

## Análise da densidade de cupinzeiros em pastagens no Cerrado a partir de sensor RGB acoplado a um VANT: um estudo de caso para Hidrolândia - GO

Gisele Gonçalves de Oliveira <sup>1</sup>  
Manuel Eduardo Ferreira <sup>2</sup>  
Hélida Ferreira da Cunha <sup>1</sup>  
Joana D'Arc Bardella Castro <sup>3</sup>  
João Vítor Silva Costa <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás - UEG/UNUCET/RENAC  
Caixa Postal 459 - 75132-400 - Anápolis - GO, Brasil  
oliver.giseleg@gmail.com; cunhahf@ueg.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA/LAPIG  
Caixa Postal 459 - 75132-400 - Goiânia - GO, Brasil  
{joaovsc17, mferreira.geo}@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Goiás - UEG/UNUCSEH  
Bairro Jundiá - 75110-390 - Anápolis - GO, Brasil  
joanabardella@brturbo.com.br

**Abstract.** Pasture termites participate in many ecological processes in nature. They perform important ecosystem services for the maintenance of life as well as preserving the physical and chemical properties of the soil. The area occupied by termites in pastures is insignificant, usually less than 1%. However, these insects are commonly considered pests and vanishing them is a standard practice. An insect is only considered an economic pest if it causes some injury and economic loss, which is not the case, because most on them feed on dead organic matter and soil. In addition, the costs make little influence on decision-making to the management of the termites. So, the pasture termites are actually aesthetic pests. Papers in termitology have been using methodologies that require a lot of research time on the field to estimate the density of termites in pasture. This study aims to measure the density of termite mounds in a pasture using images obtained by UAV (Unmanned Aerial Vehicle). It was concluded that this methodology has not only optimized the research, but also provided more data to field observations in less time, confirming that the termite mounds in pastures occupy insignificant area.

**Palavras-chave:** Unmanned Aerial Vehicle, termitology, agricultural pest. Veículo Aéreo Não Tripulado, termitologia, praga agrícola.

### 1. Introdução

Cupins são insetos sociais abundantes no bioma Cerrado, compreendendo mais de 200 espécies (Constantino, 2015). Destas, apenas 20% constroem ninhos epígeos e arborícolas, ou seja, a maioria está presente no solo, em ninhos subterrâneos (Vasconcellos et al. 2007). As espécies construtoras de ninhos epígeos mais comuns em pastagens pertencem aos gêneros *Cornitermes*, destacando-se *C. cumulans*, *C. bequaerti* e *C. silvestrii* (Valério, 2006), gênero *Syntermes* e gênero *Nasutitermes*. Além dessas, existem as espécies de cupins inquilinos que coabitam o cupinzeiro com a espécie construtora (Cunha e Morais, 2010). A arquitetura dos cupinzeiros construídos por espécies do gênero *Cornitermes* apresenta cavidades na base que facilitam a entrada de outros animais (Fontes, 1998). Sendo assim, os cupinzeiros têm

diversos papéis ecológicos importantes também para a manutenção da vida de outros seres vivos.

Os cupins participam de importantes processos ecológicos na natureza, tais como atividades de ciclagem de nutrientes (Abe e Bignell, 2000; Ferreira et al., 2011), aeração do solo, formação de agregados, decomposição de material orgânico, além de influenciar de forma direta e indireta na formação dos solos e das paisagens onde se encontram (Sarcinelli et al., 2011; Pennisi, 2015). Há trabalhos que mostram que a área ocupada por cupinzeiros em pastagens é muito pequena, geralmente menos de 1% (Czepak et al., 2003), e em situação extrema chega a 3% do pasto (Ackerman et al., 2007). Além disso, os cupins não causam dano real às pastagens (Lima et al., 2009), pois, a maioria se alimenta de matéria vegetal morta e solo (Lima e Costa-Leonardo, 2007). No entanto, os cupins são comumente conhecidos como inseto praga e o combate aos cupinzeiros é uma prática recorrente em pastagens no Brasil. Acredita-se que cupins são pragas econômicas e que a presença dos cupinzeiros podem causar danos às gramíneas, perda de área e depreciação da pastagem (Valério, 1995).

Do ponto de vista do manejo de pragas, um inseto ao se alimentar de uma planta cultivada provoca nela uma injúria, que é qualquer alteração deletéria decorrente da ação do predador. Essa planta injuriada perde produção, que pode ser quantificada monetariamente como um dano econômico. No momento em que o dano se torna significativo, o inseto se tornou uma praga (Zanetti et al., 2002). No caso dos cupins, não há indícios de que causem injúria na gramínea ao ponto de seres considerados uma praga econômica. De acordo com Fernandes (et al., 1998), “o aspecto visual é determinante e tem um efeito psicológico que atormenta o proprietário cada vez que ele percorre as pastagens. Existe também a questão cultural, que coloca a pastagem ‘limpa’, sem cupinzeiros e plantas invasoras, como a mais bem conduzida do ponto de vista agrônomo”.

A metodologia geralmente utilizada por pesquisadores da área da termitologia, visando medir a densidade dos cupinzeiros nas pastagens, consiste em delimitar de forma aleatória um hectare de pasto, medir a altura e circunferência de todos os ninhos, calcular a área do cupinzeiro a partir do valor da circunferência, tendo-se calculado o raio ( $r = c/2\pi$ ) e a área da base ( $A = \pi \times r^2$ ). Obtém-se, assim, o número de cupinzeiros e a área ocupada por eles por hectare, sendo uma estimativa para o todo o pasto (Lima et al., 2011). Outra forma de calcular a área ocupada pelos cupinzeiros é medindo a altura e os diâmetros maior e menor dos ninhos. É feita a média entre esses diâmetros, sendo a área calculada para cada cupinzeiro obtida pela fórmula de área da elipse ( $A = \pi \times a \times b$ ; onde “a” é a metade do diâmetro maior e “b” é a metade do diâmetro menor) (Oliveira, et al., 2011).

Evidentemente, essas metodologias requerem bastante esforço dos pesquisadores, os quais precisam passar muito tempo em campo para realizar as medições dos ninhos e para fazer os referidos cálculos, com o detalhe que os resultados são estimados, pois dessa forma não é possível medir todos os cupinzeiros do pasto para obter um resultado totalmente fiel à realidade.

Num contraponto metodológico estão as técnicas de sensoriamento remoto orbital e, mais recentemente, aquelas providas por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), popularmente conhecidos como *drones*. Estas plataformas aéreas autônomas (ainda que remotamente controladas), com seus respectivos sensores a bordo (normalmente ópticos, na faixa do visível e infravermelho próximo), vêm sendo utilizadas em uma série de finalidades e ambientes, como no monitoramento ambiental em áreas agrícolas (Alves Jr. et al., 2015; Bueren et al., 2015). É neste contexto que se desenvolve o presente trabalho, o qual tem por objetivo realizar a medida de densidade dos cupinzeiros em área de pastagens do Cerrado goiano, mais precisamente no município de Hidrolândia, utilizando fotos aéreas obtidas por um sensor RGB acoplado a um VANT.

## 2. Metodologia de trabalho

O estudo foi realizado em uma área de dois hectares de um pasto localizado na fazenda Nossa Senhora Aparecida (coordenada central com latitude/longitude -16,963374 e -49,183912), no município de Hidrolândia, distante 36 Km de Goiânia, no estado de Goiás, Brasil (Figura 1). A área total do pasto analisado é de 15 hectares, enquanto a fazenda possui 370 hectares, dentre os quais 200 são certificados para produção orgânica e 170 distribuídos em áreas de vegetação nativa e de preservação permanente. O clima é tropical e o tipo de solo é da classe dos neossolo quartzarênico de textura argilosa. A área localiza-se entre uma formação florestal de mata mesófila e mata de galeria, o que possibilita inferir que essas seriam as fitofisionomias presentes antes da criação do pasto.

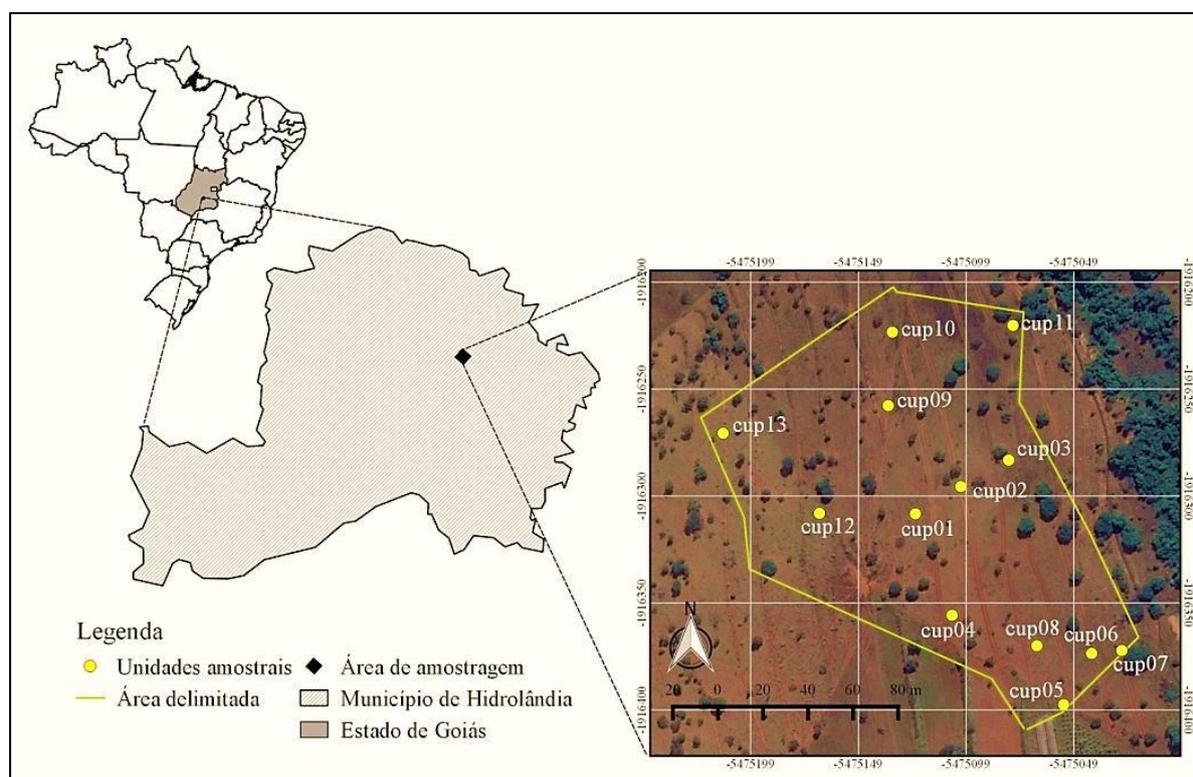


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo no município de Hidrolândia – GO (coordenada central com latitude/longitude -16,963374 e -49,183912), em região de Cerrado com fitofisionomias originais de mata mesófila e mata de galeria. Atualmente o local é classificado como área antropizada (pastagem). No detalhe, ortomosaico obtido neste levantamento com o VANT Swinglet CAM (em 06 de maio de 2016).

Para medir a densidade de cupinzeiros na área de estudo, foi realizado um plano de voo para o VANT Swinglet CAM (tipo asa-fixa), produzido pela empresa suíça Sensefly (mais informações em <https://www.sensefly.com/home.html>). Este equipamento pertence ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), vinculado ao Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). O software empregado para processamento das fotos aéreas e geração de ortomosaico foi o Pix4D Mapper, da empresa Pix4D (mais informações em <https://pix4d.com>).

O plano de voo foi elaborado no programa e-motion (Figura 2), fornecido pela própria Sensefly, com sobreposição lateral e longitudinal de 60%, para uma área equivalente a 15 hectares. A câmara instalada no VANT foi a Canon IXUS 220 HS, com resolução espacial de 12,1 megapixel, equipada com sensor tipo CMOS 1/2,3" (4000 x 3000 pixel), pixel pitch de

1,54  $\mu\text{m}$  e distância focal equivalente de 35 mm. O voo foi realizado a 130 metros acima do solo, com resolução espacial planejada de 4 cm, no dia 06 de maio de 2016 (início da estação seca na região), às 11h da manhã, com duração aproximada de 20 minutos.



Figura 2. (A) Plano de voo no software e-mo-tion. (B) Swinglet Cam, equipamento utilizado nesta pesquisa.

Após processada no Pix4D Mapper, a imagem ortoretificada foi analisada em software de SIG (ArcGIS) e na plataforma Google Earth, visando a contagem de cupinzeiros para a área em questão. O ortomosaico original se encontra armazenado na plataforma de mapa interativo do LAPIG, com acesso gratuito a este e a demais dados de projetos sobre uso do solo e pastagens no Brasil (mais informações em [www.lapig.iesa.ufg.br](http://www.lapig.iesa.ufg.br)).

### 3. Resultados e discussão

Além do próprio ortomosaico, gerado com 4 cm de resolução espacial sobre o desenho experimental de 15 hectares (Figura 3), constatou-se que neste pasto há 62 cupinzeiros por hectare, ocupando 0,02% da área de pastagem total. Esta densidade de cupinzeiros foi próxima à média encontrada por Czapak et al. (2003) em um levantamento realizado em 133 municípios em Goiás, na ocasião com média de 73 cupinzeiros/ha, ocupando 0,39% dos pastos. Outros trabalhos encontraram densidades diferentes e bem maiores, como no Estado do Mato Grosso do Sul, com 200 cupinzeiros/ha, representando 1% da área total (Valério, 1995), 760 cupinzeiros/ha em Manaus, representando 3% da região de estudo (Ackerman et al., 2007), em Goiânia, com 182 cupinzeiros/ha, representando 1,74% da pastagem (Cunha e Moraes, 2010). Ou seja, normalmente, a área ocupada pelos ninhos é insignificante, não sendo possível afirmar que, dependendo do tamanho da área ocupada, os cupinzeiros sejam pragas econômicas.

O método utilizado no presente trabalho, para medir a densidade dos cupinzeiros na pastagem, foi uma novidade na termitologia, pois, até então eram realizadas contagens dos ninhos no campo, percorrendo à pé o desenho experimental. Com o uso de fotos obtidas pelo VANT, e posterior visualização das mesmas em SIG e no Google Earth (Figura 3), houve um ganho de tempo e precisão da quantidade de ninhos presentes no pasto, além de outras

informações que poderão ser aproveitadas, tais como a distância entre os ninhos, volume e declividade do terreno. No caso, a plataforma Google Earth se mostrou muito adequada para projetar os produtos cartográficos no formato KML, facilitando a sobreposição de camadas de mapas de forma online e gratuita, e a geração de uma nova camada de informação vetorial (no caso, a presença de cupinzeiros, facilmente manipulada pesquisadores do projeto).

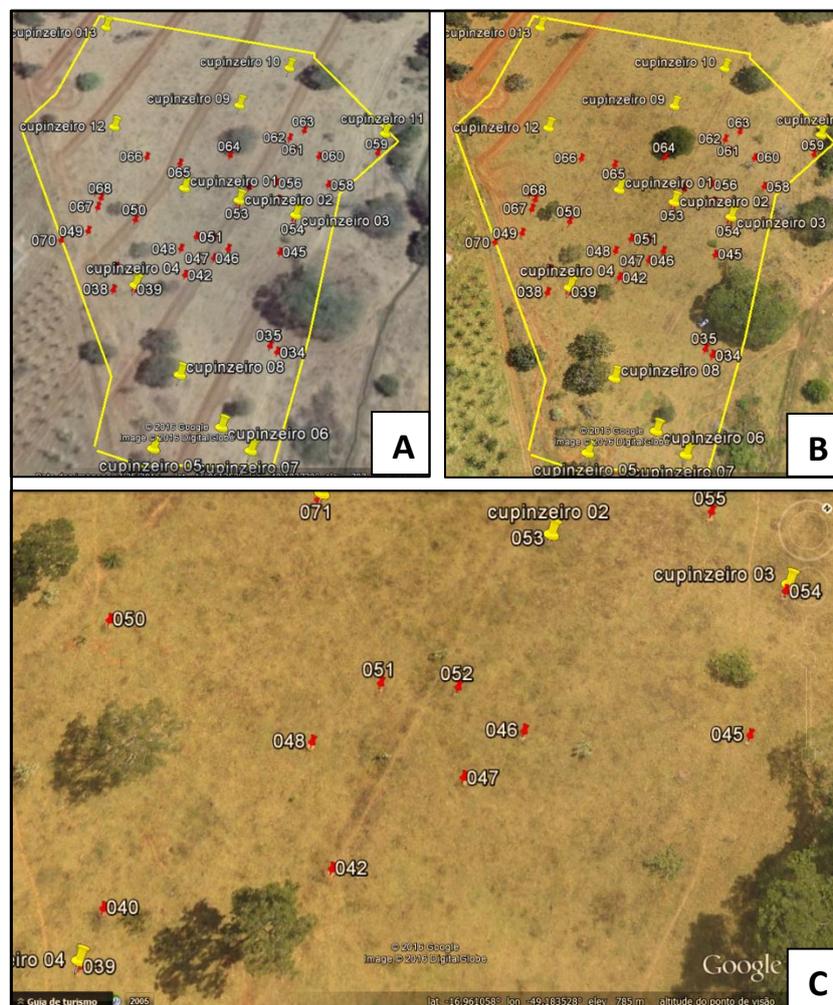


Figura 3. (A) Parcela do pasto analisado - cerca de dois hectares, delimitada em amarelo sobre imagem de satélite na plataforma Google Earth. (B) Ortomosaico da mesma área obtido pelo VANT Swinglet Cam em 6 de maio de 2016, também visualizada na plataforma Google Earth. (C) Detalhe do ortomosaico obtido pelo VANT, com aproximação para a contagem dos ninhos. Em todas as imagens, os pontos em vermelho indicam os cupinzeiros presentes no pasto durante a contagem e os pontos em amarelo são as unidades amostrais (cupinzeiros coletados para identificação taxonômica).

Em termos ecológicos, e apesar de ser um indicador de desequilíbrio ambiental (em parte pela maior acidez do solo), os cupins não causam danos reais à pastagem, conforme comprovado por Lima et al. (2009) e Cunha e Moraes (2010), sendo invertebrados mais abundantes no solo em ecossistemas neotropicais (Wilson, 1971); pelo contrário, sua presença garante a realização de serviços ecossistêmicos indispensáveis para o meio ambiente.

#### 4. Conclusões

A densidade de cupins encontrada na área de estudo (62 cupinzeiros/ha) é considerada baixa, não causando danos econômicos ao pasto analisado. O uso de imagens obtidas por câmera fotográfica acoplada a um VANT otimizou o trabalho de pesquisa em termitologia, aumentando a precisão na localização e visualização dos pontos amostrais, além de fornecer informações mais elaboradas quanto à distribuição e uma percepção diferenciada da visão dos cupinzeiros em solo. Pela imagem aérea foi possível perceber o quanto de área os cupinzeiros realmente ocupavam, auxiliando no manejo e gestão da propriedade. Por ser uma pesquisa em andamento, espera-se realizar um novo voo quando a pastagem estiver bem verde (no ápice da estação chuvosa no Cerrado, em dezembro ou janeiro), para facilitar a discriminação dos cupinzeiros pela diferença na coloração, bem como avaliar a recuperação e a produtividade do pasto.

#### Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio na aquisição do VANT junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás (Pró-equipamentos CAPES 2012/2014). À Santiago & Cintra, Sensefly e Pix4D, pela parceria com a UFG/LAPIG. O primeiro autor é bolsista CAPES/ Mestrado. Segundos autores são bolsistas de produtividade pelo CNPq.

#### Referências Bibliográficas

- Abe, T.; Bignell, D. E.; Higashi, M. **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Kluwer Academic Publishers, 2000. 466 p. Disponível em <<http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-017-3223-9>>. Acesso em 15 de outubro de 2016.
- Ackerman, I. L., Teixeira, W. G.; Riha, S. J.; Lehmann, J.; Fernandes, E. C. M. The impact of mound-building termites on surface soil properties in a secondary forest of Central Amazonia. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 3, p. 267-276, 2007.
- Alves Jr., L. R.; Cortes, J. B. R.; Ferreira, M. E.; Silva, J. R. Validação de ortomosaicos e modelos digitais de superfície utilizando fotografias obtidas com câmera digital não métrica acoplada a um VANT. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 67, p. 1453-1466, 2015.
- Bueren, S. K.; Burkart, A.; Hueni, A.; Rascher, U.; Tuohy, M.P.; Yule, I.J. Deployng four optical UAV-based sensors over grassland: challenges and limitations. **Biogeosciences**, v. 12, p. 167-175, 2015.
- Constantino, R. **Cupins do Cerrado**. Brasília, DF: Technical books, 2015. 167 p.
- Cunha, H. F.; Morais, P. P. A. M. Relação espécie-área em cupinzeiros de pastagem, Goiânia-GO, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 3, p. 60-63, 2010.
- Czepak, C., Araújo, E. A.; Fernandes, P. M. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 33, n. 1, p. 35-38, 2003.
- Fernandes P. M. , Czepak, C.; Veloso, V. R. S. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética?, p. 187-210. *In Cupins: o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba, SP, 1998. 512 p.
- Ferreira, E.V.O.; Martins, V.; Junior, A. V. I.; Giasson, E.; Nascimento, P. C. Ação dos térmitas no solo. Revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 804-811, 2011.
- Fontes, L. R.; Bertifilho, E. (Org.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. 1. ed. Piracicaba - SP: FEALQ, 1998.
- Lima, J. T.; Costa, L. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 243-250, 2007.

Lima, S. S.; Alves, B. J. R.; Aquino, A. M.; Mercante, F. M.; Pinheiro, E. F. M.; Sant'Anna, S. A.; Urquiaga, S.; Boddey, R. M. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1699-1706, 2011.

Oliveira, M. I. L.; Brunet, D.; Mitja, D.; Cardoso, W. S.; Benito, N. P.; Guimarães, M. F.; Brossard, M. Incidence of epigeal nest-building termite in *Brachiaria* pastures in the Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 181-185, 2011.

Pennisi, B. E.; Carlstrom, J. Africa's soil engineers: Termites. **Nature**, v. 347, n. 6222, p. 596-597, 2015. Disponível em < <http://science.sciencemag.org/content/347/6222/596.long>>. Acesso em 13 de outubro de 2016.

Sarcinelli, T. S.; Schaefer, C.; Lynch L. D.; Arato, H. D.; Viana, J. H. M.; De Albuquerque, M. R.; Gonçalves, T. T. Chemical, physical and micromorphological properties of termite mounds and adjacent soils along a toposequence in Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. **Catena**, n. 76, p. 107-113, 2009.

Valério, J. R. **Cupins-de-montículo em pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 33 p.

Vasconcellos A.; Araújo, V. F. P.; Moura, F. M. S.; Bandeira, A. G. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the dry forest of Caatinga, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, n. 36, p. 693-698, 2007.

Wilson, E. O. **The insect societies**. Harvard: Belknap Press, 1971. 562 p.

Zanetti, R.; Carvalho, G. A.; Souza-Silva, A.; Santos, A.; Godoy, M. S. **Manejo integrado de cupins**. Lavras, UFLA, 2002. 29 p.