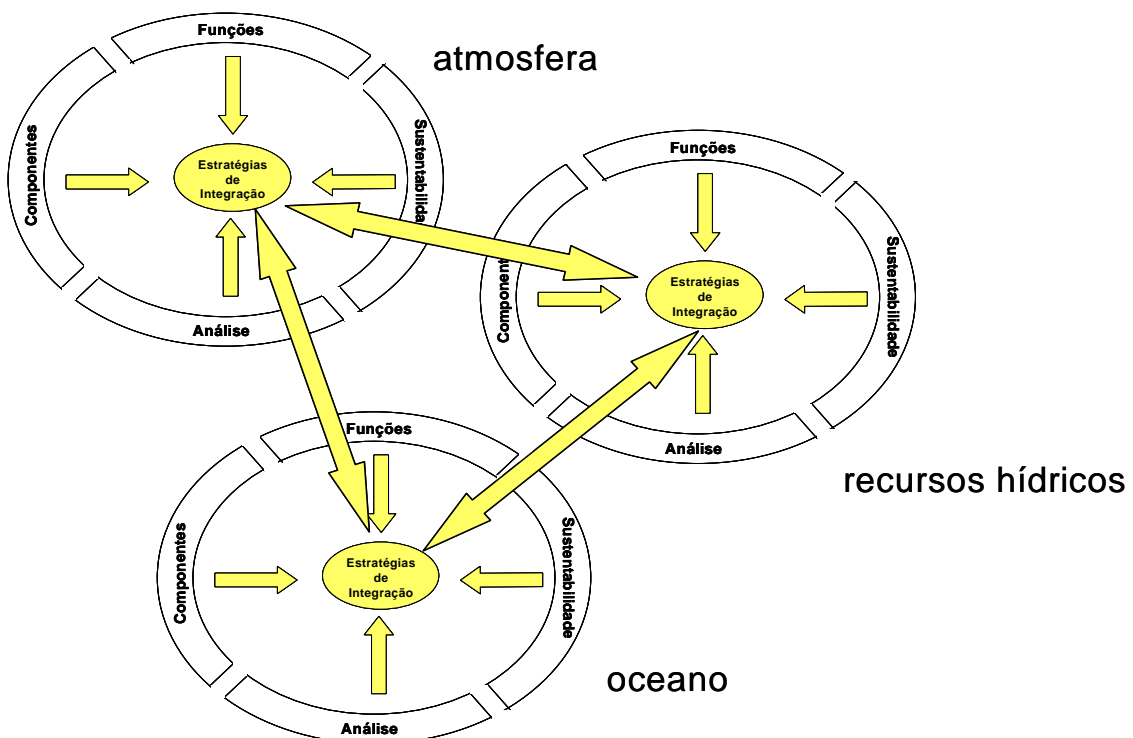


Figura 5: Espaço mínimo de análise para o desenvolvimento de SIAs multi-integrados (integração funcional e de variáveis representativas de diferentes recursos – por exemplo: atmosfera, recursos hídricos e oceano)

CONCLUSÃO

De uma forma geral, o trabalho apresentado visa investigar, dentro do modelo conceitual do desenvolvimento sustentável, formas organizacionais adequadas à gestão ambiental e a conseqüente configuração dos Sistemas de Informações Ambientais – SIAs que lhes sejam adequados. Para a consecução deste trabalho, buscou-se levar a termo uma investigação sobre os princípios estruturantes desta concepção de desenvolvimento, as mudanças no ambiente social associadas, a necessária coerência estrutural e operacional que deve existir entre ambiente social – ambiente organizacional – sistema de informações aplicados à problemática da gestão ambiental e a caracterização de algumas de suas relações de interdependência.

A partir da combinação, por um lado, dos componentes básicos de um sistema de informações e das fases clássicas de análise para o seu desenvolvimento e, por outro, das funções prioritárias de um SIA – caracterizados por diferentes “sistemas tecnológicos” – e dos requisitos para a sua sustentabilidade, foi possível definir um espaço mínimo de análise para o desenvolvimento integrado de SIAs. Uma estratégia de integração que combine estes espaços e avalie o conjunto dos aspectos presentes e suas inter-relações, pode orientar o desenvolvimento de sistemas multi-integrados, favorecendo o incremento da significância dos mesmos.

A abordagem conceitual de desenvolvimento de SIAs discutida neste trabalho, no sentido em que subsidiar a construção de sistemas de informação mais ajustados aos ambientes social e organizacional, contribuirão para a construção de instrumentos gerenciais mais efetivos e sua utilização pode impulsionar a qualidade de gestão dos recursos naturais. Além disso, os SIAs construídos sobre as bases discutidas devem favorecer a geração de informações mais abrangentes e significativas, necessárias a uma mediação mais equilibrada entre Estado, setor privado e sociedade civil, capaz de apoiar um processo de reprodução social, que leve à construção de uma realidade, ao mesmo tempo, socialmente justa, ambientalmente sustentável e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- BIDDLE David. Recycling for profit. Harvard Business Review. Nov-Dec 1993.
- CAPORALI, Renato. Do desenvolvimento econômico ao desenvolvimento sustentável. Disponível em www.unilivre.org.br/centro/textos/Forum/decosus.htm. Acesso em 07/04/2003.
- DOWBOR, Ladislau. A reprodução social: propostas para uma gestão descentralizada. Petrópolis: Vozes, 1998.
- FARIA, José Henrique de. Relações de poder e formas de gestão. Curitiba: Criar Edições/FAE, 1985.
- _____. Tecnologia e processo produtivo. Curitiba: UFPR, 1989 (Tese).

- GEO BRASIL 2002. Perspectiva do meio ambiente no Brasil. Brasília: Edições IBAMA, 2002.
- GUIDANCE for preparing nacional sustainable development strategies. Disponível em http://www.johannesburgsummit.org/web_pages/nsds_guidance_executive_summary.pdf. Acesso em 02/06/2003.
- HART Stuart L. Beyond greening. Harvard Business Review. Jan-Feb 1997.
- HOLANDA, Sérgio Buarque de. Raízes do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- LEFF, Enrique. Tiempo de sustentabilidad. Formación Ambiental. v. 11, n. 25, 1999.
- _____.Racionalidad y futuro: prospectiva y perspectivas del desarrollo sustentable. Formación Ambiental. v. 14, n. 31, 2002.
- LOVINS, Amory B. et al. A road map for natural capitalism. Harvard Business Review. May-Jun 1999.
- MAGRETTA, Joan. Growth through global sustainability. Harvard Business Review. Jan-Feb 1997.
- O ENSINO da educação ambiental. Disp. em www.bahiaplanet.com.br/ecologia/ensino.htm. Acesso em 10/04/2003.
- PAEZ, Armando G. Hacia uma sociedade ecológica. Formación Ambiental. V. 13, n. 28, 2001.
- PERMAN, Roger et al. Natural resource and environmental economics. London: Longman, 1996.
- PORTER, Michael; VAN DER LINDE, Claas. Green and competitive. Harvard Business Review. Sep-Oct 1995.
- PUCCI JR, Alberto. Sistema de informação e gerenciamento de recursos hídricos na região metropolitana de Curitiba, Paraná: entre a norma prescrita e a conduta concreta. Curitiba: UFPR, 2001 (Tese de Doutorado).
- REINHARDT Forest L. Bringing the environment down to earth. Harvard Business Review. Jul-Aug 1999.
- WALLEY Noah; WHITEHEAD Bradley. It's not easy being green. Harvard Business Review. May-Jun 1994.