



## Modelagem Geo-ambiental e Interdisciplinar para Ordenamento do Território com Corredores Florestais Ecológico-econômicos

Paulo Pereira Martins Junior<sup>a,b</sup>, João Álvaro Carneiro<sup>b</sup>, Leandro Arb d'Abreu Novaes<sup>b</sup>, Vitor Vieira Vasconcelos<sup>b</sup>, Lawrence de Andrade Magalhães Gomes<sup>a,b</sup> & Danilo Almeida Paiva<sup>b</sup>

Recebido em 31 de março de 2008 / Aceito em 07 de julho de 2008

### Resumo

Desmatamento intensivo veio a ser um procedimento histórico na ocupação territorial e também a prática corrente em nossos dias de projetos de agricultura intensiva. Os impactos sobre o bioma de tipo savana, Cerrado, são inequívocos. Há evidências de conceitos errôneos na administração pública, sua ineficiência e pouco esclarecimento acerca das relações da agricultura com a bacia hidrográfica. A questão principal é: como expandir a frente agrícola, com algum desmatamento necessário e reflorestamento estratégico sem produzir-se irreversibilidade que possa afetar o bioma como um todo? Esta questão é um problema atual que exerce pressão social, política e econômica tanto quanto mais se demanda por bens agrícolas em um crescimento de população já previsto para os próximos 50 anos. Pelo mesmo fato a possibilidade de atuar corretamente na gestão agrícola e geo-ambiental com modelos consistentes, ecológica e economicamente, é a tese deste artigo.

Palavras-Chave: Corredores florestais ecológico-econômicos, modelagem de gestão, ordenamento do território

### Abstract

*Intensive deforestation came to be not only a historical procedure in territorial occupation but also a current practice in present day context of intensive agricultural projects. Impacts over a biome like the savannah Cerrado are unequivocal. There are evidences of erroneous conceptions of the public administration, its inefficiency and the lack of knowledge about the relations of agriculture with watersheds. The main question is - how to expand the agricultural front, with some necessary deforestation and strategically reforesting without producing irreversibility, which may affect the biome itself as a whole? This question is an up to date pressing social, politics and economic problem as far as the demand for agricultural goods are increasing with population's increment as modelled for the next 50 years. By the same token the possibility of correctly acting in agricultural and geo-environmental management with consistent ecological and economical models, is the thesis this paper presents.*

*Keywords: Ecologic-economic forest corridors, management modelling, territory ordination*

<sup>a</sup>Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

<sup>b</sup>Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). Tel.: +55 (31) 3489-2250 / FAX 3489-2227. E-mail: paulo.martins@cetec.br

## 1. Introdução

Neste artigo busca-se dar continuidade à fundamentação teórico-aplicada de um ramo do conhecimento, proposto por Martins Jr. (1998), denominado como Geociências Agrárias e Ambientais. Segue também as linhas de pesquisas abertas por vários projetos, que desde 1992 vêm sendo desenvolvidos no CETEC e na UFOP. A Abordagem Interdisciplinar (Martins Jr., 2002), como aqui traçada, faz também parte das pesquisas epistemológicas desenvolvidas em seqüência a vários estudos regionais integrados, realizados para o Noroeste de Minas, o Vale do Jequitinhonha, o Vale do Alto e Médio São Francisco e estudo de localização de áreas para hidroelétricas no Vale do Rio Doce realizados na Fundação CETEC-MG. Esse trabalho fundamenta-se também no Projeto CRHA (2003-2006), financiado pelo MCT / FINEP / Fundo Setorial CT-Hidro-2002. Outro artigo trata de assunto com enfoque em integração de conhecimentos geológicos para os mesmos tipos de áreas (Martins Jr. *et al.*, 2006).

Diversos temas correlatos estão em pesquisa e desenvolvimento técnico para modelos de gestão, tais como: (1) rochas, geoformas, solos e geometria de corredores florestais ecológicos e econômicos, (2) ordenamento do território e de políticas de conservação, (3) agricultura - conflitos entre a gestão territorial e o uso de áreas de zonas de recarga de aquíferos, (4) questões e fundamentos da Geomorfologia Estrutural em associação com as Geociências Agrárias e Ambientais, (5) zonas de recarga de aquíferos / reservatórios / nascentes – as questões geo-ambientais e soluções pró-circulação hídrica com plantios ecológico-econômicos no Bioma Cerrado em áreas com descontinuidade floral territorial, entre outros temas correlatos.

## 2. Problemas Propostos

Os problemas propostos são os seguintes: (1) desmatar, pode ser uma prática legítima para o uso da terra, embora seja não desejável em face do desmatamento já amplo dos biomas (2) quais ciências devem nortear de modo procedimental os processos de desmatamento com vistas à manutenção da geoestabilidade, então reinante, (3) em caso de áreas

já desmatadas, quais opções para reflorestar que possam ser construídas de modo lógico a luz de prioridades dadas pelos conhecimentos geocientíficos, obedecendo à noções de prioridades, sempre voltadas para a geo-sustentabilidade, (4) como se pode integrar os aspectos geo-ambientais com os aspectos bióticos para tomar decisão sobre o que plantar, onde plantar e como plantar, em atendimento a quais prioridades de sustentabilidade e (5) como as Geociências podem diagnosticar de modo preditivo, quando for o caso, e também de modo diagnóstico, o que evitar, ou o que mitigar e como mitigar.

## 3. Objetivos

Tem-se como premissa buscar integrar conhecimentos das Geociências (Geotecnia, Pedologia, Geomorfologia), Eng. Florestal, Agronomia, Agroclimatologia, Aptidão de solos, Segurança química, Segurança geotécnica, Manutenção da continuidade floral da cobertura vegetal original, que desse modo se possa tratar tanto de estruturas quanto de processos geo-ambientais, em referência a: diversos sistemas como rochas e solos, diversas condições geodinâmicas superficiais e climáticas de modo a se construir uma visão prospectiva, que sirva de elemento de auxílio à decisão, para projetos de reflorestamentos ecológico-econômicos, sob os mais variados tipos e nas mais variadas condições. Com essa perspectiva busca-se atender aos seguintes objetivos: (1) estabelecer regras de inferência sobre ordenamento do território (OT), tendo em vista o uso de terras agrícolas e agricultáveis (2) estabelecer regras de referência sobre a noção de continuidade floral do bioma (3) estabelecer regras que envolvam condições prévias de sustentação da infra-estrutura derivadas da geotecnia regional, geologia estrutural, pedologia, drenagem, zonas de recarga de aquíferos, aptidão de solos (4) apontar para soluções de viabilidade do plantio e (5) apontar para soluções de engenharia florestal associadas à ecologia e a produtividade de florestas.

## 4. Conceitos fundamentais

Uma série de definições é necessária para se estabelecer em uma linguagem predeterminada como

expressão de conhecimento com o qual esta reflexão é desenvolvida. Entende-se por: (1) **Corredores** - um sistema florestal cuja geometria apresenta maior comprimento do que a largura, em geral; servem para unir maciços florestais e/ou florais de quaisquer tipos que sejam, próximos ou sobre grandes extensões do território, ou também sobre a totalidade de um bioma, unindo os maciços a corpos d'água, a matas ripárias e a outras florestas. No Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente (IBGE, 2005) o corredor é um “termo adotado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que abrange as porções de ecossistemas naturais ou semi-naturais que interligam unidades de conservação e outras áreas naturais, possibilitando o fluxo de genes e o movimento da biota entre elas, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas, a preservação das espécies raras e a manutenção de populações que necessitam, para sua sobrevivência, de áreas maiores do que as disponíveis nas unidades de conservação”.

Os corredores ecológicos são fundamentais para a manutenção da biodiversidade floral e animal a médio e longo prazo. Neste artigo, aborda-se a questão do planejamento de corredores nas duas escalas de comitês de bacias e de propriedades rurais, de modo articulado – o que não significa que os critérios aqui discutidos não possam ser aplicados no planejamento de macro-corredores em escala de biomas, caso ainda não existente em nosso País; (2) **Solução geo-ecológico / econômica** – é uma solução econômica para as atividades produtivas rurais que se constrói de modo lucrativo, mas que permite o exercício de funções de conservação geológica e/ou de mitigação em situações já degradadas; a Ecologia-Economia é uma possibilidade efetiva, quando na modelagem econômica se conta o custo imediato e eventual da conservação, e também se conta a conservação como ganho no longo prazo (Martins Jr. et al., 2006); (3) **Solução conservacionista** – é toda solução que permite a intervenção humana, mas se apresenta como uma solução que sustenta a permanência das atividades produtivas no tempo, pela manutenção das relações sistêmicas que permitem essas atividades econômicas, todavia sem muitos recursos, ou quase sem recorrer a insumos estranhos à Natureza; (4)

**Estrutura de corredores** - é o conjunto de possibilidades de organização florestal das espécies, desde o ponto de vista da solução ecológico-econômica, em se combinar espécies nativas, árvores frutíferas, árvores de madeiras de lei e energéticas; a geometria dos corredores deve obedecer a uma concepção geral de referência, que por sua vez deverá obedecer às particularidades de cada situação; (5) **Conservação florestal** – é a condição de uso da floresta com permanência de sua estrutura e das redes de relações fito-sociológicas, alteradas, mas não o suficiente para romper relações (Tab. 1a); (6) **Conservação das relações plantas / solos / água** – essa relação tripla é fundamental para a estabilidade de florestas, savanas, campos, veredas e quaisquer outros tipos de formações vegetais; é o tipo de relação mais fundamental que suporta a preservação natural dinâmica de quaisquer ecossistemas e das bacias hidrográficas; (7) **Integração da fitossociologia em reflorestamentos** - a noção de fitossociologia implica na associação e inter-relações entre populações de diferentes espécies vegetais cujas características podem ser de vizinhança espacial, limitada por distanciamentos médios específicos, proximidade associativa efetiva, favorecimento de relações com o mundo biótico (animal, micro-organismos, simbiose, etc.) e com o mundo abiótico (relações de sombreamento / luz, temperatura, água, proteção contra excesso relativo de energia, etc.); (8) **Permacultura** – método de implantação de propriedades rurais produtivas em que o binômio da “conservação ambiental x economia” é associado à “organização da produção” (OP), que se faz por meio da eficiência termodinâmica, do desenvolvimento de relações ecológicas, da recuperação de terras, da cooperação sistêmica entre | vegetais + vegetais |, | animais + animais |, | animais + vegetais |, | animais + animais + vegetais | pressupondo-se que “| x |” representa um conjunto aberto, formado por x combinações reais de conexões fauna-flora-solos. A partir da associação desse trinômio à OP é possível desenvolver um sistema de produção que seja, ao mesmo tempo, estável e, cresça como um sistema ecológico de produção maduro, no intervalo produtivo ininterrupto de 1 a 50 anos; tal sistema agrega agricultura, silvicultura e zoocultura em propriedades rurais (Mollison & Holmgren, 1983); e (9) **Inclusão**

Tab. 1a. Síntese de significados cruzados dos objetivos (na horizontal) x conceitos fundamentais (na vertical), referenciados a métodos selecionados para ordenamento do território.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS	OBJETIVOS				
	1	2	3	4	5
	Uso de terras agrícolas e agricultáveis	Continuidade da flora	Sustentação da infra-estrutura geo-ambiental	Viabilidade dos plantios e outras formas de propagação	Produtividade com soluções de Eng. Florestal + Geo-ecologia
1 - Solução geo-ecológico / econômica	Inserir uma cultura ecológica na prática produtiva	Viabilizar soluções contra a resistência cultural	Soluções que integrem Geociências + Eng. Florestal	Oferece o modo mais simples, eficiente, ambientalmente correto e menos oneroso	Eng. Florestal como base de produtividade efetiva de forma sustentada
2 - Solução conservacionista	Permite conservação da terra e da água	A própria solução conservacionista se baseia na continuidade	Integra proteção da infra-estrutura terrestre com a proteção da flora	Só é viável e efetiva se encontrada a viabilidade de plantio e crescimento	Integração de tecnologia florestal com a conservação e possível produtividade rentável
3 - Corredores	Corredores ecológicos podem combinar-se a consórcios agro-silvi-pastoris	Corredores são o método ideal para a continuidade da flora	Corredores servem para proteger áreas sensíveis	Consórcios substituem agricultura e pecuária tradicionais, além de permitirem enriquecimento e recuperação de terras degradadas	Corredores podem apresentar as qualidades de florestas econômicas com funções ecológicas
4 - Estrutura de corredores	Compõe-se como matas naturais e/ou econômicas plantadas de modo articulado	A continuidade floral é protegida pela floresta econômica e/ou natural	Articula florestas nativas e/ou econômicas com soluções de conservação de água e solo	Envolve diversas técnicas de propagação para espécies nativas, pioneiras e econômicas articuladas, aumentando a viabilidade de plantio	As estruturas de corredores podem favorecer produtividade nas faixas de plantas exóticas e também possivelmente nas de nativas
5 - Conservação florestal	Concilia áreas com espécies nativas e interesses econômicos	Continuidade florestal	Sustenta a infra-estrutura natural	Responde à agregação de espécimes	Maior a integração dos vieses ecológico e econômico

**social** – no sentido desse artigo, a inclusão social é entendida como o processo de integração do homem em sua sociedade e desta com o meio natural, de modo a cultivá-lo, com obtenção de renda efetiva, entrada no mercado, sem contudo, afetar a estabilidade do sistema sob intervenção. Definidos esses nove conceitos podemos inter cruzá-los com os

objetivos para fazer aparecer um amplo espectro de questões relativas ao OT sob o ponto de vista da conservação do bioma e dos ecossistemas, em interação com processos produtivos florestais (plantas nativas, frutíferas, de madeiras de lei, industriais e energéticas) e fundamento em corretas interações com o substrato geológico (Tab. 1b).

Tab. 1b. Síntese de significados cruzados dos objetivos (na horizontal) x conceitos fundamentais (na vertical), referenciados a métodos selecionados para ordenamento do território.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS	OBJETIVOS				
	1	2	3	4	5
	Uso de terras agrícolas e agricultáveis	Continuidade da flora	Sustentação da infra-estrutura geo-ambiental	Viabilidade dos plantios e outras formas de propagação	Produtividade com soluções de Eng. Florestal + Geo-ecologia
6 - Conservação das relações plantas / solos / água	Manutenção das relações plantas/ solos/água no processo agrícola	Continuidade das relações plantas/ solo/água entre os fragmentos de flora e ao longo do corredor	Relações necessárias que dependem da infra-estrutura terrestre	Aperfeiçoamento das relações pela conjugação de insumos de digestão anaeróbica e aeróbica	Necessita de soluções integrais que levem em conta as águas e o solo, além das plantas, e a inter-relação entre os três
7 - Integração da fitossociologia em reflorestamentos	Fitossociologia de plantas cultivadas e de nativas	Fitossociologia aplicada ao florestamento e reflorestamento	Interação da fitossociologia com a água e o solo	Aumenta a viabilidade de sucesso no plantio consorciado	Maior garantia de crescimento e de produtividade
8 - Permacultura	Resgata áreas agrícolas esgotadas; aproveita melhor áreas nobres	Integra a continuidade da flora no projeto econômico	Conserva solos e a hidrodinâmica por imitação aos processos naturais	Método excelente para viabilizar integração agroflorestal	Planejamento temporal das atividades produtivas conciliado ao tempo de crescimento das espécies vegetais e animais
9 - Inclusão social	Exige melhor formação do agricultor em técnicas agro-ecológicas, para sua inserção no mercado	Gera empregos ao produtor florestal	Oportunidade de trabalho com engenharia agrícola e geotecnia e maior produtividade para o agricultor	Permite a formação e emprego de especialistas em plantio e reflorestamento	Agrega profissionais, fechando uma cadeia produtiva

## 5. Regras de ocupação territorial

O ordenamento do território (OT) é um conceito ao mesmo tempo filosófico, científico, administrativo e jurídico no senso íntimo desses aspectos. É mister adotá-lo culturalmente com todos esses vieses semânticos. Entende-se filosoficamente que o OT é o conceito-chave para agrupar todos os esforços que rejam a ocupação humana de modo utilitário, eficiente e conservacionista, como também preservacionista, sob a macro-perspectiva de manutenção da dinâmica ecossistêmica das trocas de energia, massa e bio-informação, reinantes anteriormente a

eventos de intervenção e/ou de catástrofes. De um ponto de vista científico e tecnológico o OT é a atividade de diagnosticar, descrever, modelar, normatizar, executar e monitorar com bases nos conhecimentos adquiridos, a totalidade das informações de C&T com fins aplicativos à administração e à gestão do território.

De um ponto de vista administrativo, o OT implica no conjunto de modelos, normas e procedimentos administrativos que permitam viabilizar, apontar, indicar, apresentar e sustentar soluções para as interações humanas de modo fundamentalmente econômico e conservacionista. Do ponto de vista jurídico



o OT é a sustentação de todas as operações humanas sob vigilância do espírito de legalidade, já previsto em lei ou a juízo de jurisprudência que permitam “a manutenção ontológica” do sistema natural e social. Desse modo, o quadrinômio | filosofia / ciência & tecnologia / administração / lei-jurisprudência | fecham uma chave cognitiva da ação de OT. Essa chave se fundamenta sob o conceito de “Conservação ontológica da Natureza e do homem na Natureza” (Tabs. 1a e 1b).

## 6. Regras lógicas de fundamentação e de geração de inferências

As regras lógicas devem obedecer para o OT às seguintes ciências, que oferecem as bases de informações para a gestão com Engenharia Florestal, Hidrologia, Hidrogeologia, Agronomia, Pedologia, Geologia Estrutural, Geotecnia, Climatologia, Botânica, Geomorfologia, Economia, Administração e Direito como os principais campos cognitivos. As ciências humanas entram em suporte aos fatores operacionais da educação informal, comunicação e ação de cidadania. Nesse artigo, estão em foco a Hidrologia, Hidrogeologia, Geomorfologia, Pedologia, Botânica, Agronomia, Engenharia Florestal, Geotecnia que são tomadas a partir de algumas de suas variáveis paramétricas mais importantes.

Chama-se a atenção para a Geotecnia, com as variáveis próprias para determinar-se a efetiva sustentabilidade de solos, formações superficiais, saibros e rochas alteradas, que associadas a outras variáveis indiquem, quando regionalizadas sobre grandes áreas, as condições de geo-sustentabilidade caracterizáveis com os atributos físicos das: (1) Porosidade  $\eta$  (2) o Índice de vazios (3) o Teor de umidade  $h$  (4) a Massa específica natural  $\gamma$  (5) o Grau de saturação  $S_r$  (6) o Limite de liquidez  $LL$  (7) o Limite de plasticidade  $LP$  (8) o Índice de plasticidade  $IP$  (9) o Índice de consistência  $IC$  (10) a Coesão  $C$  e (11) o Ângulo de atrito  $\phi$ . Estas são variáveis que garantem mapeamentos definitivos das condições geotécnicas de estabilidade, ou não, dos vários terrenos. As áreas com maior instabilidade podem ser preferenciais para a instalação de corredores que funcionem como fatores de proteção, como exemplo (Tab. 2).

## 7. Método de decisão sobre ordenamento do território

São situações e/ou critérios principais para decisão: (1) a continuidade florestal (Colli *et al.*, 2003), (2) a estabilidade de taludes, (3) a geo-sustentabilidade de zonas de recarga de aquíferos subterrâneos, (4) os corredores estrategicamente plantados, e/ou conservados e/ou preservados (5) a conservação do fluxo hidrodinâmico, (6) as áreas agrícolas, agricultáveis e/ou a reflorestar (7) as áreas para pequenas e mini centrais hidroelétricas e (8) localizações de áreas urbanas e outros temas pertinentes. Todos implicam como situações e/ou critérios a condição humana de se organizar e, portanto, de se organizar sem produzir irreversibilidades que coloquem os ecossistemas e biomas em estado de degradação avançada ou, pior ainda, de irrecuperável retorno.

São vários os critérios para a escolha das áreas prioritárias para a implementação da preservação / conservação de fragmentos florestais, interligáveis por corredores ecológico-econômicos, assim como para determinar o melhor traçado para esses, dentro do território definido. Auferindo o estado da arte na ordenação territorial de corredores, foram reunidas informações de diversas publicações científicas (Tab. 3). As mesmas integram um conjunto de critérios e de exemplos já estudados, ou com projetos executivos realizados no País.

A partir de uma análise das citadas publicações, de A a G na Tabela 3, observa-se que na parte teórica, na maioria delas, identificou-se critérios bem distribuídos entre os campos da Biologia, Geociências, recursos hídricos e atividades humanas para aplicação em projetos executivos e políticas públicas. O uso dos critérios é, todavia, condicionado e limitado pela formação profissional da equipe executora. Essa constatação demonstra a necessidade premente de equipes com formação pluridisciplinar dentro dos projetos geo-ambientais.

Também se observam algumas lacunas dentro dos trabalhos atuais de delimitação de corredores. É premente uma análise ou discussão mais profunda entre os critérios ecológicos e geográfico-geológicos propriamente ditos, com critérios práticos advindos da legislação ambiental, hidrogeologia e de estudos

Tab. 2. Algumas variáveis paramétricas e de processos mensuráveis são importantes para modelar as condições ideais de OT pelo viés “permissão x impedimentos x precauções específicas”.

Grupos de variáveis próprias para articulação de conceitos interdisciplinares aplicados às relações [estabilidade x tipos de usos x sistemas sob intervenções]							
Grupos de variáveis	Hidrologia / Hidrogeologia	Geologia estrutural	Geomorfologia	Pedologia	Botânica	Agronomia	Geotecnia
<b>G 1</b>	vazões específicas superficiais		leitos dos rios	solos hidro-mórficos	matas ciliares	irrigação	
<b>G 2</b>	rede de drenagem; escoamento superficial pós-chuvas; infiltração; escoamento superficial da água subterrânea; evaporação; evapotranspiração	estruturas rúpteis permeáveis	áreas dos vários tipos de geomorfias	áreas dos vários tipos de solos	formações vegetais ecossistemas fitogeografia fitosociologia	áreas de iso-aptidão de solos	porosidade, índice de vazios, teor de umidade, massa específica natural, grau de saturação, limites de liquidez e de plasticidade, coesão, ângulo de atrito
<b>G 3</b>	zonas de recarga	estruturas rúpteis e dúcteis				infiltração de insumos agrícolas	
<b>G 4</b>	vazões em fontes	atitudes de rochas			matas ciliares		
<b>G 5</b>	tempo de residência de circulação	estruturas abertas			ciclos e sazonalidade das plantas em geral	ciclos e sazonalidade das plantas domésticas	
<b>G 6</b>	tempo de residência de água subterrânea					relação ótima entre consumo e recarga	
<b>G 7</b>			erosão e erosão acelerada	perda universal de solos	maciços florestais remanescentes e reforestados	técnicas de conservação do solo agrícola	

Tab. 3. Alguns critérios mais significativos para a implantação de corredores florestais, coligidos de vários artigos citados com as letras A a G: [A] Valente, 2005 [B] Nunes et al. 2005 [C] Martins et al., 1998 [D] Altoé et al. 2005 [E] Ayres et al. 2005 [F] Tabalery & Gascon, 2005 [G] Primack & Rodrigues, 2001.

Critérios e Publicações de A a G		A	B	C	D	E	F	G
<b>Biologia e Ecologia</b>	Área de preservação permanente	X			X			
	Mata nativa	X	X	X				
	Proximidade de vegetação	X						
	Distância entre os fragmentos	X						
	Área nuclear dos fragmentos	X				X		
	Riqueza de espécies	X				X		
	Diversidade de comunidades e ecossistemas			X		X		
	Diversidade do banco de sementes	X						
	Grau de conectividade entre as comunidades (terrestre e aquática)			X		X		
	Integridade dos fragmentos					X		
	Estrutura social, dieta e padrões de forrageamento das espécies-alvo de preservação			X				
	Nº de espécies endêmicas							X
	Nº de espécies em extinção	X						X
	Singularidade taxonômica das espécies							X
Utilidade das espécies (econômica, pesquisa, subsistência, fitoterápica, artesanal, etc.)							X	
<b>Recursos Hídricos</b>	Proximidade de corpos d'água (mata ripária)	X	X	X	X		X	
	Áreas de recarga	X		X				
	Distância às nascentes	X		X				
	Áreas úmidas	X						
	Área fora do efeito de enchentes	X						

de produtividade agrícola. E não se pode deixar de fazer a conexão com o existente contexto local de planejamento territorial, a partir dos planos diretores municipais, planos diretores de recursos hídricos e zoneamentos geo-ecológicos, que porventura já tenham sido feitos, ou que venham a ser feitos no futuro. Ademais, só faz sentido utilizar-se de critérios

para o zoneamento de corredores ecológico-econômicos e de áreas de preservação e de conservação (Diaz *et al.*, 2003) a partir do quadro de possibilidades técnicas disponíveis relativas à regeneração de áreas degradadas, à engenharia florestal e a permacultura, o que segue discutido em seguida. A Tabela 4 apresenta um conjunto de outros critérios



Tab. 3. (Continuação)

Critérios e Publicações de A a G		A	B	C	D	E	F	G
Geociências	Maior altitude			X				
	Menor altitude		X					
	Maior declividade	X	X	X	X			
	Bordas da sub-bacia (linhas de cumeada)			X				
	Fundos de vales		X					
	Geomorfologia	X						
	Favorabilidade geológica	X		X				
	Direção dos ventos	X						
	Tipo de solo	X		X				
	Erodibilidade do solo	X						
	Índice de produção de sedimentos	X						
Vulnerabilidade à erosão	X		X					
Atividades Humanas	Visibilidade	X						
	Distância dos centros urbanos e infra-estruturas	X						
	Barreiras intransponíveis (estradas, solo exposto, obras, ocupação humana, centros urbanos, mineração)	X	X	X	X			
	Distância à malha viária (estradas asfaltadas, vicinais principais, vicinais secundárias)	X			X			
	Potencial de ação antrópica (incêndios, desmatamentos ilegais, pesticidas, caça)				X		X	
	Viabilidade de desocupação do solo		X	X				
	Viabilidade econômica de implantação do corredor	X						

mais complexos, que podem ser adicionados aos critérios já levantados na Tabela 3, para um planejamento mais eficaz das rotas de preservação e/ou de conservação de corredores.

“A decisão é um procedimento que exige, de modo geral, um complexo quadro de fatos, possibilidades” e “a realidade”. Esse acordo é, em parte, aqui indicado por uma sucessão de estruturas informacionais que possibilitem a ordenação lógica de relações estruturais e dinâmicas na forma de interações sistêmicas, ainda que em certos casos com as-

pectos mais mecânicos e menos sistêmicos. Os critérios de corte devem ser organizados de acordo com o tema em questão, mas com evidente feição que permita, por um lado, especificar temas de modos independentes, ainda que os mesmos sejam interconectos em alguma parte do sistema. Nesse artigo, o fator destacado que interconecta é o espaço, tanto o espaço euclidiano quanto os espaços topológicos de funcionamento dos sistemas naturais. Algumas interconexões se fazem visíveis, nos termos das Tabelas 1a e 1b em seus significados, e na Tabela 2

Tab. 4. Conjunto de Critérios: | Áreas do conhecimento x Condições de uso |, com critérios determinantes apresentados nos componentes dessa matriz de auxílio à decisão.

Condições de Uso (c-1, c-2, c-3) versus Áreas do Conhecimento (A1, A2, A3, A4)		c-1	c-2	c-3
<b>A1 - Legislação</b>	Áreas de proteção ambiental	cenários de uso e conservação	cenários para projetos ecológico-econômicos em consonância com as limitações legais específicas	cenários de soluções mitigadoras
	Reserva particular do patrimônio natural - RPPN	delimitação local, e ligação por corredores a fragmentos regionais	eliminação de efeitos de borda (?)	contornos ecológico-econômicos para ecoturismo
	Reserva legal disponível para zoneamento	mínimo de 30% por propriedade, com variações para cada região do Brasil	aumento da área nuclear não alcançada pelo efeito de borda	contornos ecológico-econômicos
	Bordas de relevo em tabuleiro	eventual proteção com florestas ecológico-econômicas	controle de erosão (?)	Potencial ecoturístico
	Matas com fito-espécies protegidas	bancos de sementes	prioridade na eliminação de efeitos de borda	eventualmente área para preservação
	Ecossistemas legalmente protegidos	preservação pública e privada	ecoturismo	controle do turismo com regras e acompanhamento
<b>A2 - Ordenamento Territorial Regional</b>	Plano Diretor Municipal	cenário urbano ideal	cenário de expansão urbana, com reservas e áreas de uso restrito	cenário de integração rural-urbana
	Plano Diretor de Recursos Hídricos	relação entre vegetação e infiltração hídrica	integração entre conservação dos ecossistemas e conservação hídrica	projetos ambientais abordando água e vegetação
	Desenho de Uso Optimal do Território	cenário de plano de uso	condições de máxima segurança de uso	máximo desenvolvimento sustentável
	Aptidão Agrícola	condições intrínsecas aos solos, para melhor produtividade	restrições identificadas para áreas sensíveis	integra-se com outras condições independentes

com algumas variáveis significantes, que permitem expressar os significados ecológicos e de estabilidade. Isso constitui uma base possível de ser modelada com uso de inteligência artificial (IA), para desenvolvimento de diversos sistemas de auxílio à decisão. Neste sentido, o sistema abaixo proposto em “nível

de contexto” trata de soluções ecológicas sustentáveis com projetos econômicos, em que os termos de encontro dessas duas modalidades das condições da Natureza e da cultura social, se articulem de modo a viabilizar a vida humana e conservar os biomas, com vistas à regeneração de áreas degradadas para

Tab. 4. (Continuação)

Condições de Uso (c-1, c-2, c-3) versus Áreas do Conhecimento (A1, A2, A3, A4)		c-1	c-2	c-3
<b>A3 - Hidrogeologia</b>	Zonas de Recarga de aquíferos ZRAs	tipos de zonas com condições geo-ambientais distintas	gradação de sensibilidade das ZRAs	uso ecológico-econômico com segurança para o ciclo hidrológico
	Áreas específicas de recarga	tipos de áreas específicas	tipos de rochas e das condições de infiltração	determinação de criticidade aos insumos (qualitativo e quantitativo)
	Densidade de fraturas	fraturas abertas de infiltração	fraturas determinantes de exudação	critérios de segurança em aquíferos fraturados
	Tipos de aquíferos	kársticos; granulares; fraturados; kársticos fraturados; aquíferos ou superficiais	modelagem de circulação da água	controle dos impactos e da demanda para uso consuntivo
<b>A4 - Integração entre Geociências e Ecologia</b>	Variedades de ecossistemas e de tipos de solos pelos quais existam corredores	zoneamentos fito-geográficos e fito-sociológicos	integração das espécies locais com as espécies do sistema local	estruturas de inter-relação com a topografia
	Corredores em topos de morro e bordas de sub-bacia	podem coincidir com áreas de preservação permanente de topos, inter-ligando os fragmentos	proteção de possíveis áreas de recarga, e controle de erosão;	utilização de áreas de menor potencial e/ou aproveitamento econômico agrícola
	Corredores de matas ripárias e veredas, nos vales da sub-bacia	proteção de florestas nativas ripárias, e dos respectivos corpos d'água	agregação de valor ao uso das terras beirarrios	integração com agricultura própria dos vales
	Segurança geotécnica	estabilidade de taludes	definição de áreas sensíveis	regionalização de condições sensíveis

estruturação de corredores vegetacionais.

## 8. Plantios como problema tecno-ecológico

Na Figura 1, desenhada em UML (*unified modelling language*), sintetizam-se relações entre as condições fenomênicas naturais, as técnicas de plantio de florestas para áreas desmatadas e/ou em degradação, florestas silenciosas, florestas biodiversas, as condições edafoclimáticas e de aptidão de solos. Esse conjunto lógico faz parte dos processos de decisão sobre “o que plantar, onde plantar e como plantar”. Essas questões implicam em situações

de transposição de plântulas de uma área para outra, semeadura antrópica, construção de hortos, clonagem, melhoramento genético, técnicas de silvicultura, plantio de florestas biodiversas com espécies nativas e econômicas em modelos ecológicos de sustentação do bioma, dos solos e da circulação hídrica.

## 9. Modelagem de corredores com geoprocessamento e inteligência artificial – IA

Modelar com IA implica fundamentalmente na identificação das condições naturais possíveis de combinação entre os fatores geotécnicos, edáficos,

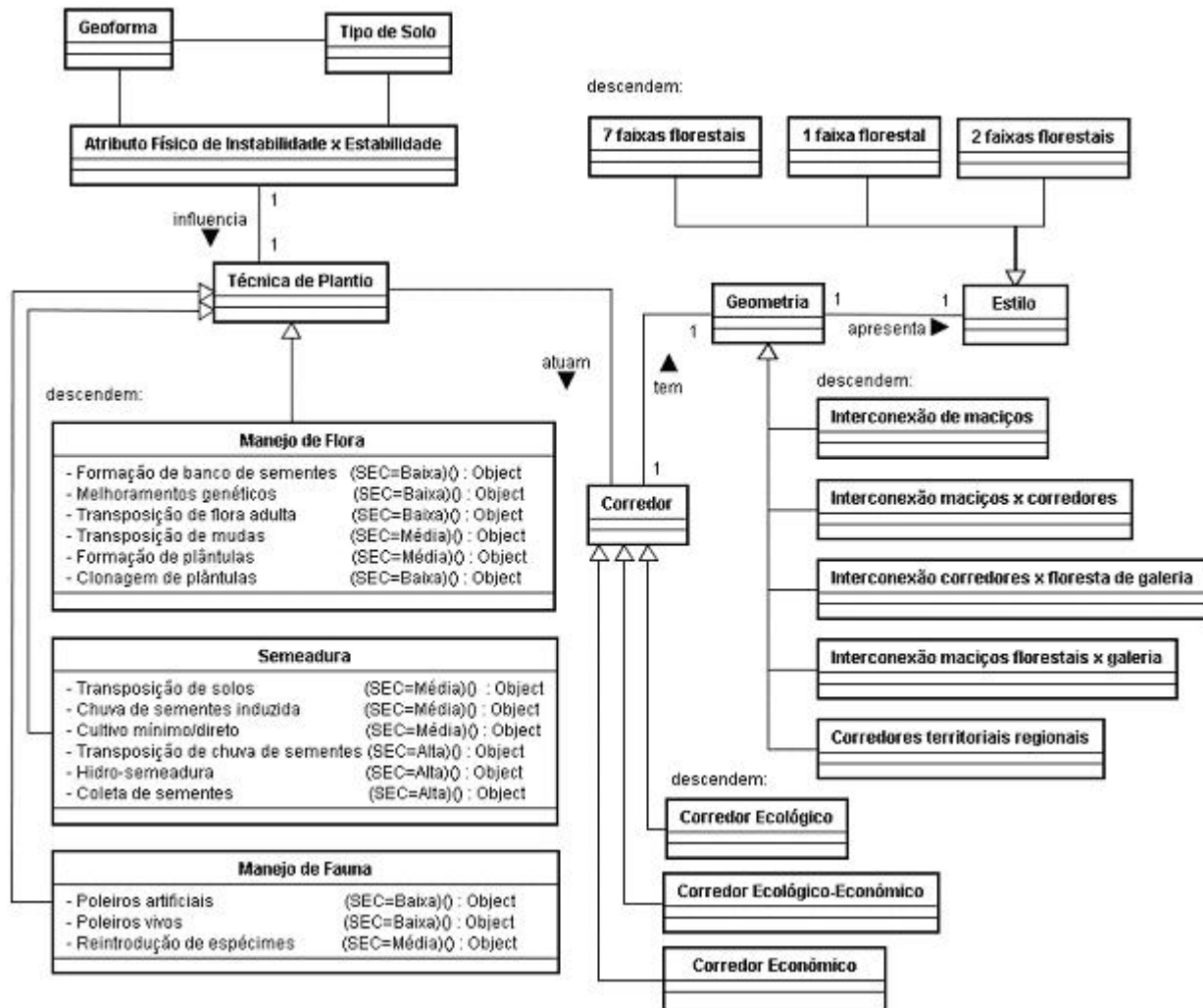


Fig. 1. Representa-se em nível de contexto a estrutura de conhecimentos que deverá ser implementada tanto no sistema de auxílio à decisão tanto na forma de projetos executivos para o replantio de florestas naturais, respeitados os condicionantes geo-ambientais (Tab. 4). Os processos naturais, técnicas de reflorestamento e demais informações foram articuladas a partir de Carneiro et al. (2006) em [www.cetec.br/crha](http://www.cetec.br/crha).

geo-estruturais, de aptidão de solos, das áreas sensíveis e das relações planta-terra-água de modo a se estabelecer as bases lógicas que sustentem a implementação de um programa de auxílio à decisão sobre o OT (Quadro 4). Segue que essas “Regras lógicas determinantes” permitem as seguintes injunções: (1) “é ou não é” (2) “age ou não age” (3) “pertence a, ou não pertence a” (4) “mantém-se, ou cessa de existir” (5) “causa, ou não causa” (6) “produz, ou não produz” e indicam (7) “graus de sensibilidade” (8) “graus de organização” (9) “graus de reversibilidade” (10) “possibilidade de sucesso de execução” (11) “obrigatório, permitido ou proibido” (12) “recomendado, indiferente ou desaconselhável” (13) “valores quantitativos” e (14) “importância

qualitativa”, entre outras injunções. Essas possibilitam estruturar logicamente diversos processos naturais e técnicos, como por exemplos: (1) condicionantes de infiltração e de escoamento superficial pós-chuvas (2) estágios de degradação, ou não (3) estado atual da vegetação (4) sim ou não da continuidade florística (5) obrigatoriedade de continuidade florística (6) condições protegidas por lei (7) viabilidade econômica contextualizada e (8) viabilidade ecológico-econômico como condição indispensável para as atividades antrópicas, etc.

Demonstrada a possibilidade de modelagem lógica do conhecimento sobre as ciências geo-ambientais, assim como das demais ciências e técnicas associadas, abre-se o campo para o trabalho de

“Arquitetura de Conhecimentos” (Fig. 1), podendo-se sistematizar as conexões lógicas explícitas, ou mesmo aquelas inicialmente ainda entendidas como implícitas. Esse tipo de trabalho gera uma melhor sistematização interdisciplinar do conhecimento geo-ambiental e possibilita o auxílio à decisão com programas que permitam processamento mais rápido das informações, inclusive em escalas regional e local, e do regional para o local e vice-versa.

Sistemas multi-especialistas de IA para auxílio à decisão, que simulem o raciocínio de um conjunto de profissionais e de pesquisadores em questões de meio ambiente e Geociências, constituem importantes ferramentas para a gestão ambiental. Esses sistemas devem partir da base de informações e dos processos lógicos disponíveis e podem fornecer aos usuários funções de: (1) classificação (2) avaliação (3) diagnóstico (4) monitoramento (5) integração (6) configuração e desenho de cenários (7) atribuição de tarefas e (8) planejamento e concatenação espacial e temporal (Schreiber *et al.*, 2000). Com a disponibilidade de dados geo-ambientais confiáveis e de amplo espectro disponíveis em ambiente SIG, tem-se o fator co-determinante para que sistemas especialistas em IA, porventura associados, possam gerar associações, regras de inferência e, portanto, fornecer aconselhamentos consistentes para auxílio à decisão, indo além de orientações genéricas ainda preliminares, próprias do que se pode extrair de um SIG. De toda forma, deve-se programar um Sistema de Informação que possa conter informações geoprocessadas para ser acessado por um sistema especialista. A Figura 1 apresenta um primeiro passo para a construção dessa complexa “Arquitetura de Conhecimentos” referente ao tema corredores ecológicos e econômicos no âmbito epistemológico / metodológico das Geociências Agrárias e Ambientais.

## 10. Modelagem UML de corredores

A modelagem proposta em UML (Booch *et al.*, 1999) obedece ao sistema matricial das Tabelas 1 a 4 (Martins Jr. *et al.*, 2006), cujas Áreas do Conhecimento estão nas linhas da *Matriz de Conhecimentos*, como: **A = 1** Legislação / **A = 2** Ordenamento do território / **A = 3** Hidrogeologia / **A = 4** Integração entre Geociências e Ecologia / com os

Crítérios Determinantes dos usos, cujos significados específicos são agrupáveis em condições de uso: **c-1** = condições legais, ontológicas, situacionais, dinâmicas // **c-2** = cenários de projetos, cenários estruturais e causais // **c-3** = relações de eventualidades, relações criteriosas, utilitárias, de integração, de usos, criticidade, etc. Esse sistema é modelável em alto nível em UML conforme as Figuras 1, 2a e 2b.

A lógica de auxílio à decisão pode ser representada pelos seguintes símbolos matemáticos e lógicos: intervalo aberto = | conhecimento incompleto | que traduz o sentido de abertura para novos conhecimentos; intervalo fechado = [conhecimento completo], cujo aspecto é assumido para todos os efeitos, quando na condição suficiente, em estudo; **n** = número de Áreas do Conhecimento; as Condições de Uso **c-1** a **c-3** são para serem entendidas como espaços topológicos condicionantes ou espaços de relações, distintos do simples espaço euclidiano; as Áreas do Conhecimento variam como,  $\mathbf{A} = 1$  a  $\mathbf{A}_{|1,m|}$ , onde  $m$  = um número real; os números **c-1**, **c-2**, **c-3** são Condições de Uso em espaço cognitivo aberto e possível de serem ampliados (Tab. 4). É importante explicitar a possibilidade de uma ou mais Condições de Uso estarem presentes em mais de uma Área de Conhecimento, o que não é, todavia, representado na Matriz de Conhecimento da Tabela 4.

Em relação à modelagem, as entidades representadas por retângulos são classes de implementação, ou seja, a partir delas serão instanciados os determinados objetos pertencentes a este domínio proposto: Área do Conhecimento; Visão do Ambiente (que representa um conjunto de Critérios Determinantes) e Condições de Uso. A leitura das associações é unidirecional. Assim, por exemplo, quando se enuncia “1” apresenta “1”, lê-se em notação de UML o seguinte: “1”, por exemplo, “Área do Conhecimento apresenta “1” Visão do Ambiente”; e “1” Visão do Ambiente determina “0” ou ainda outras (\*) condições de uso (Figs. 2a, 2b).

A modelagem do sistema proposto em UML é anterior ao âmbito da programação e da implementação, e da conseqüente geração de código-fonte executável (programa) para as relações | ecológico / econômico / geo-ambientais | (Martins Jr. *et al.*, Projeto ACEE, 2005-2008). A análise dos modelos criados é tanto “meio” quanto “produto” para a



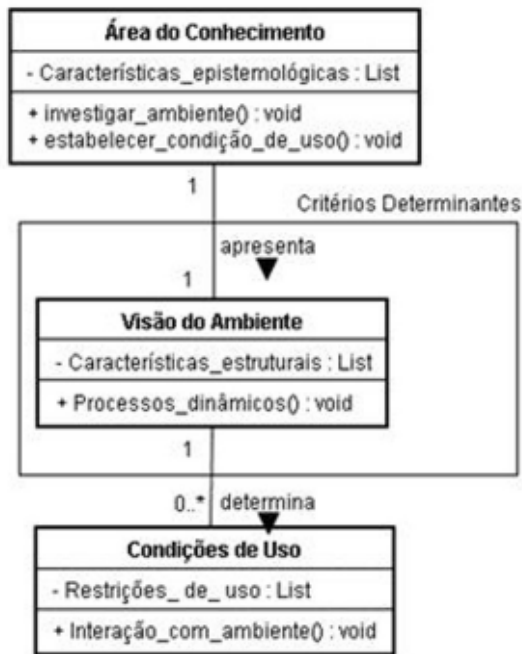


Fig. 2a. Apresentação da relação em contexto das possíveis interconexões entre as Áreas de conhecimentos, a Visão do ambiente e as condições de usos da terra, água e bio-sistemas.

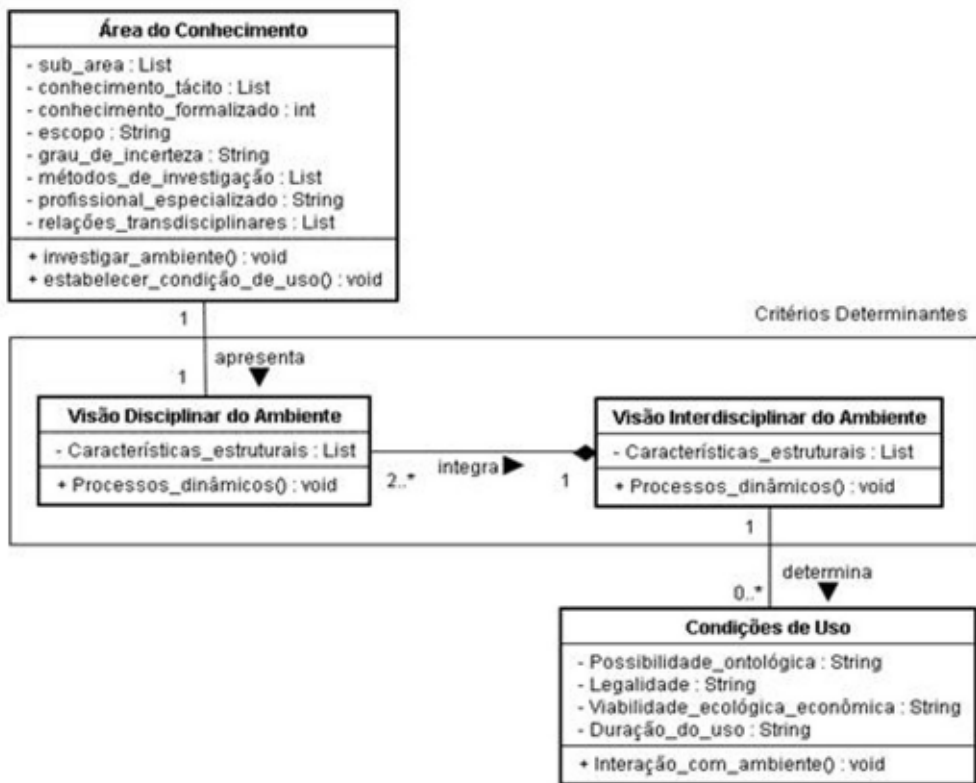


Fig. 2b. Detalhamento epistemológico-metodológico entre as Áreas de conhecimento, a Visão das Disciplinas Ambientais, as Implicações da Visão Interdisciplinar necessárias para a Produção do Conhecimento aplicado e as Condições de Uso enquanto possibilidades ontológicas, legalidade, viabilidade ecológica e duração do uso (desafio para várias gerações) e a tipologia de interações desejáveis com o ambiente (Tab. 4).

retro-alimentação de informações e para os requisitos pertinentes para criação de sistemas IA, dotados de informações e de lógica pluridisciplinares desses campos de conhecimentos. O ordenamento territorial (OT) passa a ter caráter de sistema axial, quando transformado em programas (*software*) capazes de relacionarem conceitos determinadores de uma estrutura lógica de ações, fornecendo aconselhamento e auxílio à decisão aos usuários envolvidos na ocupação e no processo de uso do território.

## 11. Resultados: A sub-bacia de Entre-Ribeiros

Essa sub-bacia apresenta-se como um caso típico de desmatamento com ruptura do “contínuo florestal” no Cerrado, no Vale do Paracatu – Noroeste de Minas Gerais (Fig. 3) (Martins Jr. *et al.*, Projeto CRHA, 2003-2006). Esse é um caso típico para se planejar, com IA, o auxílio à decisão de onde reflorestar com condições ecológico-econômicas, de modo a diminuir as culturas predominantes de soja, feijão, milho e criar e/ou expandir a cultura

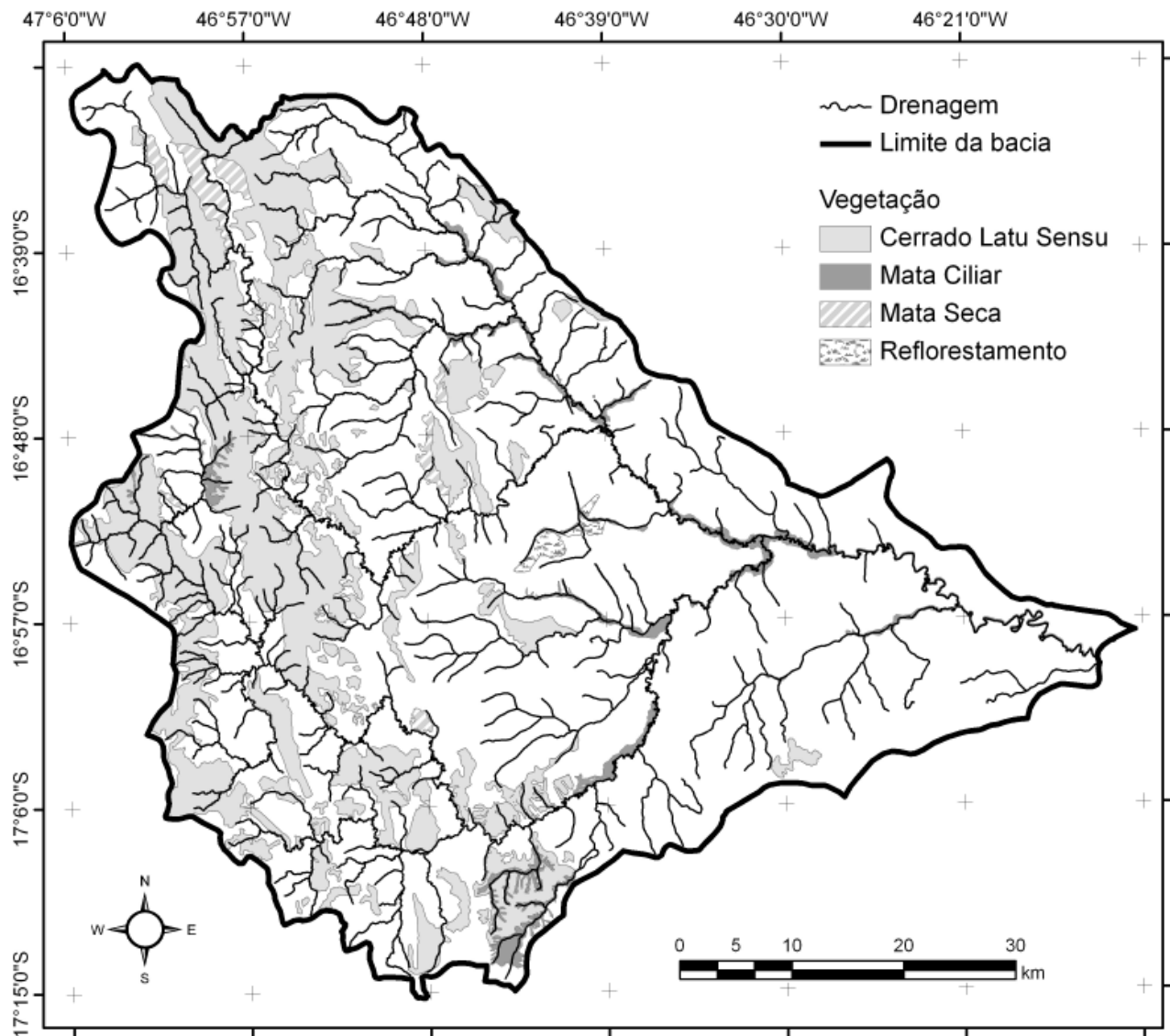


Fig. 3. O Vale de Entre-Ribeiros (3ª ordem) divide-se em diversas sub-bacias aqui indicadas com as áreas remanescentes de matas naturais, ano 2004. A área em branco, denominada campo, está quase que totalmente ocupada por projetos agrícolas com pivots centrais de irrigação e por pastagens. Esta situação evidencia a descontinuidade floral da cobertura original.

de madeiras de lei e de frutíferas, em corredores com geometria bilateral em que, ao centro, se situe a mata reconstituída do Cerrado, e nas faixas laterais as florestas econômicas biodiversas, constituindo assim o todo ecológico-econômico.

Na Tabela 4, em Área de conhecimento A4 e Condições de Uso, são destacáveis as seguintes condições mais determinantes para a sub-bacia de Entre Ribeiros: “variedades de ecossistemas e de tipos de solos pelos quais existam corredores x estruturas de inter-relação com a topografia”; “bordas de sub-bacia x utilização de áreas de menor potencial e/ou aproveitamento econômico agrícola”; “corre-

dores de matas ripárias e veredas, nos vales da sub-bacia x integração com agricultura própria dos vales”. O assunto sobre a geometria de corredores florestais biodiversos ecológico-econômicos é alvo de outro artigo (em elaboração), especialmente voltado para a geometria dos mesmos.

A Figura 3 apresenta áreas de Entre-Ribeiros, onde se indicam remanescentes de cobertura vegetal e áreas plantadas com irrigação ou não, obtidas de análise na imagem LANDSAT 2004.

A Figura 4 apresenta a área de máximos de estruturas rúpteis, máximos de nascentes e as áreas notáveis de corpos d’água, como, por exemplo,

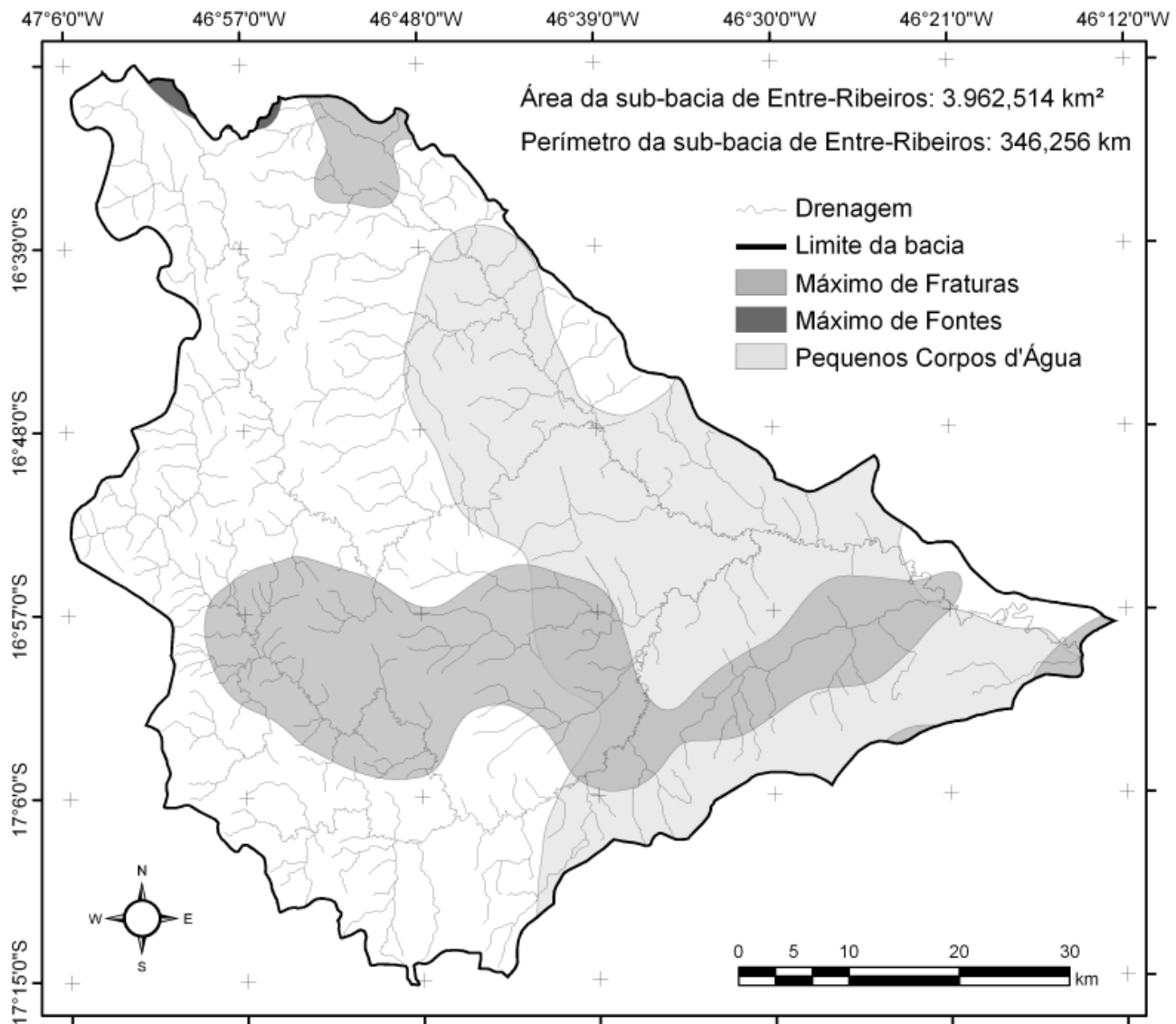


Fig. 4. Mapa das relações de superposição espacial entre os máximos de densidades de estruturas rúpteis, de nascentes e áreas de contorno das vários tipos de corpos d'água, intermitentes ou não. As zonas de recarga devem se situar fora das áreas de máximos de nascentes e de fraturas, ressalvadas as localizações dos aquíferos fraturados do Grupo Canastra, nas formações Paranoá e Três Marias e do karst fraturado da Formação Paraopeba.

Veredas. Neste caso tem-se que as geofomas são condicionantes, como também o são as fraturas, as nascentes e os corpos d'água que constituem alguns dos aspectos das Áreas geo-ecológicas.

As condições de decisão devem ser articuladas com as Áreas do Conhecimento: **A1** - Legislação, **A2** - Ordenamento Territorial Regional, **A3** - Hidrogeologia e **A4** - Integração entre Geociências e Ecologia (Tab. 4). Essas Áreas do Conhecimento, por sua vez devem ser articuladas logicamente com: (1) os objetivos e (2) os conceitos em OT (Tab. 1), cuja metodologia de auxílio à decisão exige estudos em diferentes níveis de acuidade como mostrados

nas Tabelas 2a, 2b, com as variáveis que devem ser estudadas regionalmente. O conjunto dos objetivos e procedimentos, por sua vez, deve-se articular com as Condições de Uso **c-1**, **c-2** e **c-3** da Tabela 4. Todos esses procedimentos lógicos conduzem ao uso das melhores soluções apresentadas na Figura 1 no que diz respeito à lógica de uso das várias técnicas de plantio. Em conjunto, as Figuras 3 e 4 apresentam uma visão da sub-bacia com as relações espaciais de desmatamento com descontinuidade floral do bioma onde estão os projetos agrícolas, florestas remanescentes, zonas de fraturamento associadas a nascentes, zonas de afloramento de água na forma

de pequenos corpos d'água como Veredas, de modo a favorecer a escolha de cenários de reflorestamento com espécies nativas e com sistemas ecológico-econômicos, nesse caso em uma visão macro do estado atual de uso do território na escala de 1:250.000.

Em uma modelagem com um único cenário de replantio, considerando **A4** e **c-1** a **c-3** da Tabela 4, são reconhecidos os divisores de águas das sub-bacias de 4ª a 6ª ordem em Entre-Ribeiros, de 3ª ordem, como uma solução satisfatória para estabelecer relações ecológico-econômicas de silvicultura, em consórcio com a agricultura, e restabelecer a continuidade floral de Entre-Ribeiros à sub-bacia do Rio Preto (3ª ordem) a leste (Fig. 5). Cabe ressaltar que a questão dos solos não foi determinante pelo fato de serem relativamente homogêneos na área com agricultura (Fig. 3). Em contrapartida, a ocupação desmatou a totalidade de uma área na qual havia uma complexa variedade de ecossistemas, inclusive em ambientes úmidos diversos. Este fator é determinante para os tipos de escolhas que foram articuladas a partir das Tabelas 1 a 4.

## 12. Conclusões

As propostas aqui apresentadas sob bases lógico-científicas, com fundamentos nas Geociências Agrárias e Ambientais, apresentam aspectos que consideramos inovadores, ademais de integradores com outras abordagens propostas por esses e outros autores (Tab. 3). Nesse sentido, cenários para recomposição da cobertura florestal / reflorestamentos de diversos tipos devem ser propostos de modo interdisciplinar, com múltiplas técnicas e circunstanciados pelas condições geo-ambientais, que devem ser consideradas, tanto para corredores puramente ecológicos quanto para corredores ecológico-econômicos.

A lógica de auxílio à decisão, aqui evidenciada, deve anteceder à implementação de programa de gestão, com técnica de inteligência artificial. Isto advém da complexidade dos sistemas naturais, à multiplicidade de variáveis que entram no processo decisório e nos projetos executivos, às combinações entre os aspectos ecológicos e os aspectos geo-ambientais do substrato e do clima.

Parte dessa lógica é discutida nesse texto com

enfoques apresentados em diversas tabelas (1a, 1b, 2 e 4). Essa lógica é ampla e universal o suficiente para ser aplicada em quaisquer bacias, conforme clara e principalmente explicitada na Tabela 4. Evidentemente devem ser consideradas questões particulares relativas ao substrato, às condições edafoclimáticas, às condições de usos atuais da terra, à estágios mais ou menos avançados de degradação dos terrenos, entre outros.

Foi discutido um caso exemplo de desenho de uso optimal do território – DUOT, para a sub-bacia de Entre-Ribeiros, caso típico de agricultura intensiva, com geração de descontinuidade floral do bioma Cerrado. Diversos “condicionantes de uso x áreas de conhecimento” foram considerados na especificidade dessa bacia. O desenho concebido foi no sentido de preservar os projetos agrícolas, mas criando-se desenho de corredores ecológico-econômicos com vistas a: (1) ampliar o espectro da produção agrícola para a produção florestal também (2) interligar florestas ripárias com os remanescentes florestais no Oeste da bacia (3) criar um contínuo florestal com as florestas ripárias e os remanescentes de vegetação da bacia do Rio Preto, a leste (4) estabelecer as florestas em divisores de água, que separam as várias ordens de sub-bacias maiores que 3, dentro dessa sub-bacia de 3ª ordem e (5) fazer dos corredores um dos modos de conservar solos e também evitar quaisquer eventos de erosão em Entre-Ribeiros, por ter um relevo de pequena variação afetado por agricultura intensiva, conforme é o caso da parte leste dessa bacia, com os mais altos índices de pluviosidade no vale do Paracatu. A Figura 5 sintetiza, portanto, o resultado do processo de auxílio à decisão com apenas um único “modelo / cenário de ordenamento do território”, entre outros possíveis.

## Referências Bibliográficas

- Altoé, T.R., Julio, C.O. & Ribeiro, C.A.A.S., 2005, Sistema de Informações Geográficas na definição de corredores ecológicos para o município de Conceição da Barra (ES). 12º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 1995-2002.
- Ayres, J.M., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Queiroz, H.L., Pinto, L.P., Masterson, D. & Cavalcanti, B.C., 2005, Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil. Sociedade Civil Mamiurá, Belém, 256p.
- Booch, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I., 1999, The Unified



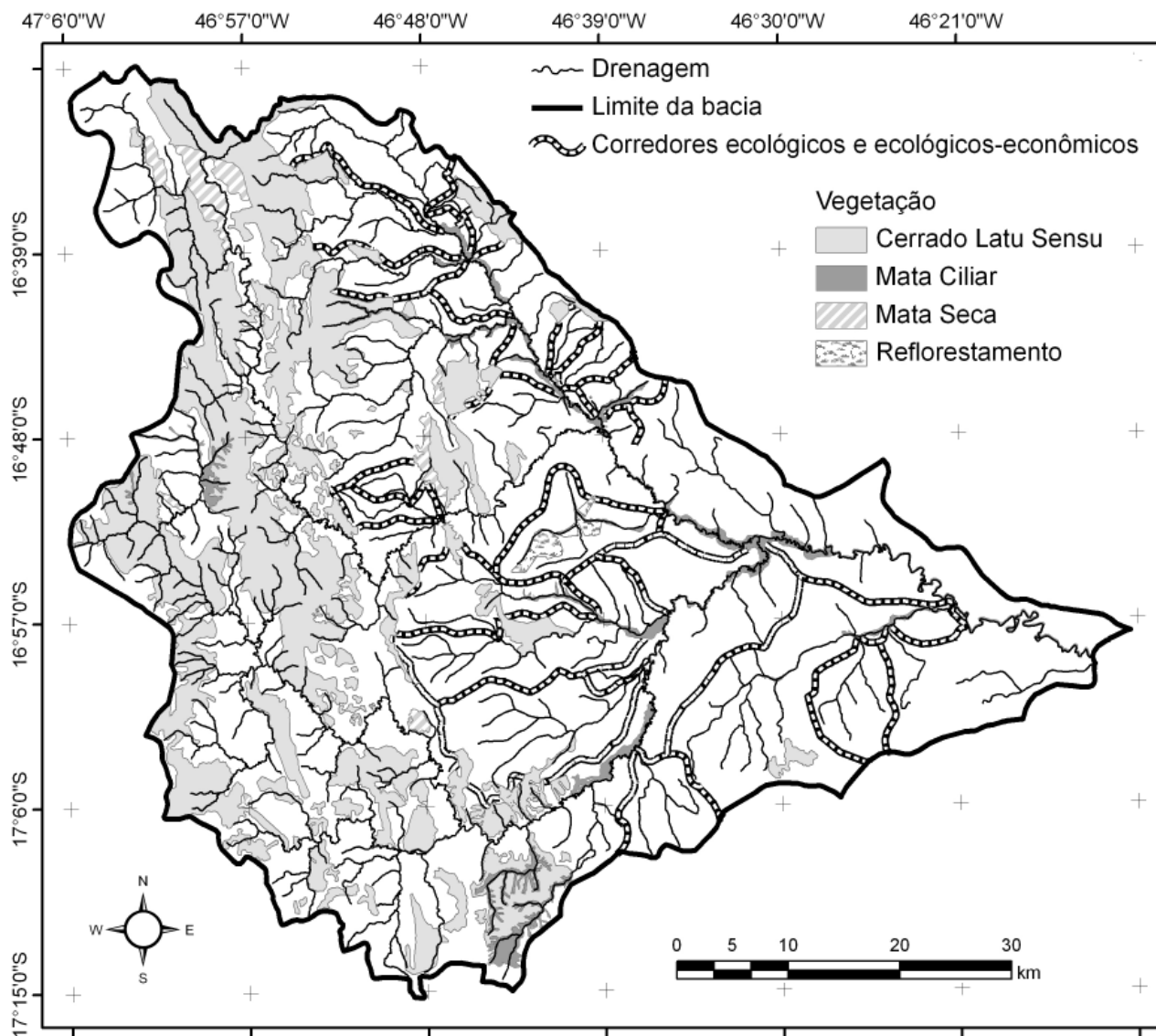


Fig. 5. Mapa modelo de uso ótimo do território com um cenário elaborado para corredores ecológico-econômicos nas condições reconhecidas na Tabela 4.

Modeling Language User Guide, UML. 6<sup>th</sup> printing, Addison Wesley Publishing Company, 482p.

Carneiro, J.A., Martins Jr, P.P., Vasconcelos, V.V. & Paiva, D.A., 2006, Estruturação de Corredores Florestais Ecológicos e Ecológico-econômicos em Ordenamento do Território. 103p. [http://www.cetec.br/resultados/projetos/relatorios/final/tomo\\_III](http://www.cetec.br/resultados/projetos/relatorios/final/tomo_III).

Colli, G.R., Accacio, G.M., Antonini, C.Y.R., Franceschinelli, E.V., Laps, R.R., Scariot, A., Vieira, M.V. & Wiederhecker, H.C., 2003, A Fragmentação de Ecossistemas e a Biodiversidade Brasileira: uma Síntese. In: Rambaldi, D.M. & Oliveira, D.A.S. (orgs.), Fragmentação de Ecossistemas – Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. MMA/SBF, Brasília, Distrito Federal, 510p.

Dias, A.C., Queiroz, M.H. & Miller, P.R.M., 2003, Abordagem Biorregional da Paisagem da Lagoa da Conceição: uma proposta de Corredores Ecológicos. 2<sup>o</sup> Simpósio de Áreas

as Protegidas: Conservação no Âmbito do Cone Sul, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 111-118.

IBGE, 2005, Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro, 334p. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf>.

Martins, A.K.E., Neto, A.S., Menezes, I.C., Brites, R.S. & Soares, P.S., 1998, Metodologia para Indicação de Corredores Ecológicos por Meio de um Sistema de Informações Geográficas. 9<sup>o</sup> Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, 611-620.

Martins Jr., P.P., 1998, Fundamentos Conceituais para o Desenvolvimento e a Prática das Geociências Agrárias e Ambientais. *A Terra em Revista*, 4: 10-15.

Martins Jr., P.P., 2002, Epistemologia Fundamental. Um Estudo Introdutório sobre a Estrutura do Conhecimento e a Aplicação Prática da Epistemologia na Pesquisa Científica. Relatório Pré-livro, Setor de Informação Tec-



- nológica, Memória Técnica do CETEC, Belo Horizonte, 170p.
- Martins Jr., P.P., Carneiro, J.A., Endo, I., Nunes, H.T., Marques, A.F.S.M., Vasconcelos, V.V., Rosa, S.A.G., Tolentino, J.A., Novaes, L.A.d'A. & Pereira, M.A.S., 2006, Conservação de Recurso Hídrico no Âmbito da Gestão Ambiental e Agrícola de Bacia Hidrográfica. Relatório Final do Projeto MCT/FINEP/Fundo Setorial CT-Hidro/2002, CETEC-UFOP-IGAM, Tomo III, Belo Horizonte e Ouro Preto, 103p. <http://www.cetec.br>.
- Martins Jr., P.P., Cambraia, J. & Pereira, J.S., 2006, Arquitetura de Conhecimentos em Ecologia-economia para Gestão Ambiental de Bacia Hidrográfica. Projeto ACEE/CNPq, Nota Técnica de Bolsa CNPq / DTI, Belo Horizonte e Ouro Preto, 22 p.
- Martins Jr., P.P., Endo, I., Carneiro, J.A., Novaes, L.A.d'A., Pereira, M.A.S. & Vasconcelos, V.V., 2006, Modelos de Integração de Conhecimentos Geológicos para Auxílio à Decisão sobre Uso da Terra em zonas de Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Geociências, **36** (4): 651-662.
- Martins Jr., P.P., Paiva, D.A., Abreu Jr., J.C. & Pereira, J.S., 2005, Projeto ACEE. Arquitetura de Conhecimentos em Ecologia-economia para Gestão Ambiental de Bacia Hidrográfica. CETEC e UFOP, Projeto CNPq - Edital 14/2004, Belo Horizonte e Ouro Preto, 22p.
- Mollison, B. & Holmgren, D., 1983, Permacultura Um – Uma Agricultura Permanente nas Comunidades em Geral. Editora Ground, São Paulo, 149p.
- Nunes, G.M., Souza Filho, C.R.S., Vicente, L.E., Madruga, P.R.A. & Watzlawick, L.F., 2005, Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vaccaí-Mirim (RS). 12º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 3183-3189.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E., 2001, Biologia da Conservação. Londrina, 328p.
- Reis, A., 2004, Restauração de Áreas Degradadas: Imitando a natureza. Notas de Aula, UFSC, Florianópolis, 73p.
- Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N., van de Velde, W. & Wielinga, B., 2000, Knowledge Engineering and Management. The CommonKads Methodology. The MIT Press, London, 447p.
- Tabarelli, M. & Gascon, C., 2005, Lições de Pesquisa sobre Fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. Revista Megadiversidade, **1** (1): 181-188.
- Valente, R.O.A., 2005, Definição de Áreas Prioritárias para Conservação e Preservação Florestal por Meio da Abordagem Multicriterial em Ambiente SIG Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 121p.