

Análise multicritério para construção de cenários de risco à desertificação: Qual a relação destes ambientes com a diversidade de abelhas?

Geovana Freitas Paim¹
Favísia Freitas de Oliveira²

¹Instituto de Gestão das Águas e Clima - INGÁ
Avenida ACM, nº357 - Salvador - BA, Brasil
geovana.paim@inga.ba.gov.br

²Universidade Federal da Bahia
Rua Barão de Jeremoabo, s/n - 40170-110 - Salvador - BA, Brasil
favosgyrl@gmail.com

Abstract. This article discusses the phenomenon of desertification in the context of ecology, noting the usefulness of Landscape Models as tools for diagnosing complex environmental situations. The study was conducted in a part of the semi-arid region of Bahia, and aims to produce spatial models of desertification risk in order to produce associations with the diversity of bees (Hymenoptera, Apoidea). As spatial analysis, we used the model (AHP - Analytical Hierarchy Process) and to estimate the diversity of bees, was held collections in the field through pan-traps and insect nets. The results showed a trend toward greater diversity of bee species in low-risk areas to desertification composed of forest Caatinga, as compared to degraded areas with the highest risk of desertification. Thus it is concluded that bees are good bioindicators for detecting severe environmental perturbations and the remote sensing products are a significant recognition of the scope of the problem of desertification, as well as emphasizing the multidisciplinary discussions.

Palavras-chave: Analytical Hierarchy Process, bees, desertification, Processo Analítico Hierárquico, abelhas, desertificação.

1. Introdução

A elevação da temperatura a nível global tem motivado os cientistas a desvendar os diversos impactos causados em diferentes ecossistemas. De acordo com cenários elaborados pelo IPCC (BATES, 2008), as previsões são de redução da biodiversidade da fauna e flora, mudanças na configuração e composição dos ecossistemas. A vulnerabilidade dos ecossistemas no Brasil, frente a tais modificações é uma questão atual preocupante. De acordo com Canhos et. al. (2008), dos 15 cenários elaborados para o futuro do Bioma Caatinga, 10 apontam para a desertificação ou a semi-desertificação até 2100, ocupando ainda possivelmente uma área equivalente à metade do semi-árido brasileiro.

Sobre a relação do referido fenômeno e a biodiversidade, a escassez de organismos vivos indicaria a incidência de ambiente desértico e o agravamento dessa deficiência, ou seja, o declínio da atividade biológica corresponderia ao avanço do processo de desertificação (CONTI, 2008). Neste trabalho utilizou-se as abelhas para testar o modelo uma vez que, dentre os insetos que visitam flores, as abelhas são usualmente os mais importantes polinizadores de plantas nativas e cultivadas (tanto as solitárias, quanto as sociais), realizando desta forma um papel essencial na preservação dos ecossistemas onde habitam, o qual pode ser notado pela relação de interdependência entre plantas e abelhas. Preservar as abelhas, significa garantir a polinização que é um fenômeno extremamente vital para reprodução das plantas, pois os polinizadores asseguram o fluxo gênico.

Como a desertificação ocorre em diversas escalas espaciais, os produtos de Sensoriamento Remoto, analisados por meio de geoprocessamento, são reconhecidamente meio eficientes e rápidos para realizar diagnósticos de situações ambientais complexas (SILVA e ZAIDAN, 2004). Dentre várias opções na área de Sensoriamento Remoto destaca-

se a modelagem multicritério que consiste em combinação linear de pesos, em que variáveis (x_i) são ponderadas por pesos (w_i), conforme seu grau de importância, e que são integradas, gerando um resultado do grau de favorecimento para um determinado objetivo (S), dado pela expressão. Este trabalho teve por objetivo produzir modelos espaciais do risco à desertificação visando produzir associações com a diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) no Estado da Bahia, tendo como recorte espacial os municípios de Jeremoabo, Juazeiro, Irecê e Guanambi.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Modelagem de cenários de risco à desertificação

A metodologia para o estudo das paisagens dos municípios enfocados utilizou-se o modelo AHP (Processo Analítico Hierárquico), introduzida por SAAT (1977) cujo princípio é o da racionalidade. Esta modelagem foi realizada através do software Arcgis 9.3. Os fatores portanto, que julgou-se importantes para identificar estas áreas de risco à desertificação foram: (1) Vegetação – Mapa de Presença e Ausência. Construído através de imagens Landsat TM (30m). (2) Declividade – Construído através de Modelo Digital de Terreno (SRTM, NASA,90m). (3) Fluxo de Drenagem – Mapa derivado de MDT, expressando a direção do fluxo criada em função do valor de declividade de cada pixel. (4) Mapa de Aspecto - Mapa que expressa a orientação das faces do relevo, sendo uma fator relevante para observar exposição aos agentes intempéricos.

A partir de tal organização hierárquica, o significado de cada fator é calculado comparando-os entre si. Para tanto, define-se pesos em uma matriz de comparação pareada seguindo uma escala que varia de 1 à 9. Os pesos de cada fator ou variável são calculados com base nos auto-valores da matriz, transformando a paisagem num arranjo de células que variam entre 0 e 100%. Os pesos atribuídos a cada variável trabalhada pode ser visualizado na figura 01. Após cada comparação, o Modelo AHP aponta uma razão de consistência, no qual Saaty e Vargas (1991) recomendam revisar o modelo caso o valor exceda 0.1.

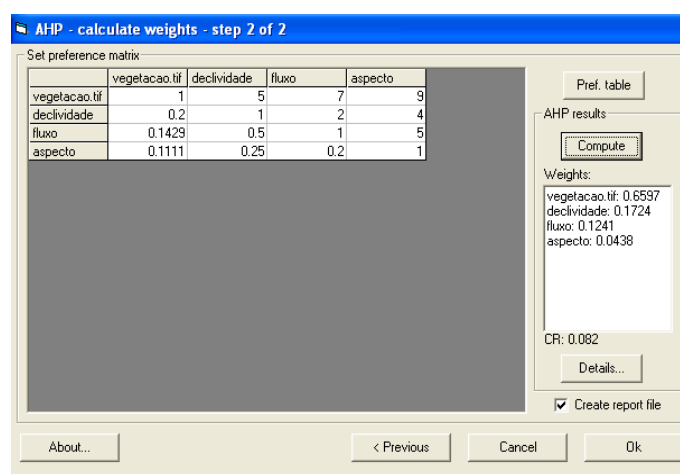


Figura 01: Matriz de comparação pareada aplicado na modelagem de cenários de risco à desertificação.

2.2. Estimativa da biodiversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea)

Os espécimes em voo foram coletados com o auxílio de bandejas coloridas (*pan traps*), nas cores: branco, verde, vermelho, amarelo e azul. Estas funcionam como recurso de atração, por possuírem semelhança com as cores das flores na natureza. Além disso, utilizou-se redes entomológicas. Quanto a amostragem, em cada município foi realizada 1 coleta (com exceção de Jeremoabo onde realizaram-se 3 coletas). Foram colocados 5 bandejas de cada cor em cada ambiente: Caatinga e Área de Risco à Desertificação (ARD) apontados pelo modelo. Assim, cada gradiente possuía o total de 50 bandejas, distribuindo-se, portanto 25 em Caatinga e 25 em ARD. Escolheu-se dois gradientes ambientais em cada município, com distância superior à 3 km, atuando como estações de coleta (Figura 02). Posteriormente, realizou-se procedimentos de estudos morfológicos no Laboratório de Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia, e a estimativa da diversidade de abelhas foi feita através do Índice de Diversidade Shannon (1949) do software BIO-DAP para os dois ambientes (Caatinga e ARD) em todos os municípios pesquisados.

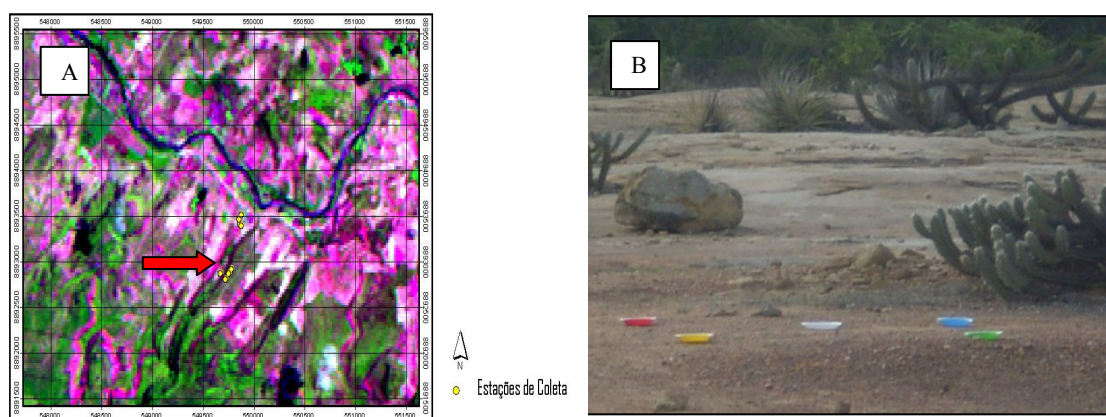


Figura 02: A) : Estações de Coleta em ambientes de Caatinga. B) Distribuição de armadilhas (*pan traps*) em ambiente de Risco à desertificação.

3. Resultados e Discussão

Os modelos de Risco à Desertificação apontam que as áreas de risco à desertificação variam em função de outros fatores ambientais, tais como solo exposto e com fortes declividades (Figura 03). Percebe-se que existe intensa associação entre as áreas de alto risco e a baixa diversidade de abelhas. Em todos os municípios pesquisados observa-se através dos modelos um contexto ambiental marcado pela reduzida porção de ecossistemas naturais. Isso deve-se ao fato de ter no Estado da Bahia a expansão das fronteiras agrícolas e exploração desordenada dos recursos naturais. Torna-se portanto, de suma importância o conhecimento sobre a biodiversidade dos diversos organismos vivos, bem como as interações entre eles e os ecossistemas onde ocorrem. Isso auxilia não apenas a implementação de técnicas para o aprimoramento de uma nova agricultura (no tocante à polinização), como também a conservação das espécies de abelhas e plantas nativas brasileiras e o uso sustentado desses organismos (Oliveira, 2003).

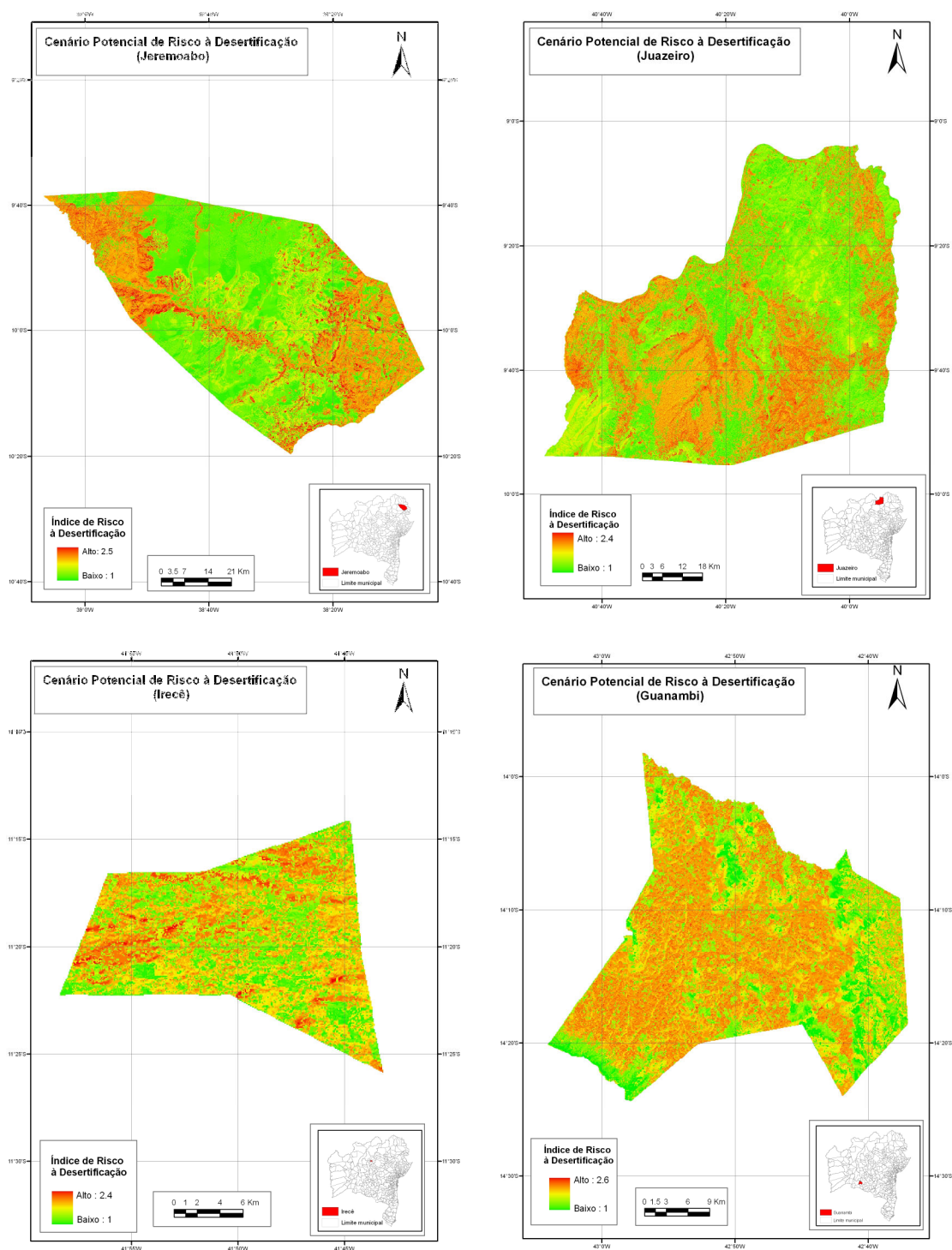


Figura 03: Modelos de Risco à Desertificação produzido através da ferramenta AHP.

No caso do município de Juazeiro, das nove espécies coletadas, pelo menos duas delas (gêneros *Apis* e *Xylocopa*) são espécies bastante comuns, uma delas, entretanto, bastante rara em áreas de Caatinga da Bahia. O Índice de Diversidade Shannon revelou-se de forma inusitada nos gradientes ambientais estudados (Caa. e ARD), tendo na Caatinga o índice 1.30 e na ARD 1.89.

Em Jeremoabo, das 36 espécies coletadas, além da *A.m. scutellata* e da *T. spinipes*, pelo menos oito espécies (gêneros *Centris*, *Xylocopa* e *Tetragonisca*) são espécies bastante comuns em ambientes antropizados. Nas áreas abertas, consideradas de risco à desertificação (ARD), foram coletadas 25 espécies, dez delas consideradas espécies comuns, uma delas, porém (*Chilicola* sp., *Colletidae*), espécie relativamente rara, mesmo em ambientes pouco impactados. Já nas áreas de Caatinga fechada, foram coletadas 21 espécies, sendo apenas três delas (gêneros *Centris* e *Trigona*) espécies comuns.

É importante levar em consideração, que em todos os municípios amostrados, foi realizada uma expedição de coleta apenas, com exceção de Jeremoabo (onde foram realizadas 3 coletas), o que pode ter refletido no número maior de espécies amostradas. O Índice de Diversidade Shannon na Caatinga foi 1.27 e na Área de Risco à Desertificação, 0.67.

O Índice de Diversidade Shannon, no município de Irecê, apontou diferença entre os dois ambientes (Caatinga = 1.21 e ARD = 0.50). Neste município das seis espécies coletadas, além da *A.m. scutellata*, a espécie nativa *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) é também bastante resistente a alterações no hábitat, sendo encontrada em quase todas as regiões do Brasil, inclusive em ambientes impactados. No caso da espécie *Psaenythia* sp. (*Andrenidae*), este gênero é bem menos plástico que as espécies anteriores, não sendo comum em áreas antropizadas.

Em Guanambi, considera-se que este município seja o menos impactado por áreas de pastagens por ter em sua paisagem áreas geralmente entremeadas por vegetação nativa, formando bolsões de biodiversidade. Talvez isso possa justificar os valores de Diversidade Shannon para os gradientes ambientais, embora diferentes, não apresentarem grande discrepância. Obteve-se 1.70 na Caatinga e 1.17 na ARD.

Das espécies de abelhas coletadas (n=13), apenas *Apis mellifera scutellata* (Lepelletier, 1836), espécie introduzida, pode ser considerada espécie de grande plasticidade, sendo, portanto, bastante comum em áreas antropizadas, incluindo ambientes urbanizados.

Com relação aos ambientes dos municípios pesquisados no presente trabalho, as análises estatísticas mostraram uma tendência de maior diversidade de abelhas nas áreas de caatinga fechada (CAA), em comparação às áreas abertas, com mais risco à desertificação (ARD) (Tabela 1). Esses dados corroboram a premissa maior da necessidade de manutenção da cobertura vegetal, para manutenção das espécies da fauna local.

Tabela 01: Estimativa da diversidade de abelhas por meio do Índice de Shannon-Weaver (H') aplicado aos municípios baianos de Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro.

Município	Diversidade na ARD	Diversidade na CAA
Jeremoabo	0,67	1,27
Juazeiro	1,89	1,30
Guanambi	1,17	1,70
Irecê	0,50	1,21

ARD: Áreas de Risco à Desertificação; CAA: Caatinga fechada.

Como pode ser verificado na listagem das espécies coletadas, mesmo as abelhas sociais (*Apis* e *Meliponini*) que geralmente são abundantes, tanto em número de indivíduos observados nas flores, quanto em diversidade nas várias paisagens brasileiras, no presente estudo foram representadas em todos os municípios com poucos gêneros e poucos espécimes coletados (geralmente entre 1 e 4 espécimes apenas, com exceção de *Apis* e *Trigona spinipes*): duas espécies apenas em Guanambi (*A.m.scutellata* e *Scaptotrigona sp.nov.*), três espécies em Irecê (*Melipona mandacaia*, *M. asilvai* e *A.m.scutellata*), seis espécies em Jeremoabo (*T. spinipes*, *Frieseomelitta doederleini*, *Plebeia aff. flavocincta*, *Tetragonisca angustula*, *Melipona asilvai* e *A.m. scutellata*) e apenas uma espécie em Juazeiro (*A.m.scutellata*).

Com exceção das espécies *A.m.scutellata*, *T. spinipes* e *Tetragonisca angustula*, as demais espécies não são comuns em áreas muito antropizadas, além de que, exceto por *P. aff. flavocincta*, todas elas necessitam de árvores com ocos maiores para construírem seus ninhos (que geralmente são as mais velhas e maiores, preferidas para corte na indústria madeireira). Algumas espécies citadas podem ser observadas na figura 04.

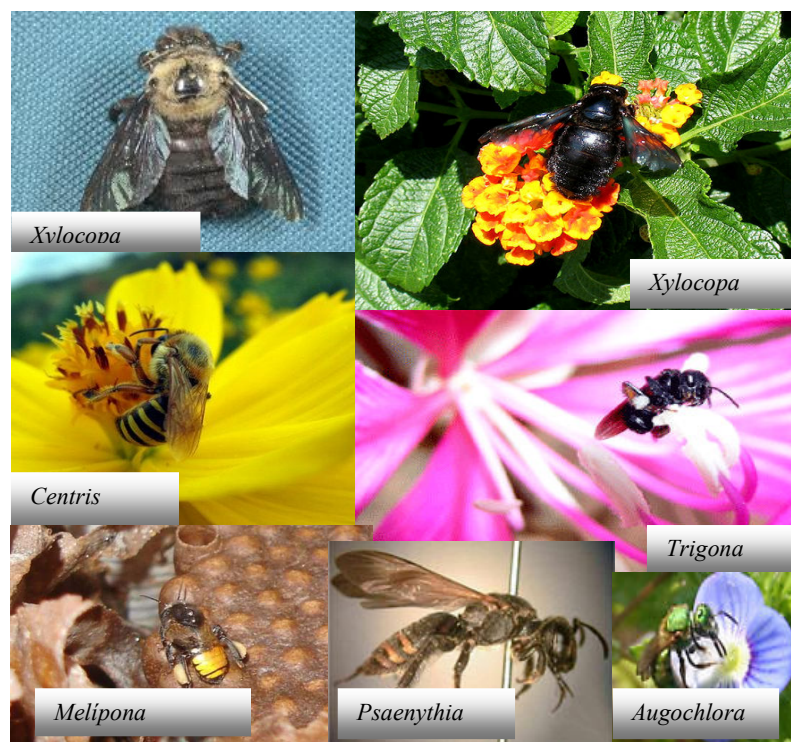


Figura 04: Algumas espécies que fazem parte da fauna apícola dos municípios estudados.

4. Conclusões

O levantamento preliminar das espécies de abelhas nos municípios de Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro, mostra que as abelhas servem também como bons indicadores de perturbação ambiental. Se a palavra em voga é crise ambiental, nada melhor que construir uma concepção de Desertificação como objeto de necessidade de estudo multidisciplinar.

A tendência das áreas mais suscetíveis à desertificação apresentarem baixos índices de diversidade de abelhas é uma realidade concreta que contribui para uma reflexão sobre as condições de funcionamento do ecossistema e dos grupos sociais envolvidos. Propor melhorias é uma tarefa simples, mas entende-se que é necessário inicialmente recuperar o tempo perdido com práticas inadequadas de forma de uso e ocupação das terras que perduraram por décadas, muitas vezes negligenciadas. Assim, reduzir as taxas de

desmatamento da Caatinga significa maximizar os recursos florais e garantir a reprodução das espécies.

Não traz também grandes resultados manter manchas pequenas de Caatinga entremeadas com um entorno degradado porque ao longo do tempo haverá perda de diversidade e aumentará as chances de penetrarem espécies invasoras. Então, porque não se pensar em corredor ecológico na Caatinga?

No que tange à manutenção da biodiversidade de abelhas já existentes nas regiões enfocadas, torna-se urgente criar mecanismos de esclarecimento das comunidades sobre a relevância e manejo da fauna. Em muitos casos as abelhas são confundidas com insetos vulgares, o que constitui uma ameaça, sobretudo àquelas espécies raras.

O trabalho realizado sugere que os municípios que apresentaram os índices de diversidade mais baixos sejam priorizados na implementação de políticas públicas, além de necessitarem de uma gestão mais pragmática dos recursos florestais. Os esforços desta pesquisa podem significar como um passo inicial à estudos sistemáticos que desencadearão certamente mudanças positivas da realidade ambiental identificada.

5. Referências Bibliográficas

- BATES, B.C., Z.W. KUNDZEWICZ, S. WU AND J.P. PALUTIKOF, Eds., 2008: **Climate Change and Water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- CANHOS, V. P.; SIQUEIRA, M.F.de.; MARINO, A. CANHOS, D.A.L. **Análise da vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais**. Disponível em www.cgee.org.br/prospeccao/doc_arq/prod. Acesso em 23/01/10.
- CONTI, J.B. **O conceito de desertificação**. *Climatologia e Estudos de Paisagem*. Rio Claro, vol.3, n.2, jul-dez.2008.
- FABRICIUS, J.C. 1793. **Entomologia systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus**. Tom. II. - pp. I-VIII [= 1-8], 1-519, [1]. Hafniae. (Proft).
- SAATY, T.L. **A scaling method for priorities in hierarchical structures**. *Journal of Mathematical Psychology*, 15,p.231-281.
- SAATY, T.L., VARGAS, L.G. **Prediction, Projection and Forecasting**. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, 251p. 1991.
- SHANNON, C.E.; Weaver, W. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University Illinois Press.
- SILVA, J.X.da, ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- OLIVEIRA, F.F. de. 2003. **Revisão do Gênero *Frieseomelitta* von Ihering, 1912 (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae), com Notas Bionômicas de Algumas Espécies**. Curitiba, PR., 327p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Departamento de Zoologia - Universidade Federal do Paraná.