

**Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT**

**Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico – CNPq**

**Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT**

Instituto de Modelagem Espacial para Aplicações Ambientais,  
Economicas e Urbanas

***Descrição Detalhada do Projeto***

Luiz Bevilacqua

## 1. Problema(s) e justificativa(s) (Máximo de 2 páginas)

---

- Problema(s) abordado(s).
- Potenciais contribuições sociais e econômicas do projeto.
- Prioridade do(s) problema(s) e abrangência geopolítica.
- Segmentos da sociedade interessados na solução do(s) problema(s).
- Perdas e prejuízos sócioeconômicos e/ou ambientais causados pelo(s) problema(s).

Neste início de milênio, o Brasil enfrenta grandes desafios para administrar seus sistemas ecológicos, econômicos e sociais. Uma vasta gama de problemas, que vão desde o impacto ambiental da nova infra-estrutura **rodoviária** na Amazonia até o impacto dos problemas ambientais na qualidade de vida de concentrações urbanas, irá requerer melhorias significativas na capacidade nacional para modelar e simular cenários de política pública com dimensões espaciais e temporais explícitas. Apesar das proporções continentais do território brasileiro, sua diversidade geográfica, e suas disparidades socioeconômicas, a análise do processo de desenvolvimento do país não é feita de forma integrada e sistêmica. Pouco se conseguiu realizar em termos de avaliações integradas que combinem fatores econômicos, ecológicos, demográficos e climáticos. Deste modo, o processo de **implementação de** políticas públicas no Brasil ainda está baseado em abordagens estritamente disciplinares, nas quais cada setor do Governo adota decisões com percepção restrita de seu impacto.

Após a conferência RIO 92, numa tentativa de estabelecer um processo de decisão gerencial integrada, o governo brasileiro prometeu adotar os princípios do *desenvolvimento sustentado*. Contudo, como este conceito ainda não tem uma formulação científica sólida, as consequências práticas desta decisão foram limitadas. Deste modo, muito esforço de pesquisa era necessário para transformar boas intenções em hipóteses testáveis e verificáveis. Em recente encontro realizado em Friibergh, Suécia, em outubro de 2000, um conjunto de cientistas, reconhecendo a complexidade do problema, propôs a criação da "Ciência da Sustentabilidade". A presente proposta é fundamentada nessa idéia, para estudar, desenvolver, comparar, integrar e diferenciar os múltiplos aspectos do conceito de sustentabilidade em diferentes condições sócio-ambientais. Conforme declarado no relatório de Friibergh:

*"O que é necessário agora é uma compreensão melhor das complexas interações dinâmicas entre sociedade e natureza de forma que o alarmante caminho que leva a uma crescente vulnerabilidade seja revertida. Isso irá requerer importantes avanços na nossa habilidade em analisar e prever o comportamento de sistemas auto-organizados, caracterizar os impactos irreversíveis, interpretar múltiplas escalas de organização espacial e avaliar a função de vários atores sociais com expectativas divergentes. A experiência contemporânea aponta para a necessidade de direcionar essas questões para esforços científicos integrados com foco nas características sociais e ecológicas de regiões e lugares específicos".*

Deste modo, os proponentes consideram que modelos quantitativos de desenvolvimento social são necessários para que o Brasil efetivamente adote os conceitos de sustentabilidade em suas políticas públicas. Estes modelos auxiliam a: (1) explicitar hipóteses; (2) avaliar as consequências das diferentes opções de ação pública; (3) encorajar a produção de indicadores quantitativos que possam ser utilizados pelo governo e pela sociedade.

Além das vantagens dos modelos quantitativos, é fundamental destacar a centralidade da noção do espaço geográfico como suporte às considerações sobre sustentabilidade. Ao contrário de outros fatores de produção (como capital e trabalho), os recursos naturais são inflexíveis em termos de localização. A Floresta Amazônica está onde ela está; os recursos hídricos para nossas cidades não podem ser transportados. O dilema colocado pelo desenvolvimento sustentável é que não podemos

mais tratar estes fatores como substituíveis, e mover pessoas e capital para novas áreas quando os recursos naturais tornam-se escassos ou exauridos: não há novas fronteiras num mundo globalizado.

Para enfrentar esses desafios, baseados nos novos níveis de competência científica, um grupo de instituições brasileiras com liderança em pesquisa e desenvolvimento propõe o **Instituto de Modelagem Espacial para Aplicações Ambientais, Econômicas e Urbanas**. O objetivo deste Instituto é desenvolver modelos computacionais capazes de prever a dinâmica espacial (e temporal) dos sistemas ecológicos e sócio-econômicos em diferentes escalas geográficas, dentro do conceito de sustentabilidade; auxiliar a tomada de decisão nos níveis local, regional e nacional, ao fornecer ferramentas de simulação e modelagem; contribuir na formação de recursos humanos nos níveis de M. Sc. e D. Sc. Para desenvolver novas abordagens ao conceito de sustentabilidade, que levem a modelos matemático-computacionais, o Instituto será baseado em uma forte perspectiva interdisciplinar, com um time de investigadores senior em modelagem matemática/computacional, economia, ciência de informação geográfica, sensoriamento remoto, ecologia, demografia, meteorologia e geografia e ciência da computação entre outras. Nos seus três primeiros anos, o Instituto enfocará um conjunto seletivo de áreas temáticas, a saber:

- **Amazonia:** tem por objetivo investigar as interações entre uso/mudança de cobertura do solo (LUCC), fatores socio-econômicos, ecossistemas, e mudança de clima global, prever e avaliar cenários diferentes de evolução para ecossistemas amazônicos e processos socio-econômicos. A necessidade para tal pesquisa está principalmente justificada pela necessidade de melhorar nossa compreensão dos ecossistemas e da ocupação humana, que poderiam ajudar na formulação de políticas públicas assim como reduzir e mitigar os efeitos de mudanças rápidas que acontecem na Amazônia, com as populações, ciclos naturais e biodiversidade.
- **Regiões Áridas do Nordeste do Brasil:** As regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, áreas com intensas e tradicionais assentamentos humanos, apresentam um desafio científico importante para o desenvolvimento de modelos quantitativos que apoiem as ideias de sustentabilidade. Dado que o Nordeste é uma região com alta previsibilidade climática sazonal, oferece uma oportunidade sem igual por combinar modelos avançados de previsão de clima, modelos de uso e mudança de cobertura do solo para melhorar a administração dos recursos hídricos escassos da região.
- **Sistemas Urbanos Sustentáveis:** estes estudos tem por objetivo entender a dinâmica das principais áreas metropolitanas no Brasil, incluindo questões como mudanças demográficas, exclusão social, crescimento urbano desordenado e mudanças no uso do solo. A ênfase será colocada na avaliação dos custos econômicos e ambientais do crescimento urbano, baseada no conceito de sustentabilidade.
- **Modelos Inter-Regionais:** tem por objetivo incluir, de forma explícita, restrições ambientais e ecológicas nos modelos econômicos, para produzir uma avaliação mais abrangente dos impactos regionais das políticas governamentais.

Estas áreas apresentam diferentes tipos de relacionamento entre condições naturais e sociais. Na Amazônia, as ações humanas, tanto em escala local (por desflorestamento) como na escala global (alterações no clima), modificam as condições ambientais. No Nordeste, fatores ambientais e climáticos (disponibilidade de água p.e.), são determinantes nos processos de uso e cobertura do solo. Nas grandes áreas urbanas, existe uma influência crescente de fatores ambientais nos padrões espaço-temporais do uso do solo o que leva à necessidade de novos indicadores que contemplem os conceitos de desenvolvimento humano sustentável. A pesquisa científica será complementada com o Desenvolvimento de Tecnologias e Metodologias que permitam a elaboração de Simuladores Computacionais para LUCC e, ainda, Bases de Dados Espaço-Temporais. O desenvolvimento de modelos ambientais e urbanos fundamentados em bases científicas rigorosas, requer um avanço substancial do estado-da-arte nos sistemas espaciais de informação. Também procura-se desenvolver estas ferramentas para serem empregadas pela comunidade científica assim como, pelos tomadores de decisão maximizando o impacto dos resultados a serem obtidos pelo Instituto no desenvolvimento do presente projeto.

## 2. Estado-da-arte (Máximo de 2 páginas)

---

Apresentar o contexto de desenvolvimento do projeto quanto aos aspectos técnico-científicos, ressaltando:

- Trabalhos sobre o mesmo tema realizados pelos membros da equipe do projeto.
- Trabalhos relevantes sobre o tema realizados no Brasil e/ou Exterior.

### Discussão Geral

A interação entre aspectos naturais e sociais do desenvolvimento humano vem tendo especial atenção nesta última década por parte da comunidade científica resultando no desenvolvimento de modelos que tem por objetivo integrar estes aspectos. Particularmente, ressaltamos o *MIT Integrated Global System Model (IGSM)* para o estudo de mudanças do meio ambiente e econômicas (Prinn et al., 1999) e o *LUCC (Land Use and Land Cover Change)*. Este último como resultado de uma iniciativa do *International Geosphere and Biosphere Program (IGBP)* (Turner, Skole et al. 1995). Baseados nas recomendações do já mencionado Friibergh workshop em "Ciência de Sustentabilidade", consideramos que as questões importantes a serem respondidas por este Instituto são:

1. Como as interações dinâmicas entre natureza e sociedade podem ser melhor incorporadas nos recentes modelos e conceitualizações que integrem o meio natural, o desenvolvimento humano e a sustentabilidade?
2. Como as tendências a longo prazo de ambiente e desenvolvimento, incluindo consumo e população, remodelam as interações sociedade-natureza de formas relevantes para a sustentabilidade?
3. O que determina vulnerabilidade/elasticidade das interações natureza-sociedade para determinados lugares e tipos de ecossistemas e ambientes humanos?
4. Podem ser definidos "limites" de forma científica, além dos quais os sistemas natureza-sociedade podem incorrer num risco significativo de séria degradação?
5. Como atividades relativamente independentes de pesquisa, planejamento, monitoração, e de apoio à decisão podem ser melhor integrados em sistemas adaptáveis de gestão e aprendizagem? .

Dentro das atividades do Instituto, as questões acima serão desenvolvidas através de pesquisas concretas sobre áreas temáticas no Brasil, descritas a seguir juntamente com contribuições de pesquisadores do Instituto.

### Amazônia

A área desmatada da Amazônia Brasileira aumentou de 10 milhões de ha nos anos 70 até cerca de 59 milhões de ha em 2000, como consequência das construções da rede viária e projetos de colonização (Becker 1977). Alves (no prelo) mostrou que 90% do desmatamento da Amazonia está concentrado numa região de até 100 km das principais estradas, o que aumenta os impactos ambientais e sociais nestas áreas. Reis vem desenvolvendo um modelo econométrico para o desflorestamento na Amazônia, baseado em dados de Censo, o qual modela a interação entre o processo de desflorestamento, a urbanização e a industrialização (Reis and Margulis 1991; Reis and Guzman 1994). As predições deste modelo referentes ao desflorestamento da Amazônia nos anos 90 se ajustam bem aos valores observados.

O Museu Paraense Emilio Goeldi que possui as maiores coleções biológicas da Amazônia, que tem fornecido a base para compreensão da biodiversidade regional, tem dado contribuições significativas para o mapeamento de unidades de paisagem e ecossistemas da região (Lovejoy & Oren, 1981), análise de distribuição de grupos de animais e plantas (Silva & Oren 1996; Azevedo-Ramos, C. & Galatti, U. 2001), definição de critérios para criação de unidades de conservação e avaliação de impactos de usos da terra na biodiversidade (Nepstad et al. 1996).

Cenários de mudanças climáticas na Amazonia para os próximos 100 anos indicam aquecimento de até 4 a 6 C no fim do século, para cenários de emissões inalterados, mas os efeitos na precipitação ainda são incertos (Nobre, no prelo). Os ecossistemas naturais e a biodiversidade são muito vulneráveis à rápidas mudanças climáticas (Gitay et al, 2001). Baseados na indicação que um aumento no desmatamento ou as mudanças globais podem levar a alterações substanciais na vegetação da Amazônia, uma das atividades do Instituto será o desenvolvimento de modelos dinâmicos de vegetação, acoplados a modelos climáticos globais.

### **Semi-Árido**

Quanto a região semi-árida do Nordeste Brasileiro, cientistas associados ao Instituto têm uma produção considerável na direção de entender os principais elementos determinantes do clima nesta região (Nobre and Shukla, 1996; Pezzi e Cavalcanti, 2000). Em particular, o CPTEC tem acumulado vasta experiência na estimação de umidade do solo na região (Souza et al. 2001; <http://www.cptec.inpe.br/products/proclima/>).

### **Modelos Inter-Regionais**

Os proponentes têm feito várias contribuições pioneiras para a análise espacial e econômica do Brasil <<http://www.nemesis.org.br>>. Eustáquio Reis vem desenvolvendo modelos espaciais e econômicos da dinâmica da população, uso de terra em agricultura e criação de animais na Amazônia Brasileira, assim como da dinâmica do carbono do solo e da vegetação na região Amazônica. Denizard Alves tem usado dados do Censo Agrícola e dados geo-ecológicos por municípios para estimar os efeitos espaciais das mudanças no clima na produtividade e valor da terra dentro do Brasil. Haddad produziu o primeiro modelo de equilíbrio geral, inter-regional, para o Brasil (modelo CGE) (Haddad and Azzoni, 2000), o qual tem sido considerado “o maior passo na direção da modelagem econômica e inter-regional”.

### **Sistemas Urbanos**

As dificuldades para estabelecer modelos urbanos estão no estabelecimento de relações analíticas entre as várias dimensões encontradas no espaço urbano. A este respeito, os proponentes têm extensa experiência com análise de dados geo-demográficos e análise de padrões espaciais no Brasil e o desenvolvimento e uso de sistemas de informação geográfica para estudos urbanos. Hogan (2000) descreve padrões de migração no Sul do Brasil e seu impacto ambiental. Cunha and Baeninger (1999) discutem o uso de GIS no suporte a estudos demográficos. Câmara et al. (a ser publicado) indicam como técnicas espaciais e analíticas podem ser usadas para auxiliar no estudos da exclusão/inclusão social em São Paulo e Genovez, Câmara e Monteiro (2001) construíram um diagnóstico sócio-econômico para a cidade de São José dos Campos.

### **Tecnologia para Simuladores Espaciais e Sistemas de Informação Geográficos**

Nesta área, os contribuintes principais serão o INPE e o LNCC, com forte interação com os outros sócios de projeto. Em particular, o INPE desenvolveu o SPRING, um programa integrado para processamento de imagens de sensoriamento remoto, modelagem digital de superfícies, geoestatística e gestão de banco de dados espaciais (Câmara, Souza et al. 1996). Disponível gratuitamente na Internet, o SPRING foi obtido por mais de 15.000 especialistas tendo um impacto significativo na comunidade ambiental no Brasil. Os proponentes também estão trabalhando em uma geração nova de bancos de dados espaço-temporais (Câmara, Egenhofer et. al. 2001) (Câmara, Souza et al. 2000). Nos últimos 20 anos, os investigadores de LNCC que participam no Instituto tem trabalhado no desenvolvimento de modelos matemáticos/computacionais. Em particular, modelos multi-escala na área de meios porosos tem sido desenvolvidos por Murad (1999), Murad-Cushman(2000) e Murad-Loula-Guerreiro(2000); modelos computacionais para fluido dinâmica (linear e não linear) por Almeida et. al. (2000), Galeão(2000), Malta e Loula (2000, 1999), Feijoo-Padra e Quintana (2000); modelos para dinâmica de populações M. I. S. Costa et. al. (2000); modelos convectivo - difusivos Valentin et. al. (2000), Bevilacqua (2000); modelos incluindo geometria fractal aplicado a fenômenos biológicos Bevilacqua (2000).

### **3. Objetivos, metas e justificativas (Máximo de 3 páginas)**

- Explicitar os objetivos da proposta de ciência, tecnologia e/ou desenvolvimento tecnológico, suas metas e justificativas.
- Descrever os resultados e/ou produtos esperados.
- Estimar a repercussão e/ou impactos sócios-econômicos, técnico-científicos e ambientais esperados na solução do(s) problema(s) focalizado(s).

O principal objetivo do Instituto é desenvolver modelos quantificáveis para avaliar, prever e avaliar cenários de sustentabilidade sob diferentes tipos de atividade humanas e diferentes políticas públicas. O requerimento básico para estes modelos é a capacidade de integração dos cenários sócioeconômicos, ambientais, demográficos e climáticos. O Instituto incorporará muito dos trabalhos recentes em modelos e definições de sustentabilidade e cada um dos seus produtos será baseado em forte abordagem interdisciplinar.

As atividades de pesquisa envolvem: (1) macro análise das tendências emergentes no contexto da globalização e integração de mercados; das tendências de mudança demográfica rápida que fortemente afetam as possibilidades de ação; das restrições ambientais, que crescentemente estreitam a faixa de opções. (2) micro análise, através de um conjunto de casos no nível estadual e sub-regional, ambos por que tais estudos permitem o desenvolvimento de instrumentos mais refinados e porque o desenvolvimento num nível local é a chave do desenvolvimento sustentável.

Os problemas interdisciplinares que constituem as áreas centrais de pesquisa do Instituto serão desenvolvidas em quatro áreas temáticas, sendo que cada uma apresenta um desafio específico para a materialização de idéias de sustentabilidade. A escolha das áreas de trabalho específicas é baseada em prévias experiências dos proponentes e na escolha de aspectos significantes da política pública brasileira.

#### **Amazônia**

A área temática Amazônia objetiva a investigação das interações entre o uso do solo / mudanças na cobertura do solo (LUCC), fatores socioeconômicos, ecossistemas e mudança de clima global com a finalidade de prever e determinar cenários diferentes para a evolução de ecossistemas, topografia e processos socioeconômicos na Amazônia. Inclui as três atividades seguintes, que se interconectam:

- **Interações entre Uso do Solo/Mudanças na Cobertura do Solo e Processos Sócio-Econômicos:** relacionar padrões de desflorestamento, sistemas de produção, dinâmica de populações, assentamentos humanos e funcionamento do ecossistema, e desenvolver modelos espaciais para prever e avaliar diferentes cenários de desflorestamento e seus impactos.
- **Integração de Padrões de LUCC, ecológicos e de biodiversidade:** Tais estudos usarão os dados sobre os padrões de biodiversidade, eco-regiões e LUCC para melhorar as avaliações de biodiversidade existentes e desenvolver avaliações dos efeitos de uso do solo/mudança de cobertura sobre a evolução dos ecossistemas e da paisagem.
- **Mudanças Globais e Impactos sobre os Ecossistemas na Amazônia:** Desenvolverá avaliações da variabilidade e mudança climática e investigará seus efeitos sobre os ecossistemas amazônicos.

#### **Regiões Semi-Áridas do Noroeste Brasileiro**

O nordeste brasileiro é uma região com alta variabilidade climática interanual e na qual os efeitos climáticos sobre os recursos hídricos são fatores que afetam decisivamente as comunidades locais. Ela oferece uma oportunidade única para a utilização de modelos de previsão de clima de modo a melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos escassos e o processo de decisões públicas. O

resultado mais importante será um modelo integrado para uso do solo e mudança de cobertura para avaliações de tendências climáticas, econômicas e demográficas.

O modelo inclui uma camada bio-geofísica (principais fatores limites como recursos d'água e fertilidade do solo); componentes econômicos (práticas de comércio e regulamentações de mercado) e, o mais importante, um componente social (relações entre comunidades locais, uso da terra, práticas culturais, conhecimento local, educação, etc). O princípio de co-habitar com os periódicos episódios de seca estará implícito na formulação do modelo. Dentro do componente bio-geofísico, a monitoração e previsão de atividades serão crucias no planejamento de ações moderadas para reduzir os danos das irregularidades climáticas.

Para fundamentar tal avaliação integrada, é necessário um trabalho científico básico em: (a) modelos para variabilidade climática e previsão sazonal; (b) avaliação integrada dos recursos d'água e seu impacto sobre as atividades de uso do solo; (c) impactos econômicos e sociais da mudança climática e política pública para motigação.

### **Modelos de Sistemas Urbanos**

O principal objetivo desta área de pesquisa é o desenvolvimento de modelos computacionais e conceituais para o diagnóstico, análise e previsão da evolução do espaço urbano, com ênfase nos sistemas urbanos na Amazônia e em áreas metropolitanas no sudeste brasileiro. As atividades do Instituto incluem:

- Formulação conceitual das várias dimensões dos conceitos de sustentabilidade e risco. Como resultado, o Instituto produzirá técnicas analíticas para a modelagem da dinâmica urbana, a serem disponibilizadas para planejadores públicos e pesquisadores urbanos.
- Produção de indicadores espacialmente sensíveis para áreas urbanas, com detalhe suficiente para representar a diversidade dos assentamentos urbanos. O Instituto enfatizará o uso dos dados do Censo 2000 brasileiro, com a decomposição apropriada, permitindo uma análise mais refinada. O Instituto produzirá indicadores de sustentabilidade para monitorar e determinar o progresso do uso de práticas de desenvolvimento sustentável.
- Análise dos padrões de assentamento urbano na região amazônica. Estudos anteriores de membros da equipe deste Instituto indicam o estabelecimento de um significativo sistema urbano na região, conduzindo ao conceito da "Amazônia como uma floresta urbanizada". Este estudo objetivará determinar as relações entre os diversos níveis de assentamentos urbanos na Amazônia e estabelecerá o papel dos sistemas urbanos nos processos de uso do solo e mudança da cobertura do solo na região.
- Desenvolvimento de modelos econométricos para o uso e alocação do solo baseados no impacto esperado de uma crescente preferência dos habitantes urbanos por áreas ambientais amigáveis. Estes modelos devem levar em conta o impacto de tal preferência sobre os preços do solo, ocupação irregular e sustentação urbana.
- Desenvolvimento de modelos para estimar a demanda por recursos d'água como função de atividades econômicas que ocorrem no domínio espacial. Os dados estão à nível municipal e incluem variáveis ecológicas associadas com poluição de ar e água. Os modelos distinguirão três etapas no processo: pressão, degradação e política em resposta.

### **Modelos Interregionais**

A atividade se concentrará na integração de modelos de equilíbrio econômico interregional (CGE) com fatores climáticos e ambientais, como no caso de mudanças climáticas globais na agricultura brasileira. O objetivo geral é avaliar os efeitos econômicos dos padrões geográficos de assentamentos dentro do território brasileiro, suas consequências ambientais, e dimensionar os impactos regionais e espaciais das políticas governamentais. Objetivos específicos e produtos esperados são:

- Desenvolvimento de modelos de equilíbrio espacial para avaliar o impacto de mudanças climáticas sobre o padrão de incidências de doenças no Brasil. A análise será controlada por políticas de saúde e infra-estrutura urbana em cada município.
- Desenvolvimento de modelos para tratar grandes mudanças políticas, as quais terão diferentes impactos regionais. A metodologia analítica é o modelo de equilíbrio interregional geral e computacional (ICGE) para a economia brasileira que captura o papel das relações interindustriais e interregionais e especifica o comportamento dos agentes a um nível regional, acomodando variações na estrutura das economias regionais.
- Estimativas de abastecimento agrícola, produtividade, e mudança tecnológica a um nível municipal em um setor de agricultura brasileiro baseadas em modelos econométricos espaciais para contabilizar a dependência espacial dos dados resultantes da localização geográfica. Exemplos incluem a efetividade dos preços mínimos e créditos agrícolas, o impacto da reforma da política comercial de importações e exportações agrícolas, ou os benefícios relativos a investimentos públicos alternativos em itens como estradas, irrigação, eletrificação rural e pesquisa.

### **Tecnologia e Metodologia para Simuladores Espaciais**

A principal ênfase das atividades desta área de pesquisa é a integração dos modelos desenvolvidos pelas outras áreas do Instituto em modelos compartilhados e reprodutivos, que podem ser disponibilizados para outros institutos de pesquisa ou apoiar decisões políticas. Portanto, esta área de pesquisa pode ser considerada como um construtor de "tecnologia de integração". Todas as tecnologias de *software* do Instituto serão disponibilizadas na Internet.

A tecnologia de integração do Instituto será baseada em três produtos interrelacionados:

1. Um ambiente de *software* que suporta o desenvolvimento de simuladores espaciais baseado na integração de dados multi-escala, que combina modelos de mudanças de uso do solo e cobertura do solo com restrições de economia, clima e ambiente. Este ambiente de *software* objetiva incorporar mudanças climáticas, econômicas e de uso do solo e cobertura do solo desenvolvidas por outros parceiros do projeto;
2. Um sistema de visualização integrada e simulação, que permitirá cada pesquisador interagir em tempo real com os resultados da simulação;
3. Uma infra-estrutura de *hardware* para modelagem, baseada em *clusters* de PC, que permite computação de alto-desempenho a um baixo custo.

Essas atividades serão integradas por uma infra-estrutura de *software* que permite: (a) desenvolvimentos concorrentes por múltiplos cientistas em várias instituições em um ambiente controlado; (b) identificação de um caminho da migração de atividades orientadas de pesquisas para as atividades orientadas de produção; (c) atividades de partilhamento de *software* e de modelagem para assegurar otimização de recursos computacionais, qualidade científica e completude científica. Esses processos exigirão adaptação dos princípios de engenharia de *software* ao desenvolvimento científico, com ênfase no sistema de *software* final para prover produtos específicos.

### **Desenvolvimento de Banco de Dados Espacial**

Um importante resultado dos estudos desenvolvidos será a construção de um banco de dados espacial-temporal sobre as dimensões sócio-econômicas e geo-ecológicas do Brasil. Tais conjuntos de dados serão baseados no Censo 2000, imagens de satélite, séries climáticas e econômicas.

## 4. Infra-estrutura disponível para realização do projeto (Máximo de 1 página)

---

Descrever, em termos qualitativos e quantitativos, a infra-estrutura existente:

- Material permanente.
- Equipamentos.
- Instalações disponíveis para o projeto.

O **Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC)** possui diversas plataformas computacionais disponíveis ao seu corpo técnico-científico e à comunidade acadêmica em geral. O Laboratório administra uma rede de comunicação interna e uma grande rede Internet, via RNP, RedeRio, GloboOn e EMBRATEL. O parque computacional do LNCC está integrado por 75 estações de trabalho (IBM, Silicon Graphics, SUN), 120 microcomputadores pessoais (Windows, NT, LINUX), 35 impressoras, um supercomputador paralelo IBM SP 90/76 com 40 processadores e o cluster Carcará com 35 processadores Intel conectados por rede do tipo *fast ethernet*. A biblioteca do LNCC possui mais de 8000 livros e 320 títulos de periódicos internacionais e nacionais.

O **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)** é a mais importante organização civil de atividades de pesquisas espaciais no Brasil. O INPE possui 1800 funcionários e 5 principais áreas de pesquisa e desenvolvimento. A Divisão de Processamento de Imagem (DPI) possui 41 pesquisadores e técnicos engajados na pesquisa e desenvolvimento em geo-processamento, processamento de imagem e sistemas tecnológicos de informação geográfica. O DPI possui uma infra-estrutura computacional com uma rede local de fibra ótica de 100Mbps, conectada através da Internet a uma velocidade de 34 Mbps. Servidores Unix, cerca de 30 estações de trabalho SUN-Solaris e 70 microcomputadores todos conectados fazem parte do aparato tecnológico.

O **Museu Emilio Goeldi (MPEG)** conta em seu campus de pesquisa de 10 hectares com uma infra-estrutura adequada para alojar as coleções científicas biológicas (fauna e flora). O esforço de coleta institucional já ultrapassa 130 anos de aquisição de dados sobre biodiversidade da Amazônia. Grupos taxonômicos utilizados como elemento chave na avaliação de impacto ambiental como aves (67150 exemplares), peixes (35500 exemplares), mamíferos (26160 exemplares), répteis e anfíbios (48920 exemplares) e insetos (1630000 exemplares), além de uma representação significativa da flora amazônica (mais de 160000 espécies) estão entre os principais representantes do MPEG.

**Instituto de Pesquisas Econômicas Avançadas (IPEA)** possui facilidade de pesquisa em Brasília e no Rio de Janeiro. O grupo de pesquisadores que colaboram com o Instituto está localizado no Rio de Janeiro num prédio ainda com bastante espaço disponível. O IPEA está equipado com cerca de 300 microcomputadores, escritórios e computadores para pesquisadores visitantes, e uma boa biblioteca (com 200 periódicos), tendo ainda um acordo de colaboração formal e um acesso computacional ao IBGE, e uma pequena sala de conferência para 35 pessoas.

The Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climático (Brazilian Center for Weather Forecasting and Climate Studies), CPTEC-INPE, is the main numerical weather and climate forecasting center in Latin America. It has a staff of 180 people engaged in research, development and operations to produce a suite of global and regional meteorological and climate predictions, using state-of-the-art atmospheric and oceanic models and numerical techniques. CPTEC has a powerful supercomputing facility with two vector-based NEC supercomputers (a third vector-based NEC supercomputer is due to arrive by July 2002). It has data archival capacity of 1 Terabyte on disk and 12 Terabytes on robotic tape system, and 6 powerful Unix servers, 95 Unix workstations, and 110 PC's all connected.

## **5. Modelo de gestão, formas de interação e compromisso das instituições participantes do projeto (Máximo de 3 páginas.)**

- Identificar todas as instituições participantes, descrevendo o papel e a contribuição de cada uma para o projeto.
- Descrever o arranjo institucional que será feito.
- Descrever o intercâmbio científico dos pesquisadores envolvidos no projeto.

Para atingir as metas do Instituto, seis instituições concordaram em unir esforços de acordo com suas respectivas competências. O Laboratório Nacional de Computação Científica - **LNCC** - (Matemática / Modelos computacionais; Visualização Científica); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - **INPE** - (Sensoriamento Remoto; Bases de Dados Espaciais; Sistemas de Informação Geográfica); Instituto de Pesquisas Economicas Avançadas - **IPEA** - (Modelos Economicos; Análise de Políticas Públicas, Impactos e Interações Sociais); Museo Emilio Goldi - **MPEG** - (Biodiversidade / Ecossistemas na Amazônia); Univeridade Estadual de Campinas - Núcleo para Estudos Populacionais - **UNICAMP/NEPO** - (Assentamentos Urbanos / Interações Sócio-economicas; indicadores urbanos); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - **CPTEC** - (mudança climáticas / impactos ambientais / física e química da geo e biosfera).

A escolha das instituições cooperantes foi feita de forma a englobar um número significativo dos aspectos científicos motivadores relativos a idéia-força de sustentabilidade. Todas as instituições tem atividades de pesquisa convergentes levando a uma interação promissora para elaborar modelos mais compreensivos, completos e confiáveis. Adicionalmente, a participação do LNCC e INPE visa garantir que suporte substancial seja dado para o desenvolvimento de modelos matemáticos, sistemas de informação geográfica e bases de dados espaciais. Neste último aspecto, INPE e LNCC contribuirão (1) para a melhoria dos modelos existentes, (2) na elaboração de novos modelos integrados sócio-naturais, (3) na disseminação e reprodução dos resultados obtidos.

Adicionalmente, o Instituto Interamericano para Pesquisa de Mudanças Globais - **IAI** - tem concordado em participar no esforço de desenvolver modelos de sustentabilidade através de projetos em andamento sob sua supervisão. Como o IAI engloba quase todos os países Americanos ele é um sócio natural para pesquisa cooperativa estendida na Região Amazônica. Alguns projetos relacionados do IAI incluem: Ciclos Bioquímicos sob Mudanças de Uso do Solo nas Américas Semiáridas (países: Canada/Brasil/Argentina/México/Venezuela); Pastagens para criação de Bovinos e Desmatamentos no Brasil, Peru e Equador - (países: EUA, Brasil, Peru, Equador); Projetos de Monitorção de Análise de Rios Andinos-Amazônicos (países: EUA, Brasil, Peru, Equador, Bolívia, Colômbia).

Um comite Científico composto por membros seniores do núcleo de seis instituições (LNCC; INPE; IPEA; UNICAMP; CPTEC e MPEG) envolvidas no projeto, mais 2 representantes - MCT e IAI - serão responsáveis pela agenda científica, alocação de recursos e política de pessoal. Os membros institucionais propostos são: L. Bevilacqua (LNCC) – Coordenador; G. Camara (INPE) vice-Coordenador; C. Nobre (CPTEC); E. Reis (IPEA); I. Vieira (MPEG); D. Hogan (UNICAMP), Bertha Becker (UFRJ) e um representante do IAI. O Coordenador tem uma extensa experiência no gerenciamento de ciência e projetos. Ele também foi um Membro do Comitê Aconselhamento Científico do IAI por 4 anos e pode ajudar a estabelecer as conexões com iniciativas e projetos do IAI. As tarefas administrativas estarão am encargo da SCC a Fundação encarregada dos grandes projetos do LNCC.

A organização do Instituto está feita em torno de temas chaves nos quais pelo menos dois parceiros estão envolvidos e irão colaborar. A tabela abaixo resume as interrelações de temas e instituições.

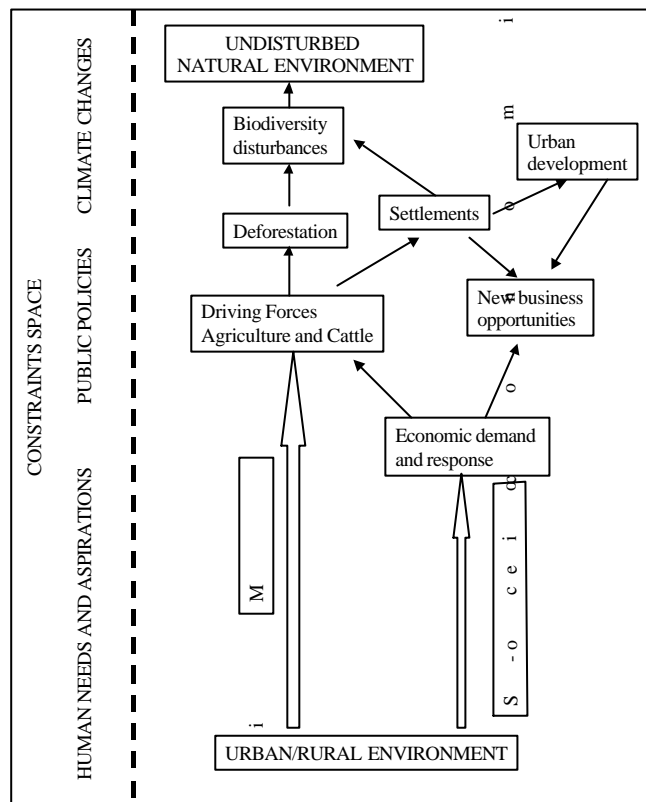
TEMA	MACRO-ACTIVIDADES	INSTITUIÇÃO	PI E CO-Pis
REGIÃO AMAZONICA	Biodiversidade; Uso e Cobertura do Solo; desmatamento; impactos de mudanças globais; Assentamento; desenvolvimento socio-economico; dinâmica populacional e evolucionária	MPEG, INPE, CPTEC, UNICAMP, LNCC, IAI	Diógenes Alves (PI) Ima Vieira (co-PI) Carlos Nobre (coPI) Daniel Hogan (coPI) Raul Feijoo (coPI) Bertha Becker (coPI)
MODELOS ECONOMICOS INTER-REGIONAIS	Modelos Economicos Espaciais; efeitos espaciais de mudanças climáticas sobre a produção agrícola e valor da terra; análise inter-regional e políticas economicas.	IPEA, INPE, LNCC	Eustaquio Reis (PI), Denizard Alves (CoPI); G. Camara (CoPI)
SISTEMAS URBANOS	Sustentabilidade urbana; indicadores sociais; restrições ambientais; indicadores de qualidade de vida; modelos economicos hedonicos; degradação e poluição ambiental; abordagem de automata celular	UNICAMP, INPE, LNCC, IPEA	Daniel Hogan (PI) Miguel Monteiro (coPI) Augusto Galeão (coPI) Denizard Alves (coPI)
SEMI-ARIDO	Recursos hídricos, distribuição e escasses; variabilidade climatica; agricultura e uso do solo; modelos hidricos	CPTEC, INPE, LNCC, UNICAMP, IPEA; IAI	Carlos Nobre (PI); Javier Tomasella (coPI); Eduardo Assad (coPI); Eustaquio Reis (coPI)
MODELOS MATEMATIC/ COMPUTACIOVI SUALIZAÇÃO CIENTIFICA	Desenvolvimento de modelos e ferramentas de modelagem; modelos evolucionários - difusão; dinâmica populacional; técnicas de automata celular; modelos estocásticos	LNCC, INPE, IPEA, CPTEC, IAI	R. Feijoo (PI); G. Camara (CoPI); Nobre (CoPI); E. Reis (CoPI)
CAPACITAÇÃO	Rede de Educação e Treinamento em ciencia sustentável; intercâmbio de alunos de doutorado; implementação de novos cursos; escolas de verão; produção de textos e infomação eletrônica	LNCC, INPE, UNICAMP, MPEG, IAI	L. Bevilacqua (PI); G. Camara (CoPI); D. Hogan (CoPI); A Galeão (CoPI); Ima Vieira (MPEG)
BASES E ANÁLISE DE DADOS DISTRIBUÍ DOS	Desenvolvimento de bases de dados espaço temporais; Interoperabilidade; Ambientes Colaborativos; Computação Distribuída em Serviços e Recursos	INPE, LNCC, CPTEC, IPEA; IAI	G. Camara (PI); B. Schulze (CoPI); Carlos Nobre (CoPI); Eustaquio Reis (CoPI)

As seguinte estratégia será adotada relativa as atividades de pesquisa:

1. Enquanto prosseguem os atuais projetos de pesquisa em cada Instituição, os novos conceitos de sustentabilidade (dimensão humana e restrições ecologicas; interações e restrições de políticas públicas; vulnerabilidade e resistencia; gerenciamento adaptativo) e técnicas de modelagem (modelos estocásticos; algoritmos de automata celular; distribuição espacial e dinamica populacional conduzindo a equações do tipo difusão-reação; análise de risco e sensibilidade; análise de incerteza) serão incorporadas nos modelos de acordo com as necessidades imediatas e possibilidades concretas. As idéias de intercambio e ferramentas

compuacionais entre os participantes permitirá a melhoria do modelos atuais com um mínimo de perturbação e baixo custo

- Um subgrupo de pesquisadores selecionados vindos das instituições participantes se juntarão para desenvolver tentativamente um novo modelo intergrado baseado nos novos conceitos de sustentabilidade. Isto será um experiência pioneira no Brasil, juntando cientistas sociais e naturais em um esforço comum para implementar uma ferramenta voltada para incentivar procedimentos de tomada de decisão e previsão de cenários. O diagrama abaixo mostra as conexões entre algumas atividades e fluxos chaves para o caso da região Amazônica com as consequências mais importantes como desmatamento, assentamentos, ameaça da biodiversidade e ecossistemas; degradação ambiental; interações de natureza socio-econômica; necessidades e anseios humanos e de sociedade; modificação do paradigma de função utilidade desviando dos conceitos de "negócio como sempre"; avanços tecnologicos etc...



- Educação e treinamento são atividades inseparáveis de um programa consistente de pesquisa. O LNCC tem implementado um programa de doutorado em Modelagem Computacional desde Março de 2000. Uma das principais linhas é modelagem de ecossistemas. O Instituto pretende usar esta circunstância para difundir esta iniciativa para outros institutos. É necessário discutir um currículo coerente, para estabelecer acordos de cooperação para intercâmbio de professores e estudantes, para promover cursos de verão, para preparar textos escritos e eletrônicos, para implementar educação a distância e educar jovens alunos em nível de doutorado em centros e universidades emergentes. Haverá um subgrupo na organização do instituto responsável por esta atividade.
- Sem um sistema de dados acessível a todos os participantes para elaboração e validação será impossível atingir a meta do Instituto. O LNCC e INPE estão prontos para assumir a tarefa de organização dos bancos de dados, desenvolvendo ferramentas para a comunicação eletrônica e tratamento de dados, definindo regras e protocolos para os usuários.

## 6. Recursos Humanos (Máximo de 3 páginas)

- Descrever, quantitativa e qualitativamente, os membros da equipe e as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelo grupo.
- Apresentar o programa de formação de novos pesquisadores na(s) área(s) principal(is) de atuação do instituto.
- Apresentar Mini currículo de, no máximo, seis linhas para cada um dos pesquisadores estrangeiros não radicados no Brasil.

Pesquisadores principais e suas respectivas áreas de atuação.

NOME	ÁREA/ESPECIALIDADE	INSTITUIÇÃO	COMENTÁRIOS
Luiz Bevilacqua	Matemática/ Modelagem Computacional/ Gerente Pesquisa	LNCC	Membro Comitê Científico IAI
Gilberto Camara	GIS/Sensoriamento Remoto/Computação/	INPE	Coordenador GIS projeto no INPE
Diógenes Alves	Imagens/Sensoriamento Remoto /Desmatamento	INPE	
Eustaquio Reis	Modelos Econômicos /Políticas Públicas/ Economia Ambiental/	IPEA	Diretor de Planejamento Macro-Econômico
Carlos Nobre	Meteorologia / Mudanças Climáticas / GCM	CPTEC	Diretor CPTEC
Ronaldo S. da Motta	Economia Ambiental / Desenvolvimento Urbano	IPEA	
Daniel Hogan	Dinâmica Demográfica / Mudanças Ambientais	UNICAMP	Chefe do Núcleo Estudos Populacionais
Raul Feijoo	Matemática/ Modelagem Computacional/ Computação Científica/ Visualização/	LNCC	
Abimael D. Loula	Matemática/ Modelagem Computacional/	LNCC	
Márcio Murad	Matemática/ Modelagem Computacional/ Multi-Escala	LNCC	
Augusto C. N. Galeão	Matemática/ Modelagem Computacional/	LNCC	
Ima Vieira	Ecosistemas/Biodiversidade/Alagados	MPEG	Diretor Técnico, MPEG

O número total de pesquisadores atualmente envolvidos com o instituto é aproximadamente 50. Além disso um número significativo de alunos de doutorado, pós-doutores e cientistas estrangeiros se juntarão ao projeto.

ÁREA/ESPECIALIDADE	NOMES
GIS/Sensoriamento Remoto / Computação / Imagens	Evlyn Novo; A M Vieira Monteiro; G Camara; C Osthoff; B Shulze; Gilson Giraldi; R Feijoo; Renato Silva; Elson Toledo
Modelos Econômicos /Políticas Públicas/	Bertha Becker; E Reis; D Alves; S Helfand; A Bello Moreira; H Kume; C R Azzoni; E Haddad; R Seroa da Motta; N do Valle Silva; R Klein

Economia Ambiental/ Desenvolvimento Urban	
Meteorologia/Mudanças Climáticas / GCM	C Nobre; Iracema Cavalcanti Humberto Rocha; C Tanajura; Renato Silva, Elson Toledo
Dinâmica Demográfica / Mudanças Ambientais	Bertha Becker; D Hoogan; Jose M Pinto da Cunha; A M Vieira Monteiro;
Matemática/ Modelagem Computacional/ Computação Científica/ Visualização/ Sensibilidade	Abimael Loula; Gustavo Perla; Jaime Rivera; Marcio Murad; J. Koiller; H Barbosa; J N C Guerreiro; M Raupp; R Feijoo; L Bevilacqua; E Taroco Aliano; Gilson Giraldi; S Rutz; P Antonelli
Ecosistemas/Biodiversida de/Alagados/Desmatame nto	Peter Toledo; R.Secco; R.Barthem; M Costa; E Reis; M Kritz; S. Rutz; P Antonelli; C Nobre; I Vieira

Pesquisadores do Projeto IAI que são potenciais colaboradores:

**Brasil:** Ignacio Salcedo - Univ. Federal de Pernambuco; Everardo Sampaio - Univ. Federal de Pernambuco; Jean F. Tourrand – Univ Federal do Pará; Ronei Sant’Ána de Menezes – Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais do Acre; Alex Vladimir Krusche – Universidade de São Paulo; Reynaldo Luiz Victoria – Universidade de São Paulo; Augusto Cesar Franco – Universidade Nacional de Brasília; Mercedes Bustamante – Universidade Nacional de Brasília; Roque G. A . Tomasini – EMBRAPA; Ignacio M. Salcedo – Universidade Federal de Pernambuco; Everardo V. S. B. Sampaio - Universidade Federal de Pernambuco; Jean François Tourrand – Universidade Federal do Pará; Jonas Bastos da Veiga – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias; Ronei Sant’Ana de Menezes – Grupo de pesquisa e Extensão em em Sistemas Agroflorestais do Acre; Carlos Klink – Universidade de Brasília; Ulisses E. Confalonieri – Fundação Oswaldo Cruz;

**Argentina:** Guillermo Goldstein – Universidad de Buenos Aires; José M. Paruelo – Universidad de Buenos Aires; Claudio M. Ghersa – Inta; Antonio J. Hall (Universidad de Buenos Aires; Daniel Estelrich – Universidad Nacional de la Pampa; Osvaldo Sala – Universidad de Buenos Aires; Martin Oesterheld – Universidad de Buenos Aires; Martín Aguiar – Universidad de Buenos Aires; Amy Austin – Universidad de Buenos Aires; Juan Gonzalez – Instituto Miguel Lillo;

**Bolívia:** Jorge Aguirre Quintanilha – Univ. Mayor de San Andrés

**Canada:** Holm Tiessen – University of Saskatchewan; J. W. B. Stewart - University of Saskatchewan; Oliver Coomes – McGill University;

**Colômbia:** José Efraín Ruiz – Universidad de Los Andes; German Poveda – Universidad Nacional de Colombia;

**Equador:** Remigio H. Galarraga-Sánchez – Escuela Politécnica Nacional; Jorge Grijalva Olmedo – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Alemanha: Alfred Becker – Potsdam Institute of Climate Impact Research;

**Jamaica:** Anthony Chen – University of the West Indies;

**México:** Juan J. Jimenez-Osornio – Universidad Autonoma de Yucatan; Rodolfo Dirzo – Universidad Autonoma de Mexico; Carlos Santos-Burgoa – Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo;

**Peru:** Milthon Muñoz Berrocal – Universidad Nacional Agraria de La Selva; Carlos A. Llerena – Universidad Nacional Agraria La Molina;

**Uruguai:** Fernando García Préchac – Universidade de la República-Facultad de Agronomia; Alice Altersor – Universidad de La Republica

**EUA:** Jeffrey E. Richey – University of Washington; Frederic C. Meinzer – Hawaii Agricultural Research Center; Ingrid C. Burke – Colorado State University; Charles H. Wood – University of Florida; Robert Jackson – Duke University; Douglas A. Frank – Syracuse University; Michael E. McClain – Florida International University; Henry F. Diaz – National Oceanic and Atmospheric Administration; Joan L. Aron – Science Communication Studies; Robert H. Zimmerman - Science Communication Studies; Roger S. Pulwarty – University of Colorado; John D. Wiener - University of Colorado;

**Venezuela:** Elvira Cuevas – Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas; Zdravko Baruch – Universidad Simón Bolívar; Juan Silva – Universidad de Los Andes; Jaime Cavelier– Universidad de Los Andes; Yasmin Rubio-Palis – Escuela de Malariología y Saneamiento Ambiental.

Outros pesquisadores colaboradores do projeto:

**Gustavo C. Buscaglia**, 27 de abril de 1964, Centro Atômico Bariloche, Bariloche, Argentina, Passaporte Argentino 9.838.744, Modelagem Computacional, Elementos Finitos, Mecânica dos Fluidos.

**Enzo A. Dari**, 31 de julho de 1965, Centro Atômico Bariloche, Bariloche, Argentina, Passaporte Argentino 13.092301, Modelagem Computacional, Elementos Finitos, Mecânica dos Fluidos, Computação de Alto Desempenho e Geração automática de malhas de elementos finitos.

**Marcelo J. Vénere**, 25 de Maio de 1958, Centro Atômico Bariloche, Bariloche, Argentina, Passaporte Argentino 9.797.847, Modelagem Computacional, Elementos Finitos, Computação de Alto Desempenho, Visualização e Geração automática de malhas de elementos finitos.

**Claudio Padra**, 10 de julho de 1960, Centro Atômico Bariloche, Bariloche, Argentina, Passaporte Argentino 14.101.740, Modelagem Computacional, Estimadores de erro para Elementos Finitos, análise de sensibilidade.

**Peter Antonelli**, 05/03/1941, Departamento de Matemática, Universidade de Alberta, Canadá, Modelagem de Ecossistemas.

## **7. Informações complementares (Máximo de 1 página)**

---

Utilize apenas em caso de informações adicionais.

Alves, D. S. (in press). "An analysis of the geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazonia in the 1991-1996 period." *Inter Journal of Remote Sensing*.

Azevedo-Ramos, C. and U. Galatti (in press). "Patterns of anphibian diversity in Brazilian Amazonia: implications for conservation." *Biological Conservation*.

Becker, B. K. (1997). *Amazônia*. São Paulo, Ática.

Câmara, G., R. Souza, U. Freitas and J. Garrido (1996). "SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling." *Computers and Graphics* 15(6): 13-22. <[www.dpi.inpe.br/gilberto](http://www.dpi.inpe.br/gilberto)>.

Câmara, G., R. Souza, B. Pedrosa, L. Vinhas, A. Monteiro, J. Paiva, M. Carvalho and M. Gattass (2000). *TerraLib: Technology in Support of GIS Innovation. II Workshop Brasileiro de Geoinformática*.

Câmara, G., M. Egenhofer, F. Fonseca and A. Monteiro (2001). *What's In An Image? COSIT'01, Conference on Spatial Information Theory*, Santa Barbara, CA.

Câmara, G., A. Monteiro, F. Ramos, A. Sposati and D. Koga (in press). *Mapping Social Exclusion/Inclusion in Developing Countries: Social Dynamics of São Paulo in the 90's*. In: M. Goodchild and D. Janelle, *Spatially Integrated Social Science: Examples in Best Practice*. Santa Barbara, CA, Center for Spatially Integrated Social Science.

Genovez, P., G. Câmara and A. Monteiro (2001). *Diagnóstico das Áreas de Exclusão/Inclusão Social através de Sistema de Informação Geográfica na Área Urbana de São José dos Campos - SP*. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu.

Gitay, H., S. Brown, W. Easterling and B. Jallow (2001). *Ecosystems and their goods and services*. In: J. J. McCarthy, Canziani, O. F., Leary, Neil, Dokken, D. J., White, K.S, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge, Cambridge University Press.

Haddad, E. A. (1999). *Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Experience*. Aldershot, Ashgate.

Hogan, D. (2000). *Redistribuição da População e Meio Ambiente: São Paulo e Centro-Oeste*. Campinas, UNICAMP, Textos NEPO 33.

Hogan, D. J. (2001a). *Demographic Aspects of Global Environmental Change: What is Brazil's Contribution?* In: D. J. Hogan and M. T. Tolmasquim, *Human Dimensions of Global Environmental Change: Brazilian perspectives*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.

Hogan, D. J. (2001b). *Demographic Dynamics and Sustainability*. In: *Encyclopedia of Life Support Systems*. Paris, Unesco.

Lovejoy, T. E. and D. C. Oren (1981). *Minimum critical size of ecosystems*. In: R. L. Burgess and D. M. Sharpe, *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. New York, Springer Verlag: 7-12.

Magalhães, A. R. and M. Glantz (1992). *Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brazil*. Brasília, UNEP Publications.

Nepstad, D. C., P. R. Moutinho, C. Uhl, I. C. G. Vieira and J. M. C. Silva (1996). *The ecological importance of forest remnants in an eastern Amazonian frontier landscape*. In: J. Schelhas and R. Greenberg, *Forest Patches in Tropical Landscapes*. New York, Island Press: 133-150.

Nobre, C., P. Sellers and J. Shukla (1991). "Regional climate change and amazonian deforestation model." *Journal of Climate* 4: 957-988.

Nobre, P. and J. Shukla (1996). "Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America." *J. Climate* 9: 2464-2479.

Nobre, C. A. (in press). "Mudanças Climáticas Globais: Possíveis Impactos nos Ecossistemas do País." *Parcerias Estratégicas (Ministério da Ciência e Tecnologia)*.

Pezzi, L. and I. F. A. Cavalcanti (2000). "The relative importance of ENSO and tropical Atlantic seas surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: a numerical study." *Climate Dynamics* 17: 205-212.

Prinn (1999). "Integrated Global System Model for Climate Policy Assessment: Feedbacks and Sensitivity Studies." *CLIMATIC CHANGE* 41((3/4): 469-546.

- Reis, E. J. and S. Margulis (1991). Options for Slowing Amazon Jungle Clearing. In: R. Dornbusch and J. M. Poterba, Global warming: economic policy responses. Cambridge, The MIT Press: 335-375.
- Reis, E. J. and R. Guzman (1994). An Econometric Model of Amazon Deforestation. In: K. Brown and D. Pearce, The Causes of Tropical Deforestation. London, UCL Press: 172-191.
- Silva, J. M. C. and D. C. Oren (1996). "The application of parsimony analysis of endemism in Amazonian biogeography: an example with primates." *Biol. J. Linnean Soc* 59: 427-437.
- Souza, S. S., J. Tomasella, M. G. Gracia, M. C. Amorim, P. C. P. Menezes and C. A. Moreira (2001). "O programa de monitoramento climático em tempo real na área de atuação da Sudene - Proclima." *Boletim da Soc. Bras. Met* 25(1): 15-24.
- Turner, B., D. Skole, S. Sanderson, G. Fischer, L. Fresco and R. Leemans (1995). Land-Use and Land-Cover Change (LUCC): Science/Research Plan, HDP Report No. 7. Stockholm, IGBP Secretariat.
- R. C. Almeida, R. A. Feijóo, A. C. N. R. Galeão, C. Padra, R. S. Silva, "Adaptive Finite Element Computational Fluid Dynamics Using an Anisotropic Error Estimator", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 182, 379 - 400, 2000.
- L. Bevilacqua, "Constitutive Laws for Strong Geometric non/Linearity", *Journal of Brazilian Society of Mechanical Sciences*, 22, 217-230, 2000
- L Bevilacqua, Bulnes, E., "Modelling social behaviour: knowledge transfer". Invited talk at COBEM'2001.
- M. L. Bittencourt and R. A. Feijóo. "Métodos Multigrid Aplicados a Problemas Elásticos". *Revista Internacional de Métodos Numéricos para el Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Eds. E. Oñate, J. Henrich e O. C. Zienkiewicz, Vol. 14, 1, 3-23, 1998.
- M. I. S. Costa, E. Kaszkurewicz, A. Bhaya, L. Hsu, "Achieving global convergence to an equilibrium population in predator-prey systems by the use of a discontinuous harvesting policy". *Ecological Modelling*, 1999.
- R. A. Feijóo, C. Padra, F. Quintana, "An anisotropic error estimator for compressible flow problems", *Mecánica Computacional*, Vol. 19, pp 373-378, 2000.
- A. C. N. R. Galeão, F. L. Ribeiro, L. Landau, "Finite Elements for Shallow Water Equations: Stabilized Forms and Computational Aspects". *Computational Mechanics Publications*, p.167-179, 2000.
- E. L. M. Garcia, A. F. D. Loula, A. L. G. A. Coutinho, "Miscible Displacement Simulation by Finite Element Methods in Distributed Memory Machines". *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, v.174, p.339-354, 1999.
- L. A. Godoy, E. Taroco, "Design Sensitivity of Post-Buckling States Including Material Constraints", *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 188, 665-679, 2000.
- J. N. C. Guerreiro, H. J. C. Barbosa, E. L.M. Garcia, A. F. D. Loula, S. M. C. Malta, Identification of Reservoir Heterogeneities Using Tracer Breakthrough Profiles and Genetic Algorithms, *SPE Reservoir Evaluation and Engineering*, pp. 218-223, June, 1998.
- S. M. C. Malta, A. F. D. Loula, E. L. M. Garcia, "Numerical analysis of a stabilized finite element method for tracer injection simulations", *Comp Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 187, 119-136, 2000.
- M. A. Murad; "Thermomechanical Model of Hydration Swelling in Smectite Clays: II Inter-Phase Mass Transfer: Homogenization and Computational Validation", *International Journal for Numerical Methods in Geomechanics*, 23 (7), pp 697-719, 1999.
- M. A. Murad, J. H. Cushman, "Thermomechanical Theories for Swelling Porous Media with Microstructure", *International Journal of Engineere Science*, 38, 517 - 564, 2000.
- B. Schulze, E. R. M., Madeira, P. Ropelatto, F. M. Vasconcellos, "Service Mangement using Mobile Agents in a CORBA". *Journal of Network and Systems Management - JNSM.* , v.9, n.2, 2001.
- R. S. Silva, R. C. C. Almeida, A. C. N. R. Galeão, "Preconditioning techniques applied to numerical solution of compressible flows", *Communications in Numerical Methods in Engineering*, 2001.
- E. Taroco , G. C. Buscaglia and R. A. Feijóo. Second Order Sensitivity Analysis for Non-Linear Problems. *International Journal for Structural Optimization*, Vol 15, 2, 101 - 113, 1998.