

**Efeito da pesquisa de campo do pesquisador ao longo de anos sobre a abundância de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Roupala montana* Aubl. em um fragmento de cerrado em Itirapina (SP)**

LATINI<sup>1</sup>, A. O., SILVA<sup>2</sup>, R.R., ROSSETO<sup>3</sup>, V. & FLEURI-JARDIM<sup>4</sup>, A. V.

**Resumo** - Neste estudo objetivamos quantificar o impacto causado pela atividade de pesquisa em parcelas fixas em um fragmento de cerrado no município de Itirapina, SP. Esperamos que o grau de impacto causado por esta atividade reduz a abundância de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomaceae) e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae). Identificamos e quantificamos, em 40 parcelas permanentes de 25m<sup>2</sup>, todos os indivíduos das duas espécies, entre 2001 e 2005. Por intermédio de medidas semi-quantitativas, verificamos um gradiente do grau de impacto nas parcelas, além de uma associação positiva entre a abundância das duas espécies e o impacto. *M. albicans* aumentou sua abundância em parcelas muito impactadas, sugerindo a sua não susceptibilidade e a sua fuga da competição interespecífica, já que o impacto pode afetar espécies mais sensíveis. *R. montana* apresentou maior abundância em níveis intermediários de impacto, e a reprodução vegetativa é uma característica que pode estar influenciando a sua resposta. Os resultados indicam que esses efeitos podem se manifestar sobre outras espécies, inclusive aquelas sensíveis aos impactos. Se isto se confirmar, é possível que o fragmento estudado perca algumas populações de plantas com os anos de atividade da pesquisa e que isto se reflita sobre a diversidade em espécies deste fragmento.

### **Introdução**

As crescentes pressões humanas sobre a constituição e estrutura das comunidades biológicas induzem a um atual incremento de ações voltadas à conservação dos sistemas biológicos, das suas espécies constituintes e dos processos ambientais atuantes. Além das ações conservacionistas sociais e estatais, também é visível o incremento da produção de conhecimento básico e aplicado pela comunidade científica, o que é retratado pelo incremento da produção intelectual nacional e pelo investimento crescente na formação acadêmica superior (CNPq, 2004).

Apesar de tais esforços, freqüentemente as próprias atividades da comunidade científica podem gerar perturbações adicionais nas comunidades biológicas, mesmo naquelas ameaçadas por

---

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas

<sup>2</sup> Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal – Universidade Estadual de Campinas

<sup>3</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas

<sup>4</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia – Universidade Federal de São Carlos

impactos antrópicos. Exemplos destes impactos são os estudos sobre populações de invertebrados e peixes que sofrem risco de extinção e que freqüentemente morrem quando capturadas, devido à natureza de seus métodos de amostragem. Do mesmo modo, estudos sobre comunidades vegetais ou sobre populações de plantas sob ameaça podem causar certo grau de impacto sobre a sua estrutura. Inventários florísticos e fitossociológicos, mas, principalmente, estudos de longo prazo em comunidades vegetais, podem, além de cumprir os seus fins, causar algum impacto sobre a comunidade estudada.

Neste estudo, tivemos o objetivo de quantificar o impacto, em anos consecutivos, causado pela movimentação efetuada por pesquisadores nas parcelas permanentes em um fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. Nossa hipótese é de que o grau de impacto causado pela atividade dos pesquisadores é relacionado com a redução da abundância de duas espécies, *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomaceae) e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae).

### **Material e métodos**

A Estação Experimental de Itirapina situa-se entre os municípios de Itirapina e Brotas, no Estado de São Paulo, a 226 km da capital, entre as coordenadas geográficas 22°15'S e 47°49'W (Veiga 1975). Essa unidade possui uma área total de 3212 ha (Delgado *et al.* 2004), sendo que 1778,5 ha são cobertos florestas implantadas: 101,4 ha com espécies de *Eucaliptus* sp e 1677,1 ha com espécies de *Pinus* sp (Pinheiro *et al.* 1976). O restante é constituído por vegetação nativa, em sua maior parte representada por cerrado em diversas formas fisionômicas (campo limpo, campo sujo, cerrado sentido restrito e cerradão), além de banhados e matas ciliares ao longo dos cursos d'água (Giannotti 1988). Dos fragmentos de cerrado existentes na unidade, o fragmento selecionado para o estudo, denominado Valério (22°13'S; 47°48'W), está protegido do fogo há aproximadamente 20 anos. O clima da área de estudo, segundo a classificação de Köppen (1948), é Cwa, tipo mesotérmico de inverno seco (Veiga 1975) e o solo é o Neossolo Quartzarênico (Oliveira & Prado 1984).

Para a amostragem da vegetação, utilizamos 40 parcelas de uma grade quadrada com 64 parcelas permanentes de 5 x 5 m (25m<sup>2</sup>), lançada em 1993 e situada a 10 m da borda do fragmento estudado. Em cada uma das 40 parcelas, identificamos em campo e contamos todos os indivíduos de *M. albicans* e *R. montana*. entre os anos de 2001 a 2005.

Para quantificarmos a atividade de pesquisa nas parcelas e podermos relacioná-la à abundância das populações, analisamos todos os resultados de amostragens anteriores (de 2001 a 2004) da comunidade de plantas do fragmento do Valério para os cinco anos escolhidos, identificando o dia de amostragem de cada parcela e registrando uma estimativa do movimento dos pesquisadores entre as parcelas. Consideramos todos os movimentos dos pesquisadores como

eventos impactantes, incluindo o rastreamento da parcela para amostrar as plantas superiores nas mesmas.

Para determinação do grau de uso das parcelas, estabelecemos medidas subjetivas mas relacionadas com essa quantificação. Assim, uma parcela amostrada por uma dupla de pesquisadores recebeu o número adimensional "25" como uma medida semi-quantitativa indicadora da atividade dos pesquisadores e, portanto, do impacto estimado. Da mesma forma, cada movimento dos pesquisadores entre as parcelas, necessários para que se prosseguisse a amostragem, recebeu o número adimensional "5" como indicador desta atividade e, portanto, do impacto estimado. Estes dois valores se relacionam com a área utilizada pelo pesquisador para as duas atividades. Para a amostragem, os pesquisadores necessitam cobrir a área de 25 m<sup>2</sup> do interior das parcelas e para se deslocar pela parcela, estimamos ser necessário em média 1m de largura multiplicado pelo comprimento da parcela, obtendo 5 m<sup>2</sup>.

O procedimento de cálculo consistiu na construção de uma matriz com  $x$  linhas versus  $y$  colunas, sendo que estas linhas e colunas limitam as parcelas estudadas. Partindo da posição  $x_1y_1$ , seguimos a direção de trabalho dos pesquisadores, em cada ano, na direção  $x_1y_1 - x_1y_8, x_2y_1 - x_2y_8$  até  $x_5y_8$  (grade amostral de cinco linhas e oito colunas), somando valores de impacto para as atividades desenvolvidas em cada parcela. A quantificação do impacto da amostragem em toda a parcela, assim como da transição de pesquisadores entre as parcelas, foi sistematicamente repetida até que todas as 40 parcelas tivessem o seu impacto estimado (tabela 1). Nas situações em que três pesquisadores trabalharam juntos, acrescentamos 50% a mais de impacto na amostragem da parcela (peso = 37,5) e no deslocamento entre as parcelas (peso = 7,5).

Após atribuímos o grau de impacto para cada parcela, obtivemos para cada ano, categorias de parcelas com diferentes graus estimados de impacto. As parcelas foram agrupadas pelos seus valores estimados de impacto e discriminaram três diferentes níveis que foram utilizados para testarmos a existência de diferenças de abundância das plantas estudadas. As categorias de impacto foram: "1" - estimativas de impacto menor do que 30; "2" - estimativas de impacto entre 31 e 40; "3" - estimativas de impacto maiores do que 40.

Para testarmos o efeito do impacto da atividade de pesquisa sobre a abundância das duas populações de plantas escolhidas, executamos duas análises de variância com dois fatores, ANOVA "two way" - equação 1 (Sokal & Rohlf 2000), por meio do programa *Statistica* (Stasoft 1999), sendo o primeiro fator, o nível de impacto nas parcelas (unidades amostrais), possuindo 3 níveis, e o segundo fator, a medida repetida no tempo (anos diferentes), possuindo 4 níveis.

$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i \times \beta_j) + \text{resíduo}$ , equação 1, onde:

$y_{ij}$  é a resposta em abundância de cada uma das duas populações de plantas amostradas, *M. albicans* e *R. montana*;

$\mu$  é a média geral da população de dados;

$\alpha_i$  é o fator impacto das parcelas, possuindo três níveis, sendo eles 1, 2 e 3.

$\beta_j$  é o fator tempo, que define as medidas repetidas tiradas nas parcelas, possuindo quatro níveis, sendo eles 2002, 2003, 2004 e 2005.

A distribuição dos dados de abundância referente a *M. albicans* não apresentou distribuição normal e homogeneidade de variâncias e sofreu a transformação  $\log_{10}(v + 0,1)$ , onde  $v$  são os dados brutos, para a satisfação destes pressupostos. Da mesma forma, os dados brutos de *R. montana* sofreram a transformação  $\sqrt[3]{v}$  (Krebs 1999).

Para comparações *a posteriori*, após a detecção de respostas significativas para quaisquer dos fatores testados, utilizamos o método de comparações planejadas por contrastes ortogonais (Sokal & Rohlf 2000). Para todos os testes realizados utilizamos o nível de 5% de significância.

## Resultados

A inspeção visual das matrizes de estimativa de impactos não revelou grandes diferenças entre os diferentes anos de amostragem. O padrão de movimentação dos pesquisadores e o tempo em dias para realizar a amostragem das 40 parcelas não variaram muito, sendo que as equipes de trabalho mais rápidas completaram a amostragem das oito parcelas ( $x_{i1}y_1 - x_{i8}y_8$ ) em dois dias e, as mais lentas, em quatro dias. Esta regularidade produziu pouca variação na estimativa que obtivemos para o impacto em cada parcela (tabela 1).

A disposição das parcelas determina que as primeiras unidades amostrais onde os pesquisadores trabalham sejam as mais impactadas, devido ao movimento de entrada e retorno às parcelas, formando uma zona de maior intensidade de impacto estimado, abrangendo as linhas 1 e 2 (tabela 2). Gradualmente, este impacto estimado é reduzido indo em direção ao interior do fragmento de cerrado estudado, formando mais duas zonas de intensidade de impacto, uma intermediária que abrange as linhas 3, 4 e 5 e outra de intensidade baixa, que abrange as linhas 6, 7 e 8 (tabela 2).

Verificamos uma associação positiva entre a abundância das duas espécies examinadas e o impacto estimado nas parcelas experimentais, ao contrário do esperado em nossa hipótese. Isto é, enquanto esperávamos a redução da abundância destas espécies, obtivemos respostas de aumento desta abundância.

A análise de variância efetuada para *M. albicans* mostra respostas de abundância desta espécie superior no nível de impacto de maior intensidade, o nível 3 ( $F_2 = 5,713$ ;  $p = 0,007$ ; testes

ortogonais,  $F_1 = 11,388$ ;  $p = 0,001$ ; figura 1). Esta análise mostra ainda que a abundância desta espécie variou com o fator ano ( $F_3 = 5,790$ ;  $p < 0,001$ ; figura 2), sendo superior no ano de 2005 e igual entre os outros (testes ortogonais,  $F_1 = 9,287$ ;  $p = 0,005$ ). A interação para estes dois fatores não se mostrou significativa ( $F_6 = 1,560$ ;  $p = 0,167$ ; figura 3).

Para *R. montana*, as análises indicam que suas abundâncias foram diferentes nos três níveis de impacto ( $F_6 = 26,316$ ;  $p < 0,001$ ; figura 4), sendo maiores no nível intermediário (nível 2;  $F_1 = 39,585$ ;  $p < 0,001$ ), menores no nível inferior (1) e intermediárias no maior nível de impacto (nível 3;  $F_1 = 13,046$ ;  $p = 0,001$ ). Para as abundâncias dessa espécie, não há efeito significativo entre as diferentes medidas tomadas no tempo ( $F_2 = 0,260$ ;  $p = 0,853$ ; figura 5) e para a interação entre os níveis de impacto e o tempo ( $F_6 = 1,644$ ;  $p = 0,143$ ; figura 6).

### Discussão

A atividade de pesquisa pode representar um impacto mensurável nas comunidades naturais que são estudadas. Em nosso estudo, pudemos estimar os impactos causados em cada ano por pesquisadores estudiosos de comunidades vegetais. Estes impactos nas parcelas amostradas mostraram-se pouco variáveis temporal e espacialmente.

Para *M. albicans*, o nível de maior impacto correspondeu à situação onde esta espécie apresentou as suas melhores respostas em termos de abundância. Ecologicamente, esta espécie apresenta um conjunto de características que lhe conferem maior adaptabilidade a condições adversas, o que se comprova pelo seu uso em sistemas de recuperação de áreas degradadas por mineradoras e outros empreendimentos impactantes.

É claro que não pretendemos comparar o impacto possível causado pelo descuido de pesquisadores com o impacto causado por mineradoras. Contudo, o impacto de pesquisadores em parcelas permanentes de estudo deve ocasionar uma pressão seletiva sobre algumas espécies de plantas - negativa sobre espécies mais susceptíveis e positiva sobre espécies mais resistentes a pressões antrópicas. Assim, é possível que quando a atividade de pesquisa no fragmento do Valério impacta a área estudada, a abundância populacional de *M. albicans* se incrementa devido a dois fatores dependentes: i) *M. albicans* não deve ser suscetível ao nosso grau de impacto causado e; ii) nosso impacto deve afetar outras plantas mais frágeis, mas potenciais competidoras de *M. albicans*, favorecendo o aumento da sua abundância.

Quanto à mudança nas abundâncias de *R. montana*, estas não mostram uma relação unitendencial em função do impacto que estimamos nas unidades amostrais. Esta espécie apresenta nas parcelas estudadas uma abundância menor naquelas de menor impacto estimado, superior naquelas parcelas de nível intermediário de impacto estimado, e intermediária naquelas parcelas de níveis maiores de impacto. Esta espécie exibe redução na produção de sementes após a passagem de

fogo em suas regiões de ocorrência natural (Hoffmann & Moreira 2002). O fragmento de cerrado estudado, por outro lado, está há mais de 20 anos protegido do fogo, o que pode explicar as grandes abundâncias desta espécie nas parcelas estudadas. No entanto, este fator não pode ser responsável pelas diferenças de abundância encontradas para *R. montana* nos diferentes níveis estimados de impacto por pesquisadores, já que todo o fragmento está sob este regime de ausência de fogo.

A homogeneidade da resposta de *M. albicans* e *R. montana* ao longo dos anos, visualizada pela interpretação do gráfico de interações entre o fator tempo e o fator nível de impacto, revela uma homogeneidade de abundâncias ao longo do tempo quando considerado o mesmo nível de impacto. É possível que esta homogeneidade de abundâncias, especialmente para *R. montana* (figura 6), represente uma capacidade específica de recrutamento que possa ser atingida nestas condições referentes a cada uma das classes de impacto que discriminamos. No entanto, não somos capazes de determinar as possíveis relações entre fatores que possam estar descrevendo esta associação entre os níveis de impacto e o recrutamento homogêneo da espécie ao longo dos anos.

Uma característica que possivelmente afeta o sucesso de crescimento populacional de *R. montana* nestas parcelas impactadas é o fato desta espécie se reproduzir vegetativamente (Hoffmann 1999; Miranda-Mello 2004), o que poderia conferir uma habilidade adicional desta espécie em manter a sua abundância populacional em situações de impacto.

Os resultados encontrados neste estudo apontam para três possibilidades de efeitos da atividade de pesquisadores em parcelas experimentais, como as instaladas no fragmento Valério: i) esta atividade pode prejudicar o crescimento populacional das espécies mais frágeis, reduzindo a sua abundância; ii) algumas espécies mais resistentes à ação física dos pesquisadores, podem não ser prejudicadas e seu crescimento populacional deve ser pouco ou não alterado, e; iii) se espécies mais frágeis podem ser afetadas pela atividade contínua dos pesquisadores, então a pressão competitiva interespecífica entre as mais frágeis e as mais resistentes é reduzida, o que confere vantagem adicional às espécies mais resistentes.

Embora não tenhamos conhecimento da resposta de espécies mais frágeis ao impacto causado por pesquisadores nas parcelas do fragmento Valério, as respostas iniciais obtidas para *M. albicans* e *R. montana* tendem a ser de espécies mais resistentes devido a suas características bionômicas. Conseqüentemente, pode haver um conjunto de espécies mais suscetíveis aos impactos da pesquisa científica neste fragmento.

Este estudo reforça, portanto, a necessidade de questionarmos nossas atividades de pesquisa quanto a seus valores agregados e quanto a seus possíveis efeitos negativos sobre todas as populações e comunidades que são alvos ou não das questões científicas abordadas.

## Referências bibliográficas

- CNPq. 2004. www.cnpq.br. Acessado em 12/2004.
- DELGADO, J.M.; BARBOSA, A.F.; SILVA, C.E.; ZANCHETA, D.; GIANNOTTI, E.; PINHEIRO, G. S.; DUTRA-LUTGENS, H.; FACHIN, H.C.; MOTA, I.S.; LOBO, M.; NEGREIROS, O.C. & ANDRADE, W.J. 2004. Plano de manejo integrado das Unidades de de Conservação de Itirapina - SP. Instituto Florestal, São Paulo, 171 p.
- GIANNOTTI, E. 1988. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.
- HOFFMANN, W.A. & MOREIRA, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (P. S. Oliveira & R. J. Marquis, eds). Columbia University Press, New York.
- HOFFMANN, W.A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology* 80: 1354-1369.
- KREBS, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers. New York.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica, Mexico.
- MIRANDA-MELLO, A.A. 2004. Estrutura de populações de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) em quatro fragmentos de cerrado *sensu lato* no município de Itirapina, SP. Tese de Mestrado. Unicamp, Campinas.
- OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. 1984. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos II. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, v. 98.
- PINHEIRO, G.S.; LIMA, O.S. & MORAES, J.L. 1976. Inventário florestal das estações experimentais do Instituto Florestal - Fase 1a: Cadastramento dos plantios. *Boletim Técnico IF*, 23: 1-80.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 2000. *Biometry – the principles and practice of statistics in biological research*. 3th Edition. W.H. Freeman and Company. New York.
- STASOFT 1999. *Statistica*. Versão 5.5.
- VEIGA, A.A. 1975. Balanços hídricos das dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais. São Paulo, Instituto Florestal, 34 p.

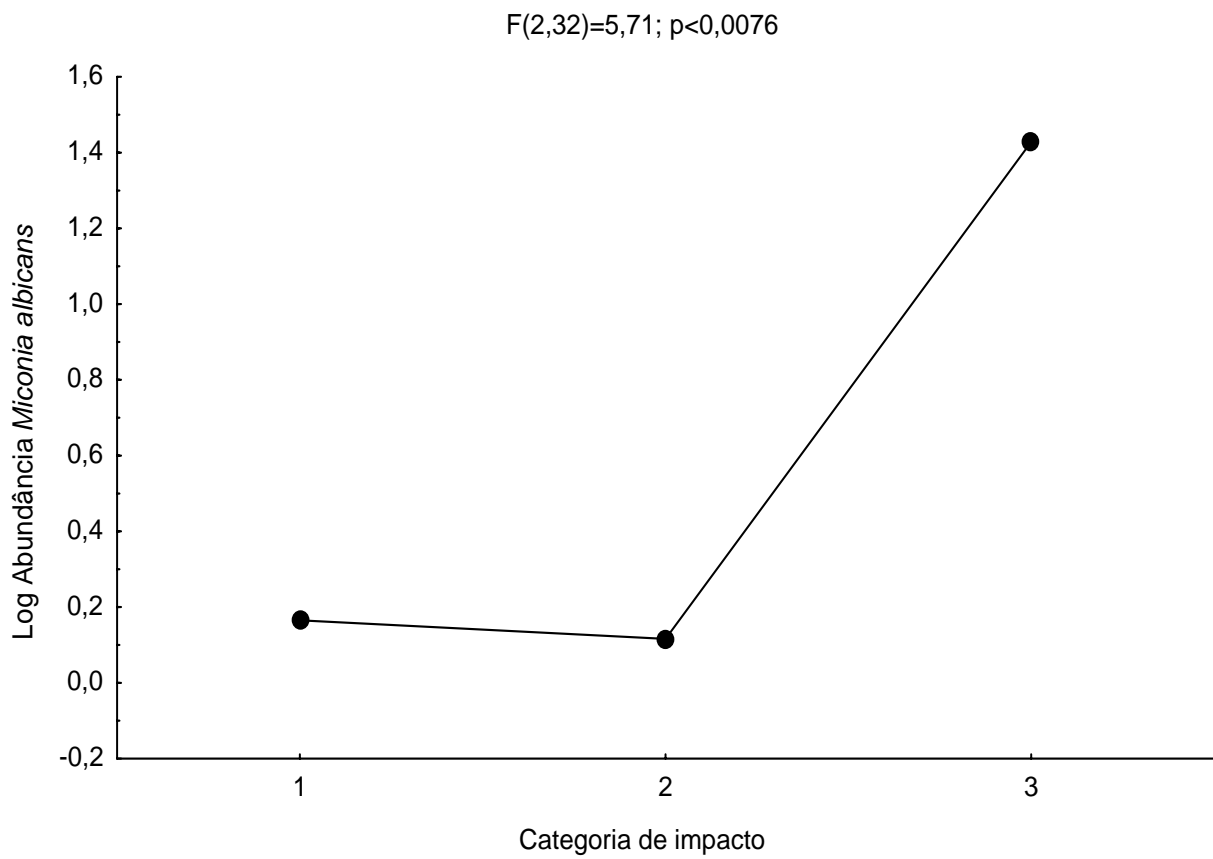


Figura 1 – Apresentação das médias para a abundância de *Miconia albicans* em função do nível de impacto nas parcelas estudadas.



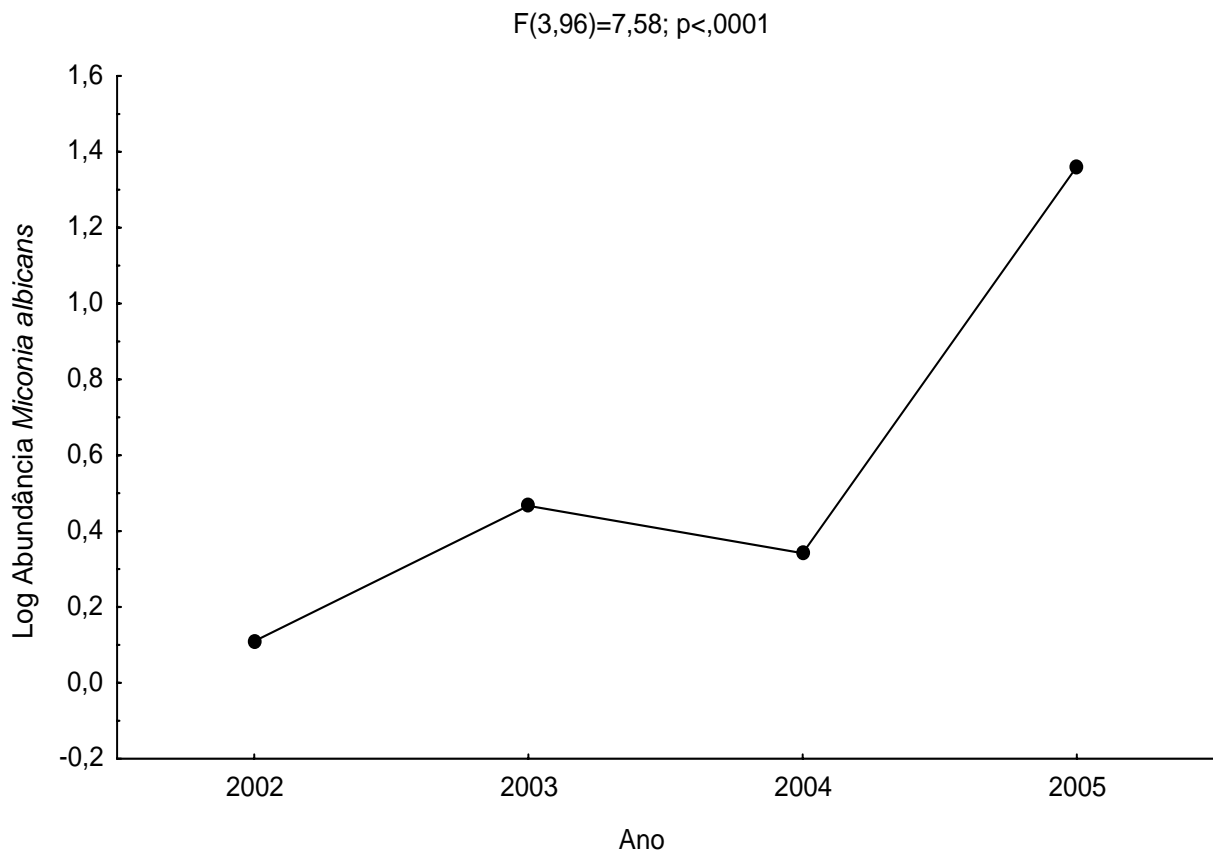


Figura 2 – Apresentação das médias para a abundância de *Miconia albicans* em função das parcelas estudadas em cada ano

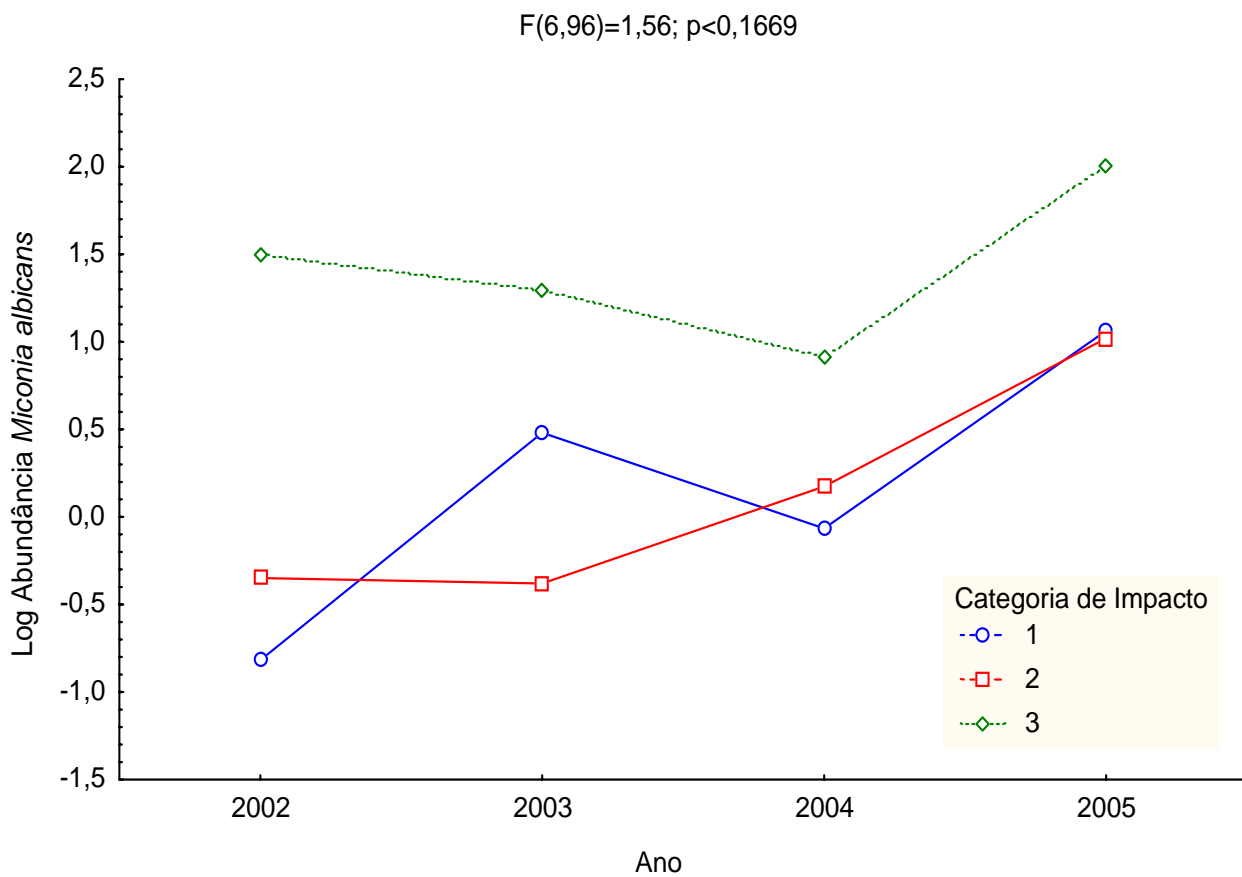


Figura 3 – Apresentação das médias para a abundância de *Miconia albicans* em função do nível de impacto e dos anos de amostragem. A interação entre os fatores "ano" e "categoria de impacto" não foi significativa.

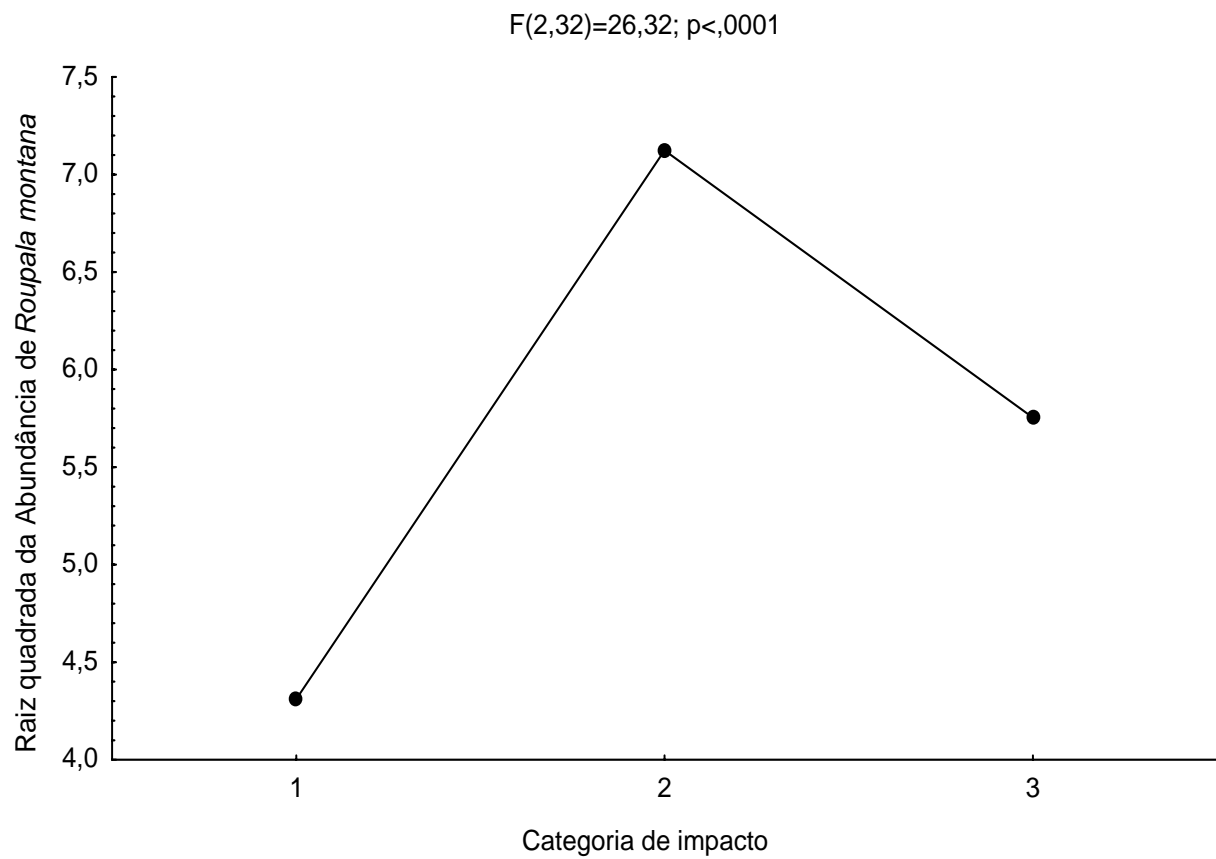


Figura 4 – Apresentação das médias para a abundância de *Roupala montana* em função da categoria de impacto nas parcelas estudadas.

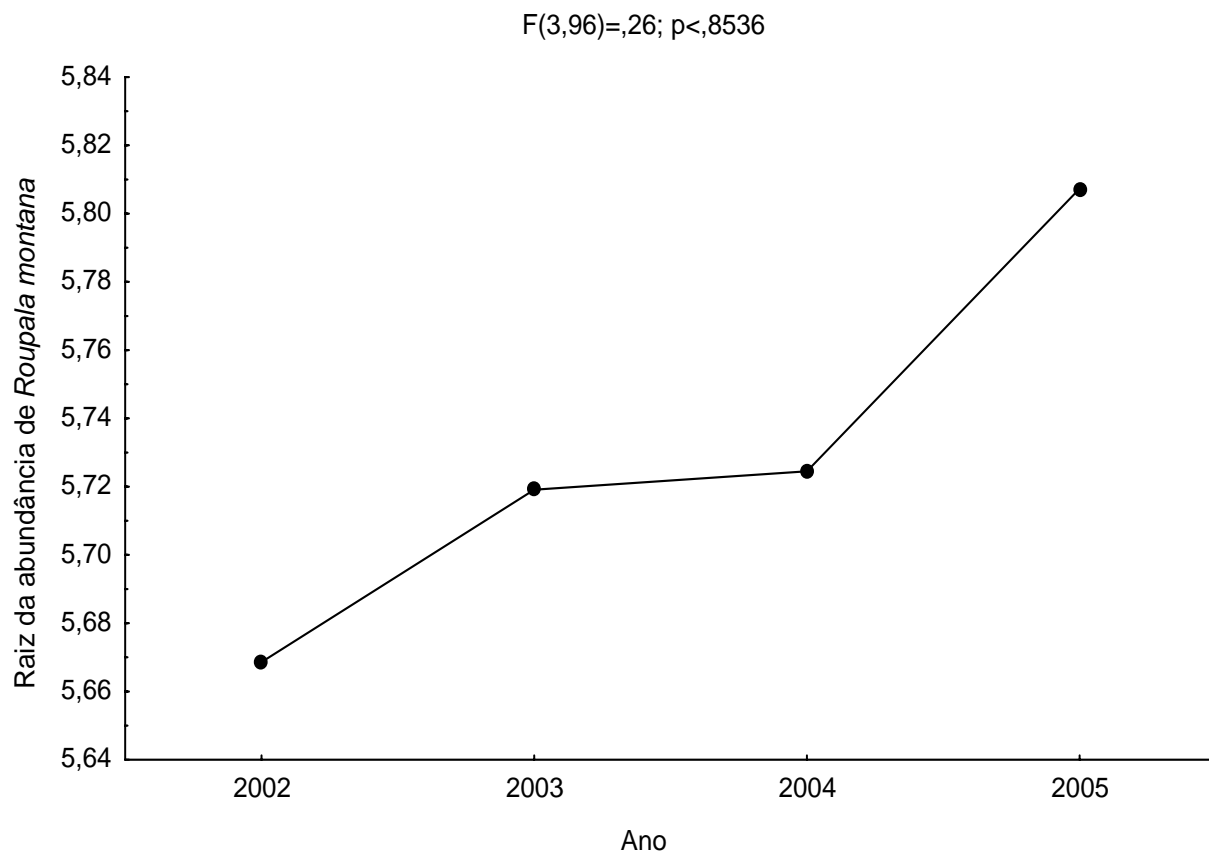


Figura 5 – Apresentação das médias para a abundância de *Roupala montana* em função das parcelas estudadas em cada ano.

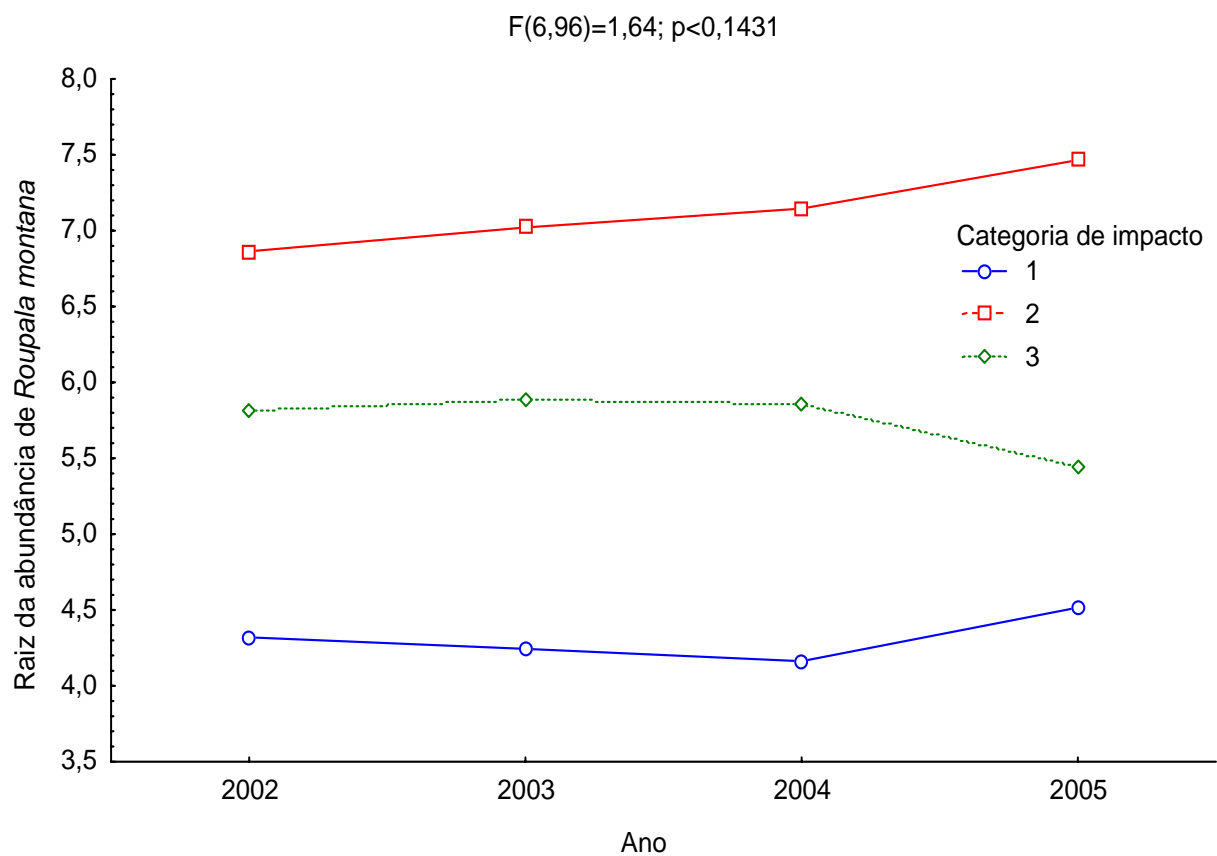


Figura 6 – Apresentação das médias para a abundância de *Roupala montana* em função da categoria de impacto e dos anos de amostragem. A interação entre os fatores "ano" e "categoria de impacto" não foi significativa.

Tabela 1 - Apresentação dos valores brutos estimados que atribuímos para o impacto em cada parcela da nossa amostra.

Estimativa de impacto para parcela amostrada / ano						
eixo y↓						2001
<i>y8</i>	25	25	25	25	25	25
<i>y7</i>	30	30	35	30	30	35
<i>y6</i>	35	30	40	35	35	40
<i>y5</i>	40	35	45	40	40	40
<i>y4</i>	40	40	50	40	40	45
<i>y3</i>	40	40	45	40	40	50
<i>y2</i>	45	45	55	45	45	55
<i>y1</i>	50	50	60	50	50	60
eixo x→	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>
2002						
<i>y8</i>	25	25	25	25	25	25
<i>y7</i>	30	30	35	30	30	35
<i>y6</i>	35	30	40	35	35	40
<i>y5</i>	40	35	45	40	40	40
<i>y4</i>	40	40	50	40	40	45
<i>y3</i>	40	40	45	40	40	50
<i>y2</i>	45	45	55	45	45	55
<i>y1</i>	50	50	60	50	50	60
	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>
2003						
<i>y8</i>	37,5	25	25	25	25	25
<i>y7</i>	52,5	30	30	30	30	30
<i>y6</i>	60	35	35	35	35	30
<i>y5</i>	60	40	40	40	40	30
<i>y4</i>	67,5	40	40	45	45	35
<i>y3</i>	75	40	45	50	50	45
<i>y2</i>	82,5	40	50	55	55	55
<i>y1</i>	90	45	55	60	60	60
	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>
2004						
<i>y8</i>	25	25	25	25	25	25
<i>y7</i>	30	30	35	30	30	30
<i>y6</i>	30	30	40	30	30	30
<i>y5</i>	35	35	40	35	35	35
<i>y4</i>	40	40	45	40	40	40
<i>y3</i>	40	40	50	40	40	40
<i>y2</i>	45	45	55	45	45	45
<i>y1</i>	50	50	60	50	50	50
	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>

Tabela 2 - Padrão geral de impacto estimado para as parcelas amostradas.

<b>8</b>	1	1	1	1	1
<b>7</b>	1	Grau de impacto baixo			1
<b>6</b>	1	1	1	1	1
<b>5</b>	2	2	2	2	2
<b>4</b>	2	Grau de impacto médio			2
<b>3</b>	2	2	2	2	2
<b>2</b>	3	Grau de impacto alto			3
<b>1</b>	3				3
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>