



Revista Científica do Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde – DCBAS
Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH)
ISSN 1984-7688

Volume 3, Número 1, Agosto 2010

Open Access Research – www.unibh.br/revistas/escientia

O uso do geoprocessamento na análise ambiental como subsídio para a indicação de áreas favoráveis a criação de unidade de conservação para o uso sustentável do minhocoçu *Rhinodrilus alatus*

The use of the geoprocessamento in the environmental analysis as subsidy for the indication of favorable areas the creation of unit of conservation for the maintainable use of the minhocoçu *Rhinodrilus alatus*

Cristiane Abreu Lima CARDOSO; Fabiana Silva Ribeiro FARIA

¹ Centro Universitário de Belo Horizonte UNI – BH
E-mail: crisabreulima@gmail.com

RESUMO

O geoprocessamento é uma importante ferramenta nos estudos voltados para a conservação e manejo dos recursos naturais. A interpretação de imagens de satélite possibilita um enriquecimento na análise de características relacionadas à ocorrência de espécies em áreas de interesse para conservação ambiental. No presente estudo obteve-se uma área amostral de ocorrência do minhocoçu *Rhinodrilus alatus*, correspondente a uma cena do sensor CCD do satélite orbital CBERS 2, de agosto de 2007. Essa imagem foi recortada e tratada em ambiente SPRING, com a utilização das bandas 2 e 3, correspondentes a região do visível e da banda 4 (infravermelho próximo), do espectro eletromagnético. A partir da análise da assinatura espectral, na cena do CBERS 2 foi possível identificar alguns fatores relevantes para a ocorrência de *R.alatus* como áreas bem distribuídas de vegetação mais densa e arbórea, extensões de vegetação rasteira típica de cerrado, e predominância de solo argiloso. Em mês correspondente a data da imagem interpretada foi realizada verificação *in loco* para verificação da interpretação da imagem orbital. A análise realizada pode servir de subsídio para a definição de área potencial para a criação de unidade de conservação para uso sustentável do minhocoçu *R. alatus*.

ABSTRACT

The geoprocessamento is an important tool in the studies gone back to the conservation and handling of the natural resources. The interpretation of satellite images makes possible an enrichment in the analysis of characteristics related to the occurrence of species in areas of interest for environmental conservation. In the present study it was obtained sample areal of occurrence of the minhocoçu *Rhinodrilus alatus*, corresponding to a scene of sensor CCD of the orbital satellite CBERS 2, of August of 2007. That image was cut out and treated in atmosphere SPRING, with the use of the bands 2 and 3, corresponding the area of the visible and of the band 4 (near infrared), of the spectrum electromagnetic. Starting from it analyzes it of the ghasly signature, in the scene of CBERS 2 it was possible to identify some important factors for the occurrence of *R.alatus* as areas well distributed of denser and arboreal vegetation, extensions of typical low vegetation of savannah, and predominance of loamy soil. In corresponding month the date of the interpreted image verification *in loco* was accomplished for verification of the interpretation of the orbital image. The accomplished analysis can serve as subsidy for the definition of potential area for the creation of unit of conservation for maintainable use of the minhocoçu *R. alatus*.

Palavras chaves: Geoprocessamento; assinatura espectral; análise ambiental; *rhinodrilus alatus*; cbers 2; unidade de conservação de uso sustentável

INTRODUÇÃO

O geoprocessamento e seus produtos, na atualidade, conferem elementos facilitadores nos estudos sobre a conservação e manejo dos recursos naturais, a partir da análise das unidades espaciais da superfície terrestre.

O ecossistema, conforme Bitencourt (2007, p.7) “corresponde ao conjunto de comunidades vivendo em diferentes compartimentos de um mesmo ambiente” e trata-se de um nível de organização facilmente identificado por sensores remotos, devido à resposta obtida ser função direta de sua estrutura. A partir do conhecimento da estrutura de um ecossistema é possível obter informações como o seu estado de conservação, tamanho e recursos disponíveis. Parâmetros bióticos e abióticos extraídos de imagens com projeções cartográficas e seu processamento digital aumentam a compreensão do ambiente investigado (BITENCOURT, 2007).

Os estudos voltados ao planejamento e criação de Unidades de Conservação contam com a contribuição dos sensores remotos, na investigação de áreas bem dimensionadas e estrategicamente bem distribuídas (ASSIS, 2002).

Segundo Florenzano (2007, p. 27) “as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal de extensas áreas da superfície”. A partir das imagens é possível identificar ambientes em transformação, impactos caracterizados por influência de fenômenos naturais e pela ação humana, com o uso e ocupação do solo.

A interpretação de imagens pode auxiliar estudos ecológicos relacionados ao manejo de espécies. A espécie de oligoqueto terrestre gigante *Rhinodrilus alatus* estudada por Drumond (2008) tem sua distribuição abrangendo a região central do Estado de Minas Gerais. Segundo a autora, essa espécie de oligoqueto é uma espécie endêmica do Cerrado, no Estado de Minas Gerais, que possui grande importância comercial como isca de pesca amadora. O seu uso envolve diversos atores sociais, com presença de conflitos entre exploradores e proprietários de terras, que sofrem com invasões, muitas vezes com o uso do fogo, na atividade de extração.

Segundo Drumond, (2008), a cadeia de uso do *R. alatus* abrange extratores, comerciantes, agências de turismo e hotéis situados próximos às áreas de pesca e consumidores, pescadores amadores, proprietários que permitem a extração, mulheres que fabricam panelas de barro e sacos de pano, que acondicionam o minhocuçu, para o processo de transporte e comercialização. Dentro dessa cadeia o número de extratores é bem expressivo, mesmo considerando o fato da ilegalidade da atividade. O projeto de pesquisa defendido pela autora, denominado “Projeto Minhocuçu” identificou cerca de 2.800 pessoas, que trabalham parcialmente, ou integralmente com a atividade de extração, destacando ainda, a comunidade quilombola Pontinha, localizada na Zona Rural do município de Paraopeba, que tem essa atividade como principal fonte de renda.

Arrendamentos de terra poderia ser uma alternativa para minimizar as invasões, porém dados do “Projeto Minhocuçu” descrevem que as terras arrendadas são partes de Reserva Legal, que são protegidas por Lei, ou pastos em época de renovação, que também configura como local incerto para o manejo, já que essa situação conta com a decisão do fazendeiro (DRUMOND, 2008).

A presença de vegetação nativa, em percentual elevado nos municípios de ocorrência da espécie, sugere que outras áreas poderiam ser utilizadas para o manejo. Análises realizadas na área de distribuição do *R. alatus* indicam potencialidade para criação de Unidades de Conservação de uso Sustentável, no intuito de promover a sua conservação (DRUMOND, 2008).

A análise de características ambientais das áreas de ocorrência de *R. alatus* com o uso do geoprocessamento objetiva a obtenção de uma interpretação dos fatores que devem servir de base para a indicação de áreas potenciais para a criação de Unidade de Conservação, que promova a sua sustentabilidade.

Unidades de conservação e geoprocessamento: conceitos e concepções

A preocupação com a exploração predatória no Brasil foi manifestada desde o século XIX, a partir de alguns intelectuais como José Bonifácio de Andrade, e também André Rebouças (1838-1898), primeiro a propor a criação de parques nacionais no Brasil. Entretanto, os diversos ciclos econômicos e a exploração fundiária estimularam a degradação ambiental (ARAÚJO, 2007).

A busca pela preservação e restauração da natureza enfrentou limitações referentes à falta de interesse político, recursos financeiros, bem como a lenta aplicação de esforços para esse fim. Em 1937 foi criada a primeira Unidade de Conservação brasileira, o Parque Nacional do Itatiaia, no Rio de Janeiro, abrangendo uma área de 11.943 ha (ARAÚJO, 2007).

Conforme Araújo (2007, p.90) “até meados da década de 1970 a criação de UCs obedecia a critérios eminentemente estéticos ou respondia a circunstâncias políticas favoráveis”. Somente em 2000, com a promulgação da Lei nº 9.985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é que passou a serem estabelecidos critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

Segundo definição dessa lei, em seu Capítulo I, Art.2º inciso I, entende-se por Unidade de Conservação o Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção; (Lei nº9.985/2000 Cap.I, Art.2º Inciso I).

De acordo com essa mesma lei, em seu Capítulo II, Art. 3º, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC “é constituído pelo conjunto de unidades de conservação federais, estaduais e municipais”. O Capítulo III trata das categorias de Unidades de Conservação sendo elas I – Unidades de Proteção Integral, conforme consta no §1º, com o objetivo básico de “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais”; II – Unidades de Uso Sustentável, conforme o §2º, com o objetivo básico de “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais”.

Nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável a ocupação humana é permitida mediante o controle do uso dos recursos naturais. Teixeira (2005) cita a institucionalização do desenvolvimento sustentável como solução para um dos aspectos mais polêmicos no gerenciamento de áreas protegidas – a ocupação humana.

Brito (2000, p.29), relata que “a realidade da ocupação humana no interior de áreas naturais protegidas” começou a ser incorporada a partir do programa *Man and Biosphere* (MAB), elaborado pela UNESCO, em 1971, por meio da “instalação de Reservas da Biosfera”, buscando-se a “otimização da relação homem-natureza”.

De acordo com Teixeira (2005, p.52), “antes mesmo do SNUC, a idéia do uso sustentável dos recursos naturais já se manifestava em certas categorias de unidades de conservação no Brasil, desde os anos de 1980”. Ainda segundo a mesma autora, a exclusão da presença humana em UCs pode demonstrar ameaça para “populações consideradas tradicionais, geralmente já castigadas pela pobreza”.

Estudos realizados, a partir de 1987, pelo Núcleo de Pesquisas sobre a População Humana em Áreas Úmidas Brasileiras (NUPAUB) da Universidade de São Paulo identificaram questões sobre os conflitos existentes entre as populações locais e órgãos de conservação referentes à delimitação de áreas protegidas, bem como na restrição de práticas tradicionais com o uso dos recursos naturais, sem as quais a reprodução socioeconômica dessas populações é prejudicada. Nesse contexto, o SNUC estabelece regulamentações no sentido de compatibilizar a conservação à ocupação humana (TEIXEIRA, 2005).

A concepção de uma UC é delineada de acordo com objetivos específicos para sua implantação. Como cita Camargos (2001, p.7), uma UC é “criada a partir de um diploma legal específico, que discrimina seus limites, seu nome, a categoria de manejo e o organismo responsável por sua gestão”.

Como estabelecido pelo SNUC, as categorias de proteção integral possuem restrições quanto à pesquisa científica, visitação pública, e quanto à permissão de áreas particulares em seus limites. A Lei do SNUC coloca que nas categorias Estação Ecológica e Reserva Biológica, “as visitas públicas são proibidas, exceto quando com objetivo educacional. As áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas”, como também na categoria Parque Nacional. As categorias Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre podem ser constituídas por áreas particulares, desde que observada a compatibilidade dos “objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários” (BRASIL, 2000, P.6).

Nas categorias de unidades de uso sustentável, o SNUC institui regras menos restritas no que se refere à ocupação humana e a sua constituição por terra privada. A Área de Proteção Ambiental (APA), conforme Art.15, capítulo III é descrita considerando a “qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas” e “a sustentabilidade dos recursos naturais”. Nessa categoria, conforme o §4º do mesmo artigo, as condições para pesquisa e visitação pelo público são estabelecidas pelo proprietário, nas áreas sob propriedade privada. A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) descrita no Art.21 “é uma área privada, gravada com perpetuidade, com objetivos de conservar a diversidade biológica”. Ainda segundo o §2º, desse mesmo artigo, somente a pesquisa científica e a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais são permitidos em RPPN (BRASIL, 2000).

Já a Área de Relevante Interesse Ecológico, segundo o Art. 16, abrigando exemplares raros da biota regional, é uma área “com pouca ou nenhuma ocupação humana”. Na Floresta Nacional não é permitido à manutenção de áreas particulares, e seu objetivo básico, como descrito no Art. 17, corresponde ao “uso múltiplo sustentável dos recursos florestais, com ênfase em métodos para a exploração sustentável de florestas nativas”. O Art. 18 define as Reserva Extrativista “utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e,

complementarmente, na agricultura se subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Essa categoria, conforme §1º é de domínio público. Outra categoria de uso sustentável, mas também de domínio público é a Reserva de Fauna, que permite, de acordo com o Art. 19 “o manejo econômico sustentável dos recursos faunísticos” (BRASIL, 2000).

Ainda no grupo de unidades de uso sustentável, o Art. 20 define a Reserva de desenvolvimento Sustentável como uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica (Lei nº9.985/2000 Cap.III, Art.20).

Um dos objetivos dessa categoria de UC, conforme §1º, desse mesmo artigo, é “valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente” das populações tradicionais. As áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas, quando necessário (BRASIL, 2000).

Araújo (2007, p.97) explana sobre “o processo de estabelecimento de uma unidade de conservação”, sendo dividido em duas fases: “a seleção ou identificação da área e o seu desenho (design), ou seja, a definição de seu tamanho e forma”. A primeira fase é baseada na escolha de “áreas-chave, com potencial para serem incluídas no sistema de unidades de conservação”.

Segundo Araújo, (2007, p.100) a identificação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade ganhou força a partir de 1990, utilizando-se a distribuição de espécies como critério, a partir de *workshops* direcionados a esse tema. Atualmente, conforme Franklin¹; Orions² (1993, *apud* ARAÚJO, 2007, p.98) “a identificação de áreas potenciais para conservação baseia-se, sobretudo, na distribuição de espécies ou na distribuição de habitats e ecossistemas”. A distribuição de habitats, de ecossistemas ou de paisagens é citada por Araújo (2007), considerando que a conservação de um ecossistema permite também a conservação de grande parte das espécies que o constitui com suas diversas interações. Franklin (1993, *apud* ARAÚJO, 2007) defende a indicação desse critério, como a maneira mais eficaz para a escolha de áreas prioritárias, em regiões em que o conhecimento sobre a sua biodiversidade é escasso, como é o caso de regiões tropicais.

O desenho (tamanho e forma) de uma unidade de conservação, até a década de 1960 obedecia à necessidade de hábitat de uma determinada espécie, chamada de espécie alvo. No Brasil, contudo, até essa época o que prevalecia como critério era a beleza cênica das áreas a serem protegidas (ARAÚJO, 2007).

A Teoria da Biogeografia de Ilhas (TEBI), de MacArthur & Wilson³ (1967, *apud* ARAÚJO, 2007) dominou a discussão sobre o desenho de unidades de conservação, a partir da década de 1970.

Segundo a TEBI, conforme citado por Ricklefs, (2003, p. 416) “o número de espécies em numa ilha equilibra os processos regionais, governando a imigração com os processos locais governando a

¹ FRANKLIN, J. F. 1993. Preserving biodiversity: species, ecosystems or landscape. *Ecological Applications*, 3:202-205.

² ORIONS, G. H. 1993. Endangered at what level. *Ecological Applications*, 3:206-208.

³ MACARTHUR, R. H. and WILSON, E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press. 110 p.

extinção”. Uma pequena ilha pode ter sua diversidade de espécie aumentada por imigração, originada de outras ilhas ou de uma massa continental. Com o aumento de diversidade em uma ilha a taxa de migração de novas espécies diminui, podendo chegar à zero, quando todas as espécies da outra ilha ou da massa continental estão presentes na ilha. Com o acúmulo de espécies presentes na ilha, a taxa de extinção é ampliada (RICKLEFS, 2003).

Conforme Araújo (2007) no entendimento da TEBI, um equilíbrio dinâmico é resultante da combinação da taxa de imigração e da taxa de extinção, sendo que “a taxa de extinção é dependente do tamanho da ilha, enquanto a taxa de imigração depende de sua distância até o continente mais próximo”.

Ricklefs (2003, p. 417-418) descreve que “ilhas menores sustentam um número menor de espécies por causa das taxas de extinção mais altas” e ainda que “a riqueza de espécies aumenta com o tamanho da ilha e decresce com a distância da fonte de colonização”.

Araújo (2007, p. 105) comenta sobre uma analogia “entre as ilhas continentais e os fragmentos de hábitat terrestres isolados pelas atividades antrópicas desenvolvidas ao seu redor”. Com fundamentação nessa analogia, alguns autores como Diamond⁴ (1975, *apud* ARAÚJO, 2007) sugeriram orientações para o desenho de unidades de conservação. Essas orientações foram incorporadas à estratégia mundial para conservação com a seguinte redação:

- A. grandes reservas são melhores que pequenas reservas;
- B. uma única grande reserva é melhor que um conjunto de pequenas reservas com a mesma área total da grande reserva;
- C. reservas próximas são melhores que reservas distantes;
- D. reservas agrupadas próximas são melhores que reservas dispostas em linha;
- E. reservas conectadas por corredores são melhores que reservas não conectadas;
- F. reservas circulares são melhores do que reservas alongadas (ARAÚJO, 2007, p. 105).

Araújo (2007) aponta discussões sobre o tamanho das unidades de conservação com pressupostos da TEBI, durante os últimos anos do século XX. Estudos desse período são indicativos de que os fatores área e isolamento, na aplicação dessa teoria em paisagens fragmentadas, não se mostram completamente válidos.

Conforme Araújo (2007, p. 108) alguns estudos “demonstraram que os dados auto-ecológicos das espécies são mais importantes do que a simples relação espécie-área”. Ainda o efeito de borda e a configuração da paisagem (conectividade, presença e tipo de matriz, hábitat) podem explicar melhor os impactos negativos “da fragmentação da paisagem sobre a riqueza de espécies em um determinado fragmento”. A determinação da riqueza de espécies em um fragmento se dá por diversos processos ecológicos.

⁴ DIAMOND, J. M. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for desing os natural preserves. *Biological Conservation*, 7:129-146.

De acordo com Hanski⁵ (1997, *apud* ARAÚJO, 2007, p. 111) “a teoria de metapopulações integrada com a ecologia de paisagem veio substituir a da biogeografia de ilhas como “ferramenta” para a conservação”.

Riccklefs (2003, p. 280-281) descreve o conceito de metapopulação como “um conjunto de subpopulações conectadas por movimentos ocasionais entre elas”, entendendo que a subpopulação é constituída por “indivíduos de uma espécie que vivem numa mancha (parcela) de habitat”. Ainda segundo o mesmo autor, o conceito de metapopulações é ferramenta na “compreensão da dinâmica das espécies que vivem em ambientes fragmentados”. Na metapopulação, como argumentado por Araújo (2007) o movimento dos indivíduos dentro dos fragmentos é livre, e entre os fragmentos os mesmos se movem mais dificilmente. Os imigrantes ocasionais que chegam a um fragmento evita a extinção local, sendo esse fenômeno denominado de “efeito resgate”. Isso permite que a proporção de fragmentos ocupados seja constante no decorrer do tempo, embora possa ocorrer extinção de uma população, em fragmentos individuais.

Já a ecologia de paisagem, como explica Riccklefs (2003, p. 235) focaliza em “como o tamanho e distribuição das manchas (parcelas) de habitat influenciam as atividades dos indivíduos, o crescimento e a regulação das populações e as interações entre as espécies”. Os indivíduos utilizam manchas específicas como habitat, de acordo com o movimento de habitats ao redor, menos favoráveis. As perturbações ambientais, e a perda de diversidade genética podem ocasionar extinção de subpopulações pequenas e isoladas. Conforme citado por Araújo, (2007, p. 112) um conjunto de ecossistemas que se interagem entre si compõem a paisagem. Araújo ainda comenta que “um grande número de espécies se move entre habitats ou vive em áreas de bordas, onde dois habitats se encontram”, sendo de grande importância, para essas espécies, “o padrão de ocorrência de tipos de habitats em uma escala regional” e suas possíveis conexões. A conservação da biodiversidade em longo prazo deve levar em consideração o entorno da unidade de conservação.

De uma maneira geral, as unidades de conservação criadas no final do século XIX, e ao longo do século XX foram constituídas em um ambiente científico voltado para o paradigma do equilíbrio ecológico, tendo-se o entendimento de que uma unidade de conservação se manteria por si só, em equilíbrio. Araújo (2007, p. 114) comenta que a estratégia de manejo de uma unidade de conservação seria a de “não me toque/mantenha distância”.

Entretanto, no final do século XX o paradigma do não equilíbrio foi proposto em decorrência do aumento da compreensão sobre as comunidades bióticas. Nesse novo entendimento é considerado o estado de constante fluxo nas comunidades, afetadas aleatoriamente por uma série de fatores. Isso implica conforme descrito por Araújo (2007, p. 115) que as unidades de conservação experimentam “distúrbios naturais (e também distúrbios antrópicos)”, estando em constante estado de mudança. Essa dinâmica necessita de ser incorporada no manejo e aos estudos que envolvem a conservação de áreas protegidas.

Estudos voltados para unidades de conservação permeiam a necessidade de análise das características físicas e bióticas, bem como o estado de preservação dos ecossistemas, além dos aspectos sócio-econômicos (VASCONCELLOS, 2002). A análise e planejamento de unidades de conservação contam na atualidade, com produtos do sensoriamento remoto (ASSIS, 2002).

⁵ HANSKI, I. 1997. Habitat destruction and metapopulation dynamics. In: Pickett, S.T.A.; Ostfeld, R.S, Shachak, M & Likens, G. E. (Eds.) The ecological basis of conservation: heterogeneity, ecosystems, and biodiversity. Ney York: Captan & Hall. Cap. 17.

A distribuição espacial e estrutura dos ecossistemas, parâmetros bióticos e abióticos podem ser analisados com o uso do sensoriamento remoto, permitindo uma análise ambiental mais rica, aumentando a compreensão do ambiente e incorporando informações antes não incorporáveis (BITENCOURT, 2007).

Sensoriamento Remoto

O conceito de sensoriamento remoto (SR) é citado por Novo; Ponzoni (2001, p.6), como sendo o “conjunto de técnicas destinado a obtenção de informações sobre objetos, sem que haja contato físico entre eles”. A aquisição de informações se dá por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície. A radiação eletromagnética é a energia utilizada no sensoriamento remoto, sendo propagada na forma de ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz: 300.000 Km por segundo. A radiação eletromagnética é distribuída por regiões, representadas no espectro eletromagnético (Fig.1), segundo o comprimento de onda e frequência (FLORENZANO, 2002).

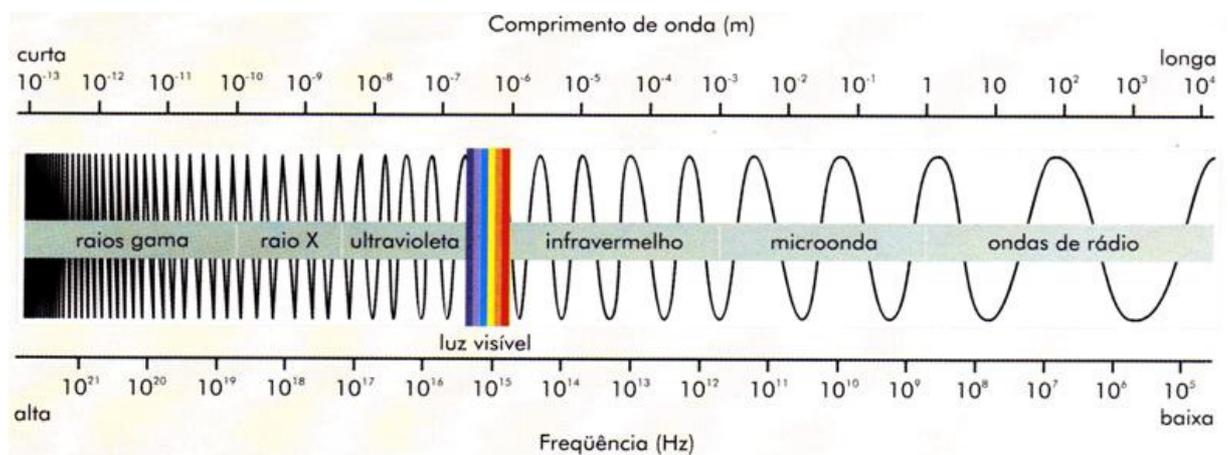


Fig. 1. O espectro eletromagnético

Fonte: FLORENZANO, 2002

O espectro eletromagnético compreende desde os raios cósmicos e os raios gama, com curtos comprimentos de onda e de alta frequência, até as ondas de rádio e TV, com longos comprimentos de onda e de baixa frequência. Na região do visível, a energia eletromagnética é distinguida pelo olho humano da cor violeta a vermelho. A região do infravermelho é subdividida em infravermelho próximo (0,7-1,3 μm), médio (1,3-6,0 μm) e termal (6,0-1000 μm) (FLORENZANO).

Os componentes da superfície terrestre como a vegetação, a água e o solo, ainda como esclarece Florenzano (2002, p. 11), “refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características bio-físico-químicas”. Essas variações permitem distinguir os componentes da superfície terrestre (alvos), nas imagens dos sensores remotos.

Bitencourt (2007) explica que os alvos absorvem de maneira diferenciada a energia do visível e infravermelhos próximo e médio, provenientes do sol:

A. a água tende a absorver quase totalmente a radiação recebida dessas faixas. Devido ao seu alto calor específico, a água guarda-o mais tempo do que os demais alvos;

B. as rochas transformam as energias recebidas em calor, mas perdem-no rapidamente quando o sol se recolhe;

C. a vegetação absorve a radiação desde o azul até o vermelho (visível), utiliza-a no processo fotoquímico e emite o restante para a atmosfera em comprimento de onda maior (termal e microondas). Na faixa do infravermelho próximo (IVP) a radiação é fortemente refletida pela radiação, sendo que quanto mais folhas verdes há, mais reflete (Bitencourt, 2007, p. 18).

A interação entre alvos com a radiação eletromagnética, como relata Bitencourt (2007, p.10) varia conforme:

- A. o alvo: vegetação, água, rochas, ação antrópica;
- B. a fonte de energia: o Sol e a Terra, bem como fontes artificiais;
- C. a atmosfera: com ou sem partículas em suspensão;
- D. a iluminação, podendo variar, por exemplo, conforme o ângulo de elevação solar;
- E. a interação energia – matéria;
- F. o sensor;
- G. o tratamento dos dados;
- H. e a interpretação: visual ou computadorizada.

Ainda conforme Novo; Ponzoni, (2001, p.11) “os tipos de dados de sensoriamento remoto a serem adquiridos dependem do tipo de informação necessária, do tamanho e da dinâmica dos objetos ou fenômenos estudados”. Os tipos de instrumentos - sensores diferenciam-se pela funcionalidade, resoluções espacial, espectral e radiométrica.

A resolução espacial, espectral e radiométrica são tratadas por Bitencourt (2007, p. 24), correspondendo à resolução espacial ao “tamanho da área mínima no terreno correspondente a cada elemento da imagem, podendo variar de 1 metro até 1,1 Km, dependendo da plataforma e do sensor”, à resolução espectral o “número de faixas espectrais do sistema sensor a ser utilizado”, entendendo-se por faixa espectral, a região de um conjunto ordenado das radiações eletromagnéticas (REM), que possuem, conforme a autora “características peculiares em termos dos processos físicos, geradores de energia em cada faixa”. E a resolução radiométrica ao “número de níveis de energia que o sistema é capaz de armazenar”, tendo sua variação conforme o sistema sensor.

Florenzano (2002, p. 13) explica que os sensores remotos “captam e registram a energia refletida, ou emitida pelos elementos da superfície terrestre” e podem ser instalados em plataformas terrestres, bem como em plataformas aéreas, e orbitais.

O sensoriamento remoto auxilia no estudo de modificações no espaço geográfico. Os processos que ocorrem no espaço geográfico podem ser tratados e interpretados com o uso de técnicas matemáticas e computacionais, denominadas em seu conjunto como geoprocessamento (CÂMARA; MONTEIRO; MEDEIRO, 2004).

O geoprocessamento utiliza de tecnologias para a coleta e tratamento das informações espaciais, podendo ser utilizado, na análise ambiental, como citado pela *World Wide Fund for Nature* (WWF-Brasil, 2007), no “monitoramento da cobertura vegetal e uso das terras, níveis de erosão do solo, poluição da água e ar”, e também, nos estudos voltados para a conservação da biodiversidade, através

da coleta de dados temáticos e de distribuição de espécies, que poder ser utilizados na identificação de áreas prioritárias para conservação.

Câmara; Monteiro; Medeiro, (2004) comentam a respeito do uso do geoprocessamento, sendo que as ferramentas computacionais para o geoprocessamento chamadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG⁶), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados geo-referenciados (CÂMARA; MONTEIRO; MEDEIRO, 2004, p.1).

Como reforça Florenzano (2002, p. 36), o sistema computacional SIG “permite armazenar e integrar informações geográficas de diferentes fontes e escalas”, sendo a localização dessas informações definidas por coordenadas geográficas. Essas por sua vez, ainda conforme a autora, “resultam de um sistema de projeção, que permite representar a superfícies curva da Terra sobre um plano”. Na medida em que são coletadas informações geográficas e essas integradas, novas informações ou mapas podem ser gerados.

De acordo com Câmara; Monteiro; Medeiro (2004), os primeiros Sistemas de Informações Geográficas são da década de 1960, originados do Canadá, tendo sido parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Contudo, a utilização desses sistemas era complexa devido à necessidade do uso de tecnologias e mão de obra onerosas, baixa capacidade e velocidade de processamento, e inexistência de soluções comerciais prontas para o uso. A partir da década de 1970 novos recursos de *hardware* foram desenvolvidos. Os primeiros sistemas comerciais de CAD (*Computer Aided Design*) e também fundamentos matemáticos voltados para a cartografia foram desenvolvidos. O acesso a essas tecnologias ainda era caro e restrito a grandes organizações.

Desse período, projetos envolvendo a distribuição de ecossistemas como subsídio para a identificação de áreas prioritárias para conservação, com o uso do geoprocessamento são conhecidos, tendo-se como exemplo a “análise de lacuna para a Amazônia brasileira” realizada por Fearnside & Ferraz⁷ (1995), apud Araújo (2007, p.101), que utilizou um mapa de vegetação, como base, do Projeto Radam desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia, na década de 1970.

A década de 1980 é citada por Câmara; Monteiro; Medeiro (2004, p. 2), como “o momento em que a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento”, surgindo grupos interessados no desenvolvimento dessa tecnologia, como por exemplo: o grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que desenvolveu o sistema SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental); a empresa MaxiDATA, criada a partir dos responsáveis pelo setor de informática da empresa de aerolevantamento AeroSul, que lançou o Maxi CAD, utilizado em aplicações de mapeamento por computador; o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, com o estabelecimento da Divisão de Processamento de Imagens, especificamente para o desenvolvimento de tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Esse grupo foi responsável pelo desenvolvimento do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para PC/DOS e do SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas), já a partir de 1991, para UNIX e MS/Windows.

⁶ SIG: acrônimo do inglês - GIS - *Geographic Information System*.

Na década de 1990, conforme Bitencourt (2007, p. 40) houve “a liberação do GPS (do inglês global position system) para fins civis e o aperfeiçoamento do geo-referenciamento de imagens”, permitindo o aprimoramento de estudos ambientais.

Com o advento e desenvolvimento do geoprocessamento, estudos ambientais de grande relevância foram realizados, tendo como exemplo, o levantamento dos remanescentes da Mata Atlântica Brasileira realizado pela IMAGEM Sensoriamento Remoto/SOS Mata Atlântica, a cartografia fito-ecológica de Fernando de Noronha, pela NMA/EMBRAPA, dentre outros (CÂMARA; MONTEIRO; MEDEIRO, 2004). A cada dia, a tecnologia de geoprocessamento tem contribuído para fornecer mais informações sobre a superfície terrestre, informações essas que são espacializadas permitindo obter uma informação conjunta das diversas regiões em estudo.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo está inserida nas regionais Alto São Francisco e Central Metropolitana, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, com ocorrência do minhocaçu *Rhinodrilus Alatus* (Fig. 2). A sua distribuição abrange os municípios Araçá, Baldim, Caetanópolis, Cordisburgo, Corinto, Curvelo, Felixlândia, Lassance, Maravilhas, Morro da Garça, Papagaios, Paraopeba, Pompéu, Prudente de Moraes, Sete Lagoas, e Três Marias (Fig. 3). Esses municípios estão inseridos no bioma Cerrado, predominantemente na bacia do Rio São Francisco.



Fig. 2. *Rhinodrilus alatus* com 129 cm de tamanho corporal

Fonte: DRUMOND, 2008

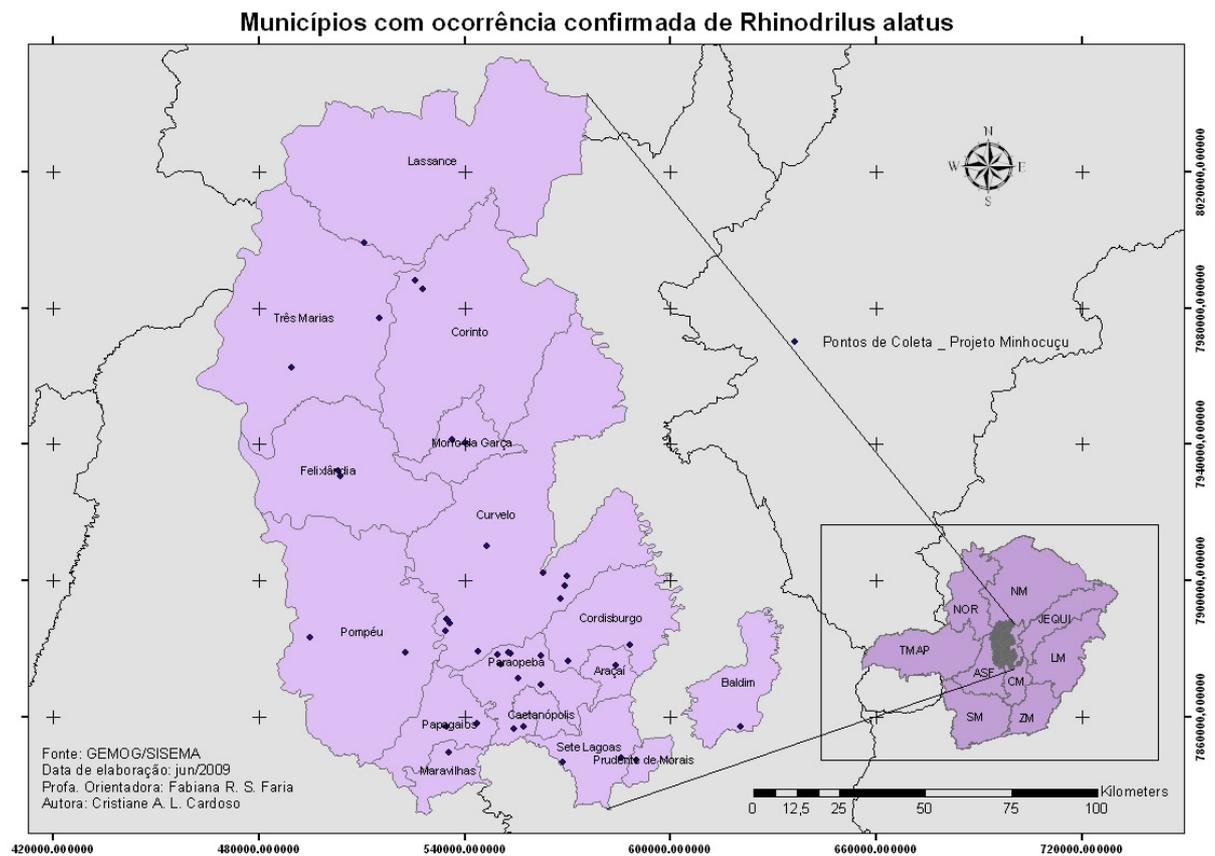


Fig. 3. Municípios com ocorrência confirmada de *Rhinodrilus alatus*

O Cerrado, como caracterizado por Ferreira (2007, p. 9) é “uma formação tropical constituída principalmente, por gramíneas coexistentes com árvores e arbustos esparsos, sobre um solo ácido e relevo suave ondulado”. O bioma Cerrado ocorre em clima quente, geralmente, semi-úmido, sazonal, com verão chuvoso e inverno seco. Conforme (ALVES; ROSA, 2008, p. 2) a pluviosidade anual “em torno de 560 a 2060 mm, alimenta uma rica e diversificada rede hidrográfica e os aquíferos subterrâneos, e os solos são geralmente muito antigos, quimicamente pobres, e profundos”. Neiman (1989, p. 51) descreve a vegetação do cerrado como “composta de arbustos e pequenas árvores retorcidas e de folhas grossas, emergindo de uma camada herbácea rasteira, sendo normalmente, os troncos espessos das árvores marcados por sinais de queimada”. Ainda conforme mesmo autor, “os solos são tanto mais ricos em nutrientes quanto maior a biomassa existente entre eles”.

A bacia do rio São Francisco, porção mineira do Estado de Gerais, conforme dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, (IGAM, 2006) engloba 29 municípios, somando uma população total estimada de 734.868 habitantes, numa área de drenagem de 27.040 km². O clima é caracterizado como semi-úmido, possuindo de quatro a cinco meses secos por ano, situando-se a disponibilidade hídrica entre 10 e 20 litros por segundo por quilômetro quadrado (IGAM, 2005). A ocorrência de *Rhinodrilus alatus*, conforme dados do “Projeto Minhocçu” é predominante nessa bacia hidrográfica (Fig. 4).

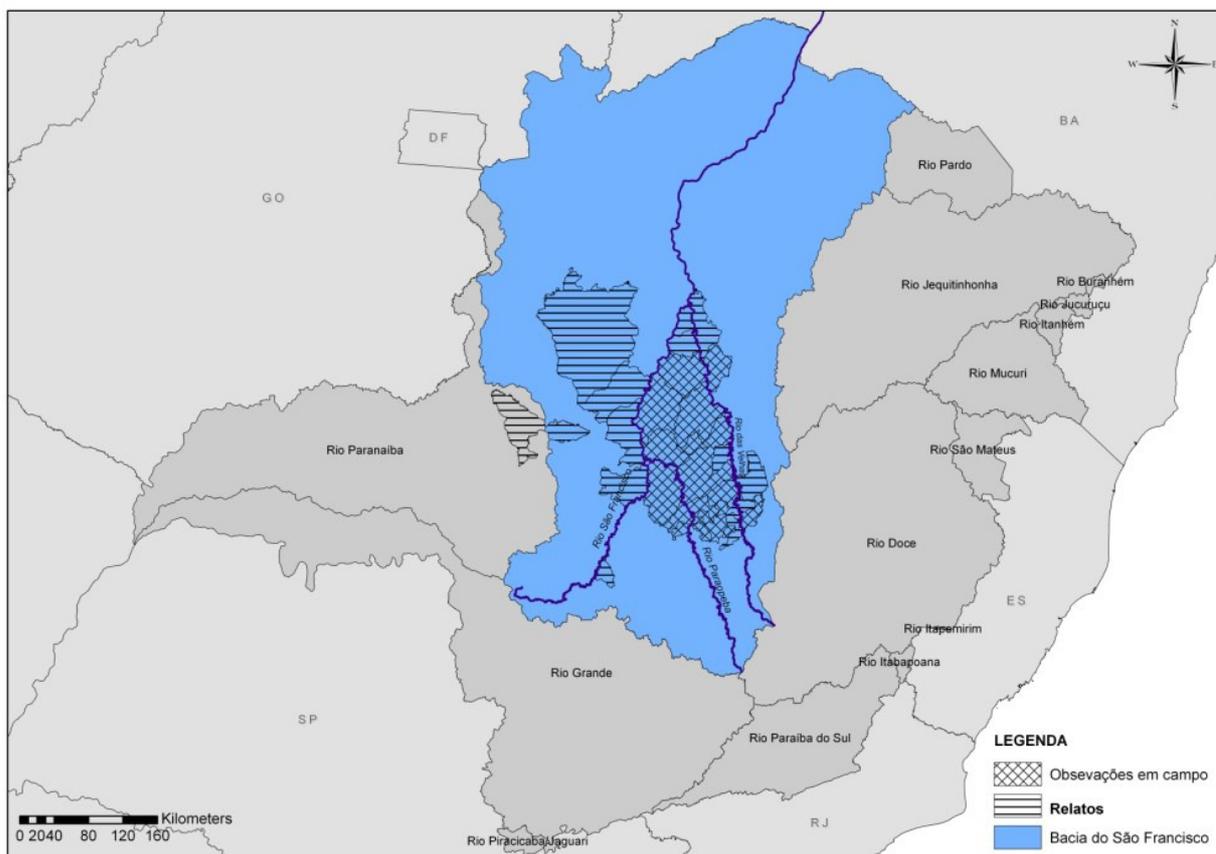


Fig. 4. Ocorrência comprovada e relatada de *R. alatus* em porção mineira da bacia do Rio São Francisco, no Estado de Minas Gerais
 Fonte: DRUMOND, 2008, p. 47

De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE, 2008), a bacia do Rio São Francisco é possuidora de uma qualidade ambiental média em percentual correspondente a 39%. A qualidade ambiental, por definição do ZEE (2008) refere-se à “capacidade de um dado ecossistema em manter-se, sustentando os seres vivos ali existentes” (Fig. 5).

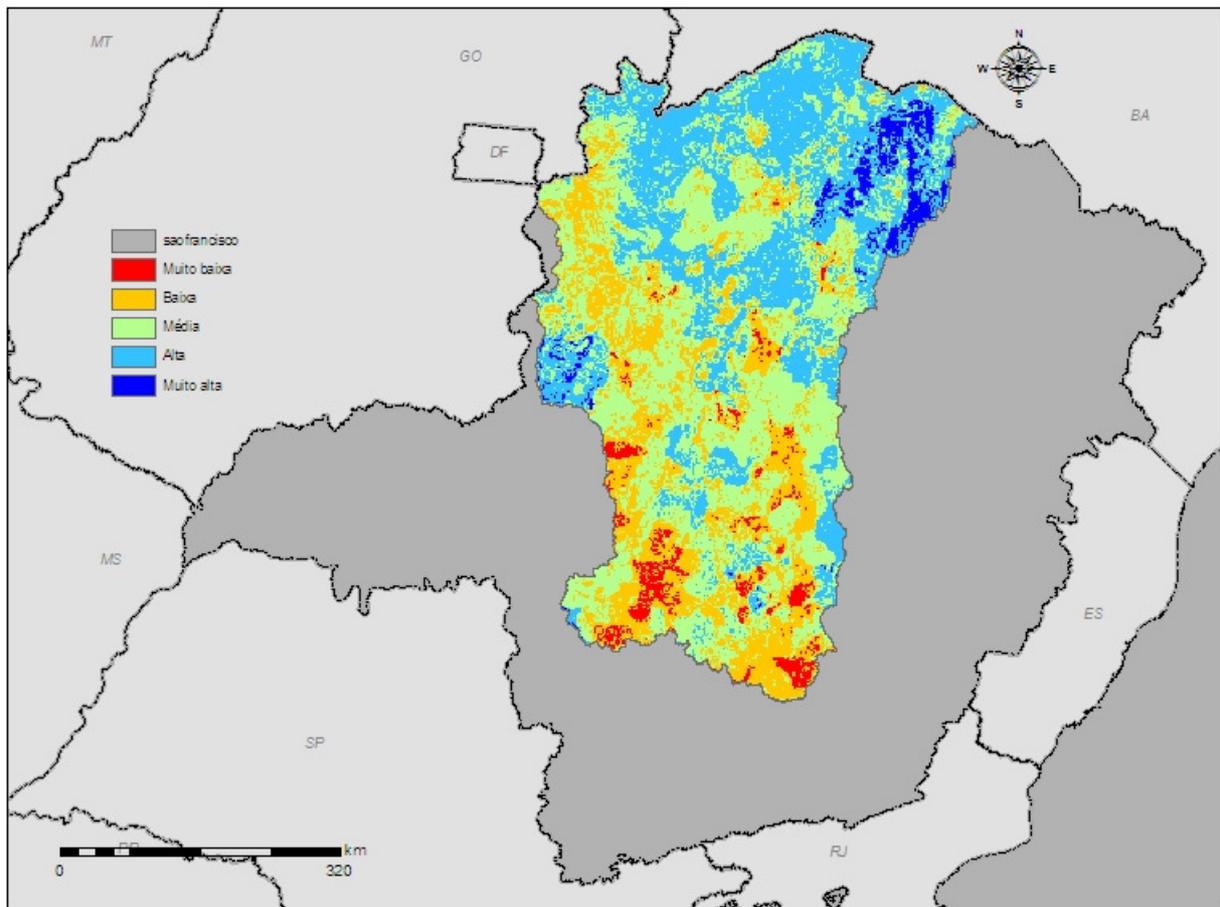


Fig. 5. Representação da qualidade ambiental em porção mineira da bacia do Rio São Francisco, no Estado de Minas Gerais

Fonte: ZEE, 2008

A vulnerabilidade natural é descrita pelo ZEE (2008) como sendo a “incapacidade do meio-ambiente de resistir ou recuperar-se de impactos negativos antrópicos”, sendo que quanto mais alta a vulnerabilidade natural, mais frágil é o ambiente em questão. Na bacia do Rio São Francisco a vulnerabilidade ambiental é predominantemente alta (34%) e média (29%) (Fig. 6).

Conforme descrito por Drumond (2008, p. 50), a ocorrência de *R. alatus* é predominante em solo argiloso, sendo que essa condição parece ser fundamental para sua sobrevivência, uma vez que facilita a retenção de água nas câmaras de quiescência (Fig. 7), possibilitando sua tolerância ao estresse hídrico durante a estação seca (DRUMOND, 2008).

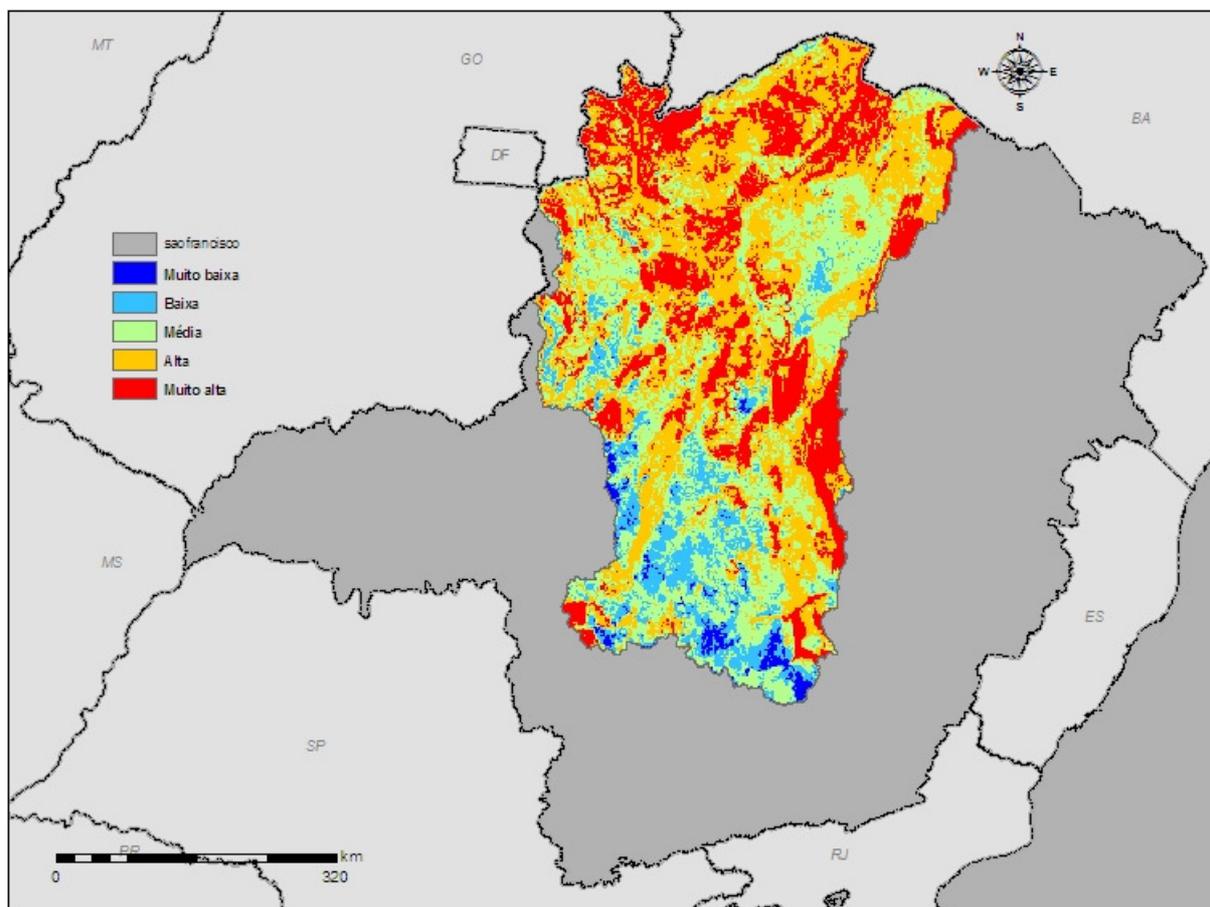


Fig. 6. Representação da vulnerabilidade ambiental em parte da bacia do Rio São Francisco, no Estado de Minas Gerais

Fonte: ZEE, 2008.



Fig. 7. Minhocoçu e sua câmara de quiescência

Fonte: DRUMOND, 2008

Ainda, conforme Drumond (2008, p. 52) provavelmente *R. alatus* “não suporta índices de umidade mais baixos, devido às características de seu ciclo anual de vida, relacionado aos regimes de chuva e seca”.

Materiais e métodos

Na composição dos mapas referentes à caracterização da área de estudo, foram utilizadas bases do GEOMINAS e do ZEE, trabalhadas nos softwares Mapinfo Professional 7.8 e ArcGis 9.2, instalados nos laboratórios do Centro Universitário de Belo Horizonte UNI-BH.

A dificuldade de acessibilidade a imagens de maior resolução espacial restringiu a área de estudo, inicialmente proposta abrangendo toda a área de ocorrência do *R.alatus* no Estado de Minas Gerais.

As coordenadas planas de pontos de coleta do *R.alatus* do Projeto Minhocoçu foram utilizadas como apoio para definição de uma área amostral, em que também se considerou, para sua escolha, as informações disponibilizadas por Drummond (2005), relacionadas as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Estado de Minas Gerais, e também pelo Zoneamento Ecológico Econômico do estado de Minas Gerais, referentes a qualidade e vulnerabilidades ambientais no Estado. Conforme mapa referente às áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Minas Gerais, produzido pela Fundação Biodiversitas, escala: 1: 1.500.000, a região de Paraopeba é tratada como de importância biológica extrema e também com prioridade por criação de Unidade de Conservação (DRUMMOND, 2005).

A área de estudo foi trabalhada a partir da imagem do satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres CBERS 2, do sensor CCD, que possui resolução espacial de 20 metros. Os canais espectrais utilizados correspondem às bandas B2 (0,52 a 0,59 μm), B3 (0,63 a 0,62 μm), na região do visível e B4 (0,77 a 0,89 μm) no infravermelho próximo, órbita 153, ponto 122, passagem de 22 de agosto de 2007, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, disponibilizada georreferenciada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama.

O software SPRING 5.0.4 – Sistemas de Informações Geográficas foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas. O projeto foi trabalhado na projeção UTM/Datum Córrego Alegre, que corresponde a projeção da Carta topográfica de Sete Lagoas Folha SE-23-Z-C-II, escala 1:100.000 do IBGE. A imagem disponibilizada pelo Ibama na extensão .tiff foi tratada no SPRING utilizando como corte, na criação do projeto, o retângulo envolvente, coordenadas planas: X1: 552000; X2: 604000; Y1: 7844000; Y2: 7900000, Hemisfério Sul. A imagem recebeu contraste, para um aprimoramento de sua definição e verificação das respostas dos alvos (vegetação, solo, coleções hídricas) em cada canal: Banda 2, Banda 3 e Banda 4, produzido em preto e branco pancromático. Nessa análise foi utilizada a tabela de bandas espectrais do Landsat 5 sensor (INPE), devido a resposta espectral das bandas 1, 2, 3 e 4 do satélite Landsat corresponder as mesmas características de assinatura espectral dos alvos no CBERS 2, (Fig.8).

Quadro 1

Bandas	Faixa espectral (μm)	Principais aplicações
2	(0,52 – 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise quanto à quantidade e qualidade de água. Boa penetração em corpos d'água.
3	(0,63 – 0,69)	Região de forte absorção pela vegetação verde. Permite bom contraste entre áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (solo exposto, estradas e áreas urbanas). Permite análise da variação litológica em locais com pouca vegetação (ex: campo cerrado, e florestas). Permite o mapeamento da rede de drenagem através da visualização da mata de galeria e entalhamento dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana.
4	(0,76 – 0,90)	Permite o mapeamento de corpos d'água pela forte absorção da energia nesta região pela água. A vegetação verde, densa e uniforme reflete muito energia, aparecendo em tom de cinza claro nas imagens. Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno permitindo a obtenção de informações sobre a geomorfologia, solos e geologia. Serve para separar áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas.

Fig. 8. Quadro 1. Principais características e aplicações da radiação eletromagnética correspondente às bandas do sensor TM do Landsat - 5

Fonte: INPE

Para a criação de um plano de informação com a imagem sintética foram analisadas quatro composições coloridas (tabela 1). A composição colorida escolhida foi a 4, ou seja Banda 2 (B); Banda 3 (R); e Banda 4 (G), considerando sua melhor aproximação com a representação de imagens no visível.

Tabela 1. Combinações de cores primárias na composição colorida

Conjunto de imagens	1	2	3	4
Banda 2	B	G	R	B
Banda 3	G	B	B	R
Banda 4	R	R	G	G

A imagem sintética foi utilizada para a criação de uma Carta-Imagem com o uso da ferramenta Scarta do SPRING.

Em data correspondente ao mês da cena trabalhada foi realizada observação *in loco* das características ambientais das áreas de ocorrência do *R.alatus*.

A partir da delimitação do retângulo envolvente trabalhado no SPRING, na imagem do CBERS 2 foram visitados cinco pontos aleatoriamente, com ocorrência de *R. Alatus* previamente confirmada, para constatação das características ambientais dos locais de sua ocorrência. Essa verificação foi acompanhada de um extrator de minhoca, para auxílio na indicação dos locais de ocorrência. Também foi utilizada a Carta topográfica de Sete Lagoas Folha SE-23-Z-C-II, escala 1:100.000 e GPS Etrex Garmim.

A imagem tratada no SPRING foi interpretada considerando-se a assinatura espectral dos alvos (Fig. 9). Para apreciação das características ambientais da região de ocorrência de *R. alatus* amostrada foi realizada a combinação da interpretação da imagem de satélite com as constatações *in loco* da região.

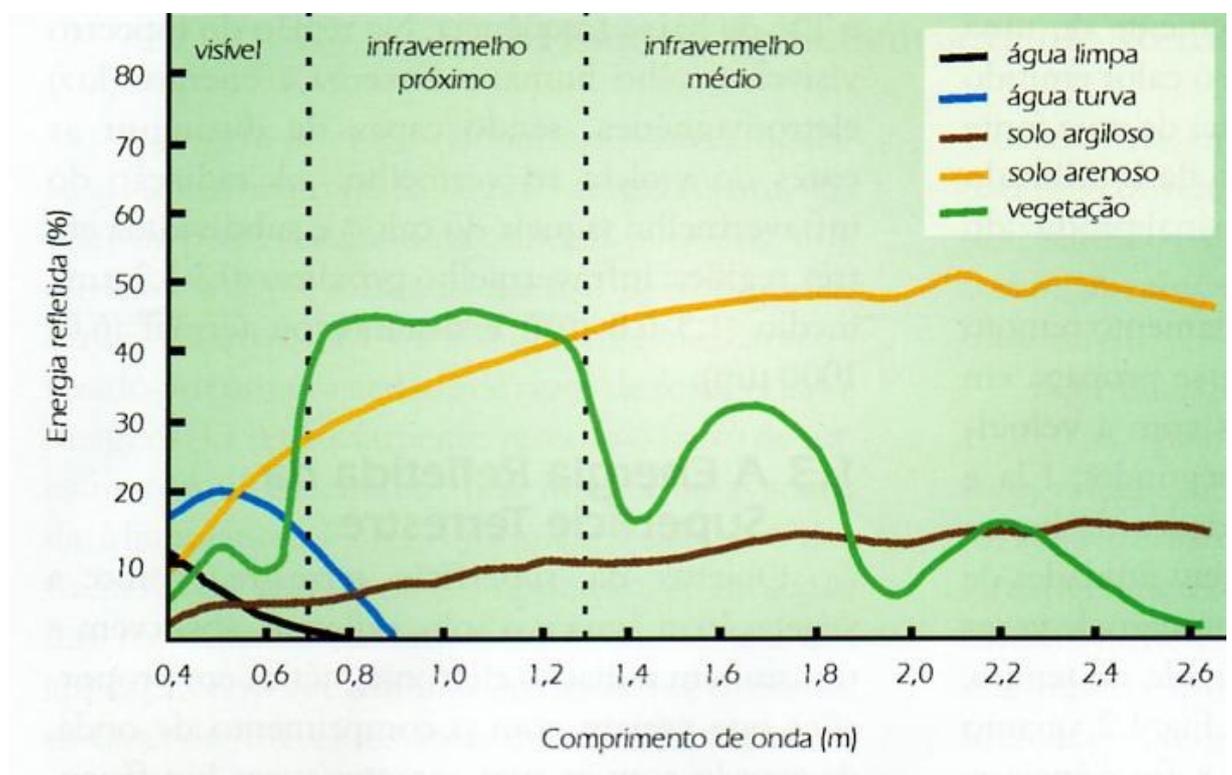


Fig. 9. Curva espectral da vegetação, da água e do solo
Fonte: FLORENZANO, 2007

RESULTADOS

A partir da análise das bandas 2, 3 e 4 da imagem do CBERS 2, do sensor CCD, órbita 153, ponto 122, passagem de 22 de agosto de 2007, foram identificadas as seguintes características (Fig. 10):

Quadro 2

Banda 2	Banda 3	Banda 4
<ul style="list-style-type: none"> - Aglomerações urbanas refletem muita energia; - Coleções hídricas absorvem energia, mas não é possível identificá-las com muita precisão; - Áreas de vegetação rasteira e esparsa com alto índice de reflexão; - Vegetação sadia, mais densa e uniforme tem comportamento de alta absorção; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aglomerações urbanas apresentam comportamento de alta reflexão, em relação a banda 2. Conseqüentemente com melhor contraste; - Áreas de vegetação rasteira e esparsa com maior reflexão, com maior contraste, comparado a resposta, da banda 2; - Vegetação sadia, mais densa e uniforme absorve muita energia, conseqüentemente tende a aparecer na imagem, mais escura; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aglomerações urbanas não podem ser definidas; - A água limpa é definida com precisão, por absorver muita energia e o contraste mais definido; - Áreas de vegetação rasteira e esparsa reflete menos, em relação às bandas 2 e 3; - Vegetação sadia densa e uniforme reflete muita energia, conseqüentemente é visível em tonalidades muito claras; - Asfalto (BR 040) absorve muita energia e é bem definido por apresentar tonalidade escura.

Fig. 10. Quadro 2. Características das assinaturas espectrais de alguns alvos correspondentes ao sensor CCD do CBERS 2

A composição colorida Banda 2 (B); Banda 3 (R); e Banda 4 (G) proporcionou a interpretação das características ambientais listadas a seguir:

A - Vegetação arbórea representada na cor verde, com coloração mais clara em áreas de cultivo e com coloração mais escura em áreas de vegetação mais densa, como na Floresta Nacional de Paraopeba - FLONA;

B - Vegetação rasteira e mais espaçada representada na cor magenta, por influência da assinatura espectral do solo, e da estação seca do ano;

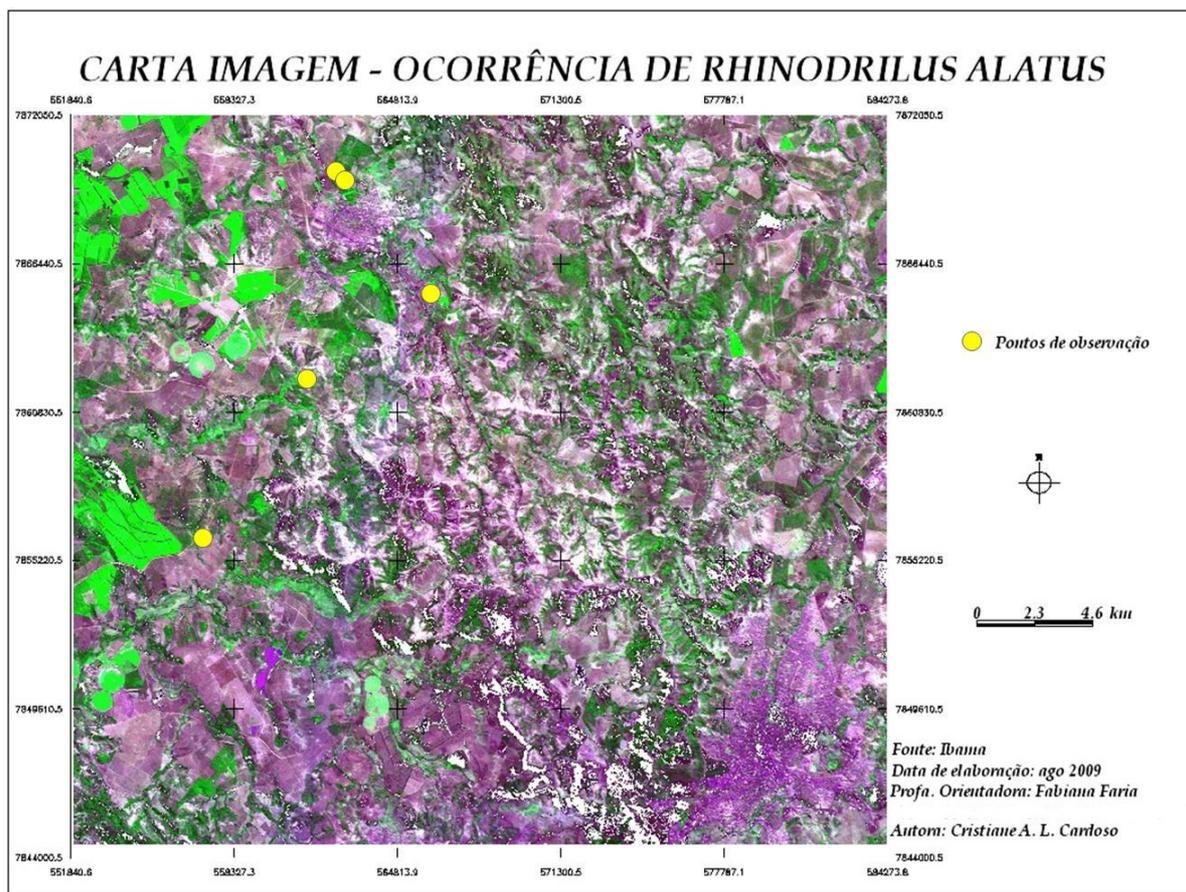
C - Solo argiloso predominante em relação ao solo arenoso, esse último representado em tonalidade mais clara, com maior representação nas áreas de elevação no centro da imagem;

D - Solo argiloso com maior absorção da energia pela presença de umidade superficial;

E - Áreas de cultivo agrícola evidenciadas por formas geométricas retangulares de parcelas de terras, e circulares indicando a presença de pivôs centrais para irrigação;

F - Presença de ruído na imagem, representado por manchas definidas na cor branca;

A carta imagem - Ocorrência de *Rhinodrilus Alatus* representa a imagem orbital tratada, indicando os pontos de observação in loco.



A verificação *in loco*, na área de estudo identificou os parâmetros descritos na tabela 2.

Tabela 2

Pontos de ocorrência de *Rhinodrillus alatus* verificados *in loco*

Município	Localidade	UTM X	UTM Y	Altitude (m)	Características observadas
Caetanópolis	Fazenda São Bento 19°19'57" S 44°25'00" W	0561280	7862285	724	Área de pastagem, próxima a área com adensamento arbóreo, solo pouco úmido;
Paraopeba	Flona A 19°15'57" S 44°24'14" W	0562640	7869620	748	Área próxima a vegetação densa, solo mais úmido;
Paraopeba	Flona B 19°15'45" S 44°24'26" W	0562302	7870033	749	Área próxima a vegetação densa, solo mais úmido;
Caetanópolis	Rodovia MG 023 19°18'01" S 44°22'06" W	0565486	7865817	734	Área de pastagem, e solo pouco úmido;
Paraopeba	Pontinha 19°23'16" S 44°27'29" W	0556897	7856187	702	Área próxima a vegetação densa, solo pouco úmido.

Os pontos de verificação foram identificados na imagem CBERS, conforme a Fig. 11.

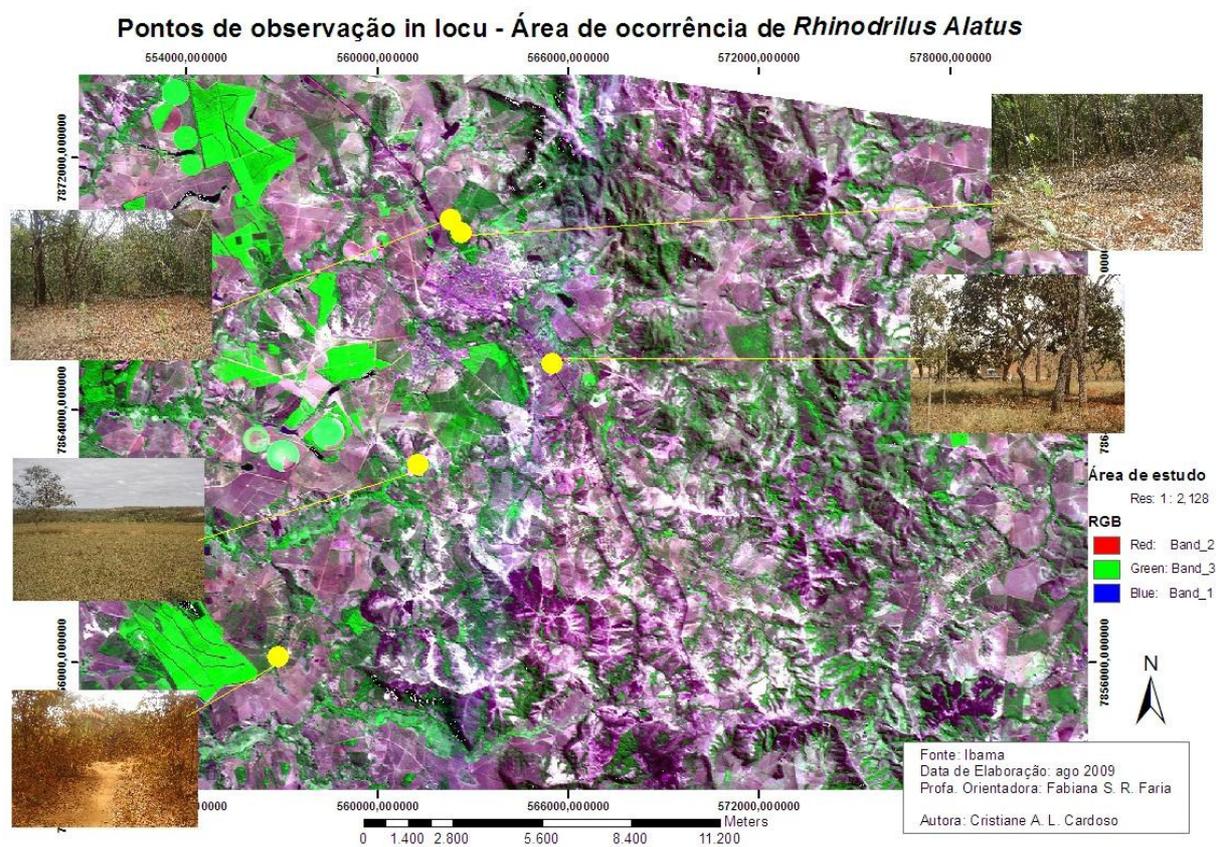


Fig.11. Localidades de verificação de ocorrência de *R. alatus*

Nos locais visitados foram obtidas imagens do solo, paisagem e cobertura de céu (Fig.12).

Quadro 3

Imagens de localidades de ocorrência de *R. alatus*

Fazenda São Bento

19°19'57"S 44°25'00"W



Flona A

19°15'57"S 44°24'14"W



Flona B

19°15'45"S 44°24'26"W



Rodovia MG 023

19°18'01"S 44°22'06"W



Pontinha

19°23'16"S 44°27'29"W

Fig. 12. Quadro 3. Características ambientais observadas *in loco*.**DISCUSSÃO**

O tratamento da imagem do sensor CCD, órbita 153, ponto 122, passagem de 22 de agosto de 2007 do satélite orbital CBERS 2 influenciou na melhoria da qualidade dessa imagem para sua efetiva análise.

Na interpretação da imagem, nos três canais disponíveis pancromáticos, e em sua composição colorida foi observada a absorção do alvo vegetação, nas faixas do azul até o vermelho (visível), e alta reflexão na faixa do infravermelho próximo. As coleções hídricas absorveram quase totalmente a energia do visível e do infravermelho próximo. O solo argiloso possuidor de uma umidade superficial absorveu mais energia, em relação ao solo arenoso, devido à presença de água. Conforme descrito por Bitencourt (2007), a vegetação utiliza a energia absorvida em seu processo fotoquímico, emitindo “o restante para a atmosfera em comprimento de onda maior, (termal e microondas)”. Na vegetação sadia, os cloroplastos das folhas entram em ressonância com a radiação eletromagnética e os pigmentos absorvem a energia das faixas do visível. Na faixa do infravermelho próximo a reflexão é resultante da variação de coeficientes de refração entre os espaços intercelulares e aéreos da folha. As folhas secas tendem a responder à radiação, com comportamento semelhante ao de um solo seco. O comportamento de absorção nas coleções hídricas ocorre devido ao alto calor específico da água, que guarda o calor mais tempo em relação a outros alvos. Ainda conforme a autora, em relação ao solo, as diferentes propriedades granulométricas, proporciona a variação da assinatura espectral dos solos.

Na cena trabalhada foi observada uma considerável área de cultivo evidenciada por formas geométricas. A ação humana pôde ser identificada através desse tipo de modificação no arranjo natural da cobertura vegetal. As áreas com vegetação mais densa, representada na Carta Imagem, em verde mais escuro evidenciam algumas áreas, que podem ser investigadas como potenciais para criação de uma unidade de conservação de uso sustentável.

Os fatores sombra, substrato e sazonalidade influenciaram na interpretação da imagem, obtida pelo sensor orbital. Bitencourt (2007) confirma que a sombra, podendo ser causada por nuvens, dossel ou relevo influencia na assinatura da vegetação. As imagens de dossel dos locais de visita *in loco* evidenciam essa influência na área de ocorrência de *R. alatus*. O substrato também influenciou na

assinatura espectral, como verificado nas áreas de vegetação mais esparsa, áreas de pastagem e cultivo, representadas pela cor magenta na composição colorida. A influência do fator sazonalidade foi clara na interpretação da imagem, e observação *in loco*, com datas correspondentes a estação seca do ano, sendo possível identificar correspondência nas características dos alvos avaliados.

Na verificação dos pontos de ocorrência de *R. alatus* foi constatada a predominância de solo argiloso, e proximidade com vegetação arbórea. Drumond (2008) defende em seu estudo, que o ambiente com maior umidade é mais favorável para a ocorrência de *R. alatus*. A vegetação arbórea também se demonstra favorável, devido ao sombreamento no solo.

A correlação da observação em campo com a interpretação da imagem orbital possibilitou uma análise ambiental mais rica das características ambientais de locais de ocorrência de *R. alatus*. Contudo, verificou-se que para a definição de áreas potenciais para a criação de unidade de conservação, a utilização de cenas de sensores com melhor resolução espacial pode ser mais adequada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do sensor CCD do satélite orbital CBERS 2 utilizado permitiu uma análise das características ambientais gerais da área amostrada, de ocorrência de *Rinodrilus alatus* em uma escala menor, considerando a resolução espacial desse sensor de 20m.

A possibilidade de um detalhamento maior nessa análise depende da disponibilidade de cenas com resolução espacial compatível para que os alvos sejam trabalhados em uma escala maior. Infelizmente, isso não foi possível. O acesso às imagens da área, através desse sensor é ainda, limitante.

A resolução espacial é grande o que gera imagens de escala pequena. Para o tipo de estudo tratado nesse trabalho, as imagens disponibilizadas não são consideradas, ideal, no que se refere à resolução espacial

A área de ocorrência de *R. alatus* requer um nível de detalhamento maior, pois a espécie encontra-se em áreas com características específicas, que podem ser melhor identificadas em imagens com melhor resolução espacial.

O sensor utilizado apresenta, também, outro fator limitante, que é a resolução espectral de apenas 4 bandas, sendo três do visível e uma do infravermelho próximo. Essas 4 bandas apresentam correspondência com as quatro primeiras bandas do programa LANDSAT 5 TM.

A interpretação da imagem obtida pelo sensor CCD do satélite orbital CBERS 2 juntamente com o tratamento da imagem em ambiente SPRING contribuiu para a identificação de fatores ambientais gerais, em áreas de ocorrência de *R. alatus*.

A atividade de campo foi de fundamental importância para a comprovação dos locais de ocorrência da espécie e levantamento das características ambientais que favorecem a localização de *R. alatus*. A visita ao campo confirmou as constatações interpretadas, previamente através da imagem orbital.

É importante ressaltar que a área de ocorrência de *R. alatus*, extrapola os limites da área estudada. No entanto, para esse estudo foi necessário delimitar uma área de amostragem e levantar todas as

características possíveis, vistas em campo e compará-las com as respostas espectrais observadas na imagem realçada.

Embora o estudo localizou-se apenas em uma pequena área, a expectativa é que os dados registrados neste trabalho sirvam de base para a ampliação de estudos para a indicação de áreas propícias para a criação de unidades de conservação de *R. alatus*, presente no Estado de Minas Gerais. É importante considerar, também, que a conservação da espécie de *R. alatus* é de fundamental importância para várias comunidades que vivem da comercialização dessa espécie.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus fonte de todo o bem, a Professora Fabiana por todo o incentivo e conhecimento compartilhado, a Dodora pela oportunidade de trabalhar com o tema minhocçu, ao Éder pela paciência, a Silvinha por sua presteza, a Nádia, Carlos, Christian, Charles e demais professores, pelo aprendizado do uso das ferramentas de geoprocessamento na análise ambiental.

REFERÊNCIAS

ALVES, Anne Karoline; ROSA, Roberto. Espacialização de dados climáticos do cerrado mineiro. *Horizonte Científico*, Uberlândia, v.1, n. 8, 2008. Disponível em <<http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br/viewissue.php?id=6>>. Acesso em 27 mai. 2009.

ARAUJO, Marcos Antônio Reis. *Unidades de conservação no Brasil: as república à gestão de classe mundial*. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007.

ASSIS, J.S.de. O uso do sensoriamento remoto no planejamento de unidades de conservação. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO. 1., 2002. Aracajú. *Anais I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. Aracajú: Editora da EMBRAPA, 2002. 16p. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgrs1/pdfs/pa_rf_01.PDF>. Acesso em 15 mai. 2009.

BITENCOURT, Marisa Dantas. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento*. São Paulo: USP, 2007. 79f. Conduz ao uso correto e pleno do sensoriamento remoto e do geoprocessamento para medir algumas variáveis ecológicas. Apostila.

BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º. Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 9set.2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em 20 abr.2009.

BRITO, Maria Cecília Wey de. *Unidades de conservação: intenções e resultados*. São Paulo: Anablume/Fapesp, 2000.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; MEDEIRO, José Simeão. Introdução a ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

CAMARGOS, Regina M.F. *Unidades de conservação em Minas Gerais: levantamento e discussão*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2001.

FERREIRA, Idelvone Mendes. *Bioma Cerrado*. Um estudo das paisagens do cerrado. Catalão:2007.81p. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/thomaz/Trabalho%20de%20Campo-08/Paisagens%20do%20Cerrado.pdf>>. Acesso em 21 abr. 2009.

- GEOMINAS. Produtos Geominas. Belo Horizonte. Disponível em: < <http://www.geominas.mg.gov.br>>. Acesso em: 11 jun. 2009. Base de dados.
- DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* (Org.). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.
- DRUMOND, Maria Auxiliadora. *Manejo adaptativo do minhocaçu Rhinodrilus alatus*. 2008. 111f. Tese (Doutorado). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.
- FLORENZANO, Tereza Gallotti. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Acervo de imagens CBERS Sensor CCD Georreferenciadas. Disponível em <http://siscom.ibama.gov.br/mapoteca_img/cbers_georef_html/153-122_20070822.html>. Acesso em 10 abr. 2009. Base de dados.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. 2005. Belo Horizonte. Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/comites-de-bacias/unidades-de-planejamento/154?task=view>>. Acesso em 21 abr. 2009.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Projeto Estruturador da Bacia do Rio São Francisco*. 2006. Belo Horizonte. Disponível em: <http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/downloads/persf/sao_francisco/implantacao/implantacao_jaiba.pdf>. Acesso em 21 abr. 2009.
- NEIMAN, Zysman. *Era verde? Ecossistemas brasileiros ameaçados*. 22.ed. São Paulo: Editora atual, 1989. 103 p.
- NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. *Introdução ao sensoriamento remoto*. São José dos Campos. INPE, 2001. 68 f. Contêm informações sobre os princípios físicos nos quais se fundamentam as técnicas do sensoriamento remoto, apresenta os principais sistemas de coleta de dados, e informa sobre as características espectrais dos principais recursos naturais. Apostila.
- RICKLEFS, Robert E. *A economia da natureza*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.
- TEIXEIRA, Cristina. O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a “naturalização” do social. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 20, n. 59, p. 51-66, out. 2005.
- VASCONCELLOS, Rogério Pinto. *O uso do geoprocessamento para a quantificação de fragmentos naturais e mapeamento de áreas de preservação permanente em unidades de conservação: estudo de caso da mata escura*. 2002. 62 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- WORLD WIDE FUND FOR NATURE. WWF-Brasil. *Geoprocessamento aplicado à conservação da natureza*. Brasília, 2007. Disponível em <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/lep/textos/geo/>. Acesso em 14 jun. 2009.
- ZEE, Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2007.



ISSN 1984-7688