



Universidade Estadual de Goiás
Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas
Henrique Santillo
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em
Recursos Naturais do Cerrado

GISELE GONÇALVES DE OLIVEIRA

**VALORAÇÃO ECONÔMICA: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE O PAPEL DOS CUPINS DE MONTÍCULO, BENEFÍCIO-CUSTO
PARA O PRODUTOR PECUÁRIO**

Anápolis

2017

GISELE GONÇALVES DE OLIVEIRA

**VALORAÇÃO ECONÔMICA: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE O PAPEL DOS CUPINS DE MONTÍCULO, BENEFÍCIO-CUSTO
PARA O PRODUTOR PECUÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Héli da Ferreira da Cunha. Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Joana D'Arc Bardella Castro

Anápolis

2017

Oliveira, Gisele Gonçalves de.

Valoração econômica: um estudo de caso sobre o papel dos cupins de montículo, benefício-custo para o produtor pecuário / Gisele Gonçalves de Oliveira – 2017.
126 f.: figs. tabs.

Orientadora: Héli da Ferreira da Cunha.
Co-orientadora: Joana D'Arc Bardella Castro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Goiás,
Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2017.

Bibliografia.

Agradecimentos

Agradeço a todos que colaboraram de forma direta e indireta para a execução e finalização deste trabalho. Tive muita sorte, pois nessa caminhada cruzei com pessoas gentis que se dispuseram de diferentes formas a sempre me ajudar. E quanta gente me ajudou! Muito obrigada a todos, sintam-se abraçados!

Agradeço a minha orientadora e amiga, Héliida pela oportunidade, incentivo, amizade, dedicação, paciência, compreensão, parceria. Obrigada pela eficiência e por estar sempre pronta a corrigir e somar com ideias neste trabalho.

Agradeço a minha co orientadora professora Joana D'Arc, por ter aceitado esse desafio de ensinar economia para uma bióloga. Suas contribuições foram sempre bastante importantes e com certeza fizeram esse trabalho ser bem melhor. Muito obrigada!

Agradeço aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado, e nesse trabalho tiveram participação mais que especial! Sinto-me presenteada por vocês existirem na minha vida, amo vocês! Agradeço aos meus irmãos Igor e Bárbara, e aos queridos Roberta e Vitor por trazer boas energias para essa família. Agora tenho quatro irmãos ao invés de dois!

Agradeço à Márcia, minha amiga querida, pelos seus cuidados e ensinamentos sobre as plantas, obrigada por ser essa pessoa tão incrível e verdadeira! Agradeço por ter me apresentado ao sábio professor Paulo Marçal. Vocês me ajudam em mudanças positivas que aconteceram em diferentes campos da minha vida. Agradeço também por ter conhecido a Ana e o Ricardo, e por serem pessoas lindas em todos os sentidos.

Agradeço ao professor Paulo Marçal por ter escrito o capítulo sobre cupins como pragas estéticas! Ele abriu minha mente e direcionou o que eu estava fazendo, depois dele e da vivência com você muitas coisas ficaram muito mais coerentes. Obrigada por disponibilizar a sua fazenda para estudo, pela amizade sincera, agradeço por tudo de coração!

Agradeço ao meu namorado Pedro que me ajudou a despertar para hábitos de vida mais conscientes. Agradeço pelo carinho, cuidado, por estarmos realizando nossos planos, nossos sonhos, te amo! Agradeço aos seus pais por terem tido a compreensão comigo quando vieram nos visitar, obrigada Clara e Marcos!

Agradeço ao Danilo que teve tanta dedicação com as identificações, no campo, com as fotos dos cupins, por compartilhar seus conhecimentos, pelos momentos de diversão, amizade. Agradeço pela ajuda do Tiago Carrijo no desafio dos *apicos*. Muito obrigada Tiago! Agradeço também a Alessandra Marins por compartilhar o seu trabalho, depois dele eu fiquei mais animada.

Agradeço as minhas amigas irmãs Raquel e Taryane, vocês têm lugar especial na minha vida. Agradeço à minha amiga Anna Carolina que me doou livros, artigos, material para triagem. Agradeço pela sua amizade também de toda a Septun: Dalva, Renata, Sabrina, Winnie, Gabby, Samara.

Agradeço aos professores do RENAC por tudo que me ensinaram nas aulas e pela boa convivência. Agradeço a Samantha, Vitor, Fabrício, João, Fernanda, Murilo pelas contribuições na qualificação. Agradeço a professora Mirza por tudo que ela fez na disciplina e fora dela. Agradeço a Nina por tudo que ela faz nos bastidores. Também à professora Mirley pela oportunidade em participar do seu projeto de aulas práticas.

Agradeço aos colegas de laboratório por compartilhar momentos nessa caminhada, às pessoas que fazem parte do grupo de carona. Agradeço a Carla, a Thays, a Teresinha e a Neide pela companhia e manutenção do laboratório. Agradeço a Juliana Simião que me ajudou no projeto da trilha e esteve ali do meu lado quando eu não sabia qual tema desenvolver na pesquisa.

Agradeço ao Werther por ter ajudado no mapa. Ao Gabriel pela organização das minhas amostras, aos monitores do projeto da trilha, aos motoristas, aos técnicos dos laboratórios, ao pessoal da limpeza, da cantina, do restaurante, a todos que fizeram parte de alguma forma, muito obrigada.

Agradeço a Raquel Menestrino e a Juliana Lima pela amizade e acolhidas quando precisei dormir em Anápolis, agradeço aos seus familiares que foram tão compreensivos e receptivos. Agradeço a Emilly pela amizade, pelos momentos divertidos que tivemos, pelas trocas de desesperos também! Agradeço à Débora pelo companheirismo e pelo convite para participar do seu projeto. Agradeço ao Murilo, a Patrícia, a Debborah, a Denise, a Nariel, a Valéria, Vinícius, Rogéria, Frank, Hayala, Ana, Silonardo, Julyanna por compartilhar tantos momentos nestes dois anos de mestrado.

Agradeço ao Davi pela amizade e por ter me falado sobre a disciplina do professor Mário Almeida. Agradeço ao professor Mário pelos ensinamentos e discussões na disciplina e por ter me ajudado depois dela também. Agradeço ao professor Manuel e a equipe do LAPIG/UFG pela parceria em realizar a etapa de medida de densidade com o VANT.

Agradeço aos pecuaristas que toparam ser entrevistados, sem vocês esse trabalho não faria o menor sentido. Agradeço a Beth e o Telmo por terem se disponibilizado quando eu estava procurando uma fazenda para realizar a pesquisa, e por terem recuperado e libertado a maritaquinha que caiu aqui, obrigada pela homenagem. Admiro muito vocês!

Agradeço a bolsa da CAPES que financiou essa pesquisa.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
1. Aspectos gerais sobre os cupins.....	15
1.1. Sistemática e distribuição geográfica dos cupins.....	15
1.2. A sociedade dos cupins e ciclo de vida.....	16
1.3. Hábito alimentar e aspectos evolutivos dos cupins.....	16
1.4. Cupinzeiros – a moradia dos cupins.....	18
1.5. Cupins de montículos em pastagens.....	19
2. Papel ecológico e serviços ecossistêmicos prestados por cupins.....	20
2.1. Recurso alimentar e influência na produção primária.....	21
2.2. Ciclagem de nutrientes.....	22
2.3. Engenheiros do ecossistema.....	22
2.4. Decomposição e mineralização.....	22
2.5. Bioturbação.....	23
2.6. Bioluminescência.....	23
3. Economia ambiental e valoração econômica.....	24
3.1. Método de Custos Evitados (MCE).....	26
3.2. Funções ecossistêmicas e serviços ecossistêmicos.....	27
4. Referências.....	29
CAPÍTULO 1: VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37
1.1. Objetivos específicos.....	39
2. METODOLOGIA.....	40
2.1. Busca.....	40
2.2. Categorização dos artigos publicados entre 2011 e 2015 e que valoraram algum serviço ecossistêmico.....	41
2.3. Análises.....	41
3. RESULTADOS.....	42

3.1. Tendência temporal.....	42
3.2. Serviços ecossistêmicos e cupins.....	43
3.3. Resultados para os anos de 2011 a 2015.....	44
3.4. Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos.....	44
3.5. Abrangência espacial dos artigos que aplicaram algum método de valoração.....	44
3.6. Área de estudo dos pesquisadores.....	46
3.7. Serviços ecossistêmicos.....	47
4. DISCUSSÃO.....	47
4.1. Publicações ao longo do tempo e região geográfica.....	47
4.2. Como os recursos estão sendo valorados?.....	49
4.3. Serviços ecossistêmicos e cupins.....	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. REFERÊNCIAS.....	53
CAPÍTULO 2: RELAÇÃO BENEFÍCIO-CUSTO DO NÃO USO DE CUPINICIDAS EM PASTAGEM.....	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
1. INTRODUÇÃO.....	58
1.1. Objetivos específicos.....	60
2. METODOLOGIA.....	61
2.1. Área de estudo.....	61
2.2. Coleta de dados.....	61
2.2.1. Cupins.....	61
2.2.2. Solo.....	62
2.2.3. Densidade de cupinzeiros no pasto.....	63
2.2.4. Entrevistas em lojas agropecuárias.....	64
2.2.5. Entrevistas com pecuaristas.....	65
2.3. Análise dos dados.....	66
2.3.1. Estatística.....	66
2.3.2. Dados econômicos.....	67
2.3.3. Valoração econômica.....	67
2.3.4. Material de divulgação científica.....	69
3. RESULTADOS.....	69

3.1. Densidade de cupinzeiros na pastagem, espécies de cupins, riqueza e hábito alimentar dos cupins.....	69
3.2. Análises físico-químicas do solo.....	70
3.3. Entrevistas em lojas agropecuárias.....	72
3.4. Entrevistas com pecuaristas.....	74
3.5. Valoração econômica.....	75
3.6. Valores estimados para possíveis formas de remoção de cupinzeiros em pastagens.....	75
3.6.1. Remoção mecânica com uso de trator (m1).....	76
3.6.2. Remoção mecânica com mão de obra para remoção individual dos cupinzeiros (m2).....	76
3.6.3. Remoção química com cupinicida granulado (qa).....	77
3.6.4. Remoção química com cupinicida líquido (qb).....	77
3.7. Porcentagem de área ocupada por cupinzeiros em pastagens e as consequências da remoção.....	79
3.8. Custos evitados.....	80
4. DISCUSSÃO.....	81
4.1. Implicações do uso de cupinícidas e consequências para o meio ambiente.....	81
4.2. Densidade de cupinzeiros em pastagens.....	84
4.3. Hábito alimentar, papel ecológico dos cupins e a relação com a quantidade de nutrientes no solo da pastagem.....	86
4.4. Atividade pecuária e destruição do Cerrado.....	89
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
6. REFERÊNCIAS.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS DO TRABALHO.....	100
APÊNDICE 1. Perguntas para entrevista com proprietários de terras	102
APÊNDICE 2. Termo de consentimento livre e esclarecido.....	103
APÊNDICE 3. Válvulas entéricas de espécies de cupins do gênero <i>Anoplotermes</i>	105
APÊNDICE 4. Relações lineares.....	107
APÊNDICE 5. Modelo de material de divulgação científica.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotos de cupinzeiros da espécie *Cornitermes cumulans* iluminados por lavas de vagalumes da espécie *Pyrearinus termitilluminans* no Parque Nacional das Emas - GO.....

Figura 2. Tendência temporal do número de artigos publicados na base de dados Thomson ISI sobre valoração econômica dos serviços ecossistêmicos entre os anos de 1991 e 2015. Destaque para os principais eventos que marcaram os picos de publicação em três momentos representados pelas diferentes cores no gráfico.....

Figura 3. Abrangência espacial dos artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015 (A) e publicações em valoração dos serviços ecossistêmicos por continente no mesmo período (B).....

Figura 4. Número de artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015 dos países que mais publicaram em cada continente.....

Figura 5. Área de estudo dos pesquisadores dos artigos publicados na base do ISI entre 2011 e 2015.....

Figura 6. Serviços ecossistêmicos e paisagens valoradas nos artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015.....

Figura 7. 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.....

Figura 8. Esquema representando a área de coleta de cupins e critérios de escolha dos cupinzeiros no pasto da Fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Hidrolândia - GO.....

Figura 9. O esquema mostra como foram realizadas as coletas de solo em cada cupinzeiro. Em (a) vista frontal e em (b) vista aérea, destacando a profundidade e os pontos de coleta de solo distantes do ninho no pasto da Fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Hidrolândia - GO.....

Figura 10. (A) Plano de voo no software e-mo-tion. (B) Swinglet Cam, equipamento utilizado nesta pesquisa.....

Figura 11. Organograma com os passos para o cálculo do método de valoração econômica de custos evitados.....

Figura 12. Relação benefício custo representando o cenário de uma pastagem com prática de remoção química dos cupinzeiros. (-) representam as relações negativas e (+) as relações positivas. Nesse caso o fazendeiro deixa de ser beneficiado pelos serviços ecossistêmicos prestados pelos cupins.....

Figura 13. Relação benefício custo representando o cenário de uma pastagem com cupinzeiros sem remoção química, com retirada dos cupinzeiros apenas por remoção mecânica, quando necessária de fato, a renovação da pastagem. (+) representam as relações positivas e (-) as relações negativas quando o fazendeiro conta com os serviços ecossistêmicos prestados pelos cupins.....

Figura 14. (A) foto do pasto de dois hectares delimitado em amarelo (-16.963374S -49.183912N) obtida pelo *GoogleEarth*®. (B) foto do mesmo pasto obtida pelo VANT visualizada no *GoogleEarth*®. (C) imagem do pasto obtida pelo VANT com aproximação para a contagem dos ninhos. Em todas as figuras 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).....

Figura 15. Mapas síntese da área de pastagem (MSP), vegetação nativa e agricultura anual dos municípios de Hidrolândia - GO (A) e Varjão - GO (B).....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de espécies de cupins da família Termitidae presentes nos cupinzeiro epígeos amostrados em área de pastagem, riqueza e hábito alimentar¹ das espécies: (C) Ceifador, (H) Humívoro, (I) Intermediário.

Tabela 2. Quantidade de nutrientes encontrados nas amostras de solos coletados nos cupinzeiros e distantes dos cupinzeiros, em pasto no município de Hidrolândia - GO.....

Tabela 3. Estatística descritiva da relação entre a quantidade de nutrientes presentes nos solos dos ninhos (zero) e distante dos ninhos (1,5m) e relação entre os nutrientes e o hábito alimentar dos cupins em ninhos coletados em região de pastagem no município de Hidrolândia - GO.....

Tabela 4. Resultados da MANCOVA para riqueza de espécies de cupins e distância dos ninhos.....

Tabela 5. Respostas sobre identificação, manejo e dados econômicos dadas por treze pecuaristas entrevistados nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.....

Tabela 6. Resultado do teste de Regressão Múltipla para as variáveis de identificação, manejo e dados econômicos de treze pecuaristas entrevistados nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.....

Tabela 7. Valores estimados das possíveis formas de remoção de cupinzeiros para cada fazenda participante das entrevistas nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.....

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Descrição dos artigos publicados na base do ISI entre 1991 e 2015 sobre cupins, serviços ecossistêmicos e valor econômico.....

Quadro 2. Informações obtidas nas entrevistas, nos rótulos e bulas dos cupinidas líquidos disponíveis para a venda em lojas agropecuárias nos municípios de Goiânia, Hidrolândia e Varjão.....

Quadro 3. Informações obtidas nas entrevistas, nos rótulos e bulas dos cupinidas granulados disponíveis para a venda em lojas agropecuárias nos municípios de Goiânia, Hidrolândia e Varjão.....

Introdução geral

As questões ambientais envolvem assuntos que não podem ser tratados apenas por uma área do conhecimento. Um olhar amplo sobre os problemas ambientais aproxima as pessoas das soluções, pois na natureza os processos são interligados e dependentes, não divididos em áreas específicas. Sendo assim, resoluções de problemas que envolvem: meio ambiente e práticas humanas requerem conhecimentos que venham de diferentes áreas, que unam ciências naturais e as ciências humanas. Foi pensando nessa capacidade multidisciplinar de tratar questões ambientais que o presente trabalho se atentou a um assunto relevante que diz respeito ao modo como as pessoas “olham” e tratam os seres vivos, como objeto de estudo foi escolhido o grupo dos cupins que habitam pastagens em área de Cerrado.

Diante da percepção dessa necessidade de conhecimentos múltiplos e complementares na abordagem de questões complexas que envolvem aspectos naturais e humanos estão surgindo novas áreas do conhecimento dentro das ciências. Uma delas é a Economia ambiental que envolve conhecimentos da Economia, Ciências ambientais e políticas públicas para resolução de problemas. A Economia ambiental estuda o fluxo de resíduos e impactos resultantes no meio ambiente, dentro dessa área existem formas de quantificar esses resíduos além de atribuir valor monetário aos serviços prestados pela natureza. Essa estratégia aumenta a visibilidade das funções ecológicas que ainda não diretamente ligadas à atividades humanas, são de fundamental importância para manutenção da vida como um todo.

Este trabalho discute assuntos sobre uma prática insustentável que está destruindo o bioma Cerrado, a atividade pecuária. A criação de gado é uma atividade que gera consequências ambientais. Para formar o pasto a vegetação nativa é destruída e isso reduz a biodiversidade dando lugar a uma paisagem homogênea predominando gramíneas exóticas. Mesmo existindo uma porção de vegetação nativa preservada, o gado geralmente é solto nessas regiões, compactando o solo com o pisoteio e espalhando sementes dessas gramíneas exóticas nesses locais. Cupinzeiros são comuns em pastagens e são vistos como pragas, por isso os pecuaristas possuem a prática de remover os cupinzeiros e utilizar cupinidas para exterminar os cupins. Essa prática gera uma série de consequências que serão discutidas neste trabalho.

Para conseguir alcançar as pessoas e chamar atenção para a gravidade do problema, as autoras utilizaram uma ferramenta da Economia: a valoração econômica. Através da atribuição de valor monetário aos serviços prestados gratuitamente pela natureza, é possível

instigar a reflexão sobre a compensação econômica e ecológica dessas práticas podendo auxiliar na tomada de decisão em abandoná-las ou não. No momento atual, todos os habitantes do planeta estão sofrendo com as consequências da falta de consciência ambiental e é urgente a necessidade de ações que venham na contramão dessa maré de destruição, para que sejam ao menos freadas de alguma forma. Os pecuaristas que possuem a prática de remoção de cupinzeiros e estão em contato direto com venenos, por exemplo, sofrem, mesmo que em longo prazo com intoxicação do próprio corpo, têm gastos financeiros desnecessários, perda de tempo, além de estarem comprometendo a qualidade da água, poluindo os lençóis freáticos, causando danos ao solo, ao ar e aos seres vivos. São práticas locais como estas, que somadas geram problemas de grandes dimensões e muitas vezes irreversíveis.

O primeiro capítulo deste trabalho fez um levantamento através de pesquisa em base de dados online de artigos publicados que abordaram o tema valoração econômica dos serviços ecossistêmicos. Iniciou-se o trabalho pela realização deste levantamento, através da cienciometria, pois foi preciso antes de tudo, saber o que já existe disponível na literatura sobre o assunto a fim de situar e direcionar a forma e conteúdos abordados no segundo capítulo. Foi dada uma atenção especial aos cupins a fim de constatar como a comunidade científica vem tratando o tema da valoração econômica e serviços ecossistêmicos relacionados a esse grupo.

Por serem animais abundantes no Cerrado, de grande importância ecológica, adaptados a diversos ambientes entre outras características, esperava-se que os cupins fossem mais valorizados. No entanto, assim como todos os insetos não fazem parte de uma fauna carismática, tendo pouco destaque em trabalhos sobre valoração econômica e pouco estudados com foco na conservação. Os cupins são generalizados como sendo insetos pragas causadores de danos e isso faz com que o interesse por esse grupo siga esse viés. São escassos trabalhos que enfocam nos benefícios desses insetos para os seres humanos e para o meio ambiente.

No segundo capítulo foi realizado um estudo de caso com abordagem ecológica e econômica sobre os cupins que vivem em pastagens, foi escolhida uma espécie construtora de ninhos nesses habitats, que são os *Cornitermes silvestrii*, uma espécie comumente encontrada em pastos. Esse estudo foi dividido em etapas que abordavam desde informações biológicas, ambientais do grupo com coletas em campo, medidas de densidade de cupinzeiros no pasto, pesquisa bibliográfica; até aspectos humanos de percepção dos pecuaristas sobre o conhecimento e tratamento dos cupins, valor de mercado de cupinçadas utilizados para a remoção dos cupinzeiros e valoração econômica.

As entrevistas com pecuaristas foram feitas em dois municípios a fim de não restringir em apenas um local e evitar enviesar os resultados. Também foram realizadas entrevistas em lojas agropecuárias a fim de fazer um levantamento dos valores e forma de obtenção de cupinidas nos dois municípios e na capital mais próxima, que é a maior fonte distribuidora desses produtos. Todas essas informações foram reunidas para realização de cálculos a fim de quantificar, em valor monetário, o quanto poderia ser evitado caso os pecuaristas abandonassem essas práticas de remoção de cupinzeiros em pastagens.

O trabalho teve como objetivo principal investigar se os cupins de montículo em pastagens são pragas econômicas. Os resultados são direcionados tanto para a comunidade científica quanto para o público geral, uma vez que foi constatado que faltam trabalhos com essa abordagem ecológica aliada a dados econômicos para esse e outros grupos de insetos. Os resultados poderão ser divulgados ao público geral, especialmente aos pecuaristas através da proposta de um material de divulgação científica sobre a vida dos cupins.

Além de informações que possibilitam ao leitor conhecer melhor sobre esses seres vivos e sua importância ecológica, um diferencial nesse material é o fato de serem apresentados em valores monetários, quanto os pecuaristas investem em remoções de cupins de montículos em pastagens. O material finaliza com uma abordagem econômica geral sobre os custos ambientais da atividade pecuária ligada a um alerta conservacionista sobre o Cerrado e os cupins. A intenção deste material é que ele provoque no leitor uma reflexão sobre as práticas atuais e que estas contribuam para mudanças de atitude. Que esse olhar sobre o valor ecológico e valor econômico possa se estender a outros grupos de seres vivos, possibilitando assim, maior conservação do patrimônio natural que ainda resta e da própria vida humana.

Revisão bibliográfica

1. Aspectos gerais sobre os cupins

1.1. Sistemática e distribuição geográfica dos cupins

Cupins são comumente conhecidos por aleluias, formigas brancas ou siriris. Esses insetos pertencem a Ordem Blattaria (DONOVAN et al., 2000; NALEPA, 2015) e Infraordem Isoptera (Gr. *Isos*=igual + *pteron*=asas) (KRISHNA et al., 2013; RUXTON et al., 2014). Cupins ocorrem desde florestas úmidas até regiões áridas do globo em locais de clima tropical e subtropical (CONSTANTINO, 1999; CANCELLO e SCHLEMMERMEYER, 1999) entre 50 graus norte e sul.

Existem no mundo doze famílias de cupins, das quais oito possuem representantes atuais e quatro famílias foram extintas. Já foram identificados aproximadamente 300 gêneros e cerca de 3000 espécies (KRISHNA, 2013). Constantino (2015) afirma que no Cerrado há quatro famílias (Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae) com 54 gêneros e mais de 200 espécies conhecidas.

De acordo com Krishna e Weesner (1970) os cupins podem ser classificados em dois grupos, levando em consideração aspectos evolutivos em relação ao tipo de digestão realizada por eles. É a divisão em grupos mais primitivos chamados de “inferiores” e grupos mais recentes chamados de “superiores”. Os cupins “inferiores” possuem as seguintes características: pequeno número de indivíduos em colônias maduras, ninhos pouco elaborados, utilização de madeira como alimento principal, degradação da celulose através de protozoários simbiotes e possuem castas pouco definidas. Os cupins “superiores” apresentam colônias muito populosas, ninhos bem elaborados, utilizam-se de outras fontes de alimento que não seja madeira, degradam a celulose através de bactérias e de possuem castas bem definidas.

Nessa classificação, as famílias de cupins que pertencem ao grupo dos “superiores” são: Rhinotermitidae, Serritermitidae, Styloptermitidae e Termitidae. Já os cupins “inferiores” são aqueles que pertencem às famílias Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Solotermitidae (CONSTANTINO, 2015). Os cupins também são divididos taxonomicamente em cupins primitivos e cupins derivados ou “neoisopteras”. Os cupins derivados são definidos em parte por possuírem uma abertura distintiva da glândula frontal chamada fontanela. Os

neoisopteras compreendem as famílias Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, as demais famílias são primitivas (ENGEL et al., 2009).

1.2. A sociedade dos cupins e ciclo de vida

A sociedade dos cupins é dividida em castas com indivíduos estéreis e férteis (KRISHNA 1969; WILSON, 1971; ROISIN, 2000). As ninfas, operários e soldados são estéreis enquanto a rainha e o rei são férteis. Os cupins são eusociais, e assim como as formigas, abelhas e vespas a sociedade é dividida em castas onde há sobreposição de gerações, divisão do trabalho pelos reprodutores (parcialmente por indivíduos não reprodutores) e cuidado cooperativo dos filhotes (WILSON, 1971; ANDERSON e WOOD, 1984; THORNE, 1997; WEST e GARDNER, 2010; RUXTON et al., 2014).

Todos os cupins são seres eussociais obrigatórios, ou seja, os indivíduos da colônia formam grupos que permanecem juntos por toda a vida. Em uma relação de custos e benefícios pode-se afirmar que há mais benefícios que custos para organismos que se organizam de forma eussocial. Essa relação aumenta a competição intraespecífica, aumenta as chances de transmissão de doenças e parasitas e é mais fácil a detecção de predadores e parasitas. No entanto, há maior defesa contra predadores e competidores, redução do risco de dispersão, herança do ninho natal e aumenta as possibilidades em conseguir alimento (ANDERSON, 1984, INWARD et al., 2007; DAVIS et al., 2009).

Cupins são hemimetábolos, ou seja, não apresentam todas as fases da metamorfose em seu desenvolvimento. De modo geral, do ovo eclode um jovem que se desenvolve em um soldado, um neotênico reprodutivo ou uma ninfa. Os neotênicos reprodutivos são o rei e a rainha (nesse caso apresentando pequena fisiogastria) e as ninfas terão a capacidade de desenvolver asas e alçar voos para formar outra colônia (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

1.3. Hábito alimentar e aspectos evolutivos dos cupins

Cupins “inferiores” compreende o grupo mais antigo de cupins e possuem protozoários flagelados no intestino que digerem a celulose transformada em glicose em quantidades suficientes para própria sobrevivência e um excedente aproveitado pelo cupim. Já os cupins chamados “superiores” são formados por espécies de cupins que possuem no seu intestino bactérias simbiotes que realizam a mesma função dos protozoários nos cupins “inferiores” (WILSON, 1971).

De modo geral, cupins se alimentam de uma grande diversidade de matéria orgânica viva ou morta e em vários estágios de decomposição como madeira, solo, húmus, serrapilheira, fungos, líquens, gramíneas, plantas herbáceas, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e qualquer material orgânico que esteja no solo (LEE e WOOD, 1971; LIMA e COSTA-LEONARDO, 2007). A dieta dos cupins é rica em celulose que só é degradada e aproveitada como fonte de energia devido à existência de simbioses que vivem em seu intestino (WOOD e SANDS, 1978; PRINGLE et al., 2010).

Existem diversas classificações dos cupins em relação ao hábito alimentar. Uma delas divide os cupins em quatro grupos: “geófagos” ou “comedores de solo”, “xilófagos”, “comedores de serrapilheira” e “intermediários”. Os geófagos ingerem partículas minerais do solo com matéria orgânica, os intermediários se alimentam de uma mistura de solo e madeira e também madeira altamente decomposta e friável que se parece com solo (DE SOUZA e BROWN, 1994).

Segundo Eggleton e Tayassu (2001) os cupins podem pertencer a quatro grupos tróficos. Grupo I formado por cupins “inferiores” se alimenta de madeira, serrapilheira e gramínea. Grupo II formado pela família Termitidae também se alimentam de madeira, serrapilheira e gramínea. O grupo III também da família Termitidae se alimenta de madeira em avançado estágio de decomposição ou de solo com alto teor de matéria orgânica e o grupo IV que compreende os “geófagos”, aqueles que se alimentam de solo com baixo teor de matéria orgânica.

Donovan et al. (2001) definem os grupos I, II, III e IV, de acordo com um gradiente de humificação. Essa classificação é quantitativa e relaciona conteúdo intestinal com morfologia e anatomia interna dos operários. O grupo I englobam os “cupins inferiores” (não Termitidae); o grupo II é formado pela família Termitidae que possuem uma série de hábitos alimentares na qual a dieta alimentar inclui madeira, gramíneas, serrapilheira, micro epífitas; o grupo III é composto pelos grupos da família Termitidae que se alimentam de matéria orgânica em decomposição, mas que ingerem pouco solo mineral; e no grupo IV estão os Termitidae geófagos que ingerem solo e húmus.

Reis e Canello (2007) classificaram os cupins de acordo com hábitos alimentares baseado no trabalho de Eggleton et al. (1995) e observações de campo. A classificação dividiu os cupins em “humívoros” ou “geófagos” (cupins que se alimentam de solo); “intermediários”, conhecidos como “soil/wood interface-feeders” (cupins que se alimentam da interface solo/madeira, são coletados predominantemente no solo imediatamente sob troncos caídos ou colados a eles, ou ainda, dentro de troncos em alto estágio de

decomposição, onde o solo está misturado com madeira muito degradada); “xilófagos” (cupins que se alimentam de madeira) e “ceifadores” ou comedores de serrapilheira (cupins que cortam folhas ou alimentam-se de pequenos fragmentos de madeira e/ou outros itens da serrapilheira).

1.4. Cupinzeiros – a moradia dos cupins

Os ninhos dos cupins podem ser construídos sobre o solo, os chamados de cupinzeiros epígeos; podem ser feitos sob o solo que são os cupinzeiros subterrâneos ou hipógeos ou ainda sobre árvores que são os cupinzeiros arborícolas. De modo geral, cupinzeiros, ninhos ou termiteiros são construídos como forma de proteção para a colônia e sua arquitetura permite a manutenção constante de temperatura e aumento de umidade em relação ao ambiente externo. De acordo com Korb (2003) para que seja possível o cultivo de fungos dentro dos ninhos de cupins, são necessárias condições ideais de umidade e temperatura que deve ser constantes e de aproximadamente 30°C além de baixas concentrações de CO₂.

King e colaboradores (2015) em um trabalho sobre a construção dos ninhos dos cupins e a forma de controle de temperatura, recentemente explicaram que uma combinação simples de geometria, massa térmica heterogênea e porosidade permitem os montículos utilizar as oscilações diurnas da temperatura ambiente para a ventilação dentro do ninho.

De modo geral, os cupins forrageiam por longas distâncias e são capazes de alterar parcialmente o ambiente onde vivem através da criação de estruturas dos ninhos onde umidade e temperatura permanecem constantes. Essa característica dos ninhos possibilita com que eles permaneçam ativos enquanto boa parte da fauna do solo é reduzida ou eliminada em condições de altas temperaturas durante a estação seca. Em regiões tropicais áridas e semiáridas durante o período de seca, os cupins são os únicos invertebrados detritívoros e bioturbadores no solo (BOT e BENITES, 2005; JOUQUET et al., 2011), como consequência eles dominam os processos de decomposição nessas situações.

Apesar da importância do ninho para a vida dos cupins, há espécies que não constroem ninhos e vivem como inquilinos de outros ninhos já construídos, em grande parte já abandonados. É o caso das espécies *Inquilinitermes fur* e *Inquilinitermes microcerus* que vivem como inquilinos obrigatórios nos ninhos de *Constrictotermes cyphergaster*, um cupim que constrói ninhos arborícolas e é relativamente abundante em regiões de Caatinga e Cerrado no Brasil (MELO e BANDEIRA, 2004).

Há também espécies de cupins que podem construir ninhos epígeos ou ninhos subterrâneos como é o caso dos *Syntermes*. Os ninhos de *Syntermes* quando afloram à superfície são espalhados, baixos e não tão rígidos quanto os ninhos de *Cornitermes*. *Cornitermes* constroem ninhos epígeos chamados de montículos, e juntamente com *Syntermes* são alguns dos gêneros mais comuns em pastagens (VALÉRIO et al., 1998).

1.5. Cupins de montículo em pastagens

A intensa proliferação de cupins de montículos nas pastagens vem despertando a atenção das pessoas e trazendo preocupações aos pecuaristas, agricultores, técnicos e pesquisadores (FERNANDES, et al. 1998; LIMA et al., 2011). Espécies, densidades de cupinzeiros por área e arquitetura dos ninhos variam em função de fatores diversos tais como clima, vegetação, tipos e fertilidade dos solos (LEE e WOOD, 1971).

Dos cupins de montículo, os gêneros mais frequentes em pastagens são *Cornitermes*, *Syntermes*, *Procornitermes* e *Nasutitermes*, outros podem ser também encontrados em altas densidades (FERNANDES et al., 1998). O gênero *Cornitermes* constrói seus ninhos epígeos em diversos tipos de habitats, incluindo floresta, cerrado, campos e principalmente pastagens (CANCELLO, 1989). Czepak et al. (2003) constataram que das 24 espécies de cupins coletadas no Cerrado de Goiás, cerca de 58,9% dos indivíduos eram da espécie *C. silvestrii*. Este número pode estar relacionado ao fato de esse gênero ser comumente encontrado em áreas abertas com pastagens de uso intenso, o que resulta em números reduzidos de inimigos naturais, aumentando a reprodução de cupins de montículo.

Outros autores também realizaram levantamentos da densidade de cupins em pastagens e mostraram que a porcentagem de área ocupada por cupinzeiros é muito pequena, geralmente menos que 1% (VALÉRIO 1995; CUNHA e MORAIS, 2010; LIMA et. al., 2011; CUNHA, 2011; ALMEIDA e FERRARI, 2014). Em situação extrema chega a ocupar 3% do pasto (ACKERMAN et. al. 2007), o que torna insignificante e não justificável tamanha preocupação por parte dos pecuaristas em investir para remoção dos cupinzeiros.

Espécies de *Cornitermes* e outros cupins de montículos se proliferam em áreas onde prevalece vegetação herbácea, especialmente se predominarem gramíneas. No cerrado não desmatado cupinzeiros epígeos podem se encontrados em números reduzidos. Cinco a dez anos após o desmatamento e implantação de pastagens, infestações muito altas costumam ser observadas. O desmatamento pode reduzir a competição interespecífica, por eliminar espécies de cupins, como os arborícolas, e de outros insetos, que não se adaptam ao ambiente

desmatado. Além disso, predadores de cupins como formigas, tatus, tamanduás e pássaros podem desaparecer completamente após o desmatamento. Sendo assim, os efeitos do desmatamento na eliminação de competidores e inimigos naturais são importantes, mas a modificação do ambiente e abundância de alimento, com a implantação de pastagens é decisivo (FERNANDES et al. 1998). Pastos abandonados possuem menor riqueza de espécies que áreas naturais florestados (CUNHA e ORLANDO, 2011).

Diversos autores discutem a questão dos inconvenientes da presença de cupinzeiros nas pastagens (FERNANDES et al. 1998; BROSSARD e BARCELLOS 2005; PIKANÇO 2010). De modo geral, as justificativas para remoção de cupinzeiro são devido à presença dos montículos que causam a redução de área de pastejo para o gado, dificuldade de manejo com tratamentos culturais mecanizados (roçagens, aplicação de adubos e corretivos, preparo do solo); por servirem de abrigo de animais peçonhentos, desvalorização da propriedade que teoricamente é causada pela presença dos cupinzeiros que deixam as pastagens com aspectos de abandono e feias aos olhos de compradores.

No entanto, outros autores afirmam que nenhuma dessas questões justifica os cupins serem pragas econômicas, pois a relação custo/benefício pouco influencia na tomada de decisão para efetuar o controle. O aspecto visual é determinante e tem efeito psicológico atormentando o proprietário. Levando em consideração que os cupins sejam pragas estéticas (FERNANDES et al., 1998) ações de remoção dos mesmos na pastagem devem ser repensadas.

2. Papel ecológico e serviços ecossistêmicos prestados por cupins

Os cupins e outros seres vivos no solo realizam serviços ecossistêmicos. Os cupins são base da cadeia alimentar, atuam em processos de decomposição, mineralização de matéria orgânica, bioturbação, ciclagem de nutrientes, aeração do solo, são engenheiros do ecossistema entre outras atividades realizadas também por organismos como fungos, bactérias, minhocas, caramujos, formigas, centopeias, entre outros habitantes do solo. Organismos que vivem no solo juntamente com o clima, relevo e substrato geológico, são responsáveis por atuarem na sua formação.

O solo pode ser definido como sendo uma massa terrosa que recobre as superfícies emergidas da crosta terrestre, em contato permanente ou sazonal com a atmosfera, produto da alteração direta ou indireta de rochas, cuja espessura pode variar de alguns centímetros a

dezenas de metros e é interrompido apenas por afloramentos destas ou corpos líquidos (CASTRO e CAMPOS, 2008). O solo representa o substrato que fornece os nutrientes e água que são essenciais para o desenvolvimento das plantas e animais que o habitam ou dependem diretamente dele. É no interior do solo e sobre ele que se desenvolve a maior parte da vida encontrada nos ecossistemas terrestres.

As atividades realizadas pelos cupins, descritas a seguir mostram sua capacidade de modificar físico e quimicamente a estrutura do solo e também de contribuir para sua formação, caracterizando assim a participação no serviço de suporte. Além de servirem de alimento para outros seres vivos o que caracteriza o serviço de provisão, os cupins têm influência direta na produção primária que é um serviço de suporte. Como serviço cultural os cupins são atrativos turísticos ao apresentarem em seus ninhos o fenômeno da bioluminescência que chama atenção das pessoas interessadas ou não em pesquisas, fazendo movimentar o setor do ecoturismo.

2.1. Recurso alimentar e influência na produção primária

Os cupins são importante recurso alimentar para diversas espécies de anfíbios, répteis, aves, mamíferos, aranhas e formigas, sendo base de uma grande cadeia alimentar (BIGNELL e EGGLETON, 2000; GIBBONS e LINDENMAYER, 2002; CONSTANTINO, 2005; LIMA e COSTA-LEONARDO, 2007). Estes insetos constituem importante fonte de alimento para muitos mamíferos e já foram registrados nas dietas de diversas espécies de roedores, carnívoros e alguns primatas (REDFORD, 1984). Tamanduás-bandeira, por exemplo, apresentam as modificações extremas na forma de se alimentar. Sua dieta é especializada, uma vez que se alimentam exclusivamente de formigas e cupins (MONTGOMERY e LUBBIN, 1977). Durante a revoada os cupins servem de alimento para pássaros que se alimentam também de outros insetos.

Tais características somadas à densidade, à abundância e à estrutura dos cupinzeiros tornam algumas espécies de cupins espécies-chave no ecossistema. Um exemplo é a espécie *Cornitermes cumulans* (REDFORD, 1984; BLACK e OKWAKOL, 1997). Em ambientes de pastagem em regiões semiáridas os cupins são capazes de manter a integridade estrutural e funcional do ecossistema, pois eles têm um papel mediador em processos de ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água que é refletido na produção primária e na estrutura da comunidade vegetal (PAINE, 1969).

2.2. *Ciclagem de nutrientes*

A degradação da celulose é um dos importantes papéis ecológicos dos cupins que auxilia na ciclagem de nutrientes, movimento ou fluxo dos nutrientes entre a atmosfera, as plantas, os animais e o solo. Os montículos construídos por cupins humívoros são feitos com materiais vindos da superfície horizontal e reciclados pela erosão. Toda essa capacidade de movimentação do solo faz os cupins serem agentes pedogênicos e responsáveis pela distribuição de recursos no ecossistema. Como consequência das atividades termílicas acontece uma troca de matéria orgânica no solo através das fezes, a biomassa dos corpos dos cupins seria perdida se não fosse a construção dos ninhos quando há passagem de fogo por exemplo (HOLT e LEPAGE, 2000; JOUQUET, 2011).

2.3. *Engenheiros do ecossistema*

A biota do solo desempenha um papel de “engenheiros do ecossistema”, ou seja, organismos que criam, modificam ou mantêm habitats ou micro habitats, ao causarem mudanças no estado físico de materiais bióticos e abióticos que, direta ou indiretamente, modulam a disponibilidade de recursos para outras espécies. Sendo assim a engenharia do ecossistema consiste na “criação, modificação e manutenção de habitats e micro habitats por organismos” (JONES et al., 1994; DANGERFIELD, 1998; BIGNELL e EGGLETON, 2000; GUTIÉRREZ e JONES, 2008; DE SOUSA e CANCELLO, 2010). Os cupins possuem habilidade de criar estruturas biogênicas de solo com propriedades biológicas, físicas e químicas diferentes das do solo circundante ao seu ninho (JOUQUET et al., 2011).

2.4. *Decomposição e mineralização*

Os cupins ocupam simultaneamente os níveis de consumidores primários e decompositores da cadeia alimentar, são herbívoros e detritívoros, pois atuam na trituração, humificação, decomposição e mineralização de uma série de materiais celulósicos (vivos ou mortos) como a madeira, gramínea e plantas herbáceas (LIMA e COSTA-LEONARDO, 2007) e, por isso, contribuem para o melhor aproveitamento do fluxo de energia do ecossistema (CONSTANTINO, 2005).

A atividade de mineralização realizada pelos cupins é expressiva em regiões áridas onde a estação chuvosa impede que a serapilheira e fezes bovinas sejam degradados por

moscas, besouros, fungos e bactérias. Sendo assim, os cupins ocupam um nicho capaz de manter a umidade do ar no centro dos ninhos e são capazes de forragear independente do clima do ambiente externo (HOLT e LEPAGE, 2000; JOUQUET et al., 2011).

2.5. Bioturbação

Os cupins transportam matéria orgânica depositada na superfície para as camadas mais profundas do solo redistribuindo esses materiais aumentando a porosidade do solo, isso facilita a penetração da água da chuva permitindo maior umidade nas camadas mais profundas. Essa atividade é a chamada de bioturbação (BOT e BENITES, 2005). Eles influenciam nas características físicas e químicas do solo. O solo transportado pelos cupins geralmente possui altas proporções de partículas muito finas e com composição mineral diferente das partículas originais do solo da superfície. Sendo assim, são transformadores químicos do solo de forma indireta, pois ao expor esse solo antes subterrâneo à ação de intemperismos ele se modifica (JOUQUET et al., 2011).

2.6. Bioluminescência

Cupinzeiros com o fenômeno da bioluminescência são atrativos turísticos, esse é um exemplo de que os cupins realizem serviço cultural. No Brasil esse fenômeno é expressivo no Parque Nacional das Emas em Goiás durante os meses de outubro a dezembro. Na região, as larvas de uma espécie de vagalume, *Pyrearinus termitilluminans*, utilizam os cupinzeiros da espécie de cupins *Cornitermes cumulans* para proteção, abrigo e para a captura de suas presas, principalmente, insetos alados. Apenas a parte anterior e brilhante do corpo dos vagalumes ficar exposta durante a noite o que confere ao cupinzeiro um aspecto iluminado e atraente (Fig. 1). As larvas, após capturar as presas levam-nas para dentro dos túneis para se alimentar. Esse fenômeno acontece também em outras regiões como na África e na Austrália com outras espécies de coleópteros e isópteros se associando (REDFORD, 1982; COSTA e VANIN, 2010).



Figura 1. Fotos de cupinzeiros da espécie *Cornitermes cumulans* iluminados por lavas de vagalumes da espécie *Pyrearinus termitilluminans* no Parque Nacional das Emas - GO. (Fonte: <http://conhecimentocientifico.r7.com>)

3. Economia ambiental e valoração econômica

O estudo do meio ambiente não é apenas o estudo da flora e fauna, mas uma síntese de estudo de vários ramos do conhecimento como Ciência, Economia, Filosofia, entre outros. Portanto, um estudo de Economia ambiental necessita de um entendimento detalhado sobre vários fatores ambientais, sua influência na economia, suas funções sobre o meio ambiente e seus impactos sobre a vida das pessoas do presente e futuro (PAVITHRAN, 2008). A Economia ambiental é, portanto, uma área de estudo com caráter multidisciplinar (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). De modo geral, a Economia ambiental estuda o fluxo de resíduos e seus impactos resultantes na natureza (THOMAS e CALLAN, 2010).

A interação entre as atividades econômicas e o meio ambiente produz impactos ambientais que na maioria das vezes, não são levados em consideração quando é feita uma avaliação socioeconômica das atividades que os geram. Isso acontece porque esses bens e serviços ambientais, geralmente não apresentam valores de mercado. Dentre os impactos ambientais que as atividades humanas causam ao meio ambiente, pode-se citar a redução na qualidade da água e do ar, a destruição de habitats de animais silvestres provocada pelo desmatamento desordenado (CASIMIRO-FILHO, 1999).

Sendo assim, essa ausência dificulta o estabelecimento de um valor monetário para bens e serviços. Quando não é possível obter indicadores de valor que normalmente são usados no mercado, a solução é obtê-los de forma indireta. O termo valor de um bem ou serviço ambiental é entendido como sendo a expressão monetária dos benefícios obtidos de sua provisão do ponto de vista pessoal. Tais benefícios poderão ser advindos do uso direto e do uso passivo de tais bens e serviços. O valor econômico total dos bens e serviços ambientais é composto por três tipos distintos de valores: valor de uso, valor de opção e valor de existência.

O valor de uso que se refere ao valor atribuído pelos indivíduos pela participação numa determinada atividade, isto é, pelo uso atual da amenidade ambiental, por exemplo, o valor que os indivíduos estão dispostos a pagar para visitar um parque ecológico (ADAMOVICZ, 1991). Valor de opção diz respeito à disposição a pagar dos indivíduos para conservar um determinado recurso ou amenidade ambiental que poderá ser usado no futuro e cuja substituição seria difícil ou impossível. Por exemplo, pode-se citar o valor que as pessoas estão dispostas a pagar para preservar uma floresta na esperança de que as espécies que nela se encontram possam ser úteis para gerações futuras (KRUTILLA, 1967). Valor de existência que é quando os indivíduos obtêm benefícios pelo simples conhecimento de que determinada amenidade ambiental ou de que certa espécie existe, sem que haja a intenção de apreciá-las ou usá-las de alguma forma. Esse valor é conhecido na literatura como valor de existência e independe do uso direto, seja no presente, seja no futuro (IUCN, 1998).

O valor de uso é subdividido em valor de uso propriamente dito, valor de opção e valor de quase opção. O valor de opção refere-se ao valor da disponibilidade do recurso ambiental para uso futuro. O valor de quase opção, por outro lado, representa o valor de reter as opções de uso futuro do recurso, dada uma hipótese de crescente conhecimento científico, técnico, econômico ou social sobre as possibilidades futuras do recurso ambiental sob investigação. Muitas variantes dessa classificação existem. Não obstante, pode se distinguir os seguintes componentes do Valor Econômico Total (VET) de um bem ou serviço ambiental:

$$\text{VET} = \text{valor de uso} + \text{valor de opção} + \text{valor de quase opção} + \text{valor de existência}$$

Nos processos produtivos ocorrem externalidades negativas, principalmente ambientais. Essas externalidades negativas são definidas por Paulani e Braga (2000, p.81) tais como custos decorrentes da atividade econômica e que não são valorados pelo mercado como a poluição dos rios, do ar, redução das florestas nativas, etc. É desta questão que surge a economia do meio ambiente e seu desafio de criar métodos de valoração ambiental, a fim de promover soluções teóricas e operacionais para as externalidades, contribuir para o desenvolvimento sustentável, que inclui crescimento da produção, justiça distributiva e preservação ambiental.

A ausência de preços para os recursos ambientais e os serviços por eles prestados leva ao uso excessivo dos recursos. Isso pode conduzir a uma criação espontânea de mercados substitutos muito tardiamente, quando eles estiverem degradados num nível irreversível, ou à situação de mercados não serem criados nunca, levando à extinção completa do recurso. Considerando-se a possibilidade de inexistência de bens substitutos para os bens naturais, providências precisam ser tomadas antes que essa possibilidade se materialize. É diante desse

contexto que surgem os métodos de valoração econômica ambiental para estimar “preços” para os recursos ambientais e, dessa forma, fornecer subsídios técnicos para sua exploração racional (NOGUEIRA et al., 2000).

Os métodos de valoração econômica ambiental são instrumentos analíticos com aplicações que se expandiram de recreação ao ar livre para bens públicos tais como vida selvagem, qualidade do ar, saúde humana e estética (HANLEY e SPASH, 1993). Hufschmidt et al. (1983) fazem divisões de acordo com o fato de a técnica utilizar preços provenientes de mercados reais, de mercados substitutos ou mercados hipotéticos. Nessa classificação, as variações na qualidade de um recurso ambiental são mensuradas pelo lado dos benefícios ou dos custos resultantes dessas mesmas variações. Já Hanley e Spash (1993) fazem apenas uma distinção dos métodos de valoração econômica ambiental em dois grupos: de forma direta, como o método de valoração contingente (MVC); de forma indireta, como o método de preços hedônicos (MPH), o método dos custos de viagem (MCV) e as abordagens da função de produção, como o método dos custos evitados (MCE) e o método dose-resposta (MDR).

3.1. Método de Custos Evitados (MCE)

A ideia do MCE é de que gastos em produtos substitutos ou complementares para alguma característica ambiental podem ser utilizados como aproximações para mensurar monetariamente a “percepção dos indivíduos” das mudanças nessa característica ambiental (PEARCE, 1993). Seria o caso de um indivíduo comprar água mineral engarrafada e/ou ferver a água encanada para se proteger de uma contaminação da água servida à população no local onde reside. São esses “gastos defensivos” ou “preventivos” dos indivíduos que são considerados nesse método. No exemplo citado, os gastos são adicionados conjuntamente de maneira a englobar todos os possíveis gastos efetuados pelo indivíduo para proteger a sua saúde. Assim, ao tomar a decisão individual de comprar esses bens substitutos, ele está “valorando” essa perda na qualidade do recurso água potável em termos do valor de comprar a água engarrafada mais o custo de ferver a água encanada e mais as despesas médicas e o aborrecimento inerente por contrair uma doença (NOGUEIRA et al.,2000).

Atualmente, estuda-se o MCE como uma técnica descrita na teoria econômica por uma função de produção doméstica. Essa abordagem segue um raciocínio similar ao adotado por firmas quando do seu processo produtivo. Enquanto firmas produzem bens ou serviços, famílias produzem serviços que proporcionam utilidade positiva. Em ambas, o uso de “insumos” obedece a critérios para sua aplicação no processo produtivo, dentre eles estão o

critério qualitativo do recurso ou insumo. Assim, a característica dessa abordagem é que a motivação para os gastos é a necessidade de substituir por outros insumos (ou melhorar os existentes) devido à mudança na qualidade do recurso anteriormente utilizado no processo produtivo (HANLEY e SPASH, 1993). As aplicações mais comuns do MCE estão na avaliação da mortalidade e morbidade humanas, e estudos relacionados à poluição e suas implicações sobre a saúde humana (PEARCE, 1993; HANLEY e SPASH, 1993).

Embora a valoração dos serviços de ecossistemas em unidades monetárias ainda seja difícil, os resultados são cada vez mais importantes em debates sobre exploração *versus* desenvolvimento sustentável. Além disso, através dessas avaliações são disponibilizadas melhores informações que incentivam um diálogo aberto sobre as vantagens, desvantagens e limitações dos métodos, e propõem estratégias para melhorar as várias abordagens da valoração (DE GROOT et al., 2012).

Frequentemente, os preços atribuídos aos bens naturais são muito baixos, ou mesmo próximos de zero, não refletindo a variedade de serviços ecossistêmicos fornecidos no mercado e não mercado por esse sistema multifuncional, porque os convertimos em plantações, pastagens ou outro sistema mono funcional sem, ou parcialmente, considerando os custos de perda desses serviços (DE GROOT, et al. 2012). Sendo assim, é importante frisar que os valores obtidos pelos métodos de valoração são sempre subestimados, o que torna a importância dos serviços prestados pela natureza ainda mais valorosos, enfatizando a dependência humana sobre os mesmos.

3.2. Funções ecossistêmicas e serviços ecossistêmicos

Existem diferenças conceituais entre funções ecossistêmicas e serviços ecossistêmicos. Funções ecossistêmicas se referem à diversidade de habitats, diversidade biológica, de bens do sistema ou processos do ecossistema, são os recursos naturais renováveis e não renováveis (CONSTANZA, 1997). Outra definição das funções ecossistêmicas afirma que são as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água (DALY e FARLEY, 2004). Essas funções são consideradas um subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas ecossistêmicas (DE GROOT et al., 2012), criam uma integridade sistêmica dentro dos ecossistemas, criando um todo maior que o somatório das partes individuais.

De acordo com Andrade e Romeiro (2009) o conceito de funções ecossistêmicas é relevante no sentido de que por meio delas que se dá a geração dos chamados serviços ecossistêmicos, benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Constanza et al. (1997) afirmam que os serviços ecossistêmicos consistem em fluxos de materiais, energia e informações do estoque do capital humano combinado ao manufaturado, esses serviços por sua vez produzem o bem estar humano.

As funções ecossistêmicas são reconceitualizadas enquanto serviços de ecossistema na medida em que determinada função traz implícita a ideia de valor humano. Sendo assim, uma função passa a ser considerado um serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade/potencial de ser utilizada para fins humanos (HUETING et al., 1998). Um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais que um serviço ecossistêmico (COSTANZA et al., 1997).

De Groot e colaboradores (2002) agruparam as funções ecossistêmicas em: função de regulação (regulação de gás, regulação climática, regulação de distúrbios, regulação de oferta de água, regulação de nutrientes, retenção do solo, formação do solo, tratamento de resíduos, polinização, controle biológico); funções de habitat (refúgio e berçário); funções de produção (alimentos, matéria orgânica, recursos genéticos, recursos ornamentais); funções de informação (recreação, informação estética, informação artística e cultural, informação histórica e espiritual, ciência e educação).

Os serviços ecossistêmicos são classificados de forma semelhante às funções ecossistêmicas. Segundo o Millennium Ecosystem Assessment - MEA (2005, p.57) os serviços ecossistêmicos podem ser divididos em quatro categorias:

Serviços de provisão ou abastecimento que compreende a oferta de alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos e recursos genéticos. Serviços de regulação que englobam regulação climática, de doenças, biológica, regulação e purificação da água, regulação de danos naturais e polinização. Os serviços culturais que são as atividades de ecoturismo e recreação, atividades de caráter espiritual e religiosas, estéticas, de inspiração, educacionais; que envolvem senso de localidade e heranças culturais. E o serviço de suporte que está relacionado com a formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária.

De acordo com a definição de serviços ecossistêmicos estudos diversos realizam uma ligação com métodos da economia a fim de atribuir valores a bens naturais através, por exemplo, de estudos de valoração econômica. Essa estratégia vem sendo utilizada em trabalhos na área da conservação a fim de quantificar os bens da natureza de forma convencer sobre a necessidade de preservar esses recursos para as gerações atuais e futuras, uma vez que o ser humano depende desses recursos para garantir a sobrevivência e bem estar.

4. Referências

- 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, p. 267–276. 2007.
- ADAMOWICZ, W. L. Valuation of environmental amenities. Canadian **Journal of Agricultural Economics**, v.39, n. 4, p. 609-618, dez. 1991.
- ALMEIDA, R.N.; FERRARI, J.L. **Caracterização da ocorrência de montículos de cupim em área de pastagem do IFES Campus Alegre**. Anais de Congresso. 1º Simpósio de Agroecologia do IFES, semeando saberes agroecológicos. Espírito Santo, Brasil, nov.2014.
- ANDERSON, J.M. ; WOOD, T.G. Mound composition and soil modification by two soil-feeding termites (Termitinae, Termitidae) in a riparian Nigerian forest. *Pedobiologia*. 26(2):77-82. 1984.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 159, 2009.
- BIGNELL, D. E., P. EGGLETON. Termites in ecosystems. In: ABE, T. (eds.) et al. **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Kluwer Academic Publishers. p. 363-387. 2000.
- BIGNELL, D. E.; EGGLETON, P. Termites in ecosystems, p. 363–387. *In*: T. Abe; D. E. Bignell & M. Higashi (eds.). **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 466 p. 2000.
- BLACK, H. I. J.; OKWAKOL, M. J. N. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites. **Applied Soil Ecology**, v. 6, p. 37-53. 1997.
- BOT, A AND BENITES, J. **The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought-Resistant Soil and Sustained Food and Production**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2005.
- BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. de O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de Latossolos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v.22, p.153–168, 2005.
- CANCELLO, E. M. & T. SCHLEMMERMEYER. Isoptera, p. 82–91. In: C. R. F. Brandão & E. M. Canello (orgs.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX. **Invertebrados Terrestres**. São Paulo, FAPESP, Vol. 5, 279 p. 1999.
- CANCELLO, E.M. **Revisão de *Cornitermes* Wasmann (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae)**. 151f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP. 1989.

CASIMIRO FILHO, F. Valoração econômica de amenidades ambientais: algumas considerações. **Teoria e Evidência Econômica**. Passo Fundo. N. 13. Vol 7, pág 53-68, nov 1999.

CASTRO, S.S; CAMPOS, A.B. **Solos e Ecossistemas**. (No Prelo). Universidade Federal de Goiás/ Instituto de Estudos Sócio - Ambientais. 2008.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos Zoologia**. 40 (25): 387-448. 1999.

CONSTANTINO, R. **Cupins do Cerrado**. Technical books, 1ª edição, p. 167, Brasília, DF. 2015.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In: Scariot, A.O., Silva, J.C.S.; Felfili, J.M. (eds.) **Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado**. Ministério do Meio Ambiente, p. 319- 333. 2005.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; BELT, M.V.D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. vol. 387. may, 1997.

COSTA, C.; S. A. VANIN. Coleoptera Larval Fauna Associated with Termite Nests (Isoptera) with Emphasis on the Bioluminescent Termite Nests from Central Brazil. *Psyche: A Journal of Entomology*. p. 1-13. 2010.

COSTA-LEONARDO, A.M.; CASARIN F.E.; CAMARGO-DIETRICH, C.R.R. **Identificação e práticas de manejo de cupins em áreas urbanas**. In: PINTO, A.S., A.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. orgs. **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba, CP 2. p.41-54. 2007.

CUNHA, F.H. da. Distribuição espacial de cupinzeiros epígeos de pastagem no município de Iporá-GO, Brasil. **EntomoBrasilis**. v.4, n.2, p.45-48. 2011.

CUNHA, H.F. da; MORAIS, P.P.A.M. Relação espécie-área em cupinzeiros de pastagem, Goiânia-GO, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.3, p.60-63, 2010.

CZEPAK, C. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.33, n.1, p.35-38, 2003.

DALY, H.E.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications**. Washington, DC: Island Press, 2004.

DANGERFIELD, J.M.; MCCARTHY, T.S.; ELLERY W. N. The mound-building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. **Journal of Tropical Ecology**. v. 1, p. 507-520. 1998.

DAVIS, R. B.; BALDAUF, S. L.; MAYHEW, P. J. Eusociality and the success of the termites: insights from a supertree of dictyopteran families. **Journal of evolutionary biology**. v.22, p.1750-1761, 2009. Disponível em < <http://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2009.01789.x> > Acesso em 02 de março de 2016.

DE GROOT, R.; BRANDER, L.; PLOEG, S.; GHERMANDI, A.; HEIN, L.; HUSSAIN; KUMAR, P.; MCVITTIE, A.; PORTELA, R.; RODRIGUEZ, L.C.; BRINK, P.; BEUKERING, P.V. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units Ecosystem Services. p. 50-61, **Elsevier**, 2012.

DE GROOT, R.S., WILSON, M.A., BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**. v. 41, p. 393-408, 2002.

DE SOUZA, O. CANCELLO, E.M. Termites and ecosystem function, in International Commission on Tropical Biology and Natural Resources. IN **Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)**, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, 2010.

DE SOUZA, O.; BROWN, W.L. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**. v.10, n.2, p.197-206. 1994. Disponível em < <http://seer.upf.br/index.php/rtee/article/view/4805/3233> >

DONOVAN, S. E., JONES, D. T., SANDS, W. A., EGGLETON, P. Morphological phylogenetics of termites (Isoptera). **Biological Journal of the Linnean Society**, v.70, p. 467-513, dez. 2000.

DONOVAN, S.E., EGGLETON, P., BIGNELL, D.E. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. **Ecological Entomology** 26, 356-366. 2001.

EGGLETON, P. et al. The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Camerron. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, p.85-98, 1995.

EGGLETON, P.; TAYASSU, I. Feeding groups, litypes and the global ecology of termites. **Ecological Research**. v.16, p. 941-960. 2001

ENGEL MS, GRIMALDI DA, KRISHNA K. Termites (Isoptera): Their phylogeny, classification, and rise to ecological dominance. **American Museum Novitates**. n.3650, p. 1-27. 2009.

FERNANDES, P.M., CZEPAK, C.; VELOSO, V.R.S.. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética?. In FONTES, L.R. & E. BERTI-FILHO (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**, p. 187-210, FEALQ, Piracicaba, SP. 1998.

GIBBONS, P.; LINDENMAYER, D. **Tree Hollows and Wildlife Conservation in Australia**. Csiro Publishing, p.240. 2002.

GUTIÉRREZ, J.L., JONES, C.G. **Ecosystem engineers**. In: Encyclopedia of Life Sciences. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2008.

HANLEY, N.; SPASH, C. L. Cost-benefit analysis and the environment. **Edward Elgar**, Hants, Inglaterra, 278 p., 1993.

HOLT, J. A.; LEPAGE, M. Termites and soil properties. In: ABE, T. (eds.) et al. **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Kluwer Academic Publishers. p. 389-407. 2000.

HUETING, R., REIJNDERS, L., de BOER, B., LAMBOOY, J., JANSEN, H., The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics* 25, 31- 35. 1998.

HUFSCHMIDT, M. M.; JAMES, D. E.; MEISTER, A. D.; BOWER, B. T.; DIXON, J. A. **Environment, natural systems, and development: an economic valuation guide**. Baltimore, EUA: Johns Hopkins University Press, 338 p, 1983.

INWARD, D.; BECCALONI, G.; EGGLETON, P. Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. **The royal society**, v.3, p. 331-335, mar. 2007. Disponível em <<http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/roybiolett/3/3/331.full.pdf>> Acesso em 11 de janeiro de 2016.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **Economic Values of Protected Areas: Guidelines for Protected Area Managers**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. v.12, p.52. 1998.

JONES CG, LAWTON JH, SHACHAK M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos** v.69, p. 373–386. 1994.

JOUQUET, P., TRAORE, S., CHOOSAI, C., HARTMANN, C., BIGNELL, D. In Fluence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *Eur. J. Soil Biology*. v. 47, p. 215-222. 2011.

KING, H.; OCKOB, S.; MAHADEVANA, L. Termite mounds harness diurnal temperature oscillations for ventilation. **PNAS**. n. 37, v.112, set. 2015.

KORB, J. Thermo regulation and ventilation of termite mounds. **Springer**. v.90, p.212-219, fev, 2003.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D.A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M.S. **Treatise on the Isoptera of the word**. Bulletin of the American Museum of Natural History. v.377, p. 01-2704. 2013.

KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. **Biology of Termites**. v. 1, p.648. Eds. Academic Press, New York, 1969.

KRUTILLA, J.V. Conservation reconsidered. **The American Economic Review**. v.57, n.4, p.777-786, 1967

LEE, K.E.; WOOD, T.G. Termites and soil. New York: **Academic Press**, 1971.

LIMA, J.T. & COSTA-LEONARDO. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera, **Biota Neotropica**, v.7 ,n. 2, p. 243-250. 2007; Disponível em:<<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?thematic-review+bn04007022007>>

LIMA, S.S.; ALVES, B.J.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; PINHEIRO, E.F.M.; SANT'ANNA, S.A.C.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.12, p.1699-1706, 2011.

MELO, A.C.S., BANDEIRA, A.G., A qualitative and quantitative survey of termites (Isoptera) in an open shrubby caatinga in northeast of Brazil. **Sociobiology**. v.44, p.707-716. 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosystem and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONTGOMERY, G. G.; Y. D. LUBIN. Prey influences on movements of neotropical anteaters. p. 103-131. In: PHILLIPS, R.L.; C. JONKEL (Eds). **Proceedings of the 1975 Predator Symposium**. Montana Forest and Conservation Experiment Station. University of Montana. 1977.

NALEPA, C. A. Origin of termite eusociality: trophallaxis integrates the social, nutritional, and microbial environments. **Ecological Entomology**, v.40, p.323-335, North Carolina, 2015.

NOGUEIRA, J.M.; MEDEIROS, M.A.A de.; ARRUDA, F.S.T.de. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.2, p.81-115, 2000.

PAINE, R.T., 1969. A note on trophic complexity and community between gamma-BHC and nitrogen application in sugar cane stability. **The American naturalist.**, 103: 92-93, 1969. Disponível em < <http://ib.berkeley.edu/labs/power/classes/2006fall/ib250/16.pdf>> Acesso em 14 de janeiro de 2016.

PAULANI, L. M.; BRAGA, M. B. **A nova contabilidade social**. São Paulo: Saraiva, 2000.

PAVITHRAN, K.V. **A Textbook of Environmental Economics Paperback**. -104 p. chapter 1. New Age International, 2008. disponível em <<http://www.newagepublishers.com/samplechapter/001600.pdf>>

PEARCE, D. Economic values and the natural world. **Earthscan Publications**, Londres, 129 p. 1993.

PICANÇO, M.C. Manejo integrado de pragas. Apostila de entomologia. UFV, Viçosa-MG. 1-146 p. 2010.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. v.7, 328p. Planta, Londrina, 2001.

PRINGLE, R. M.; DOAK, D. F.; BRODY, A. K.; JOCQUÉ, R.; PALMER, T. M. Spatial pattern enhances ecosystem functioning in an African savanna. **Plos biology**, v. 8, n. 5, p. 1-12, 2010.

REDFORD, K. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, 16 (2): 112-119, 1984.

REIS, Y.T.; CANCELLO, E.M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Iheringia. Série Zoologia**, v.97, p.229-234, 2007.

ROISIN, Y. Diversity and evolution of caste patterns, p 95–119. In: Abe, T., Bignell, D.E. & Higashi, M. (eds). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 2000.

RUXTON, G.D.; HUMPHRIES, S.; MORRELL, L.J.; WILKINSON, D.M. Forum Why is eusociality an almost exclusively terrestrial phenomenon? **Journal of Animal Ecology**. v.83, p. 2014.

THOMAS, Janet M; CALLAN, Scott J. **Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

THORNE, B. L. Evolution of eusociality in termites. Annual **Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v.28, p.27-54. 1997.

VALÉRIO, J. R.; SANTOS, A. V.; SOUZA, A. P.; MACIEL, C. A. M.; OLIVEIRA, M. C. M. Controle químico e mecânico de cupins de montículo (Isoptera: Termitidae) em pastagens. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.27, p. 125-131, 1998.

VALÉRIO, J.R., 1995. **Ocorrência, danos e controle de cupins de montículos em pastagens**, p. 33-36. In: reunião sul brasileira de insetos de solo, 5. Dourados-MS: Ata e Resumos. 1995.

WEST, S.A.; GARDNER, A. Altruism, Spite, and Greenbeards. **Science**, v.327, p.1341. mar. 2010.

WILSON, E. O. **The Insect Societies**. Belknap Press of Harvard University Press, p.548, Cambridge, MA. 1971.

WOOD, T. G., SANDS, W. A. The role of termites in ecosystems. In: M. V. BRIAN (ed.). **Production ecology of ants and termites**, Cambridge: Cambridge University Press. p. 245-392. 1978.

Capítulo 1. Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos: uma análise cienciométrica

Resumo

A cienciométrica contribui para a compreensão do estado da arte dentro de um campo científico. Através dela é possível identificar quais áreas precisam ser investigadas e perceber novas áreas surgindo. A economia ambiental é uma área nova e interdisciplinar dentro da ciência e busca uma solução para danos ambientais causados por impactos humanos incorporando princípios econômicos aos conhecimentos biológicos. O presente estudo objetiva descrever e analisar as tendências da produção científica em valoração econômica dos serviços ecossistêmicos, analisar a tendência temporal dessas publicações, realizar um levantamento da produção científica sobre como, onde e quais serviços estão sendo valorados e por quem estão sendo realizando os trabalhos e fazer um levantamento da produção científica em valoração econômica relacionada aos serviços ecossistêmicos realizados por cupins. Para isso foi realizada uma busca por artigos publicados entre 1991 e 2015, na base de dados Thomson-ISI na principal coleção do Web of Science para saber a tendência temporal e selecionados artigos dos em intervalo de tempo relevante para os demais objetivos. Para a análise de tendência temporal constatou-se nesse período que houve um aumento de publicações ($r = 0,85$; $p < 0,01$), sendo que a maioria foram estudos teóricos (83%). Já nos últimos quatro anos, dos 2062 artigos encontrados, foi possível perceber o predomínio da valoração de “paisagens” e serviços ecossistêmicos da categoria “cultural”. Dos artigos que tinham como tema o estudo de invertebrados o serviço mais valorado foi o de regulação, com destaque para a polinização. Já os seis artigos sobre cupins não valoraram seus serviços e apenas um deles associou os cupins com serviços ecossistêmicos. O tema da economia ambiental tem crescido, mas mesmo assim há serviços, organismos e paisagens globalmente importantes que não estão sendo enfatizados por parte dos estudos. Em contrapartida, há expectativas de que com o aumento das pesquisas, regiões e grupos de organismos ainda pouco estudados sejam mais explorados a fim de garantir maior conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: análise da produção científica – economia ambiental – cupins

Chapter 1. Economic Valuation of Ecosystem Services: A scientometric analysis

Abstract

The scientometric contributes to the understanding of the state of the art in a scientific field. Through it is possible to identify which areas need to be investigated and realize new areas emerging. Environmental economics is a new interdisciplinary field within science and seeks a solution to environmental damage caused by human impacts incorporating economic principles to biological knowledge. This study aims to describe and analyze trends in scientific production in economic valuation of ecosystem services, analyze temporal trends of these publications, conduct a survey of the scientific literature on how, where and what services are being valued and who are performing the work and to survey the scientific production in economic valuation related to ecosystem services performed by termites. For this was made a search for articles published between 1991 and 2015, the Thomson-ISI database in the main collection of Web of Science to find the time trend and selected articles in the relevant time interval for the other objectives. For the temporal trend analysis it was found that period there was an increase of publications ($r = 0.85$; $p < 0.01$), most of which were theoretical studies (83%). In the last four years, the found articles 2062, it was revealed the predominance of valuation "landscapes" and ecosystem services of the category "cultural". Of the articles about invertebrates the most valued service was the regulation, especially for pollination. Already six articles about termites not value their services and only one associated with termite ecosystem services. The theme of environmental economy has grown, but still there are services globally important organisms and landscapes that are not being emphasized by the studies. On the other hand, there are expectations that with the increase in research, regions and groups of organisms still understudied be further explored in order to ensure better conservation of biodiversity.

Keywords: analysis of scientific production - environmental economics - Termites

1. Introdução

A análise quantitativa de publicações científicas é uma técnica chamada *cienciometria*, que contribui para a compreensão do estado da arte dentro de um campo científico (HOOD e WILSON, 2001). Nos últimos anos, tem tido um papel importante na medição e avaliação do desempenho das pesquisas (MINGERS e LEYDESDORFF, 2015). Através da *cienciometria* é possível identificar quais áreas precisam ser investigadas, levando em consideração a relevância do tema e através desse conhecimento é possível também ser útil no direcionamento de pesquisas (NABOUT et al., 2012).

Um exemplo de nova área surgindo na ciência é a economia ambiental: esse campo de estudo, com caráter multidisciplinar, objetiva agregar valor monetário aos benefícios que a natureza oferece gratuitamente (PRIMACK e RODRIGUES, 2001) com conhecimentos da economia, ciência ambiental e política pública incluindo valores da diversidade biológica na análise econômica (BARBIER et al., 1994; CARVALHO, 2012). Partindo do princípio de que impactos humanos causam perda de biodiversidade e uma vez que as causas dos danos ambientais são de natureza econômica, a solução para estes problemas deve também incorporar princípios econômicos (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

É preciso ter cuidado ao se pensar em valoração de determinada espécie, serviço, ambiente ou o conjunto destes. Segundo Wilson (1997) há valores que não dependem da relação com humanos, pois as espécies possuem valor moral por elas próprias. Em seu livro “Biodiversidade”, Edward Wilson (1997, p. 259) faz uma reflexão e discute sobre os valores de mercadoria, comodidade e moralidade atribuídos às espécies:

O valor da biodiversidade é o valor de tudo que existe. É o valor acumulado de todos os PIBs de todos os países, de hoje até o fim do mundo. A economia e as vidas das pessoas dependem da biodiversidade, se ela for reduzida, e não se sabe até que ponto chega esse desastre, não haverá mais seres conscientes e com eles serão perdidos todos os valores.

Há classificações que buscam integrar os sistemas naturais sistematizando os serviços prestados pela natureza em relação ao ser humano como benefícios tangíveis (fluxos de recursos naturais, como madeira e alimentos) e intangíveis (como beleza cênica e regulação do clima). Todos os benefícios provenientes do capital natural são chamados de serviços ecossistêmicos (ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Definem-se como serviços ecossistêmicos o fluxo de material, energia e informação de “estoques” naturais que combinadas com atividades humanas e manufaturadas, produzem bens para o bem-estar humano

(CONSTANZA et al., 1997) e de acordo com a *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) são quatro as categorias dos serviços ecossistêmicos: serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte.

A definição de serviços ecossistêmicos chega a ser antropocêntrica (ANDRADE e ROMEIRO, 2009), mas de forma geral permite refletir objetivamente sobre as ameaças drásticas ao capital natural, as quais geram consequências para todos os habitantes do planeta. Daí a importância de estudos que enfatizam o valor de recursos naturais, serviços ou organismos buscando abranger a maior quantidade e formas de valores, incluindo valores morais sempre que possível.

Apesar dos esforços e tentativas de estimar o valor da biodiversidade, há problemas práticos, pois não se conhece suficientemente a complexidade dos ecossistemas para ser capaz de calcular o valor econômico e ecológico em um plano mais amplo (WILSON, 1997), portanto, os valores são sempre subestimados (COSTANZA et al., 1997). Além disso, alguns serviços ecossistêmicos importantes são ainda pouco valorados, tais como os serviços de suporte o que evidencia a necessidade de mais trabalhos enfatizando tais implicações. Os serviços de suporte são difíceis de ser mensurados e valorados, pois são benefícios indiretos e realizados simultaneamente por diversos agentes tais como minhocas, cupins, bactérias, fungos no solo; algas nos ambientes marinhos, entre outros.

O serviço de suporte inclui várias atividades que acontecem no solo, como sua formação, a ciclagem de nutrientes e a produção primária. De acordo com Cortez e Abreu (2008) em uma conferência sobre o solo em Lisboa:

O solo é o substrato para a vida dos ecossistemas, constituindo um sistema vivo e dinâmico que funciona como regulador dos ciclos biogeoquímicos e hidrológico, atuando como filtro depurador e reservatório de armazenamento de água, desempenhando ainda funções de suporte físico e químico para a vida, bem como um importante papel de tampão em face de diversas formas de contaminação ambiental. Assim, deve ser encarado como um recurso natural vital, embora seja escasso e perecível.

No solo há diversos seres vivos atuantes no processo de manutenção de suas propriedades físico-químicas, dentre eles estão os cupins. Organismos como os cupins participam de importantes processos ecológicos com atividades de ciclagem de nutrientes (ABE et al., 2000; FERREIRA et al., 2011), aeração do solo, formação de agregados, decomposição de material orgânico que influenciam de forma direta e indireta na formação dos solos e das paisagens onde se encontram (SARCINELLI et al., 2009; PENNISI e CARLSTROM, 2015), por essas e outras razões é necessário maior atenção para esse grupo.

Além das atividades realizadas nos solo, pode-se afirmar que os cupins estão inclusos na categoria de serviços de provisão ou abastecimento, pois existem culturas indígenas, inclusive no Brasil que se utilizam cupins na dieta alimentar (COSTA-NETO, 2003; ROMEIRO et al., 2015). Cupinzeiros também são atrações turísticas, fato que os inclui como seres que realizam serviço ecossistêmico cultural. De acordo com Redford (1982, p.33):

Larvas de vagalumes da espécie *Pyrearinus termitilluminanus* vivem em túneis na parte externa dos ninhos de cupins *Cornitermes cumulans*, em uma associação de inquilinismo. A emissão luminosa é uma estratégia para atrair presas, geralmente insetos alados. Esse fenômeno ocorre somente no Cerrado do Brasil Central e, mais especificamente, no Parque Nacional das Emas. A partir do início das chuvas, no final de setembro, este fenômeno é observado e representa a resposta evolutiva das larvas *P. termitilluminans* a um curto e muito rico período de oferta de alimento, onde as larvas capturam e armazenam presas para a posterior estação seca.

Apesar de estarem prestando serviços ecossistêmicos, os cupins são mais conhecidos como pragas (SILESHI et al., 2009) devido à sua capacidade de digerir celulose, os cupins direcionam para si um considerável fluxo de energia, atingindo biomassa elevada e, ao mesmo tempo, servindo de alimento para outros organismos (WOOD e SANDS, 1978).

Além disso, cupins e formigas são os invertebrados dominantes em ambientes terrestres tropicais e estão presentes desde as florestas úmidas até as savanas, sendo encontrados até mesmo em regiões secas (EGGLETON et al., 1996). Devido a essa ampla distribuição geográfica, eles exercem papéis ecológicos e desempenham serviços ecossistêmicos relevantes para manutenção da vida nos ambientes onde habitam. Uma forma de destacar a importância dos cupins para o solo seria através da valoração econômica dos serviços ecossistêmicos que eles realizam.

Este estudo poderá guiar futuras pesquisas e contribuir para o conhecimento dentro da área de valoração econômica de recursos naturais. Foi dado um enfoque no grupo dos cupins, devido ao fato de serem organismos pouco estudados sob a perspectiva de serviços ecossistêmicos, mesmo realizando quase todos esses serviços na natureza. No presente trabalho foi realizado o levantamento de artigos com temas da economia ambiental, enfatizando a valoração econômica e serviços ecossistêmicos, com o objetivo de descrever as tendências da produção científica em valoração econômica da biodiversidade através de busca e análise de artigos em base de dados online.

1.1. Objetivos específicos:

- analisar a tendência temporal de trabalhos em valoração dos serviços ecossistêmicos,
- realizar um levantamento da produção científica sobre como e quais serviços ecossistêmicos e recursos naturais estão sendo valorados e por quem estão sendo realizando os trabalhos,
- fazer um levantamento da produção científica em valoração econômica relacionado aos serviços ecossistêmicos realizados por cupins.

2. Metodologia

2.1 Busca

Foi realizada uma busca por artigos na base de dados Thomson-ISI em 09 de junho de 2016 na coleção principal da Web of Science (<http://www.isiknowledge.com>). O delineamento da busca foi em tópicos – título, resumo e palavra-chave - limitada entre os anos de publicação de 1991 a 2015. O ano de 2016 foi desconsiderado por se tratar do ano corrente no momento da realização da busca. As palavras-chave usadas na busca foram: economic* AND ecosystem* AND valu*. A busca foi refinada para quais organismos realizam esses serviços ecossistêmicos, para possibilitar o levantamento da produção científica em valoração econômica dos serviços ecossistêmicos realizados por cupins.

Foi realizado um recorte temporal dos artigos publicados nos últimos quatro anos (2011 a 2015), para a escolha desses anos foi levado em consideração os tratados e conferências ambientais ocorridos no mundo que foram marcos na história ambiental. Em 2011 aconteceu a Conferência do clima da ONU e também foi declarado pela ONU o ano internacional das florestas, no qual foi proposta a realização de ações que incentivassem a conservação e a gestão sustentável de todos os tipos de floresta do planeta. Devido a esse fato, o presente trabalho analisou artigos a partir desse ano.

Dentre os trabalhos publicados a partir de 2011, foram selecionados os artigos que valoraram algum serviço ecossistêmico e deles retiradas as seguintes informações: abrangência espacial, área de estudo dos pesquisadores e quais serviços ecossistêmicos estão sendo valorados. Essas informações foram apresentadas nos resultados do presente trabalho de forma descritiva. Após a busca os artigos foram exportados para planilha do Microsoft Excel® afim de, realizar a tabulação dos dados e categorizar as informações.

2.2. *Categorização dos artigos publicados entre 2011 e 2015 e que valoraram algum serviço ecossistêmico*

Abrangência espacial: os trabalhos foram categorizados como sendo de âmbito “local”, “regional” e “global”. Os trabalhos realizados em um local específico como uma cidade, um país, uma área de preservação, por exemplo, foram incluídos na categoria “local”. Trabalhos realizados em regiões maiores, como mais de uma área protegida, mais de um país, foram classificados como “regional”. Artigos que publicaram resultados envolvendo todo o globo foram incluídos na categoria “global”, como por exemplo, artigos que trabalharam com algum serviço ecossistêmico relacionado a algum impacto global, tais como polinização, contribuição do forrageamento de algum grupo animal em ecossistema marinho, entre outros com essa amplitude.

Área de estudo dos pesquisadores: foram categorizados como “conjunto” os trabalhos com três ou mais autores provenientes de diferentes áreas de pesquisa, as demais categorias foram “Ciências Biológicas”, “Economia” e “Diversos” para trabalhos provenientes de áreas diferentes das citadas. Essas informações da área de pesquisa provenientes dos autores estavam disponíveis no campo C1 (“author address” - endereço do autor) da planilha de dados exportados do Web of Science para o Microsoft Excel®.

Serviços ecossistêmicos: coletaram-se informações sobre os serviços ecossistêmicos valorados e de acordo com a classificação da *Millennium Ecosystem Assessment* - MEA (2005) e foram divididos nas seguintes categorias, “suporte”, “regulação”, “cultural”, “provisão”. Para trabalhos que valoraram um bioma, um ecossistema, um parque ou algum ambiente natural de forma geral, criou-se a categoria “paisagem” e os trabalhos que generalizaram a valoração dos serviços ecossistêmicos foram classificados como “todos”.

2.3. *Análises*

Para a análise da tendência temporal de todos os artigos publicados entre 1991 e 2015 foi aplicado o teste de correlação de Pearson utilizando a versão 3.2.1 do programa R®. Os demais resultados foram apresentados de forma descritiva com tabelas, quadros e gráficos produzidas no Microsoft Excel®.

3. Resultados

3.1. Tendência temporal

A busca resultou em 3595 artigos publicados de 1991 a 2015, observou-se com esse total de artigos que houve um aumento de trabalhos sobre serviços ecossistêmicos ($r = 0,85$; $p < 0,01$) ao longo do tempo. Alguns eventos históricos marcam os picos de publicação, tais como os acordos globais e publicações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Em 1992 aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Eco-92); em 2011 a Conferência do clima da ONU; em 2012 a Conferência das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável (Rio+20) e a última publicação do Painel de Mudanças Climáticas (IPCC) em 2008 (Fig.2).

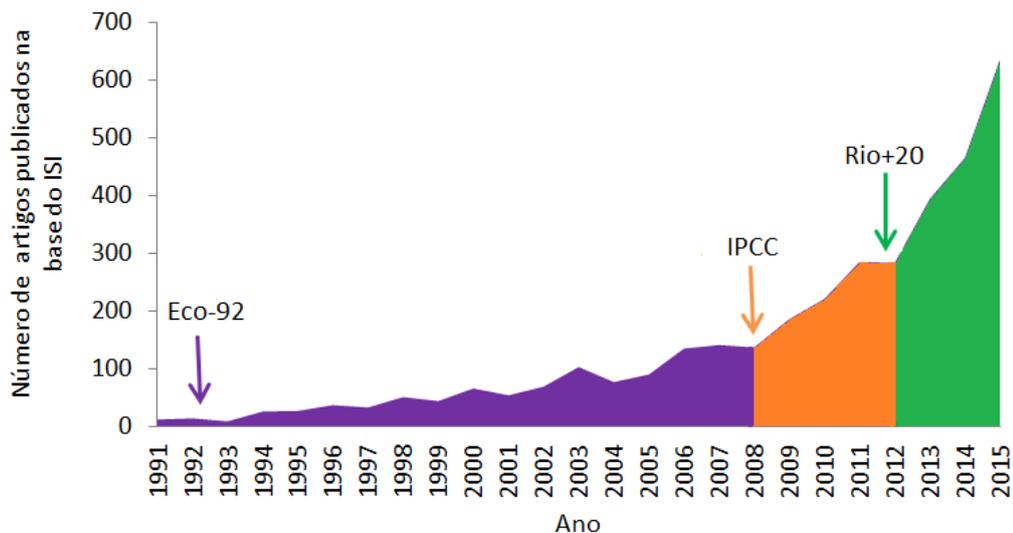


Figura 2. Tendência temporal do número de artigos publicados na base de dados Thomson ISI sobre valorização econômica dos serviços ecossistêmicos entre os anos de 1991 e 2015. Destaque para os principais eventos que marcaram os picos de publicação em três momentos representados pelas diferentes cores no gráfico.

No primeiro recorte temporal entre os anos de 1991 e 2007 foram publicados 990 artigos; de 2008 a 2010 foram 543 trabalhos e nos últimos cinco anos (2011 a 2015) foi o período com mais publicações totalizando 2062 artigos. Com foco no último aumento de publicações (2011 a 2015) foram encontrados 38 artigos sobre invertebrados e destes, o serviço mais valorado foi o de “regulação” com destaque para a polinização. Foram encontrados seis artigos sobre cupins que tratam sobre algum potencial econômico, porém não valoram seus serviços.

3.2. Serviços ecossistêmicos e cupins

Foram encontrados dentre todos os artigos publicados de 1991 a 2015, apenas cinco artigos sobre cupins, todos tratam sobre algum aspecto econômico e sobre os serviços ecossistêmicos, porém nenhum deles valorou algum serviço realizado por cupins (Quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos artigos publicados na base do ISI entre 1991 e 2015 sobre cupins, serviços ecossistêmicos e valor econômico.

Ano de publicação	Autor (es)	Serviço(s) Ecossistêmico(s)	O que foi feito no artigo
2008	Alho	Suporte	Discussão sobre os valores econômicos da biodiversidade. Cita os cupins como capazes de aumentar a fertilidade dos solos e participação na ciclagem de nutrientes.
2009	Sileshi, et al.	Cultural	Revisão dos estudos sobre interações entre cupins e humanos e do conhecimento indígena dos agricultores em toda a África subsaariana, para construção de princípios coerentes para o manejo de cupins.
2011	Wongcharoen, et al.	Provisão	Discussão sobre a relação entre densidade de cupins e atividade de N-acetilglucosaminidase como indicadores úteis de necrose de floema de tronco, uma doença da seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>).
2011	Evanz, et al.	Suporte	Mostrou que cupins e formigas têm funções semelhantes às minhocas, podendo fornecer serviços valiosos na agricultura de sequeiro.
2011	Jouquet, et al.	Suporte Cultural Provisão	Discute sobre a importância ecológica dos cupins como engenheiros do solo e decompositores. Destaca que os cupins exercem vários serviços ecossistêmicos e que há poucos trabalhos sobre o potencial dos cupins de recuperarem solos degradados. Discute os obstáculos para o desenvolvimento de abordagens que utilizem os processos e conhecimentos da biologia dos cupins em possíveis biotecnologias.

3.3. Resultados para os anos de 2011 a 2015

De acordo com a tendência temporal realizada, o pico mais recente de aumento de publicações se deu a partir de 2011, com o maior número de artigos publicados a partir deste ano até 2015 comparado aos demais intervalos de tempo destacados no trabalho. Assumiu-se esse período para apresentação dos resultados das seções: valoração econômica dos serviços ecossistêmicos, abrangência espacial, área de estudo dos pesquisadores e serviços ecossistêmicos.

3.4. Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos

Dos 2062 artigos publicados entre os anos de 2011 e 2015 a maioria foram estudos teóricos (n=1725 ou 83,6% do total de artigos), ou seja, aqueles que discutiam métodos de valoração e não valoravam nenhum serviço. Já os trabalhos que valoraram algum serviço ecossistêmico, grupo taxonômico ou paisagem foi minoria (n=337 ou 16,4% do total de artigos). Serão considerados para abordagem das próximas seções os artigos que valoraram algum serviço ecossistêmico.

3.5. Abrangência espacial dos artigos que aplicaram algum método de valoração

A maior parte dos 337 estudos realizados entre 2011 e 2015 teve abrangência “local” (n=234 ou 69,4% dos artigos analisados) e “regional” (n=91 ou 27% dos artigos analisados), enquanto poucos valoraram recursos naturais em âmbito “global” (n=12 ou 3,6% dos artigos analisados) (Fig.3A). Predominaram artigos do continente europeu (n=105 ou 31% dos artigos analisados), em seguida da Ásia (n=78 ou 23% dos artigos analisados) e América do Norte (n=78 ou 23% dos artigos analisados). Em menor proporção apareceram artigos da Oceania (n=23 ou 6,6% dos artigos analisados), América do Sul (n=20 ou 6,04% dos artigos analisados), África (n=21 ou 6% dos artigos analisados) e América Central (n=8 ou 2% dos artigos analisados) (Fig.3B).

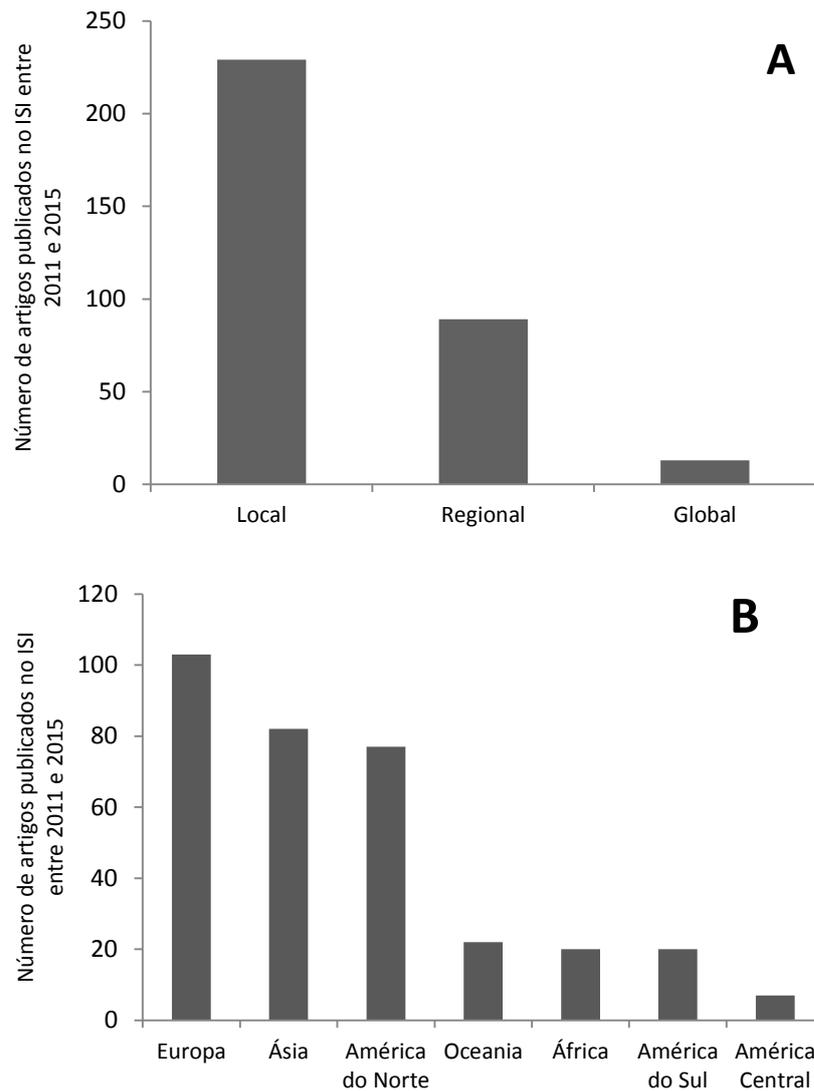


Figura 3. Abrangência espacial dos artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015 (A) e publicações em valoração dos serviços ecossistêmicos por continente no mesmo período (B).

Em relação ao total de 337 artigos publicados entre 2011 a 2015, em destaque os países que mais publicaram em cada continente foram: na América do norte, os Estados Unidos ($n=23$ ou 30% do total de artigos); na Ásia, a China ($n=21$ ou 26% do total de artigos); na Europa, a Alemanha ($n= 14$ ou 14% do total de artigos) e Inglaterra ($n=10$ ou 10% do total de artigos) e na Oceania, a Austrália ($n=2$ ou 9% do total de artigos). Na América Latina predominaram artigos do Chile ($n=7$ ou 30% do total de artigos) e do Brasil ($n=6$ ou 40% do total de artigos) (Figura 4).

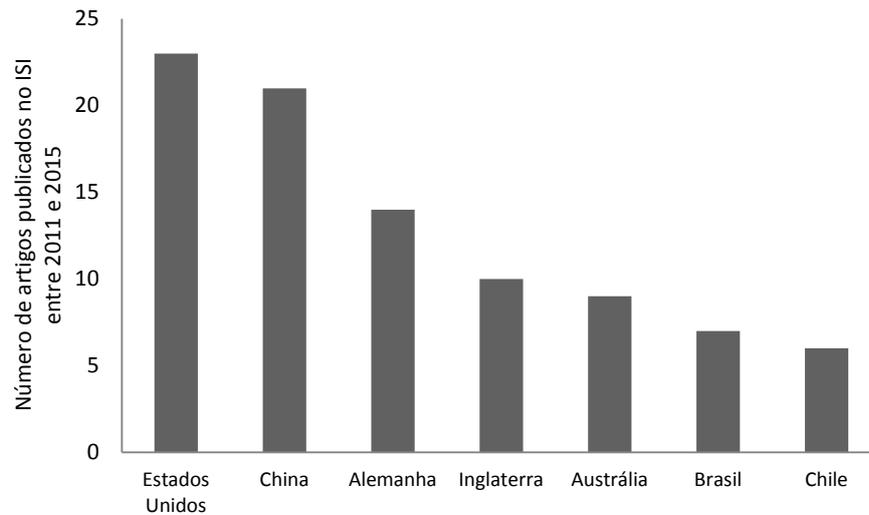


Figura 4. Número de artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015 dos países que mais publicaram em cada continente.

3.6. Áreas de estudo dos pesquisadores

A maior parte dos estudos foi realizada em “conjunto” (n=135 ou 40,2% dos artigos analisados) com mais de três autores por artigo de áreas diferentes. Em destaque foram encontrados diversos trabalhos de “Ciências Biológicas” (n=91 ou 27% dos artigos analisados) e da “Economia” (n=31 ou 9,4% dos artigos analisados). As demais áreas foram enquadradas na categoria: “Outros” (n=80 ou 24% dos artigos analisados) que compreendeu estudos da Agronomia, Arquitetura, Ciências aplicadas, Comportamento, Engenharia de alimentos, Geografia, Oceanografia, Silvicultura, Sociologia e Tecnologia (Fig.5).

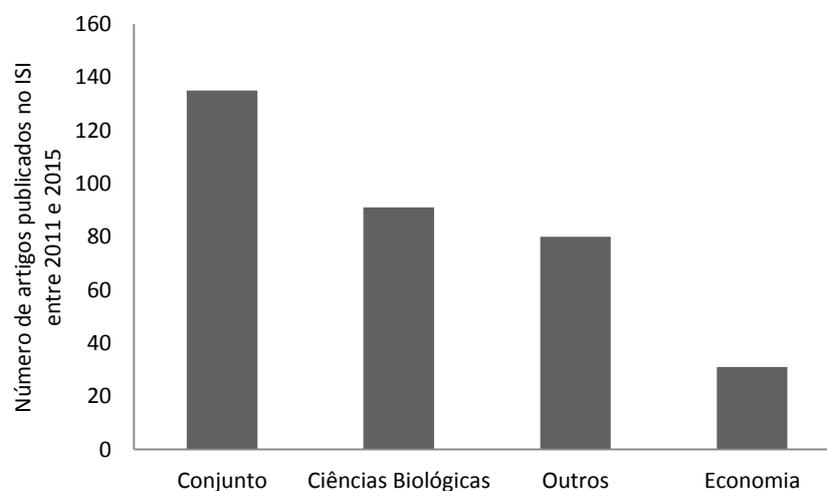


Figura 5. Área de estudo dos pesquisadores dos artigos publicados na base do ISI entre 2011 e 2015.

3.7. Serviços ecossistêmicos

Dos 337 trabalhos que apresentaram a aplicação da valoração econômica para algum recurso natural 28% valorou algum tipo de “paisagem” (n=94), tais como áreas alagadas, parques, florestas, ecossistemas marinhos e regiões costeiras. As publicações foram classificadas na categoria “todos” quando valorado mais de um serviço e/ou paisagem e corresponderam a 19% dos artigos analisados (n=64). Em relação aos serviços ecossistêmicos o que predominou foram os serviços “culturais” (n=60 ou 18% dos artigos analisados) e de “provisão” (n=48 ou 14% dos artigos analisados). Os serviços de “regulação” (n=43 ou 13% dos artigos analisados) e “suporte” (n=28 ou 8% dos artigos analisados) apareceram como minoria dentre os serviços valorados (Fig.6).

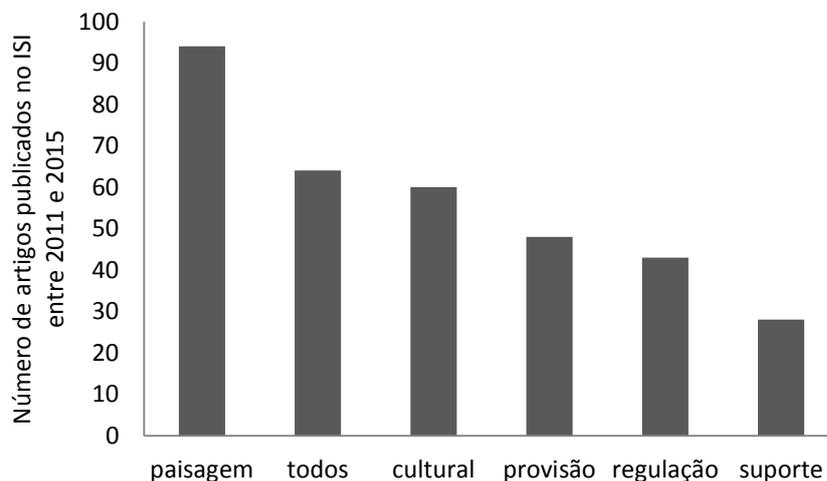


Figura 6. Serviços ecossistêmicos e paisagens valoradas nos artigos publicados na base do ISI entre os anos de 2011 e 2015.

4. Discussão

4.1. Publicações ao longo do tempo e região geográfica

O aumento das publicações ao longo dos anos sobre valoração econômica dos serviços ecossistêmicos indica o acréscimo de pesquisadores interessados nessa área de estudo. Este aumento também evidencia seu progresso científico, considerando que o número de publicações é uma medida que possibilita quantificar a evolução da ciência em determinado tema (VERBEEK et al., 2002). Sendo assim, o crescimento da quantidade de artigos publicados, mostra que há interesse em temas relacionados ao meio ambiente nos aspectos

que envolvem o bem estar humano, tais como mudanças climáticas, produtividade agrícola, créditos de carbono, contaminação da água e mudanças no uso do solo.

Os recursos naturais sempre foram utilizados para o consumo humano e por razões econômicas são também degradados (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). As consequências das mudanças naturais e antrópicas provocadas nos sistemas naturais têm preocupado o mundo, pois todos dependem dos serviços que a natureza presta de forma direta (valor de consumo, valor produtivo) e indireta (valor de opção, valor de existência) (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Essa preocupação é percebida, sobretudo em regiões onde a escassez de recursos é maior como na Europa, Ásia e América do Norte.

Há maior atribuição de valor monetário aos serviços ecossistêmicos nessas regiões, o que pode ser comparado à lógica do paradoxo da água e do diamante, descrita pelo economista Adam Smith no século XVIII (HEAL, 2000):

A água é mais importante para a sobrevivência humana do que os diamantes, porém, no mercado diamantes possuem preços bem mais elevados. Isso é explicado pela lei da oferta e da procura. A água ainda está disponível enquanto os diamantes são naturalmente escassos. Dessa forma, não poderia se esperar que o fato de algo ser importante iria garantir que fosse mais valorado.

No caso dos recursos naturais, os custos sociais e econômicos das perdas ambientais só são sentidos quando eles deixam de existir e as pessoas passam a pagar por produtos que antes obtinham gratuitamente da natureza (PIRATELLI e FRANCISCO, 2013).

No presente estudo, artigos com abrangência local e regional predominaram sobre os globais o que confirma mais uma vez a preocupação com a escassez de recursos e as consequências imediatas de sua ausência. A Europa e a América do Norte, por exemplo, são regiões onde os recursos estão pouco disponíveis e a falta deles é percebida. Já em países da América do Sul e América Central há mais disponibilidade, maior riqueza em biodiversidade e territórios mais amplos para cultivos. O fato de ter menos trabalhos sendo realizados nessas regiões reflete que pesquisadores ainda não se deram conta da riqueza natural que existe nesses locais.

A diferença na quantidade de artigos de âmbito global, sobre regionais ou locais é devido à dificuldade em realizar pesquisas em âmbito global. Para isso são necessárias análises complexas que envolvem uma gama de pesquisadores e nem sempre é possível compilar os dados devido às variações de métodos e unidades de medida que dificultam análises comparativas.

4.2. *Como os recursos estão sendo valorados?*

Qualquer análise de valor de se preservar a biodiversidade requer a atenção de muitas disciplinas (WILSON, 1997). A linha de estudos em valoração começou na Economia e hoje se percebe que há interesse por outras áreas como Ciências Biológicas, Turismo, Agronomia, Geografia, entre outros. Sendo assim, pesquisas em valoração tendem a continuar crescendo, o que é um fator positivo considerando a diversidade e riqueza de organismos e ambientes que compõem a biosfera. Entretanto é impossível pensar que algum dia, o ser humano será capaz de valorar de fato todos os ambientes terrestres diante das elevadas taxas de extinção e destruição dos recursos naturais. Segundo Wilson (1997) quando terminar a atribuição de valores a diversidade biológica, será descoberto que não resta muito que valorar.

A maior parte dos artigos valorou ambientes naturais e os efeitos de alguma mudança (natural ou antrópica) sobre regiões e ecossistemas economicamente importantes, classificadas na categoria “paisagem”. Essa constatação mostra que há pesquisas oferecendo suporte e informações dos quão valiosos são os recursos naturais ainda disponíveis. Apesar de serem valores subestimados e sem levar em consideração o valor moral das espécies, uma vez que é muito difícil atribuir valor monetário à proteção dos ecossistemas por valores morais ou estéticos (CONSTANZA et al., 1997), os estudos de valoração econômica de regiões específicas ressaltam a necessidade de mantê-los existindo.

Uma comparação semelhante aplica-se aos serviços “culturais” no qual os resultados evidenciaram a preocupação com valores diretos obtidos da natureza, tais como a pesca, recreação, ecoturismo, transporte (BARBIER, 2000). Estes são mais facilmente percebidos que os valores de existência predominantemente avaliados pelo Método de Valoração Contingente - MVC (MAY et al., 2000). Esse método é uma das poucas ferramentas aplicadas que, na ausência de mercados, lança mão dos chamados “mercados de recorrência” para estimar quanto os consumidores estariam dispostos a pagar em termos monetários para manter o fluxo de bens e serviços ambientais (MAY et al., 2000).

O MVC tem sido aplicado para definir o “valor de existência” atribuído aos ecossistemas e espécies tropicais por pessoas de outros países que nunca terão uso direto ou indireto de tais benefícios, mas que obtém satisfação sabendo que a natureza está sendo protegida (MAY et al., 2000). Os valores culturais referidos no trabalho, tais como proteção da biodiversidade e da cultura de povos tradicionais (FONSECA e DRUMMOND, 2003) foram pouco abordados. Esse dado reflete a falta de percepção do desenvolvimento intelectual de povos tradicionais e sua contribuição para a atual estrutura social. Mostra que o senso comum

predominante das pessoas envolvidas nas pesquisas é de que esses valores pouco contribuem para a vida prática da sociedade atual.

Esse comportamento é fruto do conhecimento ocidental no qual gerar inovação, produtos e consumidores consumistas preocupados com o bem-estar e o conforto é mais importante que a dignidade e os saberes ancestrais (MUNDURUKU e ALMEIDA, 2011). Os valores diretos são mais fáceis de perceber que valores indiretos, tradicionais e morais. Principalmente na sociedade sem consciência ambiental na qual o lucro vem em primeiro lugar. As necessidades básicas de parte da população mundial, sobretudo em países em desenvolvimento, não incluem atividades de lazer tais como visitação a museus, parques, pesca esportiva e outros. O que leva a inferir que essas atividades não têm grande valor por não fazerem parte da vida das pessoas.

Os serviços de “suporte” apareceram em uma porcentagem menor de publicações que os serviços acima citados. Isso mostra que sua importância também não está sendo evidenciada. Serviços de suporte são aqueles necessários para a produção de outros serviços, tais como produção primária, formação de solos, ciclagem de nutrientes. Estes serviços têm sido modificados pelas atividades humanas, ao longo dos últimos dois séculos, alterando os demais serviços ecossistêmicos e impactando o bem-estar humano (ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Isso evidencia que não está sendo percebido diretamente que os demais serviços ecossistêmicos mais valorados dependem da manutenção dos serviços de suporte para continuarem existindo.

Um exemplo desses serviços de suporte é a ciclagem de nutrientes, processo ecológico realizado por organismos que habitam os solos, tais como os cupins (FERREIRA et al., 2011). Não há trabalhos em valoração econômica para os serviços realizados por estes organismos, o enfoque maior dentro do grupo dos insetos foi dado para o serviço de “regulação”, sobretudo a polinização. Os serviços de polinização são altamente relacionados à produção de alimentos em todo o mundo, portanto é claramente perceptível a dependência humana das abelhas e outros organismos que realizam essa atividade na natureza. Com certeza seria muito mais caro investir em equipamentos tecnológicos que substituem suas atividades do que “deixar” elas trabalharem.

4.3. Serviços ecossistêmicos e cupins

Foram encontrados dentre todos os artigos publicados de 1991 a 2015, apenas cinco artigos sobre cupins, todos tratam com enfoque econômico e sobre os serviços ecossistêmicos,

porém nenhum deles valorou algum serviço realizado por cupins. Um dos artigos encontrados discutiu sobre os valores econômicos da biodiversidade e citou os cupins como seres vivos que promovem maior fertilidade aos solos juntamente com as minhocas, bactérias e fungos atuando na ciclagem de nutrientes (ALHO, 2008). Em outro trabalho foi realizada uma revisão dos estudos sobre interações entre cupins e humanos e do conhecimento indígena dos agricultores em toda a África subsaariana, com um esforço para construir princípios coerentes para o manejo de cupins (SILESHI et al, 2009).

Wongcharoen, et al. (2011) discutiram sobre a densidade de cupins e atividade de N-acetilglucosaminidase como indicadores úteis de necrose de floema de tronco, uma doença economicamente importante da seringueira (*Hevea brasiliensis*). Outro artigo mostrou que cupins e formigas têm funções semelhantes às minhocas, podendo fornecer serviços valiosos na agricultura de sequeiro (EVANZ, et al. 2011). E no trabalho de Guerreiro et al. (2014) o objetivo foi compreender o potencial de propagação de cupins da espécie *Cryptotermes brevis* (Walker) em Açores e estimar os custos para tratamento e reconstrução de edifícios infestados no arquipélago. Jouquet et al. (2011) discutem sobre a importância ecológica dos cupins como engenheiros do solo e decompositores. Destacam que os cupins exercem vários serviços ecossistêmicos e que há poucos trabalhos sobre o potencial dos cupins de recuperarem solos degradados. Discutem os obstáculos para o desenvolvimento de abordagens que utilizem os processos e conhecimentos da biologia dos cupins em possíveis biotecnologias.

Os artigos de modo geral trataram sobre potencial econômico dos cupins de alguma forma, entretanto, associar os serviços ecossistêmicos realizados por esses organismos a algum método de valoração econômica ainda é um trabalho difícil, pois as atividades que os cupins realizam no solo são de benefício indireto aos seres humanos. A ciclagem de nutrientes que é um serviço ecossistêmico de suporte realizado por cupins promove as plantas o benefício de disponibilizar nutrientes. Isso acontece quando os cupins revolvem o solo subterrâneo com a construção dos ninhos.

No entanto, em atividades agropecuárias, por exemplo, as plantas ou o gado são quem promovem ganho financeiro e geram benefícios diretos para os seres humanos e não os cupins. Sendo assim, em relação aos cupins há o desafio de reconhecer que esses organismos são fundamentais para a manutenção das propriedades físico-química dos solos e que sem eles a qualidade nutricional, de aeração e diversidade biológica dos solos estaria comprometida.

Essa constatação é preocupante, pois a degradação de áreas naturais vem crescendo de forma acelerada, sobretudo no bioma Cerrado, que está sendo ocupado por grandes pastagens e áreas agrícolas (SANO et al., 2008). Atividades agropecuárias causam impactos negativos

ao meio ambiente e conseqüente redução desses serviços ecossistêmicos. Sendo assim, pode-se inferir que não se tem a consciência do tamanho do problema que essas e outras atividades predatórias causam sobre a natureza, pois, como elas continuam existindo e crescendo a cada dia, não é levado em consideração o fato de serem insustentáveis não sendo possível mantê-las ativas da forma como são realizadas atualmente por muito tempo.

5. Considerações finais

O tema valoração dos serviços ecossistêmicos tem crescido e abrange diversas áreas do conhecimento. Visto que questões ambientais são complexas, há necessidade de multidisciplinaridade para abordá-las e interdisciplinaridade para resolvê-las. O assunto é considerado recente na literatura, por isso a predominância de estudos teóricos sobre práticos, sobretudo em abrangência local e em países desenvolvidos onde os financiamentos e incentivos para pesquisa são maiores.

Por meio da análise cienciométrica, de forma geral foi possível perceber que serviços ecossistêmicos e regiões naturais são valorados de acordo com interesses para prática de atividades economicamente importantes, o que exige cautela na hora da escolha por parte do pesquisador do que é necessário valorar. Há serviços, organismos, paisagens globalmente importantes que ainda não estão sendo tratadas pela ciência com essa abordagem econômica. Fato preocupante, uma vez que as taxas de desmatamento e extinção de espécies não param de crescer. Em contrapartida, espera-se que com o aumento dos estudos em regiões de *hotspots* tais como biomas tropicais aumentem. Assim como estudos valorando espécies chaves além de espécies carismáticas, valoração de culturas tradicionais e outros assuntos ainda pouco abordados sejam mais estudados a fim de enfatizar a necessidade de conservação da biodiversidade e ressaltar o seu valor.

Atribuir valor econômico aos serviços ecossistêmicos realizados pela fauna não carismática, como é o caso dos cupins, é uma forma de fazer com que esses organismos ganhem visibilidade e aumenta as chances desses argumentos serem convincentes para uma mudança de paradigma em relação à conservação desse grupo. Ao focar que as atividades termíticas podem ser aliadas de forma positiva às atividades humanas, estes podem optar por preservá-la ao invés de eliminá-la garantindo assim a manutenção de funções vitais para o ecossistema como um todo.

6. Referências

- ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology Kluwer Academic Publishers, London, p.363-387. 2000. Disponível em <<http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-017-3223-9>> Acesso em 15 de setembro de 2015.
- ALHO C.J.R. The value of biodiversity. **Brasilian jornal of biology**. Univ. Desenvolvimento Estado & Região do Pantanal. Campo Grande, MS, Brasil. P.1519-6984. 2008.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 159, 2009.
- BARBIER, E.B.; The value of wetlands: landscape and institutional perspectives. **Elsevier**. v.35, 47-61, New York, UK. 2000.
- BARBIER, E.B.J.C.; BURGUES e C. FOLKE. **Paradise lost? The ecological economics of biodiversity**. Earthscan publication. London, 1994.
- CARVALHO, I.C.M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 6ª ed., São Paulo: Cortez, 2012.
- CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; BELT, M.V.D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. vol. 387. May, 1997.
- CORTEZ, N.; ABREU, M.M. **Solo a pele da Terra**. Conferência Solo - Recurso natural a preservar Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. GeoFCUL. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Cidade Universitária. 19 de Nov, 17h00, sala 6.2.56. 2008.
- COSTA-NETO. E.M. Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 anos do campo de pesquisa. **Biotemas**, 17 (1): 117 – 149. 2003.
- EGGLETON, P., D.E. BIGNELL, W.A. SANDS, N.A. MAWDSLEY, J.H. LAWTON, T.G. WOOD, N.C. BIGNELL. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London** v.351, p.51- 68, 1996
- EVANS, T. A; DAWES, T.Z., WARD, P.R.; LO, N. Ants and termites increase crop yield in a dry climate. **Nature**. 2011. Disponível em: <<http://www.nature.com/ncomms/journal/v2/n3/full/ncomms1257.html> > Acesso em 10 de agosto de 2015.

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. Santa Maria. 2011.

FONSECA, S.M.& DRUMMOND, J.A. O valor de existência de um ecossistema costeiro tropical através da disposição ao trabalho voluntário: o caso da Lagoa de Itaipu (Niterói,RJ). **Ambiente & Sociedade**. v. 5, 87-107, 2003.

HEAL,G. Valuing Ecosystem Services. **Ecosystems**, v.3, 24–30, 2000

HOLT, J.A.; LEPAGE, M. **Termites and soil properties**. In: ABE,T. et al. (Eds.). Termites, evolution, sociality, symbiosis, ecology. Dordrecht: Kluwer Academic, p.389-407. 2000.

HOOD,W.W. & WILSON, C.S. The literature of bibliometrics, scientometrics and informetrics. **Scientometrics**. v.52, p.921-314. 2001. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017919924342> > Acesso em 13 de agosto de 2015.

JOUQUET, P.; BLANCART, E.; CAPOWIEZ, Y. Utilization of earthworms and termites for the restoration ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, n. 73, p. 34-40. 2014.

MAY, P.H.; NETO, F.C.V.; CHÁVES-POZO, O.V. **Valoração econômica da biodiversidade. Estudos de caso no Brasil**. Texto informativo. Fev. 2000

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosystem and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MINGERS, J. & LEYDESDORFF, L. A Review of Theory and Practice in Scientometrics 1, **European Journal of Operational Research** p. 1–47. 2015

MUNDURUKU, D.; ALMEIDA, C. **Mundurukando**. Participação especial de Ceiza Almeida, primeira edição. UK'A. São Paulo, 2011.

NABOUT, J.C.; CARVALHO, P.; UEHARA-PRADO M.; BORGES, P.P.; MACHADO, K.B.; HADDAD, K.B.; MICHELAN T.S.; CUNHA, H.F.; SOARES, T.N. Trends and biases in global climate change literature. **Natureza & Conservação**, v. 10, n.1, p. 45-51, 2012.

PENNISI, B. E.; CARLSTROM, J. Africa's soil engineers: Termites. **Nature**. Vol. 347, Issue 6222, pp. 596-597. 2015. Disponível em < <http://science.sciencemag.org/content/347/6222/596.long> > Acesso em 13 de setembro de 2015.

PIRATELLI, A.J.; FRANCISCO, M.R.; **Conservação da biodiversidade. Dos conceitos às ações**. Primeira edição. 272p. Technical Books, Rio de Janeiro, 2013.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. v.7, 328p. Planta, Londrina, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REDFORD, K.H. Prey attraction as a possible function of bioluminescence in the larvae of *Pyrearinus termitilluminans* (Coleoptera: Elateridae). **Revta bras. Zool.** 1 (1): 31-34. 1982

ROMEIRO, E. T., OLIVEIRA, I. D. DE, & CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar : artigo de revisão. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**. Vol. 4 no 1, São Paulo: Centro Universitário Senac. 2015

SANO EES; ROSA.R.; BRITO, J.L.; FERREIRA, L.G. Notas Científicas. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, jan. 2008.

SARCINELLI, T.S.; SCHAEFER, C.; LYNCH L.D.; ARATO, H.D.; VIANA, J.H.M.; DE ALBUQUERQUE, M.R.; GONCALVES, 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** 76:107–113. 2009

SILESHI G.W.; NYEKO, P., NKUNIKA, P.O.Y.; SEKEMATTE, B.M., AKINNIFESI, F.K.; AJAYI, O.C. Integrating ethno-ecological and scientific knowledge of termites for sustainable termite management and human welfare in Africa. **Ecology and society**. Acadia univ, biology dept, wolfville, Canada. p.1708-3087. 2009.

VERBEEK, A.; DEBACKERE, K.; LUWEL, M. 2002. Measuring the progress and evolution in science and technology - i: the multiple uses of bibliometric indicators. **International Journal of Management Reviews**, v.4, n.2, p.179-211, 2002.

WILSON, E.O. **Biodiversidade**. Nova Fronteira. p.657, Rio de janeiro, 1997.

WONGCHAROEN, A.; PANDO,A.; NANDRIS,D.; HANBOONSOON, Y.; HARTMANN,C.; ROULAND-LEFÈVRE,C. Biological activity of soils under rubber trees (*Hevea brasiliensis*) affected by trunk phloem necrosis.Wiley blackwell, **Forest pathology**, v.41, p.41-47 2011. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0329.2009.00634.x/epdf>> Acesso em 10 de agosto de 2015.

WOOD, T.G. & SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M.V. (Eds.). **Production ecology of ants and termites**. Cambridge: Cambridge University, p.245-292. 1978.

Capítulo 2: Relação benefício-custo do não controle de cupins de montículo em pastagem

Resumo

Cupins são insetos abundantes no solo e juntamente com outros seres vivos, são responsáveis pela realização de serviços ecossistêmicos. No entanto os cupins são mais conhecidos como pragas e é comum a remoção mecânica e química destes insetos em pastagens. As principais justificativas para a necessidade de extermínio dos cupinzeiros é a crença de que os cupins são pragas econômicas, que prejudicam o desenvolvimento das gramíneas, causam perda de área e depreciação da paisagem. Discutir sobre esse assunto com as pessoas exige mais que argumentos conservacionistas e de riscos à saúde. Sendo assim, uma alternativa para essa questão seria incluir gastos financeiros e discutir o assunto através da valoração econômica. O presente estudo objetivou estimar a relação benefício custo do não uso de cupinzeiros em pastagens, partindo do pressuposto que seria uma forma de evitar gastos financeiros desnecessários e externalidades negativas. Foi realizado o método de custos evitados e a hipótese testada foi de que o não uso de cupinzeiros em pastagens aumenta a produtividade. Predizemos que cupinzeiros em pastagem são “ilhas de nutrientes” e que pastos sem remoção de cupinzeiros são mais saudáveis. Foram coletadas amostras em treze cupinzeiros da espécie *Cornitermes silvestrii* em uma área de dois hectares em um pasto, realizaram-se análises físico-químicas do solo dos ninhos e distantes dos mesmos, entrevistas em lojas agropecuárias e entrevistas a pecuaristas. Os cupinzeiros ocuparam apenas 0,02% da área total da pastagem, foram encontradas 23 espécies de cupins, todos pertencentes à família Termitidae. De acordo com as entrevistas em lojas agropecuárias, constatou-se que, o preço dos cupinzeiros para pastagem variou de R\$ 8,00 à R\$940,00 dependendo da concentração e marca do produto. Todos os cupinzeiros disponíveis para venda nos estabelecimentos pesquisados eram produtos a base de fipronil ou imidacloprido. A maioria das espécies de cupins possuía hábito húmido, dessa forma dificilmente prejudicariam a atividade pecuária, pois estes se alimentam de solo. A conservação de propriedades físico-químicas do solo das pastagens garante a biodiversidade, fertilidade do solo e em caso de futuras intenções do produtor em transformar a pastagem em área de cultivo agrícola, este produtor terá esses pontos ao seu favor. É necessário que as informações científicas cheguem até os pecuaristas, para isso foi elaborado um modelo de material de divulgação científica sobre a importância ecológica dos cupins, mostrando que esses organismos não causam danos reais as pastagens, realizam serviços ecossistêmicos importantes e podem deixar de serem vistos como problema. Há a intenção de conscientizar as pessoas sobre o uso de cupinzeiros e suas consequências negativas para o meio ambiente levando em consideração a insustentabilidade da atividade pecuária para conservação do bioma Cerrado. Concluiu-se que os custos evitados caso não houvesse remoção dos cupinzeiros nas pastagens, seriam em média de R\$ 9.700,55 ou US\$ 2.632 por hectare por ano nas fazendas pesquisadas.

Palavras-chave: remoção - cupinzeiros - serviços ecossistêmicos - valoração econômica – conservação do Cerrado

Chapter 2: Cost benefit ration of don't control of termite in pasture

Abstract

Termites are abundant insects in the soil and along with other living beings, are responsible for performing ecosystem services. However termites are better known as pests and it is common the mechanical and chemical removal of these insects in pastures. The main justification for the necessity to exterminate termite mounds is the faith that termites are economic pests, which hinder the development of grasses, cause loss of area and depreciation of the landscape. Discussing this issue with people requires more than conservationist arguments and health risks. Therefore, an alternative to this issue would be to include financial expenses and discuss the matter through economic valuation. The present study aimed to estimate the cost - benefit ratio of non - use of termites in pastures, based on the assumption that it would be a way to avoid unnecessary financial expenses and negative externalities. The avoided costs method was carried out and the hypothesis tested was that the non-use of termiticides in pastures increases productivity. We predict that termite mounds on pasture are "nutrient islands" and that grasses without removal of termite mounds are healthier. Samples were collected in thirteen termites of the species *Cornitermes silvestrii* in an area of two hectares in a pasture, physical-chemical analyzes of the soil of the nests and distant of the same, interviews in agricultural stores and interviews to cattle ranchers. The termite mounds occupied only 0.02% of the total area of the pasture, were found 23 species of termites, all belonging to the family Termitidae. According to the interviews in agricultural stores, it was found that the price of termites for pasture ranged from R\$ 8,00 to R \$ 940,00 depending on the concentration and brand of the product. All the commercially available termiticides for sale in the establishments surveyed were products based on fipronil or imidacloprid. Most termite species had a humivorous habit, so they would hardly harm livestock farming, since they feed on soil. The conservation of physicochemical properties of the soil of the pastures guarantees the biodiversity, soil fertility and in case of future intentions of the producer in transforming the pasture into agricultural area, this producer will have these points in his favor. It's necessary that scientific information reaches the ranchers, for this a model of scientific dissemination material on the ecological importance of termites has been elaborated, showing that these organisms do not cause real damages to the pastures, they realize important ecosystemic services and they can't be seen as a problem. There is the intention to make people aware about the use of termites and their negative consequences for the environment, taking into account the unsustainability of the livestock activity for conservation of the Cerrado biome. It was concluded that the costs avoided if there were no removal of termite mound in the pastures, would average R\$ 9,700.55 or US\$ 2,632 per hectare per year in the farms surveyed.

Key words: removal - termite mounds - ecosystem services - economic valuation - cerrado conservation

1. Introdução

Cupins são os invertebrados mais abundantes no solo em ecossistemas neotropicais (WILSON, 1971) e a presença deles juntamente com a fauna do solo garante a realização de serviços ecossistêmicos indispensáveis para o meio ambiente, tais como a ciclagem de nutrientes (ABE et al, 2000; FERREIRA et al., 2011), aeração do solo, atuam na decomposição, (BANDEIRA e VASCONCELLOS 2004; PENNISI e CARLSTROM, 2015), promovem mudanças físicas e químicas no ambiente (HOLT e LEPAGE, 2000). Geralmente os níveis de nutrientes como P, K, Ca, Mg e C orgânico são mais elevados no centro de ninhos do que no solo adjacente (SARCINELLI et al., 2009) tornando o solo mais fértil (JONES et al., 2013). Os cupins influenciam no solo, no crescimento das plantas e na diversidade de espécies no ecossistema (BIGNELL et al., 2011).

No entanto os cupins são frequentemente eliminados em pastagens de diversas formas. É comum a utilização de cupinícidas (FADINI et al. 2001), pois, acredita-se que cupins são pragas e que sua presença pode causar danos às gramíneas, perda de área e depreciação da pastagem (VALÉRIO, 1995). Um organismo é considerado praga econômica quando sua presença provoca redução da produção de alguma cultura e ao atacá-la transmite alguma doença que reduz a qualidade desta e conseqüentemente faz com que o produtor tenha prejuízo econômico (PICANÇO, 2010). Por definição as pragas que atacam diretamente a parte comercializada das plantas, por exemplo, são chamadas de pragas diretas. Já aquelas que não atacam diretamente a parte comercializada, como seria o caso dos cupins que supostamente atacam a gramínea que serve de alimento para o gado que por sua vez é comercializável, são chamados de pragas indiretas (PICANÇO, 2010).

Mesmo os cupinícidas sendo produtos químicos que geram danos à saúde e ao meio ambiente (PIGNATI e MACHADO, 2011), o uso desses defensivos são comuns e frequentes em pastagens. Fernandes, et al. (1998) descreve que os cupins não causam danos reais à pastagem, que são apenas pragas estéticas. No entanto, dialogar sobre esse assunto com as pessoas exige mais que argumentos conservacionistas e de riscos à saúde. Sendo assim, uma alternativa para essa questão seria incluir gastos financeiros e discutir o assunto através da valoração econômica.

A valoração econômica gera indicadores convincentes para a conservação de áreas naturais fornecendo análise social de custo benefício para projetos governamentais e privados (CASIMIRO-FILHO, 2009). Os métodos podem ser aplicados em estudos de áreas com

atividade agropecuária, por exemplo, tratando sobre efeitos de impactos e da conservação do solo sobre os valores das terras (KING e SINDEN, 1988) além de outros enfoques. Para estimar o valor de bens e serviços ambientais foram desenvolvidos diversos métodos que permitem orientar e justificar o processo de tomada de decisão pelos formuladores de políticas estratégicas (CASIMIRO-FILHO, 2009).

Estudos de valoração econômica dentro da Economia ambiental têm como objetivo compreender a relação crítica entre as atividades econômicas e a natureza e usar esse conhecimento para tomar decisões melhores e mais inteligentes (THOMAS e CALLAN, 2011). Um dos métodos é o de custos evitados (SANTOS, 2000), através do qual é possível oferecer uma noção de como o pecuarista pode obter maior benefício do solo com menor custo monetário e com menos impactos destrutivos para a biodiversidade.

O método de valoração econômica de custos evitados é usado quando o custo representa os gastos que seriam incorridos pelos usuários em bens substitutos para não alterar o produto que dependa de um determinado insumo (MOTTA, 1997). Partindo do princípio que a forma como é realizado o manejo dos pastos atualmente causa problemas ambientais muitas vezes irreparáveis (MMA, 2012), realizar quando necessário o manejo de pastos sem uso de cupinídeos seria uma alternativa viável tanto para os proprietários quanto para a conservação do solo.

O uso de substâncias químicas no solo a fim de exterminar os cupinzeiros (COSTA, 1983) provoca impactos no lençol freático, na composição do solo e na saúde como um todo (PERES et al., 2003). É comum o abandono de pastos e busca por novas áreas que leva ao aumento das áreas desmatadas (DIAS-FILHO, 2011). Além desses problemas, refletindo sobre as questões ambientais referentes à criação de gado é possível afirmar que essa atividade provoca muitos danos ao meio ambiente.

No Brasil, para produzir um quilograma de carne bovina, são necessários no mínimo 20.000 litros de água limpa (EMBRAPA, 2016). Cerca de 10.000 m² de florestas são desmatadas para estabelecimento dos pastos, há emissões de gás metano, dióxido de carbono na atmosfera e despejo de elementos tóxicos provenientes de defensivos que se infiltram no solo atingindo os lençóis freáticos. Estes impactos que podem ser irreversíveis (www.svb.org.br). Em Goiás, 87% da área de desmatamento autorizada pelo órgão estadual de meio ambiente se destinava à pecuária (SINGER e MASON, 2007), além disso, a pecuária provoca desmatamentos, destruição da biodiversidade e esgotamento dos solos.

Diante de toda essa problemática, além de a atividade pecuária não ser uma atividade sustentável por si só, é recorrente ainda a prática de remoção dos cupinzeiros do pasto e uso

de defensivos. Uma das justificativas para isso é devido à porcentagem de área ocupada pelos cupinzeiros. Estudos mostram que essa porcentagem 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, não há evidências de que cupins causam danos reais às pastagens (LIMA et al., 2011; CUNHA e MORAIS, 2010), pois, a maioria deles se alimenta de matéria vegetal morta (LIMA e COSTA-LEONARDO, 2007).

O presente estudo teve como objetivo estimar a relação benefício custo do não controle de cupins de montículos em pastagens. Partindo do pressuposto que essa seja uma forma de evitar externalidades negativas como contaminações do solo, da água e dos seres vivos. Além disso, de acordo com as evidências que cupins participam de processos ecológicos e que são pragas estéticas, foram testadas para pastagem as seguintes hipóteses: há diferença entre a quantidade de nutrientes nos solos próximos e distantes dos cupinzeiros. Há relação entre os hábitos alimentares, riqueza de espécies e a quantidade de nutrientes nos cupinzeiros. O não controle de cupins em pastagens aumenta a produtividade. Predizemos que cupinzeiros em pastagem são “ilhas de nutrientes” e que pastos sem remoção química de cupinzeiros são mais saudáveis.

1.1 Objetivos específicos:

- medir a densidade dos cupinzeiros no pasto,
- quantificar os custos de remoção de cupinzeiros,
- realizar entrevista em lojas agropecuárias e com pecuaristas,
- investigar se cupins de montículos em pastagens são pragas econômicas,
- produzir um modelo de material de divulgação científica voltado aos produtores pecuaristas sobre a vida dos cupins, importância dos serviços ecossistêmicos realizados por eles, consequências do controle dos cupins e destruição do bioma Cerrado.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em um pasto de 15 ha, no qual delimitamos 2 ha para o estudo. O pasto está localizado na fazenda Nossa Senhora Aparecida (-16.963374S -49.183912N) no município de Hidrolândia, distante 36 Km de Goiânia, no estado de Goiás, Brasil (Fig.7).

Além da atividade pecuária, a fazenda produz alimentos orgânicos e possui um total de 370 ha, com 200 desses certificados para produção orgânica e 170 distribuídos em áreas de vegetação nativa e de preservação permanente. O clima é tropical, o solo é da classe dos neossolo quartzarênico e 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 do pasto.

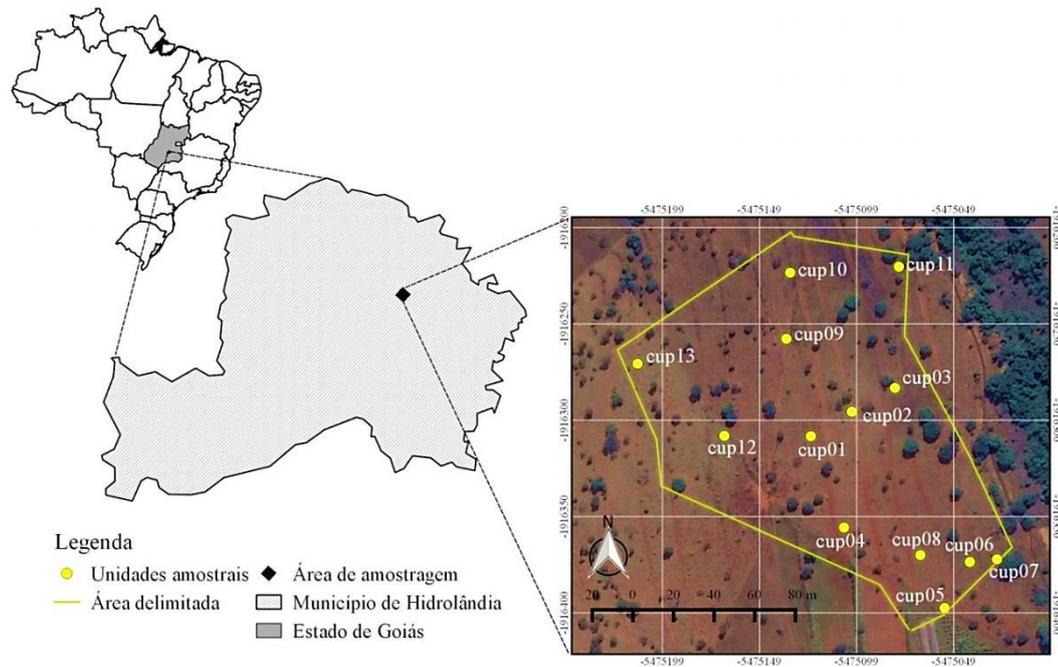


Figura 7. Localização geográfica da área de estudo no município de Hidrolândia – GO (coordenada central com latitude/longitude -16,963374 e -49,183912), em região de Cerrado com fitofisionomias originais de mata mesófila e mata de galeria. Atualmente o local é classificado como área antropizada (pastagem). No detalhe, ortomosaico obtido neste levantamento com o VANT Swinglet CAM em 06 de maio de 2016.

A escolha dessa região foi devido ao fato de o proprietário ter conhecimento do histórico de uso da paisagem e o pasto não ter tido remoção química dos cupinzeiros. Segundo o proprietário da fazenda, o pasto onde foram realizadas as coletas existe desde 1986, desde então não existiram plantações e uso de fertilizantes na área e não há registro de queimadas recentes, o que é interessante ao presente estudo, pois possibilita veracidade nas dosagens de nutrientes originais do solo e provenientes, sobretudo das atividades termíticas. O pasto estava sendo utilizado para atividade pecuária no momento das coletas e em julho de 2016 foi transformado em área de cultivo agrícola.

2.2. Coleta de dados

2.2.1. Cupins

Foram escolhidos 13 cupinzeiros epígeos, construídos pela espécie *Cornitermes silvestrii* em uma área de 2 ha no pasto para coleta. Foi respeitado um limite de 50m de borda a partir das margens da pastagem e uma distância maior que 1,5m entre cada cupinzeiro para a coleta de cupins construtores e inquilinos (Fig. 8). As amostras foram armazenadas no campo em frascos contendo álcool 90%.

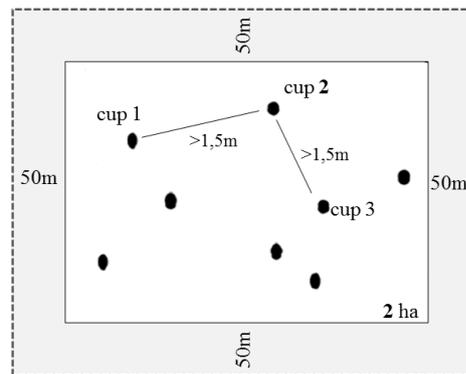


Figura 8. Esquema representando a área de coleta de cupins e critérios de escolha dos cupinzeiros no pasto da Fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Hidrolândia - GO.

A identificação das espécies de cupins foi realizada no Laboratório de Pesquisa e Educação Científica/ LABPEEC da UEG, com o uso de lupas Leica®, pinças, álcool 90%, placas de petri, microscópio óptico Leica®, chave de identificação de soldados (CONSTANTINO, 1999) e chave de identificação de operários (OLIVEIRA D.E et al., 2015. fornecido pelo autor). As válvulas entéricas dos operários foram comparadas para identificação das espécies do grupo Apicotermitinae (apêndice 3). Para as amostras que continham mais de 15 indivíduos coletados da mesma espécie, foram feitas duplicatas para DNA e o material foi armazenado em álcool 80% à temperatura de -20°C de acordo com protocolo (GIUDICE e GONÇALVES, 2014). Os hábitos alimentares foram classificados de acordo com a proposta de Reis e Canello (2007).

2.2.2. Solo

Coletou-se solo dos cupinzeiros e solo da superfície (0-20 cm) em quatro pontos equidistantes 1,5m de cada cupinzeiro (Fig. 9). As quatro amostras de solo coletadas de cada cupinzeiro foram homogêneas formando uma amostra composta por ninho totalizando 26 amostras (treze amostras dos cupinzeiros e treze distantes dos cupinzeiros).

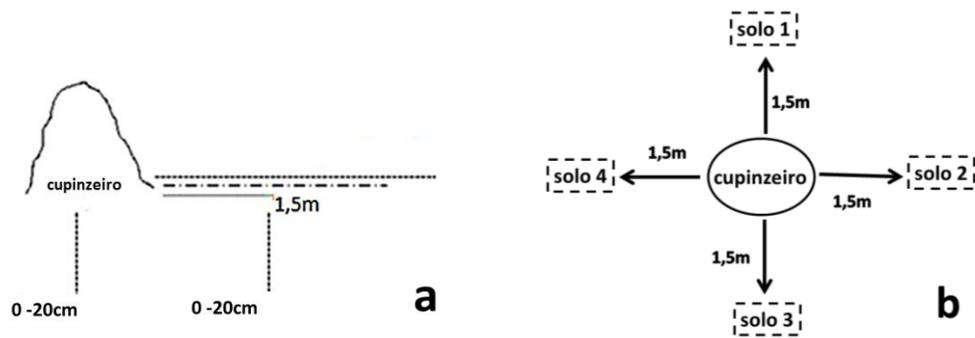


Figura 9. O esquema mostra como foram realizadas as coletas de solo em cada cupinzeiro. Em (a) vista frontal e em (b) vista aérea, destacando a profundidade e os pontos de coleta de solo distantes do ninho no pasto da Fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Hidrolândia - GO.

Padronizou-se que as coletas de solo seriam realizadas a 1,5m de distância dos ninhos a fim de verificar a quantidade de nutrientes próximo e distante dos cupinzeiros através dos resultados da análise físico-química do solo. A distribuição dos cupinzeiros é aleatória e a área de forrageamento da espécie *C. silvestrii* ainda não foi descrita. Sendo assim, a distância de 1,5m pelo que se tem de informações na literatura (SARCINELLI et al., 2009) é adequada para o presente estudo, pois a essa mesma distância já foram encontradas diferenças na quantidade de nutrientes no solo do ninho e distante do ninho.

A análise físico-química do solo foi realizada pelo laboratório “Terra análises para agropecuária Ltda.” para todas as amostras de solo. Foram feitas análises químicas dosando sete micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B, N), sete macronutrientes (K, Ca, Mg, C, N, P, S), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V%), matéria orgânica e pH, granulometria e textura do solo.

2.2.3. Densidade de cupinzeiros no pasto

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 (Fig. 10), 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 μm 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 11h00min da manhã, com duração aproximada de 20 min.



Figura 10. (A) Plano de voo no software e-mo-tion. (B) Swinglet Cam, equipamento utilizado nesta pesquisa (Fonte: LapiG/UFG).

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). As imagens foram processadas e para medida de densidade, os cupinzeiros foram contados utilizando o software do *GoogleEarth*®.

2.2.4. Entrevistas em lojas agropecuárias

Foram realizadas onze entrevistas em lojas agropecuárias com o objetivo de fazer um levantamento dos cupinídeos existentes para a venda no mercado. Foram totalizados nove estabelecimentos em Goiânia, um em Hidrolândia e um em Varjão. A coleta de informações sobre os valores e outros dados é relevante para compor o custo de remoção dos cupinzeiros, utilizado no método de valoração de custos evitados. As perguntas foram realizadas oralmente

com uma pessoa que representasse a loja e estivesse presente no momento da entrevista (vendedor, agrônomo, gerente ou proprietário).

Foi feito um levantamento de todas as lojas agropecuárias nos municípios de Hidrolândia, Goiânia e Varjão. A escolha em realizar esse levantamento na capital foi devido à existência de maior presença de lojas que vendem cupinícidas e proximidade com o município de Hidrolândia. A proposta de realizar entrevistas em Varjão foi para aumentar o esforço amostral e por ser uma cidade mais distante de Hidrolândia, não restringir as percepções a uma única região, pois foram realizadas entrevistas com pecuaristas nesse município sendo necessário unir informações das lojas com as informações dos fazendeiros.

As entrevistas foram feitas de forma estruturada nas quais há uma sequência de perguntas fixas, as mesmas para todos os entrevistados. A pesquisadora fez as perguntas de forma oral e foi anotando as respostas em uma caderneta. Esse método de entrevistas permitiu maior agilidade, eficiência (MAY, 2004; JUNIOR e JUNIOR, 2011) e foi escolhido devido ao fato de locais comerciais serem de grande fluxo de pessoas, onde a demanda de atenção dos funcionários é grande, dessa forma seria viável coletar as informações sem deixar os entrevistados ocupados por muito tempo.

A realização de entrevistas de forma estrutural e presencial permitiu a obtenção de respostas rápidas, precisas, evitou desvantagens como dificuldade de compreensão da pergunta por parte do entrevistado e grande número de perguntas sem respostas (BONI e QUARESMA, 2005). Há autores que reforçam que a presença do pesquisador seja imprescindível (MARTINS, 2013). O objetivo das entrevistas é o de coletar informações que possam ou ajudem a resolver o problema de pesquisa (AGUIAR e MEDEIROS, 2009), por isso a escolha da melhor forma de entrevista faz diferença nos resultados.

Perguntas realizadas nas lojas agropecuárias

1. Quais são os cupinícidas disponíveis para o combate de cupins em pastagens?
2. Qual o valor dos produtos?
3. Como são utilizados?
4. Quais as vantagens e desvantagens de cada um?
5. Há alguma época do ano que os cupinícidas são mais vendidos?
6. Como é realizada a venda dos cupinícidas?
7. Você sabe sobre a legislação que rege a venda de cupinícidas?

2.2.5. Entrevistas com pecuaristas

Foram realizadas entrevistas focalizadas com proprietários de fazendas para a investigação de como é o tratamento das pastagens em relação ao manejo dos cupinzeiros nos municípios de Hidrolândia e Varjão. Foram abordadas questões sobre as formas, o custo e a periodicidade de remoção dos cupinzeiros, o valor investido na aplicação de cupinícidas, o tempo de renovação do pasto, a percepção entomológica dos mesmos em relação aos cupins e projeções futuras para a pastagem (apêndice 1). As informações da percepção entomológica dos fazendeiros foram utilizadas para guiar a elaboração de um material informativo sobre cupins de pastagem e as consequências do uso de cupinícidas.

As entrevistas foram realizadas de forma livre, na qual os entrevistados podiam falar a vontade sobre o assunto, porém a pesquisadora precisou ficar atenta e ter perguntas diretivas para conduzir a conversa evitando desviar o foco. Esse método de entrevista foi escolhido para atender o objetivo de explorar a fundo o tratamento dos fazendeiros com as pastagens e o conhecimento dos fazendeiros sobre os cupins

Os entrevistados assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice 2) que ofereceu informações da pesquisa ao entrevistado, como ela seria realizada e objetivou também promover a receptividade por parte dos entrevistados em participar oferecendo-lhes confiança e segurança para transmitir as informações com veracidade. O termo garantiu que qualquer dado que pudesse identificar os entrevistados fosse omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro. Além disso, garantiu o direito de, a qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, os entrevistados poderem solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa.

2.3. Análises dos dados

2.3.1. Estatística

As análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistica 12*® foi feito o teste de Análise de Covariância Multivariada (MANCOVA) com uma covariável, que é uma extensão da Análise de Covariância (ANCOVA). A MANCOVA analisa várias variáveis dependentes contínuas (nutrientes) por uma variável de agrupamento independente (hábito alimentar e depois foi testado com a variável riqueza) e uma covariável (distância).

Foi utilizado o teste multivariado de Regressão Linear Múltipla para testar se o valor gasto pelos pecuaristas com cupinícidas está relacionado com as variáveis de identificação e manejo dos pastos. No caso, as variáveis preditoras (x) foram: tamanho da fazenda, tamanho

do pasto, área preservada, quantidade de gado e periodicidade da remoção dos cupinzeiros; como a variável resposta: os valores gastos por ano nas propriedades com remoção de cupinzeiros (em reais para os cálculos).

2.3.2. *Dados econômicos*

Através de informações obtidas em entrevistas com proprietários de fazendas com atividade pecuária, foi possível averiguar quanto é gasto na compra e aplicação de cupinidas e outras informações relevantes para melhor compreensão sobre o manejo do pasto e percepção dos pecuaristas sobre os cupins. As informações foram quantificadas para ser aplicado o método de valoração de custos evitados (SANTOS, 2000).

2.3.3. *Valoração econômica*

As consequências de remoção e controle químico de cupins em pastagens foram avaliadas em uma relação de benefício custo através do método de custos evitados de acordo com descrito por SANTOS (2000). A aplicação do método resultou no valor monetário (expresso em reais e em dólares) por hectare por ano que poderiam ser evitados se os pecuaristas abandonassem essa prática de remover os cupinzeiros com inseticidas e apenas utilizassem a remoção mecânica durante a renovação da pastagem quando necessário.

O método de custos evitados (MCE) pode ser utilizado quando não for possível obter base monetária e, por consequência, houver necessidade de basear em padrões aceitáveis de medidas físicas, em informações científicas e técnicas sobre os efeitos ambientais. As atividades antrópicas apresentam ampla variedade de impactos sobre a natureza, e as modificações ambientais decorrentes implicam em custos (LUCIARDO et al., 2004). De acordo com Carvalho e Fonseca (2015) o cálculo do valor econômico é feito pela função de produção:

$$Z = f(X, aE + bS) \quad (1)$$

Onde:

Z é um custo privado (valor monetário);

X é exposição à degradação (cupinizada);

E é o insumo ambiental (solo com cupinzeiro mantendo os serviços ecossistêmicos);

S é um insumo privado substituto perfeito do insumo ambiental E.

Os coeficientes α e β são parâmetros positivos que indicam o grau de substituição entre os insumos.

Dessa forma, o valor econômico estimado para o recurso ambiental é:

$$VE = Cs = ps \frac{\alpha}{\beta} \Delta E \quad (2)$$

Em que:

VE é o valor econômico estimado;

Cs é o custo social de substituição do ativo ambiental pelo ativo privado;

ps é o preço do insumo privado S. Pode-se dizer também que Cs corresponde aos gastos incorridos em bens privados substitutos do ativo ambiental, de modo a garantir um determinado nível de Z. De acordo com Castro e Nogueira (2016)

O MCE estima o valor do bem, serviço ou ativo ambiental levando em consideração comportamentos defensivos que possam minimizar ou evitar os efeitos deletérios da degradação ambiental. Não se trata de uma valoração direta do dano ambiental, mas do quanto se deve gastar para que o recurso ambiental se mantenha inalterado. Segundo Garrod e Willis (1999), o MCE permite calcular o valor de não mercado de um ativo ambiental antes que este seja degradado, por meio do cálculo dos gastos necessários para reduzir ou mitigar uma externalidade ambiental ou a perda de utilidade provocada pela degradação. (Fig.11).

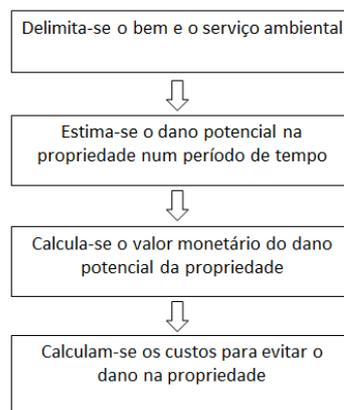


Figura 11. Organograma com os passos para o cálculo do método de valoração econômica de custos evitados (CASTRO e NOGUEIRA, 2016. fornecido pelo autor).

No presente trabalho considerou-se que o solo do pasto foi o bem ambiental; os serviços ecossistêmicos prestados pelos cupins neste solo foram os serviços ambientais. O dano potencial por ano foi: contaminação do solo, da água, dos seres vivos causada pelo uso de cupinídeos. O valor monetário do dano seria o que a fazenda perdeu ao longo do tempo ao manter a prática de remoção dos cupinzeiros. O custo para evitar o dano foi o valor médio

	<i>Labioterme cf. longilabius</i>	H							x										
	<i>Labioterme orthocephalus</i>	H									x								
	<i>Procorniterme araujo</i>	H					x												
	<i>Rhynchoterme nasutissimus</i>	C					x	x											
	<i>Synterme cf. nanus</i>	C													x				
Termitinae	<i>Neocapriterme cf. opacus</i>	I											x	x					
	<i>Neocapriterme opacus</i>	I									x				x x x				
	<i>Orthognathoterme sp.</i>	H									x								
	<i>Spiniterme cf. trispinosus</i>	I													x				
	<i>Spiniterme trispinosus</i>	I													x				
	Riqueza de sp/ninho						1	1	7	6	3	6	6	1	5	6	4	5	5

¹ São chamados de “ceifadores” os cupins que cortam folhas ou alimentam-se de pequenos fragmentos de madeira e/ou outros itens da serapilheira. Cupins “humívoros” ou geófagos são aqueles que se alimentam de solo e cupins com hábitos “intermediários” são aqueles que se alimentam da interface solo/madeira, são encontrados predominantemente no solo imediatamente sob troncos caídos ou colados a eles, ou ainda, dentro de troncos em alto estágio de decomposição, onde o solo está misturado com madeira muito degradada. Cupins que se alimentam exclusivamente de madeira são chamados de xilófagos (EGGLETON et al. 1995).

3.2. Análises físico-químicas do solo

O solo foi classificado utilizando a pirâmide textural de acordo com trabalho de Lemos e Santos (1996). A textura do solo refere-se à proporção relativa das frações granulométricas que compõem a massa do solo. No presente estudo as combinações de argila, silte e areia variaram nas seguintes proporções: 15 a 39% de argila, 36 a 81% de areia e 7 a 18% de silte. Todas as amostras apresentaram textura argilosa.

Nas amostras de solo dos cupinzeiros a maioria dos nutrientes estava em maior quantidade do que nas amostras distantes dos cupinzeiros, especialmente o zinco (Zn). O alumínio (Al) não apresentou diferenças e a dosagem desse nutriente foi zero na maioria das amostras. Foi constatado que a quantidade de zinco (Zn) foi maior dentro dos ninhos do que no solo distante (Tab. 2).

Tabela 2. Quantidade de nutrientes encontrados nas amostras de solos coletados nos cupinzeiros e distantes dos cupinzeiros, em pasto no município de Hidrolândia - GO.

Solos dos cupinzeiros (coletados nos ninhos)														
ninhos	Ca	Mg	P	K	Na	B	Fe	Mn	Zn	Al	Co	Mo	mat.org.	CTC
	(mg/dm ³)											(g/kg)	(cmol/dm ³)	
1	740	170,2	1	112	2	0,2	29	60	3,8	0	0,1	0,1	48	8,5
2	600	133,7	3	166	1	0,2	45	41	5,8	0	0,2	0,1	23	6,5
3	640	158,0	1	76	3	0,2	23	36	2,6	0	0,1	0,1	31	8,9
4	640	145,9	4	172	3	0,2	82	49	3,2	0	0,1	0,1	35	7,8
5	580	158,0	4	170	3	0,2	40	57	5,1	0	0,1	0,1	31	6,8

6	840	206,7	5	140	2	0,3	38	67	4,0	0	0,1	0,1	41	9,7
7	800	218,8	3	144	3	0,2	39	65	5,9	0	0,2	0,1	35	9,0
8	780	182,3	2	104	2	0,3	41	46	3,7	0	0,2	0,1	31	9,5
9	960	231,0	9	172	3	0,3	16	54	6,6	0	0,2	0,1	31	8,9
10	820	158,0	2	124	1	0,3	16	38	2,6	0	0,1	0,2	48	9,3
11	440	109,4	3	166	2	0,3	23	49	5,3	0	0,2	0,1	43	5,9
12	900	158,0	7	160	1	0,3	122	53	5,2	0	0,1	0,1	35	11,0
13	600	97,2	3	68	1	0,1	58	30	1,9	27	0,1	0,1	27	6,7

Solos distantes dos cupinzeiros (coletados a 1,5m dos ninhos)

ninhos	Ca	Mg	P	K	Na	B	Fe	Mn	Zn	Al	Co	Mo	mat.org.	CTC
	(mg/dm ³)											(g/kg)	(cmol/dm ³)	
1	540	121,6	1	76	3	0,3	34	45	1,9	0	0,2	0,1	39	7,7
2	360	48,6	1	100	1	0,3	35	36	1,8	0	0,1	0,1	31	5,9
3	580	133,7	2	124	2	0,3	28	41	2,0	0	0,1	0,1	35	7,4
4	500	133,7	1	162	1	0,3	36	51	2,3	0	0,1	0,2	31	6,4
5	420	109,4	5	152	2	0,3	41	47	1,9	0	0,2	0,1	31	5,9
6	500	158,0	1	162	3	0,2	35	45	1,3	0	0,1	0,1	31	7,3
7	500	121,6	3	60	1	0,2	44	44	1,5	0	0,1	0,1	35	7,5
8	600	97,2	2	100	1	0,2	30	47	1,5	0	0,1	0,2	31	7,2
9	400	97,2	1	96	2	0,2	20	37	1,2	0	0,1	0,2	31	5,8
10	620	121,6	1	84	3	0,2	21	41	1,4	0	0,2	0,1	31	7,1
11	1560	231,0	1	76	3	0,2	29	33	1,5	0	0,2	0,1	31	11,8
12	620	109,4	4	76	3	0,2	65	52	2,1	9	0,2	0,1	31	8,9
13	520	121,6	1	56	3	0,3	56	38	1,2	9	0,2	0,1	27	8,6

Relacionando os nutrientes com os hábitos alimentares dos cupins que habitavam cada ninho, os valores calculados entre distância e hábito alimentar para os nutrientes mostrou que os ninhos que continham cupins com hábito alimentar ceifador, apresentaram maior quantidade dos elementos magnésio (Mg), enxofre (S) e zinco (Zn) ($p < 0,05$) do que os ninhos que prevaleciam cupins com os demais hábitos alimentares (Tab.3).

Tabela 3. Estatística descritiva da relação entre a quantidade de nutrientes presentes nos solos dos ninhos (zero) e distante dos ninhos (1,5m) e relação entre os nutrientes e o hábito alimentar dos cupins em ninhos coletados em região de pastagem no município de Hidrolândia – GO.

Nutrientes	Distância					Hábitos alimentares		
	Zero			1,5m		Ceifador	Humívoro	Intermediário
	p	média	desvio padrão	média	desvio padrão	p		
Ca	0,71	718,4	148,4	593,8	301,7	0,31	0,89	0,50
Mg	0,13	163,6	39,2	123,4	41,1	0,04	0,65	0,62
P	0,72	3,6	2,2	1,8	1,3	0,68	0,74	0,73
K	0,16	136,4	36,7	101,8	37,0	0,26	0,45	0,29
Na	0,83	2,0	0,8	2,1	0,9	1,00	1,00	0,90

S	0,14	5,3	0,6	5,7	0,4	0,03	1,00	0,14
B	0,55	0,2	0,0	0,2	0,0	0,51	0,68	1,00
Cu	0,73	1,3	0,3	1,4	0,3	0,67	0,71	0,81
Fe	0,78	44,0	29,5	36,4	12,7	0,79	0,89	0,74
Mn	0,42	49,6	11,2	42,8	5,8	0,40	0,42	0,28
Zn	0,01	4,2	1,4	1,6	0,3	0,01	0,86	0,73
Co	0,87	0,1	0,0	0,1	0,0	0,44	0,22	0,52
Mo	0,33	0,1	0,0	0,1	0,0	0,29	0,50	0,77
N	0,80	1765,3	380,4	1596,1	140,6	0,95	0,55	0,90
CTC	0,81	8,3	1,5	7,4	1,5	0,67	0,46	0,46
mat. org.	0,67	35307,6	7685,3	32538,4	2601,7	0,63	0,34	0,89

Não há covariação entre a quantidade média de nutrientes do solo próximo e distante dos ninhos com a riqueza de espécies de cupins presentes nos cupinzeiros nem com o hábito alimentar dos cupins ($p > 0,05$) (Tab. 4).

Tabela 4. Resultados da MANCOVA para riqueza de espécies de cupins e distância dos ninhos.

Efeitos	Wilks λ	F	Efeito (df)	Erro (df)	p
distância	0,17	2,04	16	7	0,17
riqueza de espécies	0,38	0,69	16	7	0,74
distância x riqueza sp	0,38	0,70	16	7	0,73
distância x ceifador	0,18	1,95	16	7	0,18
distância x humívoro	0,25	1,27	16	7	0,38
distância x intermediário	0,25	1,26	16	7	0,39

3.3. Entrevistas em lojas agropecuárias

Nas entrevistas em lojas agropecuárias, todos os onze estabelecimentos foram receptivos e nenhum se negou a responder as questões. Foi feito um levantamento através de ligação telefônica para saber se a loja vendia cupinícidas, e só então a pesquisadora foi pessoalmente naquelas lojas que vendiam para realizar a entrevista. As entrevistas duraram de 10 a 15 minutos não atrapalhando as atividades das lojas. Foram obtidos os seguintes resultados (quadros 2 e 3):

- todos os estabelecimentos souberam informar o modo de aplicar os cupinícidas na pastagem;
- apesar de os entrevistados saberem e informarem que é necessário ter uma receita agrônoma para vender os cupinícidas, um dos estabelecimentos mostrou um produto

no qual estava escrito no rótulo “venda livre proibida” e ofereceu como se fosse de venda livre;

- percebeu-se que a venda de cupinicida sem prescrição da receita agrônômica pode ser realizada, pois há estabelecimentos que deixaram clara a possibilidade de o agrônomo assinar a receita agrônômica sem garantir que o profissional vá até a propriedade fazer a análise da situação de “infestação” por cupins na pastagem. Essa constatação foi percebida na fala de um dos entrevistados que disse: “temos um agrônomo aqui na loja, ele mesmo assina a receita pra você comprar o produto”.

Quadro 2. Informações obtidas nas entrevistas, nos rótulos e bulas dos cupinicidas líquidos disponíveis para a venda em lojas agropecuárias nos municípios de Goiânia, Hidrolândia e Varjão.

Cupinicidas líquidos				
Nome do produto	Composição	Preço por litro (R\$)	¹ Preço por litro (U\$)	Forma de venda
Bioinsect	1,75% fipronil e 7,5% imidacloprido	400,00	108,69	livre*
Poderoso	2,5 % fipronil	266,00	72,28	livre
Zodrin	25% cipermetrina	23,00	6,25	livre
* na embalagem do produto estava escrito: "venda livre proibida"				
¹ valor do dólar considerado para os cálculos: U\$3,6851 (em 02/12/16)				

Quadro 3. Informações obtidas nas entrevistas, nos rótulos e bulas dos cupinicidas granulados disponíveis para a venda em lojas agropecuárias nos municípios de Goiânia, Hidrolândia e Varjão.

Cupinicidas granulados				
Nome do produto	Concentração do princípio ativo (%)	Preço por Kg (R\$)	¹ Preço por Kg (U\$)	Forma de venda
Fipronil				
Regente 800	80	940,00	255,43	com receita*
Regente 800	80	800,00	317,39	com receita*
Regente 800	80	650,00	176,63	com receita*
Fipronil nortox	80	550,00	149,45	com receita*
Regente 20	20	130,00	35,32	com receita*
Formidrin	0,024	8,00	2,17	com receita*
Imidacloprido				
Evidence	80	700,00	190,21	com receita*

Evidence	80	500,00	135,86	com receita*
Evidence	80	433,00	117,66	com receita*
Bamako	70	120,00	32,60	com receita*
* com receita agrônômica				
¹ valor do dólar considerado para os cálculos: U\$3,6851 (em 02/12/16)				

3.4. Entrevistas com pecuaristas

Foram entrevistados um total de treze pecuaristas, seis do município de Hidrolândia - GO e sete do município de Varjão - GO entre os dias 30 de setembro a 25 de outubro de 2016. As entrevistas foram transcritas e analisadas para apresentação destes resultados, os áudios e transcrições estão armazenados Laboratório de Pesquisa e Educação Científica/ LABPEEC da UEG. Todos os entrevistados se dispuseram a participar e concordaram com as condições do termo de consentimento livre e esclarecido, assinando-o sem restrições (apêndice 1). As propriedades de modo geral são pequenas variando o tamanho de 5,5 a 102 hectares e todas com pastagem em uso. Para aqueles entrevistados que não souberam responder com exatidão o valor gasto com remoção de cupinzeiros, foi considerado o valor mínimo declarado pelos demais entrevistados envolvidos nessa pesquisa (R\$ 300,00 ou U\$ 81,41) (Tab 5).

Tabela 5. Respostas sobre identificação, manejo e dados econômicos dadas por treze pecuaristas entrevistados nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.

identificação da fazenda	tamanho da fazenda (ha)	tamanho do pasto (ha)	área (ha) preservada	idade do pasto	quantidade de gado	periodicidade da remoção (anos)	valor (R\$)	valor (U\$)
1	13	12	1	18	11	1	300,00	81,41
2	54	20	24	40	60	3	300,00	81,41
3	49	39	10	2	130	1	500,00	135,68
4	5,5	2,5	3	30	60	3	300,00	81,41
5	20	17	3	3	50	3	1.000,00	271,36
6	73	63	10	20	130	3	1.000,00	271,36
7	22	20	2	14	46	1	1.200,00	325,64
8	68	58	10	20	100	5	300,00	81,41
9	97	87	10	25	80	20	300,00	81,41
10	77	63	10	10	50	3	3.000,00	814,09
11	34	24	10	8	70	8	300,00	81,41
12	102	88	14	22	150	22	0	0
13	39	29	10	23	70	1	3.000,00	814,09

¹ valor do dólar considerado para os cálculos: U\$3,6851(em 02/12/16).

Das treze fazendas que participaram da pesquisa apenas uma delas não remove os cupinzeiros (fazenda 12), nas demais há remoção mecânica, química ou de ambas as formas. A maioria dos entrevistados não soube especificar qual cupinizada usa em sua propriedade, e nesses casos declararam comprar cupinizadas de terceiros. Foram citadas pessoas que usam o cupinizada em grandes lavouras (plantações de soja) e fornecem aos pequenos pecuaristas sem receita agrônoma. A receita é obrigatória para a venda de alguns cupinizados como o Regente® que é um dos mais populares.

De acordo com o tamanho do pasto e a quantidade de gado, foi calculada a densidade de gado por hectare em cada fazenda. Os valores variaram entre 0,79 a 24, sendo assim, há em média 3,77 animais por hectare nas fazendas pesquisadas. Na realidade o gado não fica restrito na área do pasto, na maioria dos casos ele tem acesso à área de preservação ou reserva legal da fazenda. Portanto, pode-se afirmar que há uma ocupação de menos de três animais por hectare nessas fazendas.

3.5. Valoração econômica

Não houve relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas nas entrevistas ($R^2=0,12$; $p=0,34$), sendo assim os dados não apresentaram linearidade e apenas a variável periodicidade foi significativa ($p=0,05$) (Tab.6) com uma leve tendência linear (apêndice 4).

Tabela 6. Resultado do teste de Regressão Múltipla para as variáveis de identificação, manejo e dados econômicos de treze pecuaristas entrevistados nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.

Variável dependente	Variáveis independentes	df	F	p	beta (slope)
Valor gasto	tamanho da fazenda (ha)	1	0.00	0.96	-195.08
	tamanho do pasto(ha)	1	0.01	0.92	228.62
	área preservada(ha)	1	0.98	0.35	293.23
	quantidade de gado	1	0.41	0.53	-19.57
	periodicidade da remoção (anos)	1	53.59	0.05	-141.53
	resíduo	7			

3.6. Valores estimados para possíveis formas de remoção de cupinzeiros em pastagens

Os cálculos para estimar o valor gasto por hectare por ano com remoção de cupinzeiros em pastagens levaram em consideração os seguintes dados e informações: a densidade de cupinzeiros (62 ninhos/ha); as respostas das entrevistas (em lojas agropecuárias e com pecuaristas); informações contidas em bulas dos cupinizados utilizados na remoção

química, artigos e sites sobre a quantidade medida em gramas e em litros de cupinídeos utilizados no controle de supostas infestações de cupins em pastos.

3.6.1. Remoção mecânica com uso de trator (m1)

As fazendas que optarem pela remoção mecânica com uso de trator, vão ter os gastos com aluguel do trator, que custa cerca de R\$ 120,00/hora; segundo informado nas entrevistas aos pecuaristas (fazenda 11). O trabalho leva de 5 a 6 horas para ser concluído em um pasto de 24 hectares, Sendo assim:

$$120 \times 5 = 600/24 \text{ hectares} \quad \text{ou} \quad 120 \times 6 = 720/24 \text{ hectares}$$

Seria necessário investir no mínimo de R\$ 600,00 nesses 24 hectares. De acordo com a densidade de cupinzeiros em 24 hectares há 1488 ninhos, dessa forma o cálculo para cada ninho:

$$600 : 1488 = 0,40/\text{cupinzeiro} \quad 0,40 \times 62 = 24,80/\text{hectare}$$

Portanto seriam gastos R\$ 24,80 por hectare nesse tipo de remoção.

De acordo com o Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade de Illinois USA, o trator funciona em média a 55% de sua potência máxima durante o ano (Kamphorst, 2003). O trator gasta em torno de 13 litros de combustível por hora, considerando o preço do óleo diesel de R\$ 2,89 em 24 hectares (em 5 horas de trabalho) tem-se:

$$13 \times 5 = 65 \text{ litros}/5\text{h} \quad 65 \times 2,89 = 187,85/24 \text{ hectare} \quad 187,85 : 24 = 7,83/\text{hectare}$$

Seriam gastos R\$ 7,83 só de combustível por hectare. O pecuarista que optar por esse método de remoção pagará R\$ 24,80 por hectare caso no aluguel do trator esteja incluso o combustível ou R\$ 32,63 se o combustível não estiver incluso. Supondo que o dono da propriedade possua um trator, o gasto seria apenas com o combustível e o tempo dedicado a remoção dos cupinzeiros. Será considerado o valor de R\$ 24,80 para estimativa dos valores monetários apresentados neste trabalho, pois na maioria dos casos o combustível já vem incluso no valor do aluguel do trator, e poucos fazendeiros possuem um trator ou usam o mesmo sem custos nas fazendas pesquisadas.

3.6.2. Remoção mecânica com mão de obra para remoção individual dos cupinzeiros (m2)

Para aqueles que optarem pela remoção mecânica na qual uma pessoa é contratada para retirar os cupinzeiros com uso de enxadão e alavanca, segundo informações das entrevistas (fazenda 8) a mão de obra por dia custa cerca de R\$ 80,00. Também foi dito nas

entrevistas que por dia uma pessoa remove uma média de 30 ninhos, então nesse tipo de remoção para cada ninho é gasto R\$ 26,66. Tem-se para 1 hectare:

$$26,66 \times 62 = 164,92/\text{hectare}$$

Portanto, seria necessário investir R\$ 164,92 por hectare para remoção dos cupinzeiros utilizando esse método.

3.6.3. Remoção química com uso de cupinícida granulado (qa)

De acordo com os valores dos dez cupinícidas encontrados disponíveis para venda nas lojas agropecuárias pesquisadas, foi calculado uma média de custo dos cupinícidas granulados (a base de fipronil e imidacloprido contidos no quadro 2 deste trabalho) e obteve-se o valor de R\$ 483,10 por quilograma de produto. Geralmente são utilizados 10 gramas de produto por cupinzeiro, sendo assim:

$$483,10 : 10 = 4,83/\text{cupinzeiro} \quad 4,83 \times 62 = 299,46/\text{hectare}$$

Se o pecuarista optar por esse método de remoção serão gastos em média, R\$ 299,46 por hectare.

3.6.4. Remoção química com uso de cupinícida líquido (qb)

Com os valores dos três cupinícidas encontrados disponíveis para venda nas lojas agropecuárias pesquisadas, foi calculado uma média de custo dos cupinícidas líquidos (a base de fipronil, imidacloprido e cipermetrina contidos no quadro 1 deste trabalho) e obteve-se o valor de R\$ 229,66 por litro de produto. Geralmente é utilizados 1 litro (Fadini et al, 2001) de produto diluído (no mínimo 20 mL de produto para 100L de água de acordo com a bula do Regente 20G®) por cupinzeiro, sendo assim:

$$229,66 \times 0,02 = 4,59/\text{cupinzeiro} \quad 4,59 \times 62 = 284,78/\text{hectare}$$

Se o pecuarista optar por esse método de remoção será gastos em média, R\$ 284,78 por hectare.

Há, portanto, oito formas possíveis para a realização da remoção de cupinzeiros em pastagens envolvendo uso de tratores, enxadões e alavancas na remoção mecânica; uso de cupinícidas na remoção química ou ambos os métodos combinados. Os gastos monetários com a remoção de cupinzeiros variam de acordo com o tamanho do pasto e consequentemente a quantidade de cupinzeiros.

Foram realizados os cálculos para estimar o valor gasto por cada tipo de remoção que poderia ser realizada em cada fazenda participante do presente trabalho. Os cálculos consideraram o tamanho da área de pastagem que cada uma das fazendas possui. Caso não houvesse nenhum tipo de remoção dos cupinzeiros poderiam ser evitados, em média, entre R\$ 828,89 para os casos de remoção mecânica apenas com o uso de trator e R\$ 15.521,01 na combinação de remoção mecânica com mão de obra para remoção individual dos cupinzeiros mais o uso de cupinícidias granuladas. Esta combinação apresentou ser a forma mais cara de remoção (Tab.7).

Tabela 7. Valores estimados das possíveis formas de remoção de cupinzeiros para cada fazenda participante das entrevistas nos municípios de Hidrolândia-GO e Varjão-GO.

fazenda	tamanho do pasto (ha)	Valor (R\$) gasto para cada forma de remoção por ano*								médias
		remoção mecânica		remoção química		combinações de remoções mecânicas e químicas				
		m1	m2	qa	qb	m1 + qa	m1 + qb	m2 + qa	m2 + qb	
1	12	297	1.979	3.593	3.417	3.891	3.714	5.572	5.396	
2	20	496	3.298	5.989	5.695	6.485	6.191	9.287	8.994	
3	39	967	6.431	11.678	11.106	12.646	12.073	18.110	17.538	
4	2,5	62	412	748	711	810	773	1.160	1.124	
5	17	421	2.803	5.090	4.841	5512	5.262	7.894	7.644	
6	63	1.562	10.389	18.865	17.941	20.428	19.503	29.255	28.331	
7	20	496	3.298	5.989	5.695	6.485	6.191	9.287	8.994	
8	58	1.438	9.565	17.368	16.517	18.807	17.955	26.934	26.082	
9	87	2.157	14.348	26.053	24.775	28.210	26.933	40.401	39.123	
10	63	1.562	10.389	18.865	17.941	20.428	19.503	29.255	28.331	
11	24	595	3.958	7.187	6.834	7782	7.429	11.145	10.792	
12	88	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	29	719	4.782	8.684	8.258	9.403	8977	13.467	13.041	
médias (R\$)		828	5.512	10.008	9.518	10.837	10347	15.521	15.030	9.700
médias (US\$)		225	1.496	2.716	2.583	2.941	2.808	4.212	4.079	2.632
valor por ha (R\$)		24	164	299	284	324	309	464	584	306
valor por ha (US\$)		7	45	81	77	88	84	126	158	83

*valores calcula considerando a densidade de 62 cupinzeiros por hectare.

Atualmente, na prática não são realizados cálculos para determinar a quantidade de veneno utilizado no combate aos cupins na remoção química, nem por aqueles que optam pela remoção mecânica. Como os valores apresentados neste trabalho são bastante subestimados, com certeza há gastos maiores ainda por parte dos pecuaristas que realizam mais de uma remoção por ano, por aqueles que usam doses maiores de veneno, caso paguem mais caro pela mão de obra ou uso do trator. Da mesma forma, os valores podem variar para menos naquelas

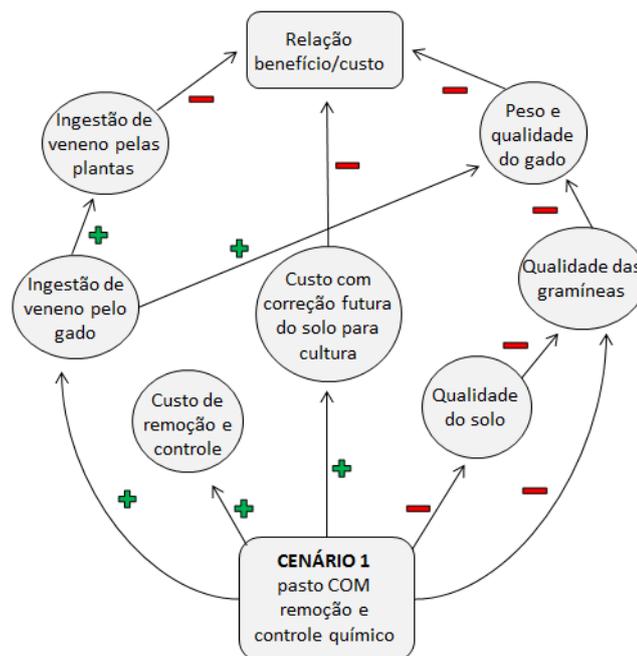
fazendas onde os próprios donos realizam a mão de obra, ou aqueles que possuem o trator e realizam apenas remoção mecânica, por exemplo.

3.7. Porcentagem de área ocupada por cupinzeiros em pastagens e as consequências da remoção

Levando em consideração todos os fatores abordados no presente capítulo, para ilustrar o que acontece com as fazendas e a remoção de cupinzeiros em pastagens, foram desenhados dois cenários: o primeiro representando uma fazenda com remoção de cupinzeiros e o segundo uma fazenda sem remoção dos cupinzeiros.

No primeiro cenário onde há prática de remoção (química, mecânica ou ambas) tem-se a seguinte situação: se fossem removidos todos os cupinzeiros do pasto sobriam mais áreas para a cobertura do solo com gramíneas, e conseqüentemente mais área de pastagem para o gado. No caso do pecuarista optar pela remoção química, além do investimento financeiro, existe uma relação de benefício custo envolvendo as consequências do uso de cupinçidas para o solo, para o gado, para as gramíneas e para os seres humanos. Esses fatos acontecem mesmo quando as pessoas não os levam em consideração na hora de escolher como manejar o pasto (Fig 12).

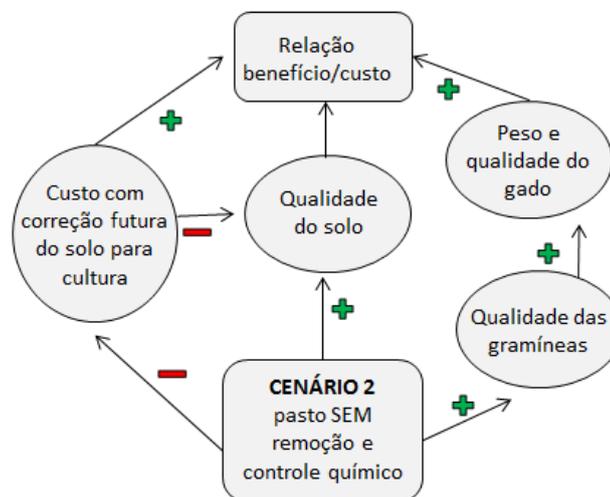
Figura 12. Relação benefício custo representando o cenário de uma pastagem com prática de remoção química dos cupinzeiros. (-) representam as relações negativas e (+) as relações positivas. Nesse caso o fazendeiro deixa de ser beneficiado pelos serviços ecossistêmicos prestados pelos cupins.



No segundo cenário os fatos acontecem da seguinte forma: se um cupinzeiro ocupa em média 0,36 m² de área do pasto por hectare (foram medidos os diâmetros dos ninhos e calculado uma média), em tese, nessa área não vai ter o desenvolvimento de gramíneas. Em média há 62 cupinzeiros por hectare no pasto, portanto 22,32 m² desse pasto seriam ocupados por cupinzeiros. De acordo com cálculos de densidade, levando em consideração o tamanho dos cupinzeiros, eles ocupam 0,23% da área do pasto. A densidade de gado na pastagem é em média de 3,77 animais por hectare, um bovino tem a disponibilidade de ocupar em média 76 m² de acordo com os dados do presente trabalho. Sendo assim a área ocupada por todos os cupinzeiros do pasto seria 29,37 vezes menor que a área destinada à ocupação de um único bovino.

No caso do pecuarista optar pela não remoção química dos cupinzeiros, além da economia financeira, haveria uma melhor relação de benefício custo da forma de uso do solo, com consequências positivas para o gado, para as gramíneas e para os próprios seres humanos, mantendo assim os serviços ecossistêmicos disponíveis (Fig 13).

Figura 13. Relação benefício custo representando o cenário de uma pastagem com cupinzeiros sem remoção química, com retirada dos cupinzeiros apenas por remoção mecânica, quando necessária de fato, a renovação da pastagem. (+) representam as relações positivas e (-) as relações negativas quando o fazendeiro conta com os serviços ecossistêmicos prestados pelos cupins.



3.8. Custos evitados

De acordo com os cálculos estimados apresentados nesse trabalho, pode-se afirmar que os custos evitados caso não houvesse remoção dos cupinzeiros nas pastagens, seriam em média de R\$ 9.700,55 ou US\$ 2.632,00 por hectare por ano nas fazendas pesquisadas. Além disso, sem as remoções de cupinzeiros em pastagens seriam evitados danos ambientais e danos à saúde de todos os seres vivos dessas fazendas. Haveria a preservação dos serviços

ecossistêmicos realizados pela manutenção dos cupinzeiros e principalmente pelo não uso de cupinicidas e como consequência o resultado seria um ambiente ecologicamente mais equilibrado.

4. Discussão

4.1. Implicações do uso de cupinicidas e consequências para o meio ambiente

Como não houve relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas nas entrevistas, pode-se afirmar que não há critério algum sendo levado em consideração para a tomada de decisão dos pecuaristas na quantidade de cupinicida e formas de remoção dos cupinzeiros, são escolhas feitas de forma totalmente aleatória e inconsequente. A única variável que apresentou pequena relação com o valor gasto com remoção foi a periodicidade, ou seja, quanto mais aplicações mais gastos.

As formas de aplicação dos inseticidas são conhecidas tanto pelos vendedores quanto pelos pecuaristas, porém não há padrão ou análise de infestação para saber se é necessário ou não o investimento nesses produtos. Mesmo com a receita agrônômica sendo uma exigência para venda de alguns cupinicidas, muitas pessoas vendem e compram sem apresentação da mesma. Não há cálculos precisos sobre quantidade de cupins por hectare que caracterizam uma infestação. Portanto, a escolha do produto e quantidade fica a critério do agrônomo que faz a receita ou do dono da propriedade quando faz a compra do cupinicida.

Os inseticidas representam 12% do total do total de agrotóxicos comercializados no mercado nacional (ANVISA; UFPR, 2013). Para exterminar os cupinzeiros, basicamente são utilizados cupinicidas a base de fipronil e imidacloprido, que são de fabricação e uso autorizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2007). Esses produtos são utilizados como formicidas e cupinicidas em pastagens. Apesar disso, na bula do Fipronil® contém apenas informações referentes ao uso em culturas agrícolas para controle de cupins pragas em culturas de cana-de-açúcar (FIPRONIL, 2013). Na bula do Bamako® é encontrada a seguinte informação: “o intervalo de segurança não estabelecido para o controle de cupins de montículo”, ou seja, não se garante quanto tempo o local estará sem a ação dos cupins após a aplicação do veneno.

A aplicação por pulverização aérea dos agrotóxicos que contenham entre outros componentes, o fipronil e o imidacloprido não é permitida, em todo o território nacional (BRASIL, 2012). De acordo com Scorza Jr e Silva (2007), cupinicidas à base de fipronil e cipermetrina têm potencial de contaminação de água subterrânea e no solo esses

componentes provocam perda de fertilidade, perda de produtividade em solos de plantações e aumento de pragas, com aumento – em frequência e em quantidade – na utilização de agrotóxicos. A diversidade de microrganismos do solo que desempenham funções nos ecossistemas, tais como atividades microbianas de decomposição, degradação e desintoxicação de muitos contaminantes ambientais, é perdida com o uso desses produtos (FERREIRA et al., 2006).

O fato de um dos entrevistados de uma das lojas agropecuárias participantes da pesquisa ter dito que vende livremente um produto que no próprio rótulo está especificado ser proibida a venda livre (ou seja, seria necessária apresentação de um receituário agrônomo para realizar a venda) mostra que ele ficou à vontade e acabou informando uma conduta incorreta que acontece na loja. É comum que a recomendação para agricultores sobre produtos e quantidades a serem usados em lavouras seja feita pelos próprios vendedores das casas agropecuárias (LONDRES, 2011), nesse estudo foi constatado que essa conduta acontece também com os pecuaristas ao vender cupinçadas. De acordo com Londres (2011):

Segundo o Art. 65 do Decreto 4.074/2002, que regulamenta a Lei de Agrotóxicos, a receita deve ser específica para cada cultura ou problema e conter informações como o diagnóstico, doses de aplicação e quantidades totais a serem adquiridas do produto, época de aplicação, intervalo de segurança, entre outras. Em tese, para que um profissional possa emitir um receituário agrônomo, ele deve antes visitar a propriedade rural ou examinar amostra do material infectado. Entretanto, há relatos de que esta exigência não costuma representar impedimento ao comércio de agrotóxicos: “emite-se o papel, desde que não se perca a venda”. Em muitos casos, os comerciantes guardam blocos de receitas assinadas, que são preenchidas pelo vendedor no momento da venda. É muito comum, ainda, que a recomendação aos agricultores sobre produtos e quantidades a serem usados nas lavouras seja feita pelos próprios vendedores das casas agropecuárias.

O receituário agrônomo tem por finalidade orientar o uso de agrotóxicos e o diagnóstico é pré-requisito essencial para a prescrição da receita (CREA, 2010). Existe a ideia de que o uso de agrotóxicos seria a melhor solução para a produção agrícola (PERES et al., 2003) e comparativamente na atividade pecuária, tem-se essa ideia com relação a utilização de cupinçadas, pois acredita-se no aumento da produtividade sem a ação dos cupins. No entanto, além de estudos mostrarem que a presença de cupinzeiros não é indicador de degradação química e biológica da pastagem (LIMA et al., 2011) o presente estudo mostrou que o valor investido com cupinçada é alto, e que é um investimento que não compensa pois os cupins sempre retornam.

O uso de agrotóxicos em atividades agropecuárias vem aumentando ao longo dos anos (ABRASCO, 2015) e um dos fatores que justifica o estímulo ao consumo advém da redução

dos preços e da isenção de impostos dos agrotóxicos (PIGNATI e MACHADO, 2011). Outro aspecto utilizado para justificar o uso de agrotóxicos em atividades pecuárias é a crença de que cupins são pragas econômicas e que é necessário exterminá-los. Há trabalhos que defendem essa ideia de que cupins causam danos reais às pastagens, como o trabalho de Oliveira (1997):

Embora os cupins se alimentem basicamente de material vegetal morto, ocasionalmente atacam raízes de plantas forrageiras. Durante o verão, algumas vezes atacam plantas de talo lenhoso como *Stylosanthes spp.*, perfurando o interior do talo. Também em épocas seca são encontrados atacando cepas de *Andropogon gayanus*. Estes insetos também diminuem a área de pasto, devido à estrutura de seus ninhos, e dificultam os tratos culturais.

Existe uma possibilidade teórica, de que os cupins afetam o desenvolvimento da pastagem, diminuindo seu potencial produtivo (FADINI et al., 2001), entretanto, existem estudos que refutam essa possibilidade mostrando que um dos aspectos questionáveis em relação ao tamanho da área ocupada pelos cupinzeiros em pastagens é insignificante. A ocupação varia de 0,1% à no máximo 3% do total da área (VALÉRIO, 1995; FERNANDES et al., 1998; LIMA et al., 2011) mesmo assim, ainda é comum a justificativa de que os cupinzeiros ocupam espaços que poderiam estar sendo ocupados por gramíneas e que isso seria um prejuízo econômico.

Para o cultivo de gramíneas forrageiras em pastagens, há autores que afirmam ser necessário o manejo adequado com acompanhamento periódico em sua fase de estabelecimento a fim de identificar possíveis ocorrências de pragas (lagartas, cupins, formigas, entre outras), plantas invasoras, deficiências na germinação e desenvolvimento das plantas, e assim, providenciar as medidas de controle (TOWNSEND et al., 2014). No entanto essa preocupação com controle de pragas deveria ser secundária ou nem mesmo existir, pois, de acordo com Macedo et al. (2008) as principais causas de degradação das pastagens no Brasil são o excesso de lotação e a falta de reposição de nutrientes e associada à compactação dos solos por pisoteio animal (SILVA-FILHO, 2009).

A compactação causada pelo pisoteio do gado e a consequente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção da água, são fatores relevantes no processo de degradação de pastagem, pois causam erosão e assoreamento das nascentes de lagos e rios (MACEDO, 1999). Oliveira (2006) afirma que as perdas de condições desejáveis do solo relacionadas ao crescimento de plantas podem ser de origem física, química ou biológica:

Alta resistência, limitações de aeração a alta suscetibilidade à erosão são sintomas claros de degradação física do solo. Degradação biológica está associada à redução

de matéria orgânica e da atividade e diversidade de organismos de solos. Degradação química é reflexo da retirada ou saída de nutrientes do solo ou acúmulo de elementos tóxicos ou desbalanceados, que são prejudiciais ao crescimento da planta.

À medida que o número de aplicações de cupinicidas na pastagem aumenta, o grau de eficiência da ação desses produtos diminui, pois, além de erradicar as pragas, os agrotóxicos de modo geral também eliminam seus inimigos naturais, ou seja, seus predadores e competidores (FERREIRA et al., 2006). No caso dos cupinicidas investigados no presente trabalho, segundo descrições das bulas nenhum deles é específico para eliminar apenas cupins, de modo geral os produtos são usados em pastos e em lavouras e atingem várias espécies de invertebrados. Sendo assim, o uso de cupinicidas reduz a biodiversidade causando danos ao meio ambiente, à saúde, reduzindo o potencial de fertilidade do solo e aumentando custos do pecuarista devido à necessidade de investir nesses produtos. Em um trabalho sobre os efeitos dos agrotóxicos no solo, de acordo com Tokeshi (2008):

O desconhecimento dos efeitos colaterais dos agrotóxicos, corretivos e fertilizantes no solo e ambiente está gerando nas culturas maior necessidade de agrotóxicos, criando um círculo vicioso que é necessário romper e corrigir para que a Terra seja capaz de sobreviver ao ataque da terrível praga Homem que a dominou e a trata como se fossem seu dono e superior aos demais seres vivos do planeta. O homem só é capaz de enxergar as coisas do ponto de vista humano, e se esquece de que ele faz parte do ecossistema e que qualquer ser vivo é importante neste ecossistema. O que o homem chama de pragas e doenças para a natureza nada mais é que a polícia sanitária responsável pela eliminação dos indivíduos doentes ou em desequilíbrio.

Intervenções humanas como o uso de agrotóxicos substituem os métodos naturais de dispersão, o controle natural das populações de insetos e alteram os níveis de decomposição e fertilidade do solo, reduzindo a sua diversidade (ALTIERI, 1999). A biomassa e a biodiversidade dos organismos do solo frequentemente diminuem com a prática de monoculturas e de pastagens, quando comparado a locais com vegetação natural, devido ao uso de agrotóxicos e aração (STORK e EGGLETON, 1992). Locais naturais possuem relações ecológicas e serviços ecossistêmicos que não estão presentes em monoculturas devido à baixa diversidade biológica.

Além de não causar dano real a pastagens (CUNHA e MORAIS, 2010) os cupins são os invertebrados mais abundantes no solo em ecossistemas neotropicais (WILSON, 1971) e a presença desses insetos garante a realização de serviços ecossistêmicos indispensáveis para o meio ambiente.

4.2. Densidade de cupinzeiros em pastagens

A densidade de cupinzeiros da pastagem do presente estudo (62 cupinzeiros/ha ocupando 0,23% da área) foi próxima à média encontrada por Czepak et al., (2003) em um levantamento realizado em 133 municípios em Goiás que foi em média 73 cupinzeiros/ha ocupando 0,39% dos pastos. Outros trabalhos encontraram densidades diferentes e bem maiores: no Estado do Mato Grosso do Sul foram 200 cupinzeiros/ha, representando 1% da área (VALÉRIO, 1995), 760 cupinzeiros/ha em Manaus, representando 3% da região (ACKERMAN et al., 2007), em Goiânia foi de 182 cupinzeiros/ha, representando 1,74% da pastagem, ou seja, a área ocupada pelos ninhos é insignificante (CUNHA e MORAIS, 2010).

De acordo com esses dados, e com o resultado do presente trabalho não é possível afirmar que devido ao tamanho da área ocupada os cupinzeiros sejam pragas econômicas, pois a área ocupada por eles é insignificante e não justifica o gasto financeiro que os pecuaristas atualmente têm para removê-los. Os cupins não causam danos às gramíneas e conseqüentemente isso não reflete na queda de produtividade da fazenda. Há uma ilusão de ótica de que os pastos estão tomados por cupinzeiros quando visualizados de forma horizontal, porém se observados por uma vista aérea, é nítido que os cupinzeiros se apresentam como pontinhos na pastagem.

O método utilizado no presente trabalho, para medir a densidade dos cupinzeiros na pastagem foi uma novidade, pois, até então eram realizadas estimativas ou contagens no campo. Com o uso de fotos obtidas pelo VANT, e posterior visualização das mesmas no *GoogleEarth*® (Fig.14), houve um ganho de tempo e precisão da quantidade de ninhos presente no pasto, além de informações que poderão ser aproveitadas para outros estudos, tais como a distância entre os ninhos, volume, declividade do terreno, dentre outras que não foram foco para a presente pesquisa. As imagens se encontram armazenadas no LAPIG compondo projetos em andamento sobre uso do solo e pastagens no Brasil (www.lapig.iesa.ufg.br).

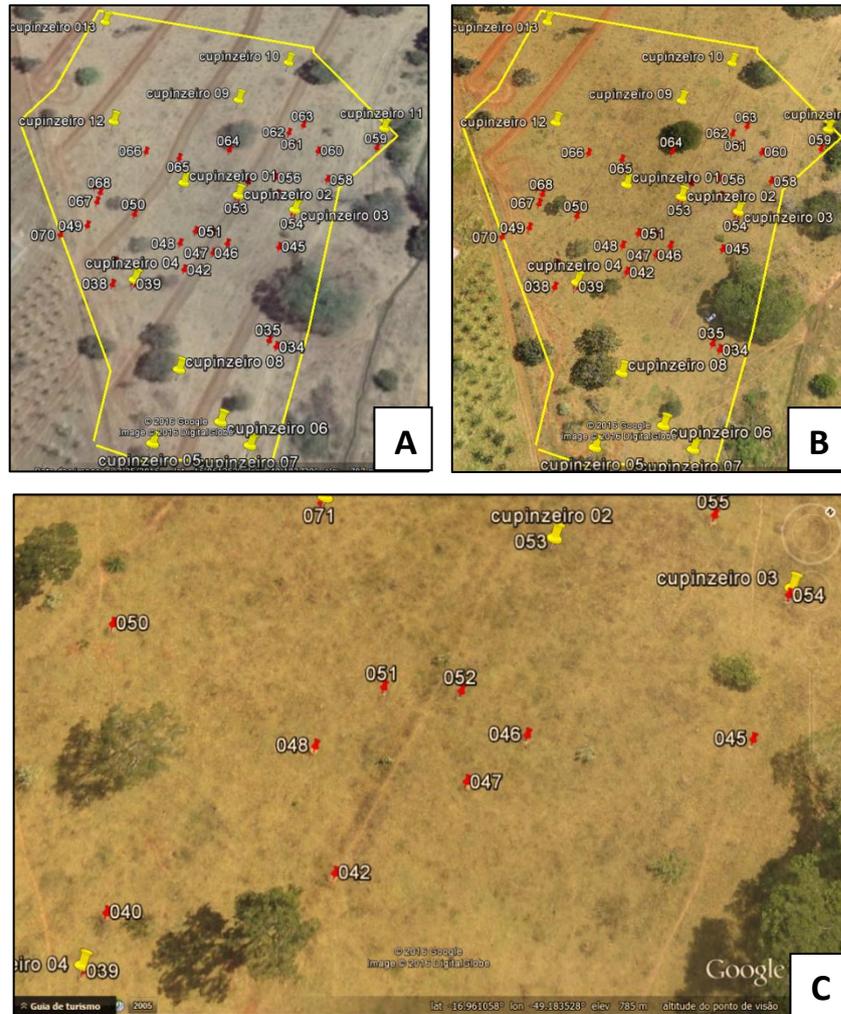


Figura 14. (A) foto do pasto de dois hectares delimitado em amarelo (-16.963374S -49.183912N) obtida pelo *GoogleEarth*®. (B) foto do mesmo pasto obtida pelo VANT visualizada no *GoogleEarth*®. (C) imagem do pasto obtida pelo VANT com aproximação para a contagem dos ninhos. Em todas as figuras os pontos 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).

4.3. Hábito alimentar, papel ecológico dos cupins e a relação com a quantidade de nutrientes no solo da pastagem

Em relação ao hábito alimentar dos cupins encontrados nas amostras da pastagem no presente trabalho, a maioria das espécies (dez espécies) são de hábito húmívoro (comedores de solo), sete espécies são de hábito ceifador (comedores de serrapilheira) e seis espécies de hábito intermediário (se alimentam da interface solo/madeira). Espécies húmívoras e intermediárias são importantes para o processo de manutenção do ecossistema e dificilmente prejudicariam a pastagem (CUNHA, 2006).

Quase todas as espécies de cupins húmívoros no Cerrado pertencem à subfamília Apicotermatinae (família Termitidae) que é a mais diversificada (CONSTANTINO, 2005) e

em pastagens é mais comum ter espécies com esse mesmo hábito alimentar. Apenas três ninhos dos treze amostrados no presente trabalho não continha espécies da subfamília Apicotermatinae e nos ninhos que esses estavam presentes, houve casos de ter até cinco espécies diferentes da subfamília no mesmo ninho. No presente trabalho não foi encontrada espécie com hábito xilófago (comedores de madeira), estas são mais encontradas em regiões nativas e preservadas de Cerrado do que em pastos (CARRIJO et al., 2009).

Os ninhos que continham cupins com hábito alimentar ceifador apresentaram maior quantidade de dois macronutrientes: magnésio (Mg), enxofre (S) e de um micronutriente que foi o zinco (Zn). A classificação dos nutrientes em micro e macro é feita de acordo com a concentração do elemento exigido pelas plantas. Os macronutrientes ocorrem em concentrações de 10 a 5.000 vezes superior à dos micronutrientes (FAQUIN, 2005). Sendo assim, os cupinzeiros possuem mais oferta de nutrientes também devido ao fato de não ter vegetação sobre eles fazendo uso dessas substâncias em suas atividades vitais. Esse dado mostra que o solo dos cupinzeiros pode ser uma fonte de nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas.

O zinco tem função estrutural e funcional em reações enzimáticas nas plantas e sua deficiência provoca a redução do crescimento das folhas, tendo como consequência redução na atividade fotossintética (BARBOSA et al., 2009). Nos solos das regiões tropicais a concentração de zinco no solo é muito baixa e a maior parte se encontra como complexos orgânicos solúveis (FAQUIN, 2005). No entanto, Inocêncio et al. (2009) constataram em um experimento que os ninhos de cupins influenciaram todos os micronutrientes avaliados podendo ser utilizados como biofertilizantes. Foram avaliados os efeitos da aplicação de ninhos de cupins no acúmulo de micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) na biomassa seca da parte aérea da alface cultivada no Mato Grosso do Sul. Esse estudo mostrou um dos potenciais dos cupinzeiros, um modo fácil e barato para solucionar problemas de disponibilidade de nutriente no solo para cultivo.

Houve maior presença de Zn nos solos dos cupinzeiros do que nos solos distantes dos cupinzeiros. Como o zinco é um micronutriente menos exigido pelas plantas que os macronutrientes como N, P, Mg e outros (MENDES, 2007), espera-se que esteja mais presente onde não há crescimento de gramíneas corroborando o que foi encontrado no estudo. A conservação de propriedades físico-químicas do solo das pastagens permite melhor qualidade nutricional do solo devido ao não uso de cupinícidas e leva o produtor que futuramente queira transformar seu pasto em plantação, a gastar menos com correções do solo.

Os outros elementos, nesse estudo, que apresentaram maior presença nos solos dos cupinzeiros do que distante dos mesmos foram o magnésio e o enxofre. O magnésio constitui o átomo central da molécula de clorofila e a falta desse nutriente pode reduzir o crescimento nas plantas (BARBOSA et al., 2009) sendo muito encontrados nos tecidos vegetais (MALAVOLTA, 2008). Através de transformações biológicas, semelhantes àquelas do nitrogênio, os sulfatos e os compostos de sulfato são produzidos e disponibilizados para as plantas, através da mineralização da matéria orgânica (SFREDO e LANTMANN, 2007). O enxofre é parte de cada célula viva, é constituinte de aminoácidos, ajuda a desenvolver enzimas e vitaminas, é necessário na formação da clorofila, apesar de não ser um constituinte dela, aumenta o teor proteico total de forrageiras, aumenta a resistência à deficiência hídrica e pode controlar certas doenças causadas por fungos (SFREDO e LANTMANN, 2007).

Um dos papéis ecológicos dos cupins é a realização do processo de decomposição, eles têm participação na mineralização de elementos químicos disponibilizando-os para as plantas (COSTA-LEONARDO, 2002). Os solos dos cupinzeiros são geralmente enriquecidos com matéria orgânica e nutrientes, pois, juntamente com formigas e minhocas, os cupins provocam efeitos nas propriedades dos solos disponibilizando nutrientes a outros organismos. Devido a essa função os cupins são chamados de engenheiros do solo (JOUQUET, 2002).

Como os cupins de hábito humívoro (comedores de solo) não interferem no crescimento e desenvolvimento das gramíneas podendo até ser benéfico na fertilidade do solo (CONSENZA e CARVALHO, 1974; FERNANDES et. al., 1998), o fato de as pessoas acreditarem que cupins estão se alimentando das forrageiras ao ponto de levar a um prejuízo econômico não pode ser confirmado. No presente trabalho foi constatado que os níveis de Al não tiveram alterações nos solos dos cupinzeiros e distantes dos ninhos, assim como foi encontrado por Sarcinelli et al., (2009).

Há evidências da eficácia de algumas espécies de cupins na restauração do solo estéril e na manutenção da produtividade em longo prazo do solo, facilitando assim a agricultura sustentável *Odontotermes* na África. Ao criar túneis, a atividade forrageadora de cupins aumentou a infiltração de água (KAISER et al., 2016). Não há estudos com esse enfoque para o Cerrado. Os cupins (Blattoidea: Termitoidae) fornecem serviços ecossistêmicos que podem promover a sustentabilidade da produtividade do solo e reabilitação de solos em agroecossistemas tropicais (JOUQUET et al., 2014). Durante a sua alimentação e nidificação, os cupins melhoram a aeração do solo, melhorando a absorção e armazenamento de água, são responsáveis por fluxos e armazenamento de substâncias no solo, processos cruciais para a fertilidade, crescimento de plantas e formação de solo (JOUQUET et al., 2014).

4.4. Atividade pecuária e a destruição do Cerrado

O Cerrado está sendo convertido em áreas para atividades agropecuárias (SANO et al., 2010) e restam poucas regiões grandes e nativas para serem exploradas (Fig.15). No município de Hidrolândia, 62% do território são ocupados por áreas de pastagem, 2% por agricultura e restam cerca de 30% de área nativa. Em Varjão 69% do município é ocupado por pastagens, 4% por agricultura e em torno de 24% de área nativa (www.pastagem.org). De acordo com dados do IBGE (2014), a atividade pecuária nos municípios de Hidrolândia contribui com menos de 11% do PIB e em Varjão, menos de 35%. Os dados mostram que a pecuária não é uma atividade tão rentável e compensatória ambientalmente, pois ocupa grandes áreas e gera pouco lucro (levando em consideração todo o impacto e prejuízo ambiental gerado pela atividade).

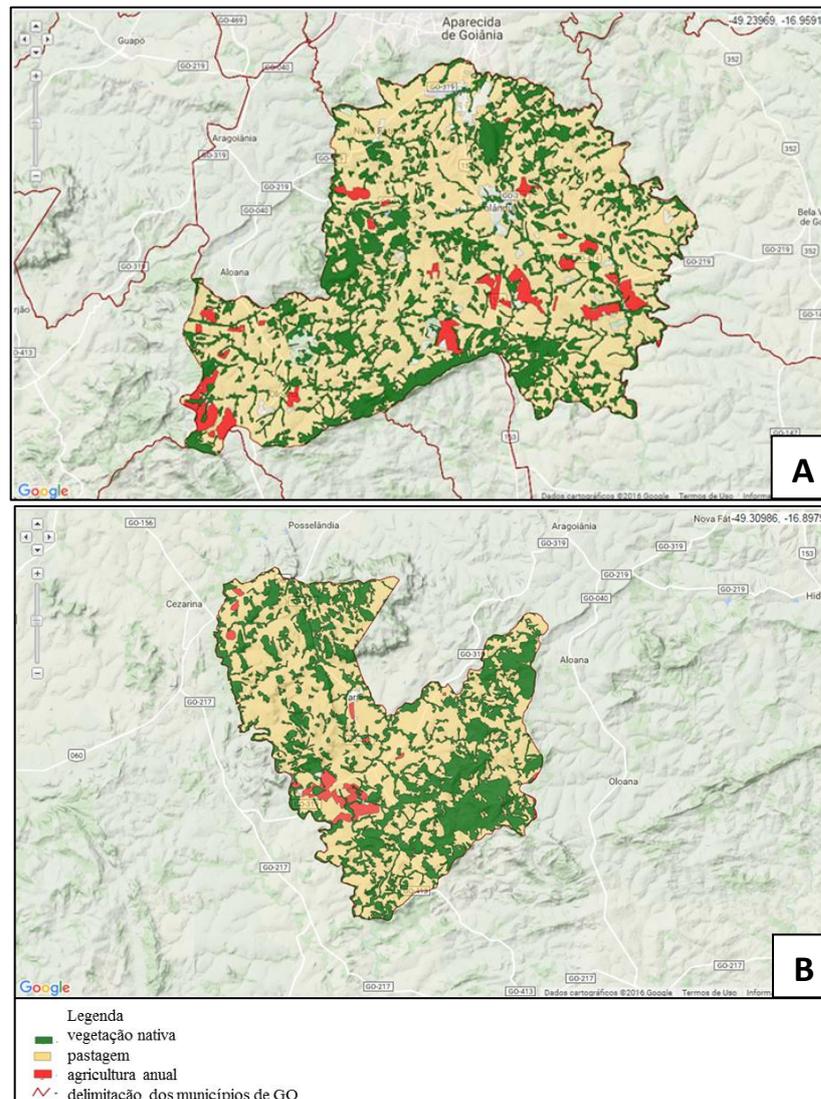


Figura 15. Mapas síntese da área de pastagem (MSP), vegetação nativa e agricultura anual dos municípios de Hidrolândia - GO (A) e Varjão - GO (B). (Fonte: <http://maps.lapig.iesa.ufg.br>)

Em áreas de florestas, a ocupação de terras com gado tem servido como prática de abertura e ocupação de novas áreas, prestando-se também à atividade especulativa. A maioria dos entrevistados na presente pesquisa informou que o gado possui livre acesso à área preservada da fazenda. Sendo assim, o foco deve ser investigar como manter e melhorar os sistemas produtivos por meio do controle das modificações em áreas já existentes (BROSSARD e BARCELLOS, 2005) transformadas em grandes pastos e monoculturas sem diversidade (ZIMMERMANN, 2009) para poder evitar que novas áreas nativas sejam perdidas.

O Brasil possui hoje 204.450.649 habitantes, segundo dados do IBGE (2015) e a população de bovinos em fazendas brasileiras cresce a cada ano e atingiu o recorde de 215,2 milhões de animais no mesmo ano. A pecuária é uma atividade dispendiosa, de acordo com trabalho de Alan Durning, pesquisador do Worldwatch Institute, calculou-se que 450 gramas de bife de novilhos custam 2,26 kg de grãos, 9.450 litros de água, energia equivalente a 3,8 litros de gasolina e cerca de 16 kg de solo erodido (SINGER e MASON, 2007). Sobre os gastos com água para produção de carne, segundo dados da Embrapa (2016):

Em clima temperado, a produção de um quilograma de alimento implica consumo de grande volume de água. Para a produção de leite, o consumo é de aproximadamente 10.000 litros de água/kg; e para carne, de 20.000 a 50.000 litros de água/kg. Esse volume total de água se baseia na necessidade para produção das pastagens e alimentos concentrados utilizados pelos bovinos, além da quantidade ingerida pelos animais. Em clima tropical, esse consumo pode dobrar. O consumo de água por vaca em lactação depende de vários fatores: estado fisiológico, produção de leite, peso corporal, raça e consumo de matéria seca. Composição da dieta, ambiente, clima e qualidade da água são outros fatores que influem no consumo. Durante os meses mais quentes, as vacas sofrem estresse pelo calor e elevação da umidade, aumentando o consumo de água, com elevação na excreção de urina e alterando a composição dos dejetos.

O conceito básico de impacto ambiental, segundo a resolução nº 001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 23 de novembro de 1986 é:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das ações antrópicas que, direta ou indiretamente, afetam: 1 - a saúde, a segurança, o bem-estar e as atividades socioeconômicas da população; 2 - a biota, constituído pelo conjunto de animais e vegetais de uma dada região; 3 - as condições estéticas e sanitárias de meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Nesse cenário, o impacto ambiental constitui-se em qualquer modificação dos ciclos ecológicos em um dado ecossistema. Sendo assim, a ruptura de relações ambientais normalmente produz impactos negativos, a não ser que essas relações já refletissem o resultado de processos adversos. Por analogia, o fortalecimento de relações ambientais estáveis constitui-se em um impacto positivo. Por fim, têm-se os casos que representam a introdução de novas relações ambientais em um ecossistema. Neles há que ser efetuada a análise de

todos os seus efeitos, de modo a enquadrá-los, um a um, como benefícios ou adversidades.

Sendo assim, a atividade pecuária é causadora de impactos no meio ambiente e com o uso de agrotóxicos para combate a organismos que não são de fato pragas econômicas, há geração de externalidades negativas onde um ou mais produtores são as fontes, e um ou mais indivíduos são os receptores (SOARES e PORTO, 2007). Dessa forma, custos sociais, ambientais e sanitários permanecem ocultos nos preços das mercadorias, o que torna as atividades econômicas injustas no que diz respeito a conservação do meio ambiente e com a saúde das pessoas. Uma vez que a atividade pecuária com uso de cupinídeos gera desequilíbrio ecológico e contaminações, a conta chega para a natureza que acaba pagando com a própria vida.

5. Considerações finais

Através do método de custos evitados foi possível oferecer uma estimativa do valor que os pecuaristas investem em remoção de cupins em pastagens. Foram realizados cálculos para oito formas de remoção possíveis levando em consideração as práticas mais utilizadas com produtos atualmente oferecidos no mercado. Esses cálculos mostraram que não é compensatória a prática de remoção dos cupinzeiros em pastagens, pois além de ser um investimento financeiro inútil, gera externalidades negativas, ou seja, danos ao meio ambiente, impactos sociais e sanitários que não são incorporados no preço do produto e nos serviços.

O presente estudo mostrou que cupins não são pragas econômicas, corroborando outros estudos que afirma que cupins em pastagem são pragas estéticas, sendo assim não é necessário seu combate. A maioria das espécies de cupins encontrados em áreas de pastagens é de hábito humívoro, dessa forma dificilmente prejudicariam a atividade pecuária. Os cupins são os invertebrados mais abundantes no solo em ecossistemas neotropicais e a presença desses seres garante a realização de serviços ecossistêmicos indispensáveis. Além disso, a conservação de propriedades físico-químicas do solo das pastagens permite que o ambiente fique mais equilibrado evitando investimentos em correções de solo. Em caso de futuras intenções do produtor em transformar a pastagem em área de cultivo, ele terá esses pontos ao seu favor.

A forma como é realizado o manejo dos pastos atualmente causa problemas ambientais muitas vezes irreparáveis. Sendo assim, a proposta de manejo de pastos sem uso

de cupinídeos é viável tanto para os proprietários quanto para a conservação do solo, da água e da saúde das pessoas, pois abandonar o uso de cupinídeos é uma forma de evitar investir em contaminações e gastos financeiros desnecessários. A atividade pecuária em si já é uma prática insustentável, com o uso de agrotóxicos torna-se ainda mais prejudicial.

É necessário que as informações descritas no presente estudo cheguem até os produtores. Para isso foi produzido um esboço de material educativo - informativo sobre a real situação dos cupins em pastagens, mostrando com fatos comprovados que esses organismos não causam danos nas pastagens, pelo contrário realizam serviços ecossistêmicos importantes. Almeja-se que pessoas em contato com informações e fatos apresentados nesse trabalho, se conscientizem e possam deixar de ver os cupins como problema. Aprendendo a lidar com a diversidade biológica pode-se afirmar que não existe o conceito de praga, pois todos os seres vivos têm sua importância e seu papel no ecossistema. Há intenção de conscientizar sobre o uso de cupinídeos e as consequências negativas para todos os seres vivos envolvidos nessa atividade econômica insustentável que é a pecuária.

6. Referências

- ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology **Kluwer Academic Publishers**, London, p.363-387. 2000. Disponível em <<http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-017-3223-9>> Acesso em 15 de setembro de 2015.
- ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular. 624 p. 2015
- 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, p. 267–276. 2007.
- AGUIAR, V. R.L; MEDEIROS, C. M. Entrevistas na pesquisa social: o relato de um grupo de foco nas licenciaturas. In: IX Congresso Nacional de Educação, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009, Paraná. **Anais...Paraná, PUCPR**, 2009. p.10710-10718.
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. agriculture, **Ecosystems and Environment**, v.74, p.19-31,1999.
- ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária, UFPR. **Seminário de mercado de agrotóxico e regulação**. Brasília: ANVISA. 2013
- BANDEIRA, G.B.; VASCONCELLOS, A. **Efeitos de distúrbios florestais sobre as populações de cupins (isoptera) do Brejo dos Cavalos, o Pernambuco**. In: Porto CK, Cabral JJP, Tabarelli M (eds) Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, Brasília, p 145–152. 2004.
- BARBOSA, J. G.; FERNANDES P.D; HAAG H.P; OLIVEIRA, G.D. Mineral nutrition and fertilization of ornamental plants. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 249, p. 16- 21, 2009
- BIGNELL, D.E.; ROISIN, Y.; LO, N.; Biology of termites: a modern synthesis. p.477-498. **Springer**. 2011.
- BONI, V.; QUARESMA, S.J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. v 2, n 1 (3), p. 68-80. 2005.
- BRASIL. Consulta Pública nº 58, de 11 junho de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 jun. 2007. Disponível em <[http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[18765-1-0\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[18765-1-0].PDF)> Acesso em 24 jul. 2016.
- BRASIL. Instrução Normativa Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA nº 17, de 01 de maio de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2012. p. 112. Disponível em<<http://www.ibama.gov.br/servicosonline/phocadownload/legislacao/comunicado.pdf>> Acesso em 24 jul. 2016

- BROSSARD, M.; BARCELLOS, A.O. Conversão do Cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 153-168. 2005.
- CARRIJO, T. F.; BRANDÃO, D.; DE OLIVEIRA, D. E.; COSTA, D. A.; SANTOS, T. Effects of pasture implantation on the termite (Isoptera) fauna in the Central Brazilian Savanna (Cerrado). **Journal of Insect Conservation**, v.13, p.575–581. 2009
- CARVALHO, P.S.DE A.; FONSECA, M. B. A mecanização do setor sucroalcooleiro paraibano: um estudo a partir da teoria do custo evitado. XVIII SEMEAD. Seminários de administração. **Anais...** nov. 2015.
- CASIMIRO FILHO, F. Valoração Econômica de Bens Ambientais: um Suporte à Formulação de Políticas Públicas para o Turismo em Áreas Naturais. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Rev. Bras. De Agroecologia**. v. 4, n. 2. 2009
- CASTRO, J.D.B.; NOGUEIRA, J.M. Método custos evitados: conduta defensiva na produção versus a perda da biodiversidade: o estado-das-artes no Brasil. 2016. Não publicado-fornecido pelos autores.
- CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>.
- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos Zoologia**. 40(25):387-448. 1999.
- CONSTANTINO, R. **Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado**. In Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação (A. Scariot, J.C. Sousa-Silva & J.M. Felfili, orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.320-333. 2005.
- COSENZA, G.W. & M.M. DE CARVALHO. Controle e nível de dano do cupim de montículo em pastagens. **Rev.Soc. Brasil. de Zootecnia**, 3(1): p.1-12. 1974.
- COSTA, J. M. **Pragas das pastagens no Estado da Bahia e meios de controle**. EMBRAPA, Circular Técnico, n6. Bahia, 1983.
- COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro, SP. 2002.
- CREA-PR. **Manual de orientação sobre receituário agrônomo, uso e comércio de agrotóxicos**. Curitiba. 2010
- CUNHA, H. F. da. **Cupins (Isoptera) bioindicadores para conservação do Cerrado em Goiás**. Tese de Doutorado, UFG, Goiânia-GO. 74 p. 2006.
- CUNHA, H.F. da.; MORAIS, P.P.A.M. Relação espécie-área em cupinzeiros de pastagem, Goiânia-GO, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.3, p.60-63, 2010.

CZEPAK, C., ARAUJO, E.A.; FERNANDES, P.M. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 33 (1): 35-38. 2003.

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, p.270-279, 2011.

EGGLETON, P. et al. The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Camerron. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, p.85-98, 1995.

EMBRAPA. Introdução técnica para o produtor de leite. Importância da água para bovinos de leite. Disponível em <http://www.cnpgl.embrapa.br/totem/conteudo/Alimentacao_e_manejo_animal/Pasta_do_Produtor/31_Importancia_da_agua_para_bovinos_de_leite.pdf> Acesso em 15 de outubro de 2016.

FADINI, M.A.; DESOUSA, O.; CÉSAR J.; FANTON, C.J. Efeito da profundidade de aplicação e da distribuição de inseticidas líquidos no controle de cupins de montículo em pastagens (Isoptera: Termitidae). **Neotropical Entomology**. v.30, p. 157-159. 2001.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.

FERNANDES, P.M., CZEPAK, C.; VELOSO, V.R.S.. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética?. In FONTES, L.R. & E. BERTI-FILHO (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**, p. 187-210, FEALQ, Piracicaba, SP. 1998.

FERREIRA, A.P.; CUNHA, C.L.N.; WERMELINGER, E.D.; SOUZA, M.B.; LENZI, M.F.; MESQUITA, C.M.; JORGE, L.C. Impactos de pesticidas na atividade microbiana do solo e sobre a saúde dos agricultores. **Revista baiana de saúde pública**. v.30 n.2, p.309-321. 2006.

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. Santa Maria. 2011.

FIPRONIL. Registro Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná nº 466. Jiangsu tuoqiu agrochemical co., Ltd. China. 2013. Bula de agrotóxico.

GIUDICE, J. H. P; GONÇALVES, E.R.. Identificação taxonomica de cupins cohabitantes de montículos de solo na região de campinas com base em sequencias de DNA. **Anais...XIX Encontro de Iniciação Científica –PUC Campinas, SP, 2014.**

HOLT, J.A.; LEPAGE, M. **Termites and soil properties**. In: ABE,T. et al. (Eds.). Termites, evolution, sociality, symbiosis, ecology. Dordrecht: Kluwer Academic, p.389-407. 2000.

INOCÊNCIO, M.F.; NOVELINO, J.O.; PAIM, L.R.; GUTIERREZ, R.S. **Acúmulo de Micronutrientes na Alface Cultivada com Ninhos de Cupins**. VI Congresso brasileiro de agroecologia e II Congresso Latino Americano de Agroecologia. Curitiba PR, 2009.

JONES, A.; BREUNING-MADSEN, H.; BROSSARD, M.; DAMPHA, A.; DECKERS, J.; DEWITTE, O.; GALLALI, T.; HALLETT, S.; JONES, R.; KILASARA, M.; LE ROUX, P.; MICHELI, E.; MONTANARELLA, L.; SPAARGAREN, O.; THIOMBIANO, L.; VAN RANST, E.; YEMEFACK, M.; ZOUGMORÉ R. (eds.), , **Soil Atlas of Africa**. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 pp. European Union. 2013.

JOUQUET, P. Effect of termites on clay minerals in tropical soils: fungus-growing termites as weathering agents. **European Journal of Soil Science**, v.53, p.521-527, 2002.

JOUQUET, P.; BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y. Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, Pretty, v. 73, n. 1, p. 34-40, 2014.

JUNIOR A.F.B.; JUNIOR, N.F. Entrevistas em trabalhos científicos. A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 237-250, 2011.

KAISER, D.; LEPAGE, M.; KANOTÉ, S.; LINSENMEYER, K.E. Ecosystem services of termites (Blattoidea: Termitoidae) in the traditional soil restoration and cropping system Zai in northern Burkina Faso (West Africa). *Agriculture Ecosystems e Environment*. n. 236, p.198-211. 2016.

KING, D.A; SINDEN, J. A. Influence of Soil Conservation on Farm Land Values. **Land Economics**. Vol. 64, No. 3,1988, p. 242-255. 1988.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª ed. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 84p.1996.

LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera, **Biota Neotropica**, v.7 ,n. 2, p. 243-250.. 2007. Disponível em:<<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?thematic-review+bn04007022007>>

LIMA, S.S; ALVES, B.J.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; PINHEIRO, E.F.M.; SANT'ANNA, S.A.C.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.12, p.1699-1706, 2011.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. 190 p. Rio de Janeiro. 2011.

LUCIARDO, R. O.; CUNHA, N. R. da S.; SILVA JUNIOR, A. G. Identificação e proposição de métodos de valoração econômica dos efeitos das queimadas no estado de Mato Grosso. In: XLII Congresso da SOBER, 42. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, p.14-15. 2004.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G.; ARAÚJO, A.R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação.2008. Embrapa. 2008. Disponível em <

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95462/1/Degradacao-pastagens-alternativas-recuperacao-M-Macedo-Scot.pdf>> Acesso em 8 jun.2016.

MALAVOLTA, T. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações agronômicas**. n 121. 2008.

MARTINS, R.X. **Metodologia de pesquisa: guia de estudos** – CEAD-Centro de Educação a Distância da Universidade Federal de Lavras. UFLA, 64 p. 2013.

MAY, T. Pesquisa social: questões, métodos e processos. Porto Alegre: **Artmed**, 2004.

MENDES, A.M.S. **Introdução a fertilidade do solo**. Aula ministrada no Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água promovido pela superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado da Bahia – SFA -BA/SDC/MAPA, no auditório da UFBA, em Barreiras-BA, 2007.

MMA. **Manual de impactos ambientais**. Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. , 2012.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

OLIVEIRA M.C. **Pragas das pastagens: uma análise crítica**. Trabalho apresentado como parte das exigências da Disciplina de Zoologia - Forragicultura. Aluna: Viçosa - MG, 1997.

OLIVEIRA, L.A. A degradação de pastagens no município de Lima Duarte: métodos viáveis de recuperação, formação e manutenção: um debate na educação no CEFET de Rio Pomba. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia. 71p. 2006.

PENNISI, B. E.; CARLSTROM, J. Africa's soil engineers: Termites. **Nature**. Vol. 347, Issue 6222, pp. 596-597. 2015. Disponível em <<http://science.sciencemag.org/content/347/6222/596.long> > Acesso em 13 de setembro de 2015.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma. Introdução ao tema. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. (Org.). **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 21 - 41. 2003.

PICANÇO, M.C. **Manejo integrado de pragas**. Apostila de entomologia. UFV, p. 1-146. Viçosa-MG. 2010.

PIGNATI, W.A.; MACHADO, J.M.H. **O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do Estado de Mato Grosso**. IN: Gomez, Machado, Pena. (Orgs.). Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 245-272. 2011.

REIS, Y.T.; CANCELLO, E.M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Série Zoologia**, v.97, p.229-234, 2007.

SANO, S.M. **Mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal** - Bioma Cerrado. MMA. 2010.

SANTOS, E. A. **Valoração econômica dos efeitos das queimadas no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Projeto de Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) UFV, 2000.

SARCINELLI, T.S.; SCHAEFER, C.; LYNCH L.D.; ARATO, H.D.; VIANA, J.H.M.; DE ALBUQUERQUE, M.R.; GONCALVES, 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** 76:107–113. 2009

SCORZA JUNIOR, R.P; SILVA, J.P. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 17, p. 87-106, 2007.

SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F. Circular técnica 53. Embrapa. **Enxofre: Nutrientes necessários para maiores rendimentos da soja**. Londrina, PR 2007.

SILVA-FILHO, E.P. **Estudo da degradação de solos em áreas de pastagens no município de Porto Velho (RO)**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 2009.

SINGER, P.; MASON, J. A ética da alimentação: como nossos hábitos alimentares influenciam o meio ambiente e o nosso bem-estar. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2007.

SOARES, W.L; PORTO, M.F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, 12(1)131-143, 2007.

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Impactos sobre o meio ambiente do uso de animais para alimentação** Disponível em <<https://www.svb.org.br/livros/impactos-alimentacao.pdf>> Acesso em 10 de novembro de 2016.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, p.38-47, 1992.

THOMAS, Janet M.; CALLAN, Scott J. **Economia Ambiental**. Aplicações, políticas e teoria. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TOKESHI, H. **Efeito dos agrotóxicos no solo**. 2011. Disponível em:<http://www.cpmo.org.br/artigos/Efeito_Agrotoxicos_Solo_Tokeshi.pdf> Acesso em 12 fev.2016.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A. **Considerações sobre o plantio e estabelecimento de pastagens**. 2014. Disponível em <http://www.crmv-ro.org.br/fotos/noticias/34_25082014_095629.pdf> Acesso em 12 jun. 2016

VALÉRIO, J.R., 1995. **Ocorrência, danos e controle de cupins de montículos em pastagens**, p. 33-36. In: reunião sulbrasileira de insetos de solo, 5. Dourados-MS: Ata e Resumos. 1995.

WILSON, E.O. **The insect societies**. Belknap Press, Harvard.1971

ZIMMERMANN, C.L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e Insegurança alimentar. **Veredas do Direito**. Belo Horizonte, v.6, n.12, p.79-100. 2009

Considerações finais do trabalho

A valoração econômica dos serviços ecossistêmicos ou de determinado bem ambiental é uma forma complementar a informações biológicas e relevância ecológica dos seres vivos na natureza podendo despertar a consciência para a importância da conservação dos mesmos e gerar iniciativas para atitudes mais sustentáveis na realização de atividades humanas, já que todas envolvem de alguma forma esses bens. A valoração fornece argumentos convincentes sobre a importância do papel ecológico dos seres vivos através da atribuição de valor monetário aos mesmos, isso torna os serviços prestados pela natureza perceptíveis pelas pessoas, pois, mostra que as relações existentes no meio ambiente afetam as atividades humanas (e vice-versa) de forma direta ou indireta, pois, a natureza e atividades humanas são dependentes e inseparáveis.

Os cupins são comumente conhecidos como pragas, entretanto o presente trabalho reforçou o conceito de cupins de pastagem ser apenas pragas estéticas e não pragas econômicas. O comportamento de pecuaristas em relação à remoção dos cupinzeiros em pastos é resultado de uma herança cultural, práticas que foram sendo transmitidas de gerações por gerações e atualmente as pessoas ainda acreditam que cupins em pastagens causem prejuízos econômicos. Entretanto, foi demonstrado que não há razões ecológicas, ambientais e econômicas que justifique o investimento dos pecuaristas em inseticidas para sua remoção dos cupinzeiros em pastos.

Todo o investimento em remoção de cupinzeiros em pastagens poderia ser evitado caso os pecuaristas tivessem as informações e as colocassem em prática, assim como também poderiam ser evitadas externalidades negativas inerentes a essa prática insustentável. Ainda há poucos trabalhos que afirmam e demonstram que cupins não são pragas em pastagens, sendo assim, o presente trabalho propõe que a divulgação científica seja feita com os pecuaristas que são quem de fato realizam essas práticas. Sugere-se que o material informativo proposto no presente trabalho seja impresso e entregue aos produtores pecuários mostrando a relação benefício custo do não uso de cupinidas em pastagens.

Almeja-se que com o presente trabalho seja reforçada a necessidade de uma mudança de paradigma dentro da atividade pecuária no que diz respeito à conscientização sobre as questões ambientais, éticas e econômicas que estão envolvidas nas práticas atuais. O enfoque foi dado aos cupins, entretanto há uma infinidade de grupos biológicos e questões sociais a serem estudadas que podem ser utilizadas para comprovar o quão insustentável e irracional

são as práticas atuais. Tais práticas desconsideram problemas ambientais e destroem provedores de serviços ecossistêmicos dos quais nós mesmos dependemos para garantir nossa própria sobrevivência.

Apêndice 1

Perguntas para entrevista do projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado da Universidade Estadual de Goiás em Anápolis. Discente Gisele Gonçalves de Oliveira, orientadora pela prof^a. Dr^a. Héliida Ferreira da Cunha e Co-orientadora prof^a Dr^a Joana D'Arc Bardella Castro.

Perguntas para entrevista com proprietários de terras com atividade pecuária

Dados: Data. Local. Nome do proprietário. Entrevistado. Nome da fazenda.

Identificação

1. Qual o tamanho da fazenda?
2. Qual o tamanho da pastagem?
3. Qual o tamanho da área preservada?
4. Há quanto tempo essa pastagem existe?
5. Quantas cabeças de gado há no pasto?
6. O que havia antes do pasto?

Manejo

7. Os cupinzeiros são removidos?
8. Qual a periodicidade de remoção dos cupinzeiros?
9. Como é realizada essa remoção?

Opções de como remover os cupinzeiros

Remoção química? Qual (fipronil, imidacloprido, outro)

Remoção mecânica? Qual? (enxada, broca cupinzeira, demolidora de cupins, outro)

Ambas? (química e mecânica)

Dados econômicos

10. Quanto é gasto por ano com a remoção dos cupinzeiros?

Percepção entomológica

11. O que você sabe sobre os cupins?
12. Quais os benefícios dos cupins?
13. Quais os danos causados pelos cupins no pasto?

Projeções futuras

14. Quais os planos para a(s) área (s) de pastagem na sua fazenda para os próximos anos?
15. Tem a intenção de transformar a pastagem em área de cultivo agrícola?

Apêndice 2

Termo de consentimento livre e esclarecido

Prezado participante,

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa para a tese de mestrado com o tema **“cupins podem ser benéficos em pastagens?”**. Desenvolvida por **Gisele Gonçalves de Oliveira**, sob a orientação da professora **Dr^a. Héliida Ferreira da Cunha**, realizada pelo Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado/ RENAC da Universidade Estadual de Goiás /UEG.

Objetivo central

O objetivo central do estudo é: **realizar a valoração econômica de serviços ecossistêmicos realizados por cupins em pastagens.**

“O convite a sua participação se deve ao fato de ser proprietário/residente em uma fazenda que possui atividade pecuária realizada em pastagem com a presença de cupinzeiros”.

Por que está sendo convidado

“Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.”

“Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas.”

Mecanismos para garantir o sigilo e privacidade

“Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro.”

“A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.”

Procedimentos detalhados que serão utilizados na pesquisa

“A sua participação consistirá em responder perguntas de um roteiro de entrevista à pesquisadora do projeto. Sua identidade será mantida em sigilo, bem como o nome da propriedade. Somente será publicado o local da fazenda identificado por região geográfica (nome do município onde se encontra) e coordenada geográfica do local para descrição da área de estudo. A entrevista somente será gravada se houver autorização do entrevistado (a)”.

Tempo de duração da entrevista

“O tempo de duração da entrevista é de no máximo uma hora, será realizado como uma conversa”.

“As entrevistas serão transcritas e armazenadas, em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas a pesquisadora e sua orientadora”.

“Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução 196/96 e orientações do CEP”.

Guarda das informações coletadas na pesquisa

“As entrevistas serão transcritas e armazenadas, em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas a pesquisadora e sua orientadora”. “Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução 196/96 e orientações do CEP”.

Benefícios aos sujeitos da pesquisa

O benefício oferecido pelas pesquisadoras será que ao final do trabalho você receberá um retorno com os resultados e orientações adequadas de acordo com o que será proposto pela tese, no que diz respeito ao manejo do pasto. Estamos estudando uma forma de manejo de pastagens menos danosa ao meio ambiente e ao mesmo tempo mais econômica para o proprietário.

Previsão de riscos ou desconfortos

A entrevista será apenas a título de investigação científica, não acarretará nenhum tipo de fiscalização ou punição ao proprietário. Entretanto devido às perguntas tratem sobre manejo da pastagem e área de reserva legal da propriedade estas possam gerar certo desconforto e medo de punição em casos onde não se estejam cumprindo a legislação ou o que seria mais adequado de acordo com a constatação das pesquisadoras. Pensando nisso, e com intenções de não existir esse tipo de preocupação, os resultados serão mantidos em sigilo permitindo que o entrevistado fale a verdade sobre como conduz sua propriedade.

Sobre divulgação dos resultados da pesquisa

Os resultados serão divulgados em palestras dirigidas ao público participante, relatórios individuais para os entrevistados, artigos científicos e na dissertação/tese.

Assinatura da Pesquisadora Entrevistadora

Assinatura da Pesquisadora Orientadora

Contato com a pesquisadora entrevistadora: oliver.giseleg@gmail.com / (62)8116-8024

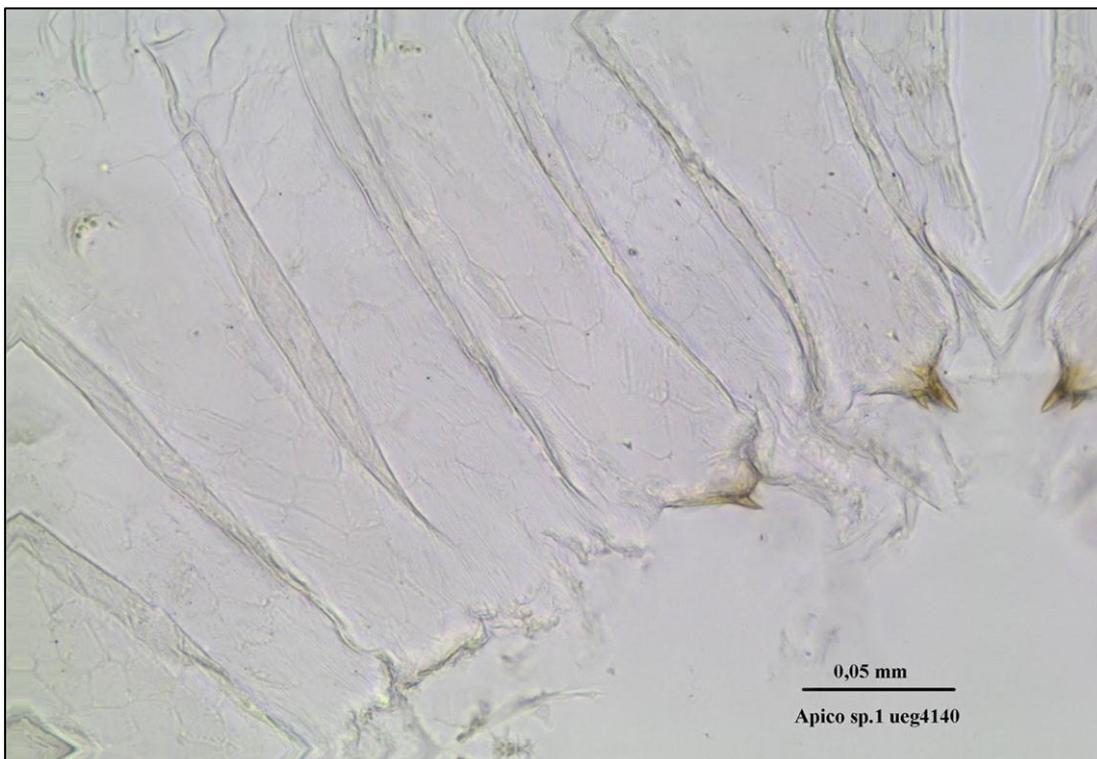
Contato com a pesquisadora orientadora: cunhahf@gmail.com

Endereço: Br 153, Nº3105 Fazenda Barreiro do Meio. Campus Henrique Santillo-Anápolis. Caixa Postal 459
CEP: 75132-400. Laboratório de pesquisa ecológica e educação científica/Lab-PEEC.

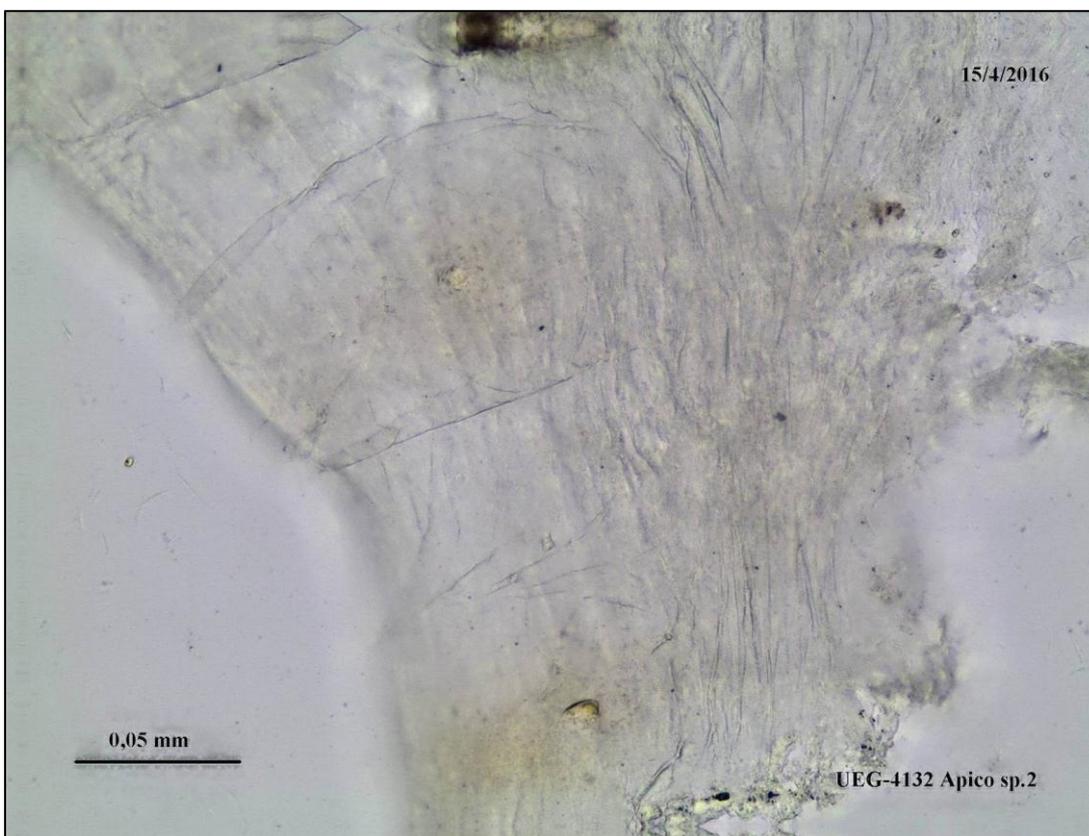
Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Assinatura do (a) entrevistado (a)

Apêndice 3. Válvulas entéricas de espécies de cupins da família Apicotermatinae do gênero *Anoplotermes*.



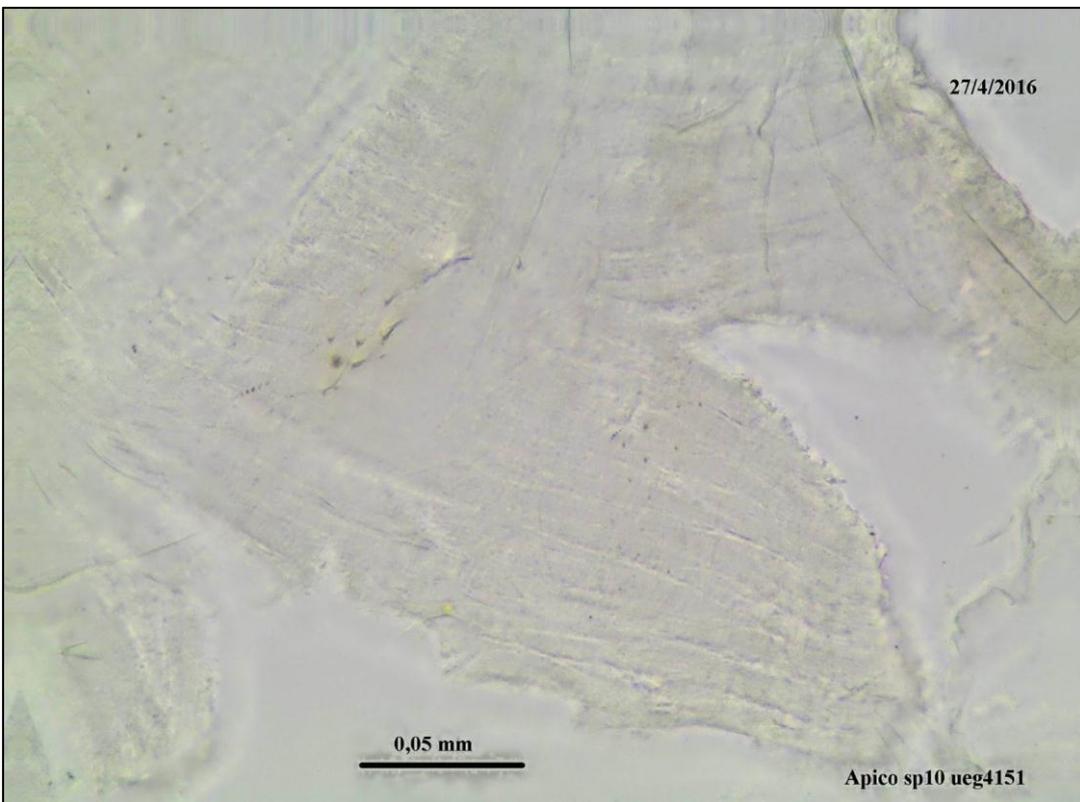
Válvula entérica de *Anoplotermes* sp.1 (Foto por Danilo Elias Oliveira)



Válvula entérica de *Anoplotermes* sp.2. (Foto por Danilo Elias Oliveira)

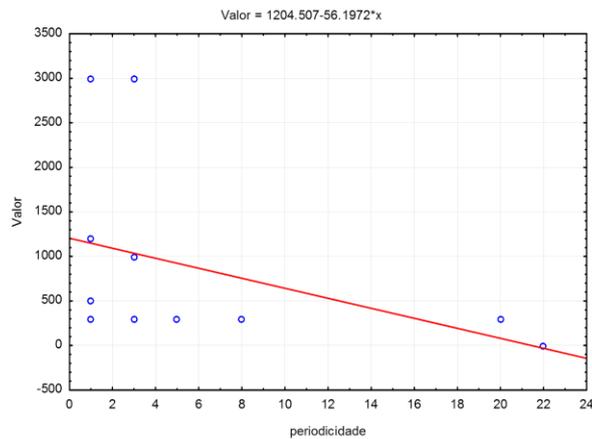
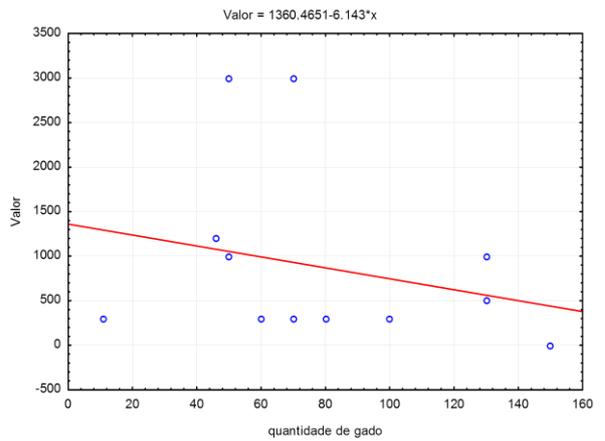
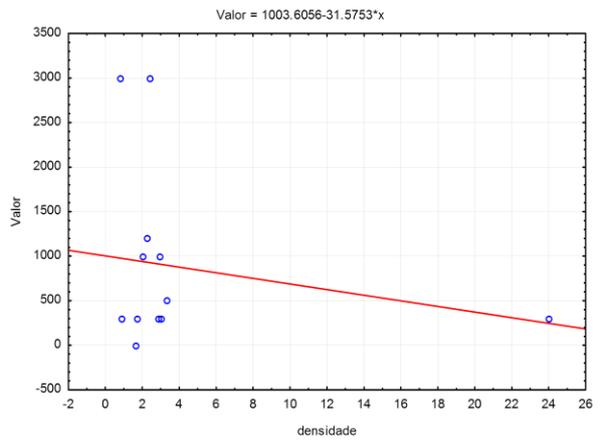
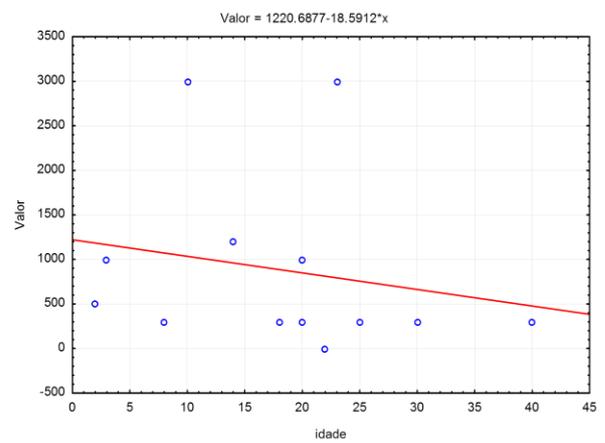
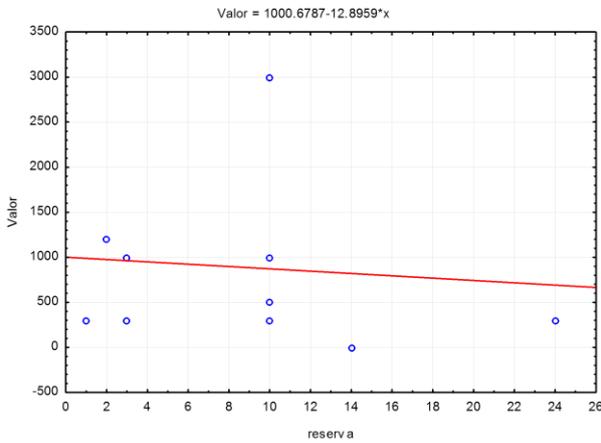
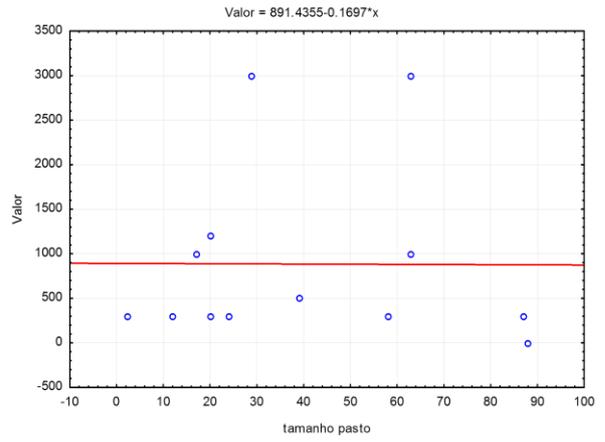
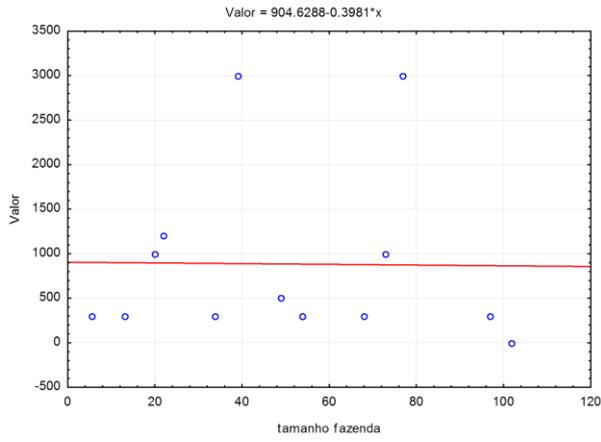


Válvula entérica de *Anoplotermes sp.3* (Foto por Danilo Elias Oliveira)



Válvula entérica de *Anoplotermes sp.4* (Foto por Danilo Elias Oliveira)

Apêndice 4. Relações lineares entre as variáveis analisadas nas entrevistas com pecuaristas





Cupins de montículo em pastagens

Gisele Gonçalves de Oliveira, Hélida Ferreira da Cunha e Joana D'Arc Bardella Castro





E se exterminarem os cupins, o que acontece?

- ▶ **O solo perderia fertilidade, aeração, porosidade.** Isso o tornaria menos fértil e seriam necessários maiores investimentos em reposição de nutrientes, descompactação dos solos,
- ▶ Se forem usados cupinidas as consequências são **danos à saúde, poluição do solo, da água e do ar**, intoxicação e morte de seres vivos.
- ▶ **Perda de biomassa.** Os cupins estão entre os animais mais abundantes no Cerrado e representam mais biomassa do que todos os vertebrados juntos. Estimam-se que sejam mais de 15Kg de cupins por hectare.
- ▶ **A decomposição** de matéria orgânica no solo ficaria comprometida. Porque os cupins ajudam outros seres vivos como as minhocas, bactérias, fungos e outros seres na atividade de decomposição.
- ▶ **Animais ficariam sem alimento.** Muitos invertebrados e até animais maiores se alimentam de cupins. O tamanduá bandeira por exemplo, possui sua dieta alimentar composta por cupins e formigas.

Os cupins são seres que estão relacionados a qualidade do solo, sem eles muitas consequências negativas aconteceriam em todo o ecossistema, podemos evitar tudo isso, basta refletir e agir!

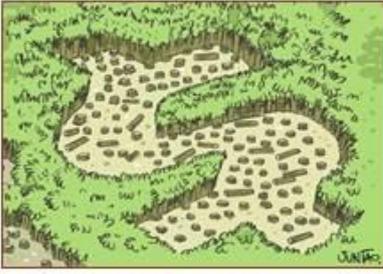




Consequências das pastagens para o Cerrado



- ▶ Florestas e Cerrados são **devastados** para formar pastos e grandes monoculturas de grãos, como soja, em que 80% é destinado a produção de ração.
- ▶ Quando as plantas originais são eliminadas e os animais que viviam naquele espaço são expulsos por falta de alimento, a consequência é a **redução de espécies**.
- ▶ A remoção da cobertura vegetal para formação de pastos **interrompe o equilíbrio do ciclo natural de nutrientes**: por baixo das áreas nativas existe uma camada de vegetais em decomposição, que é a reserva de nutrientes do solo. Sem as árvores não há mais este recurso e o **solo pobre e arenoso**, fica exposto causando erosões.
- ▶ A **destruição de vegetação nativa** garante pastos verdejantes por pouco tempo. Sem intervenções como adubação e adição de calcário, o pasto enfraquece e o produtor tende a abandonar a área. A longo prazo essas regiões se tornarão **desertos**.
- ▶ O **pisoteio do gado** compacta o solo, isso dificulta a absorção de água resultando em erosões. **Inundações, deslizamentos e proliferação de plantas invasoras** são consequências da atividade pecuária extensiva. Segundo a ONG WWF-Brasil, para cada quilo de carne produzido no Cerrado brasileiro, perdem-se de 6 a 10 quilos de solo por **erosão**.
- ▶ Desde os anos 70, o cerrado, que é o segundo maior bioma do país, perdeu 50% de sua vegetação nativa e viu **comprometidos nascentes, rios e riachos**. Se essa vegetação sumir, acabam os mananciais da região, “a grande caixa d’água brasileira”.



Você sabe quanto custa a criação de gado?

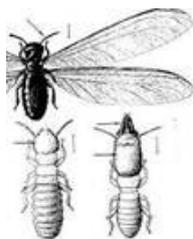
- ▶ O **custo total** de determinada coisa não é apenas o valor do dinheiro que gastamos para obtê-la. Este é apenas o “preço nominal” ou “custo econômico”.
- ▶ As coisas podem ter custos econômicos, culturais, sociais, estéticos, ambientais, morais... E a produção de carne gera vários tipos de custos – infelizmente, quase todos desconhecidos da maioria das pessoas.
- ▶ O **custo ambiental** da carne é um dos maiores problemas ambientais da Terra!

No Brasil, em média, um quilograma de carne bovina é responsável por:

- 10 mil metros quadrados de floresta desmatada
- consumo de 15 mil litros de água doce limpa
- emissão de dióxido de carbono diretamente na atmosfera
- emissão de metano na atmosfera
- despejo de boro, fósforo, mercúrio, bromo, chumbo, arsênico, cloro entre outros elementos tóxicos provenientes de fertilizantes e defensivos agrícolas, que se infiltram no solo e atingem os lençóis freáticos
- descarte de efluentes como sangue, urina, gorduras, vísceras, fezes, ossos e outros, que acabam chegando aos rios e oceanos depois de contaminarem solo e aquíferos subterrâneos
- consumo de energia elétrica
- consumo de combustíveis fósseis
- despejo no meio ambiente de antibióticos, hormônios, analgésicos, bactericidas, inseticidas, fungicidas, vacinas e outros fármacos, via urina, fezes, sangue e vísceras, que inevitavelmente atingem os lençóis freáticos
- liberação de óxido nitroso, cerca de 300 vezes mais prejudicial para a atmosfera do que o CO₂
- pesados encargos para os cofres públicos com tratamentos de saúde decorrentes da contaminação gerada pela pecuária
- gastos do poder público com infra-estrutura e saneamento necessário para equilibrar os danos causados pela pecuária
- custo dos incentivos fiscais e subsídios concedidos pelos governos estaduais e federal para a atividade pecuária

A **produção industrial de carnes** é uma das maiores fontes de **poluição** do meio ambiente porque:

- ▶ exige áreas gigantescas, consome enorme volume de recursos naturais e energéticos,
- ▶ gera bilhões de toneladas de resíduos tóxicos sólidos, líquidos e gasosos que contaminam solo, água, ar, plantas, animais e pessoas.



Quanto é possível economizar se não remover os cupinzeiros nos pastos?



- ▶ Seriam economizados em média: R\$ 9.700,55 por hectare por ano!
- ▶ Isso mesmo, os pecuaristas gastam aproximadamente esse valor para a remoção dos cupinzeiros em pastagens de forma desnecessária.
- ▶ Há oito formas possíveis de remoção de cupinzeiros em pastagens envolvendo uso de tratores, enxadões e alavancas para a **remoção mecânica**; uso de cupinçidas na **remoção química** ou ambos os métodos combinados.

Veja abaixo os cálculos para o custo para cada cada vez que o pecuarista investe em remoção dos cupinzeiros de diferentes formas possíveis (mecânica, química ou ambas)

- ✓ (m1) remoção mecânica 1: com uso de trator custa R\$ 24,80 por hectare/ano.
- ✓ (m2) remoção mecânica 2: com mão de obra para remoção individual dos cupinzeiros custa R\$ 164,92 por hectare/ano.
- ✓ (qa) remoção química com uso de cupinçida granulado custa R\$ 299,46 por hectare/ano.
- ✓ (qb) remoção química com uso de cupinçida líquido custa R\$ 284,78 por hectare/ano.

Valor gasto (R\$) por ano com remoção de cupinzeiros								
tamanho do pasto(ha)	remoção mecânica		remoção química		combinações de remoções mecânicas e químicas			
	m1	m2	qa	qb	m1 + qa	m1 + qb	m2 + qa	m2 + qb
10	R\$ 240,00	R\$ 1.640,00	R\$ 2.990,00	R\$ 2.840,00	R\$ 3.240,00	R\$ 3.090,00	R\$ 4.640,00	R\$ 5.840,00
20	R\$ 480,00	R\$ 3.280,00	R\$ 5.980,00	R\$ 5.680,00	R\$ 6.480,00	R\$ 6.180,00	R\$ 9.280,00	R\$ 11.680,00
30	R\$ 720,00	R\$ 4.920,00	R\$ 8.970,00	R\$ 8.520,00	R\$ 9.720,00	R\$ 9.270,00	R\$ 13.920,00	R\$ 17.520,00
40	R\$ 690,00	R\$ 6.560,00	R\$ 11.960,00	R\$ 11.360,00	R\$ 12.960,00	R\$ 12.360,00	R\$ 18.560,00	R\$ 23.360,00
50	R\$ 1.200,00	R\$ 8.200,00	R\$ 14.950,00	R\$ 14.200,00	R\$ 16.200,00	R\$ 15.450,00	R\$ 23.200,00	R\$ 29.200,00
60	R\$ 1.440,00	R\$ 9.840,00	R\$ 17.940,00	R\$ 17.040,00	R\$ 19.440,00	R\$ 18.540,00	R\$ 27.840,00	R\$ 35.040,00
70	R\$ 1.680,00	R\$ 11.480,00	R\$ 20.930,00	R\$ 19.880,00	R\$ 22.680,00	R\$ 21.630,00	R\$ 32.480,00	R\$ 40.880,00
80	R\$ 1.920,00	R\$ 13.120,00	R\$ 23.920,00	R\$ 22.720,00	R\$ 25.920,00	R\$ 24.720,00	R\$ 37.120,00	R\$ 46.720,00
90	R\$ 2.160,00	R\$ 14.760,00	R\$ 26.910,00	R\$ 25.560,00	R\$ 29.160,00	R\$ 27.810,00	R\$ 41.760,00	R\$ 52.560,00
100	R\$ 2.400,00	R\$ 16.400,00	R\$ 29.900,00	R\$ 28.400,00	R\$ 32.400,00	R\$ 30.900,00	R\$ 46.400,00	R\$ 58.400,00
1 hectare	R\$ 24,00	R\$ 164,00	R\$ 299,00	R\$ 284,00	R\$ 324,00	R\$ 309,00	R\$ 464,00	R\$ 584,00

▶ De acordo com a pesquisa há em média 62 cupinzeiros por hectare, ocupando 0,02% da área de pastagem.

Cupins em pastagens NÃO são pragas econômicas!



- ❖ Os cupins não causam danos as gramíneas ao ponto de reduzir a quantidade delas no pasto ou impedir de alguma forma que elas cresçam.
- ❖ Cupins não competem de forma significativa com o gado pela grama porque os cupins que vivem em pastagens se alimentam mais de solo e de matéria orgânica morta em decomposição do que de grama viva.

É necessário usar cupinidas em pastagens?

- ❖ Além de não ser necessário combater cupins em pastos o produtor tem um gasto financeiro que poderia ser evitado. Investir em cupinidas é gasto de dinheiro a toa, porque os cupinzeiros não precisam ser eliminados e mesmo quando eliminados com o tempo eles sempre retornam.
- ❖ Os cupinidas são agrotóxicos, venenos que contaminam as pessoas, o solo, a água e o ar causando danos a saúde e ao meio ambiente.
- ❖ Os cupinidas não exterminam só os cupins mas todos outros seres vivos invertebrados que são importantes para a fertilidade do solo como as minhocas, polinização como as abelhas, aeração do solo, entre outros.
- ❖ O agrotóxico do solo é absorvido pelas gramíneas que é alimento do gado e depois a carne consumida pelos seres humanos possui todo o veneno acumulado e que ao longo do tempo causa problemas de saúde irreversíveis.



Não há necessidade de usar cupinidas em pastagens nem em hortas, essa prática pode ser evitada, assim economizando dinheiro e preservando a vida.

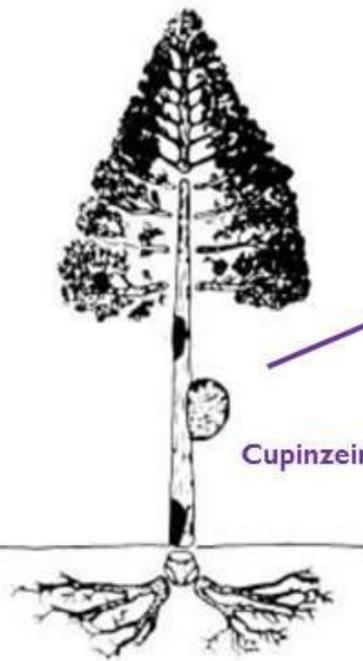
Quais os principais tipos de cupinzeiros e quem os constroem?



Cupinzeiros epígeos
(construídos sobre o solo)



Construtores:
Cupins das espécies
Cornitermes Silvestrii e
Cornitermes bequaerti



Cupinzeiros arborícolas



Construtores: cupins da espécie
Nasutitermes corniger



Cupinzeiros subterrâneos



Construtores: cupins da espécie
Syntermes modestus e
Anoplotermes



Do que os cupins se alimentam?



- ❖ Cupins não comem só madeira, todos eles são **herbívoros** (se alimentam de vegetais) a maioria deles se alimenta de solo, isso mesmo muitos cupins comem terra!
- ❖ Existem diferentes espécies de cupins (são mais de 2 mil só no Brasil) e além de comerem terra eles também comem matéria orgânica morta (galhos, folhas, flores, frutos, raízes mortas) que é o que eles mais apreciam! Também comem os fungos que eles mesmos cultivam dentro dos cupinzeiros.



cupins comendo folha seca



cupins comendo madeira



cupins comendo terra



cupins carregando casca de árvore

Como é o cupinzeiro por dentro?

A moradia dos cupins é o **cupinzeiro**, que é construído basicamente com terra, saliva e fezes dos cupins.



Os cupinzeiros possuem caminhos internos por onde os cupins transitam, são chamados de **galerias**. Por esses caminhos eles levam o alimento até a rainha e para os filhotes, e também cultivam fungos para se alimentarem.



- ❖ Somente a **rainha** e o **rei** conseguem se reproduzir, geralmente em cada cupinzeiro existe uma rainha,mas pode acontecer de ter mais de uma também.
- ❖ No grupo dos que não se reproduzem estão os **soldados**, que defendem os ninhos contra predadores (formigas, besouros, outros cupins, tamanduás e outros que queiram atacar o cupinzeiro).
- ❖ Os **operários** são aqueles que trabalham cuidando da alimentação dos filhotes e da rainha, eles buscam o alimento fora dos ninhos ou cultivam fungos comestíveis dentro dos ninhos.
- ❖ Os jovens cupins são chamados de **ninfas** e podem se desenvolver em adultos reprodutores alados (com asas) ou em adultos operários ou soldados.



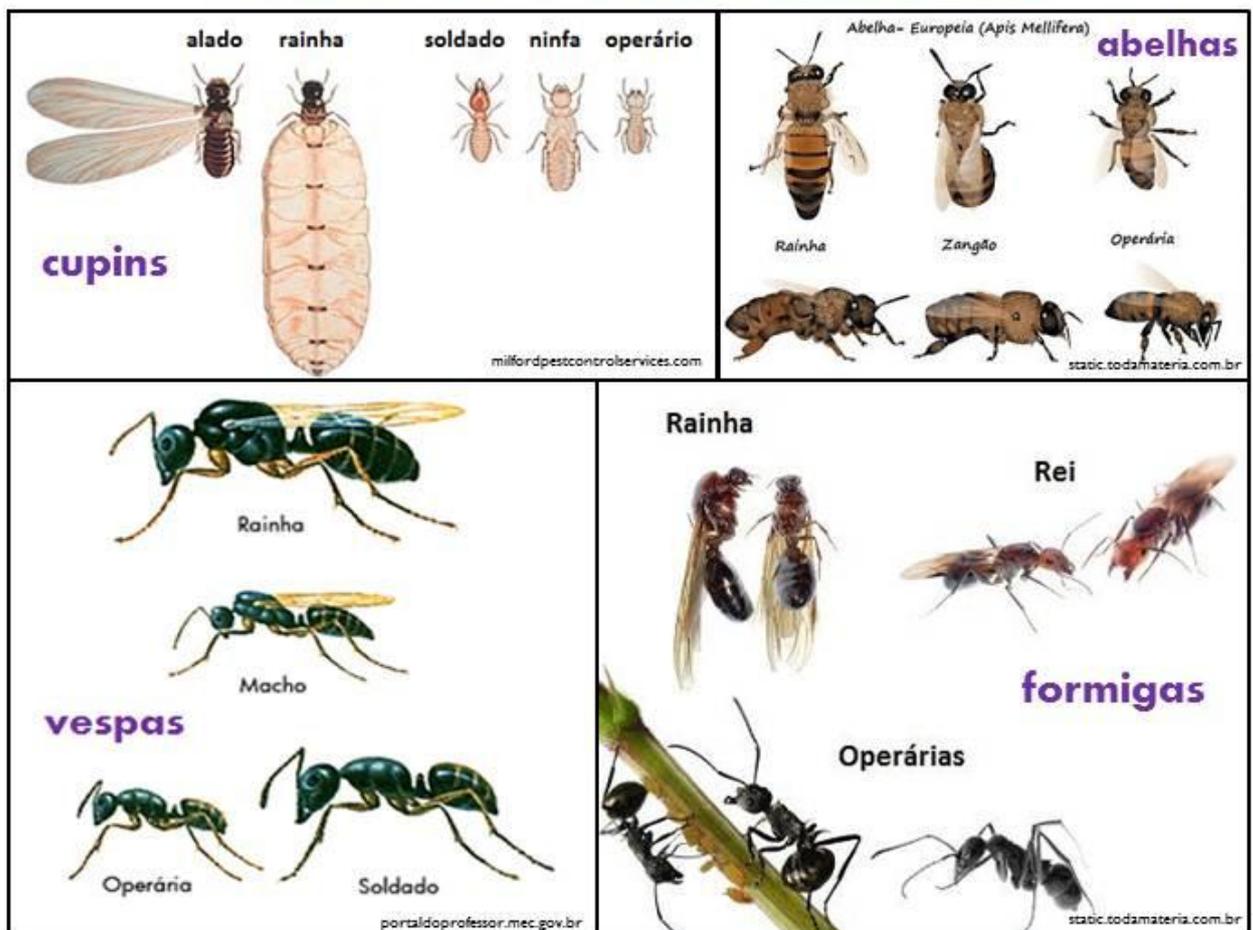
Nessa foto um cupinzeiro foi aberto e podemos ver diferentes castas. Veja só o tamanho da rainha! Ela está cheia de ovos e não consegue se mover com facilidade, os outros cupins precisam ajudar para que ela possa sair de um lugar para o outro.

Quer saber mais sobre os cupins? Então vamos lá!



- ▶ Nas moradias dos insetos sociais, como os cupins, abelhas, vespas e formigas, há várias gerações (ovos, indivíduos jovens e adultos) vivendo juntos.
- ▶ Acontece uma divisão de tarefas entre eles como: coletar alimento, defender contra predadores, reproduzir e são divididos em diferentes grupos, chamados de **castas** e cada um tem sua função dentro do ninho.
- ▶ Insetos sociais cuidam dos seus filhotes.

As castas em diferentes sociedades





Então os cupins são algum tipo de praga?

Os cupins são pragas estéticas em pastagens

- ❖ Os cupins apenas incomodam as pessoas pelo visual, muita gente acha feia a presença de cupinzeiros no pasto.
- ❖ As pessoas têm medo que os cupinzeiros aumentem muito e ocupe área reduzindo a quantidade de capim disponível para o gado, porém se juntássemos todos os cupinzeiros do pasto em um cantinho, seria ocupado apenas 1% da área do pasto.
- ❖ Cupins não causam prejuízos econômicos na pastagem, pois não vão destruir as gramíneas nem causar dano ao gado não comprometendo assim a geração de renda do produtor.

Os cupins são pragas urbanas

- ❖ Algumas espécies de cupins constroem seus ninhos em árvores, móveis e construções de madeira e se alimentam dessas estruturas causando prejuízo econômico.
- ❖ Isso ocorre porque as cidades são ambientes alterados onde não há equilíbrio ecológico e muitas vezes faltam predadores naturais para alguns grupos de animais que aumentam em quantidade de forma descontrolada.
- ❖ No entanto, apenas 10% das espécies de cupins são pragas que podem causar algum prejuízo econômico.

*Pragas na verdade são
desequilíbrios do meio ambiente.
O homem causa esses
desequilíbrios e todos sofre as
consequências.*



Muitos dizem que cupins são pragas. Mas você sabe o que isso significa?



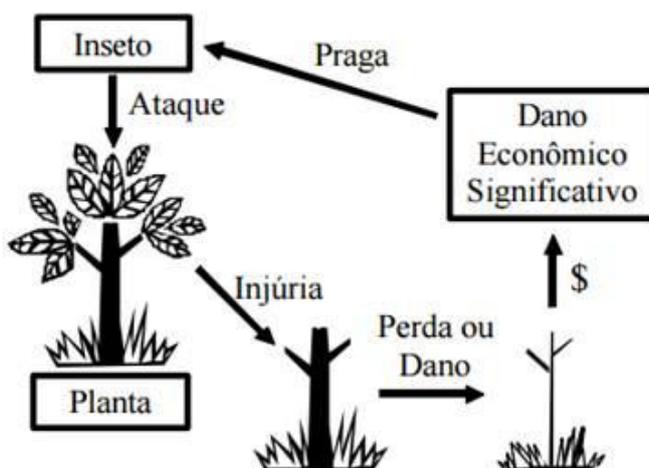
Existem diferentes tipos de pragas:

Pragas econômicas: é quando um ser vivo causa algum dano a uma cultura ao ponto de prejudicar seu desenvolvimento e causar prejuízo econômico. Esse dano pode ser alterações que danifiquem o desenvolvimento de uma planta, por exemplo causando a morte da planta ou redução da produtividade.

Pragas estéticas: quando um ser vivo apenas incomoda visualmente as pessoas e não causa nenhum dano a cultura em si. Não causa prejuízo econômico.

Pragas urbanas: são aquelas que atacam ou invadem o ambiente urbano em busca de alimento e abrigo, onde se reproduzem e aumentam em quantidade devido a falta de predadores naturais.

Pragas patogênicas: são aqueles seres vivos que aumentam em quantidade e causam doenças.



O esquema mostra a relação do inseto praga com a planta. O inseto ataca a planta, atrapalha seu desenvolvimento podendo matar a planta resultando em prejuízo econômico



Cupins podem ser benéficos no pasto e para os seres humanos?



Os seres humanos também utilizam, pelo menos, 45 espécies de cupins em sua dieta ou como ração para o gado, e outras nove espécies como recurso terapêutico no tratamento de doenças.

Esses usos foram registrados para 29 espécies de três continentes, demonstrando o potencial dos cupins como fonte de proteína e recursos para a produção de novos medicamentos (Vasconcellos, 2016).



Os cupins mantêm a estrutura e funcionamento do ecossistema em pastagens, eles participam dos ciclos dos nutrientes e disponibilizam água e minerais para as plantas (Paine, 1969)

Por isso quando andamos em um pasto podemos observar que envolta dos cupinzeiros o capim nasce mais forte, mais vistoso, tem mais nutrientes próximo dos ninhos do que distante!





Quais os benefícios dos cupins na natureza?



Cupins vivem em sociedade e podem ser um exemplo para os seres humanos, pois eles dividem as tarefas e os conflitos entre eles são raros! (Vasconcellos, 2016)

Os cupinzeiros abrigam outros animais como outros insetos, aranhas, escorpiões, sapos, lagartos, cobras, ratos, aves.

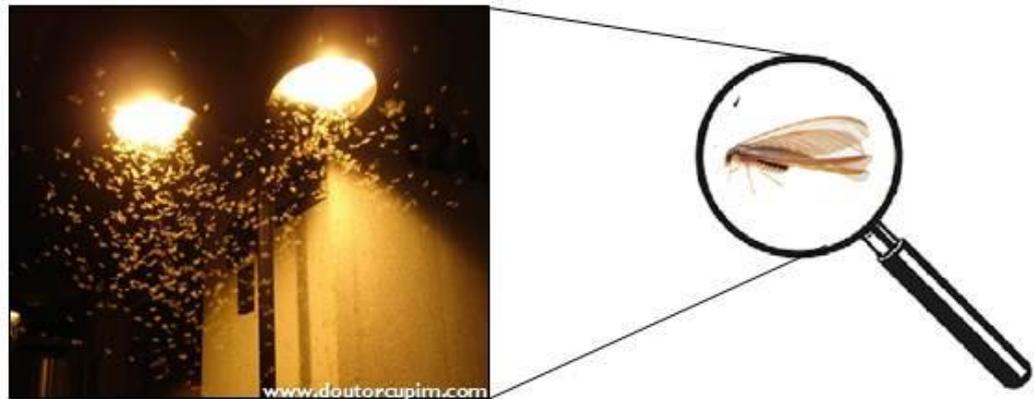


Os cupins aumentam a fertilidade, ajudam na decomposição, descompactação do solo e assim como as minhocas ajudam na aeração do solo ao construir túneis subterrâneos.

Cupins são alimentos para outros insetos como formigas, besouros, percevejos, e também para animais maiores como tatus, tamanduás, sapos, cobras, morcegos, entre outros.



- ▶ Os cupins também são conhecidos como aleluias, siriris ou formigas brancas, eles possuem um comportamento chamado de social. Portanto cupins são **insetos sociais**, assim como as formigas, vespas e abelhas.



- ▶ A foto acima mostra cupins que já desenvolveram asas e estão prontos para reproduzir, são conhecidos como **aleluias**.
- ▶ Em uma época específica do ano (de outubro a dezembro) acontece a revoada, alguns cupins desenvolvem as asas e voam em busca de parceiros para acasalarem.

Quando os cupins (rei e rainha) se encontram eles se acasalam e vão em busca de nova moradia, então constroem um ninho e a partir daí forma-se um novo cupinzeiro. Esse novo cupinzeiro terá uma nova rainha e o ciclo recomeça.

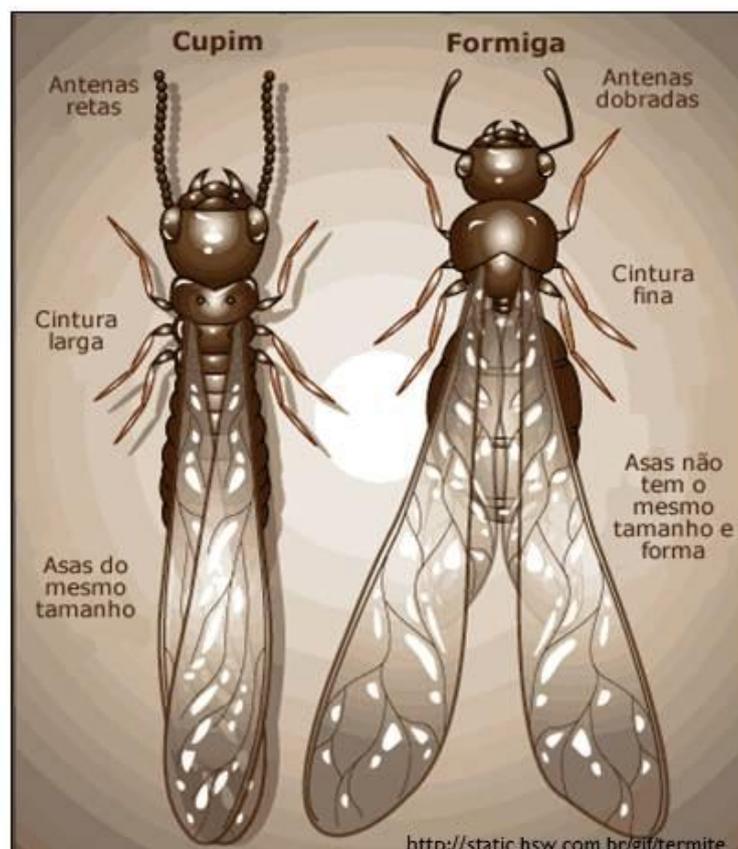
A rainha bota os ovos de onde saem jovens (ninfas) que poderão se desenvolver em operários, soldados ou reprodutivos. Em idade madura o reprodutor desenvolve asas e sai do cupinzeiro voando por aí em busca de parceiro para acasalar e formar outro cupinzeiro.



Quem são os cupins?



- ▶ Os cupins são insetos comuns em países tropicais, ou seja, úmidos e quentes como o Brasil.
- ▶ No mundo existem aproximadamente 3.000 espécies de cupins, porém apenas 10% são algum tipo de praga.
- ▶ A maioria das espécies de cupins não representa ameaça aos seres humanos, pelo contrário, podem desempenhar funções ecológicas importantes como decomposição da matéria orgânica, formação e fertilidade dos solos.
- ▶ Os cupins são muitas vezes confundidos com formigas, porém há algumas diferenças, veja:





Se o Cerrado acabar, o que vai acontecer?

- ▶ **Vai faltar água!** O Cerrado é fonte de água para milhões de pessoas. Há vários rios no Cerrado, oito das doze bacias hidrográficas do Brasil nascem nesse bioma.
- ▶ **O elo entre outros biomas vai ser quebrado!** O Cerrado é enorme, sua área é maior que de muitos países da Europa. O Cerrado une-se com a Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal, por isso compartilha animais e plantas com estas regiões. Isso significa que destruir um bioma causa impactos em outros também.



- ▶ **Muitos seres vivos vão ser extintos, inclusive os seres humanos!** O Cerrado é um dos biomas mais antigos da Terra e é único no mundo. Possui quase 5% de todas espécies do mundo e 30% da biodiversidade do país. Sem eles ocorre desequilíbrio ecológico e isso afeta a todos.

É preciso conservar o Cerrado para garantir que a vida continue!