

Aplicação do índice AMBI adaptado aos dados de levantamento da avifauna de Holambra para a determinação da integridade ambiental

Erika Nakata dos Santos

Mestre em Agronegócio pela EESP/FGV.

Rodrigo Girardi Santiago

Synallaxis Ambiental Ltda.

Pedro Jacob Christoffoleti

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Resumo

Os dados de levantamento da fauna nas áreas de preservação da estação experimental de Holambra, coletados num período de mais de dez anos (entre 2002 a 2013), mostraram uma tendência de aumento de diversidade e riqueza específica da avifauna. Com o objetivo de transformar estes dados em indicador da integridade ambiental foi proposto o uso do índice AMBI, através da aplicação do software de mesmo nome desenvolvido pela AZTI-Tecnalia. Os dados da avifauna foram tabulados, e foram atribuídos números de indivíduos, conforme a frequência avistada em cada levantamento. Todas 173 espécies avistadas foram catalogadas em grupos ecológicos, conforme seu grau de oportunismo e sensibilidade às perturbações antrópicas. Os dados obtidos nos levantamentos da avifauna foram adaptados ao programa, já que o índice AMBI foi inicialmente formulado para avaliação de impacto em ambientes costeiros, usando como indicador ambiental as espécies de macro invertebrados bentônicos. O software, a partir da proporção de indivíduos em cada grupo ecológico, fornece a classificação de integridade ambiental, podendo indicar o grau de perturbação de um habitat e sua evolução em cada período. A integridade ambiental para os quatro períodos analisados (2003, 2005, 2010 e 2013) aponta que se trata de um ambiente levemente impactado com tendência de melhoria no decorrer do tempo.

Palavras Chaves: AMBI, área de preservação, aves

Abstract

The bird survey data on the preservation area at Holambra Field Station done for ten years (from 2003 to 2013), indicated a trend of increasing diversity and species richness over the years. To convert these data to an environmental integrity index, the AMBI software developed by AZTI-Tecnalia was used. An excel file was created with the survey data and the number of birds per specie were attributed according to the frequency on each period. Furthermore, all 173 bird species visualized were categorized in ecological group, according to the opportunism degree and sensibility to human disturbance. All data was adapted for the software, as the AMBI index is developed to assess the impact on coastal. The environmental integrity for the periods analysed (2003, 2005, 2010 and 2013) points to the conclusion that the area is slightly affected with a tendency to improve with time.

Key words: AMBI, conservation area, birds

Introdução

A estação experimental utilizada nesta pesquisa está localizada na cidade de Holambra, estado de São Paulo. A estação é de propriedade da empresa Syngenta, uma multinacional do ramo de agronegócios, que fabrica e comercializa agrotóxicos e sementes. Foi fundada em 2000 da fusão das empresas Zeneca e Novartis, e sua matriz está localizada em Basel – Suíça.

A empresa utiliza a Estação Experimental para pesquisa e experimentação com agrotóxicos e afins, ademais, também serve como uma área de ensino e pesquisa para o aprimoramento das práticas agrícolas.

Os levantamentos ambientais da estação experimental de Holambra contratados pela Syngenta tinham como objetivo o acompanhamento da dinâmica populacional da fauna local e também a melhoria das ações de proteção da vida selvagem. Estes dados muitas vezes eram apresentados aos funcionários da Syngenta através da comunicação interna ou do relatório de sustentabilidade da empresa.

A escolha do levantamento da avifauna como ferramenta de estudo ambiental neste trabalho se deve ao fato desta classe apresentar a maior diversidade e abundância nos levantamentos da fauna silvestre de vertebrados realizados na Estação Experimental de Holambra. Além disso, os hábitos conspícuos da avifauna, a possibilidade de registro sonoro, a disponibilidade de bibliografia e até mesmo o apelo popular das aves também contribuíram para esta escolha (SANTIAGO, 2013).

Para saber se as áreas de preservação estão cumprindo o papel de conservação da biodiversidade é importante avaliar um indicador ambiental. Avaliar as variações nas populações de espécies animais, por metodologias adequadas, é um ótimo indicador de desempenho das áreas de preservação (OLMO, 2005).

O Brasil é o país com maior riqueza de espécies de vertebrados do mundo, e é o terceiro no *ranking* de diversidade de aves no mundo (SABINO e PRADO, 2006).

O levantamento da avifauna é, historicamente, apontado como um eficiente indicador de qualidade ambiental, visto que as aves, em sua grande maioria, podem ser identificadas por simples observação, possuem hábitos diurnos e possuem maior diversidade que outros vertebrados terrestres (BIODINÂMICA, 2006).

Wiens (1989) descreve que a vasta plantação de monoculturas, como soja, cana e milho por exemplo, afeta a diversidade de espécies de aves. Alterações antrópicas têm afetado significativamente a população de aves no território nacional, sendo que algumas espécies de aves se beneficiam destas intervenções humanas e outras sofrem processos de extinção (MARINI e GARCIA, 2005).

A análise da avifauna, portanto, em áreas de preservação poderia ser um bom indicador dos efeitos da agricultura e outras atividades humanas sobre a diversidade das aves. Trabalhos que mostrem levantamentos ambientais em épocas diferentes na mesma área permitem demonstrar as alterações na diversidade das aves num período de tempo e auxiliam os pesquisadores a criar hipóteses sobre as razões do aumento ou diminuição das populações das espécies encontradas.

Utilizar o levantamento da fauna como indicador para avaliar contaminantes ambientais também é possível, visto que este dado pode fornecer um resultado confiável sobre a qualidade do habitat (LANDRES, VERNER, THOMAS, 1988).

Material e Métodos

Os levantamentos da fauna silvestre foram feitos nas áreas de preservação nos anos de 2002/2003, 2005, 2010 e 2013 pela empresa Synallaxis Ambiental e antecessoras, cujo biólogo responsável e especialista em aves é o MSc. Rodrigo Girardi Santiago – CRBio 54431/01-D.

Este projeto de levantamento visou principalmente a avaliação qualitativa da fauna silvestre, visto que é extremamente difícil mensurar com exatidão a quantidade de indivíduos de uma população numa gama de centenas de espécies.

O levantamento da avifauna foi feito de acordo com o método de inventário por busca ativa ao longo de transecções e está de acordo com o descrito por Ribon (2011) e Straube et al (2011).

As aves encontradas foram classificadas segundo suas frequências em cada visita:

- 0 (-) ausente - quando não encontrado no ano do levantamento;
- 1 (Ra) raro – quando registrado somente uma vez;
- 2 (Pf) pouco frequente – quando registrado de uma a três vezes;
- 3 (Fr) frequente – quando registrado mais de três vezes; e
- 4 (Mf) muito frequente – quando além de registrado várias vezes, também foi encontrado em grandes quantidades.

O levantamento de 2002/2003 iniciou-se em agosto de 2002, foi concluído em abril de 2003, e constou de vinte visitas à Estação Experimental de Holambra no período diurno e uma visita no período noturno, em intervalos de 20 dias. Foi explorada toda a área de conservação e até as áreas com construção.

Na observação das aves foram utilizados binóculos Samsung 7-15x35 e gravador, e os registros foram feitos durante a caminhada nas áreas amostradas e em pontos de escuta (SALOMÃO e SANTIAGO, 2003). Para facilitar as citações futuras, este levantamento constará somente como levantamento de 2003.

No ano de 2005, o levantamento foi feito entre janeiro de junho de 2005, englobando dez visitas diurnas e uma visita noturna. Toda a estação experimental foi visitada. As aves foram identificadas com o auxílio

de binóculos e sua vocalização foi eventualmente registrada durante as caminhadas (SANTIAGO, 2005).

De 17 de abril de 2010 a 18 de agosto de 2010 foi realizado outro levantamento, desta vez somente nas áreas de preservação permanente, com doze visitas ao local, alternando períodos do dia, mas sempre procurando os horários de maior atividade, como o nascer e o pôr do sol.

Foram usados binóculos com zoom de 10 x 25, 50 mm e uma caixa de som portátil de 110 Hz ligada a um Mp3 player para o emprego da técnica de playback, onde foram reproduzidas as vocalizações de todas as espécies oficialmente consideradas ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (exceto as marinhas) em várias localidades da propriedade, em busca de respostas de indivíduos possivelmente presentes. O uso desta técnica aumenta consideravelmente a chance de encontrar espécies mais tímidas, tranquilas e aves noturnas (BIBBY, JONES e MARSDEN, 1998).

Foram percorridos trajetos cruzados, de forma que a distância máxima entre dois pontos de observação fosse de cerca de 50m (SANTIAGO e NASCIMENTO, 2010).

Em 2013, o levantamento iniciou-se no dia 27 de julho de 2013 e foi concluído em 05 de outubro de 2013; neste período foram feitas oito visitas às áreas de preservação permanente da Estação Experimental de Holambra.

Os registros foram feitos visualmente, enquanto os observadores caminhavam pelos transectos lineares utilizando binóculos Nikon 16 x 50. As aves foram identificadas e para cada espécie foram anotados os números de indivíduos e a sua principal atividade. Quando possível, os registros foram feitos por fotografia, sendo utilizada a câmera Sony Cybershot com 25x de zoom acoplada a uma lente conversora de fator 1,7 x (SANTIAGO, 2013).

A vocalização das aves foi utilizada somente como confirmação da identificação, utilizando-se um gravador Panasonic RR-UX551 para gravação e realização de playback e um microfone Yoga HT-81 para o

SANTOS, Erika Nakata dos; SANTIAGO, Rodrigo Girardi; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob. Aplicação do índice AMBI adaptado aos dados de levantamento da avifauna de Holambra para a determinação da integridade ambiental. Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade, v. 9, n. 1, p. 172-188, fev. 2016.

registro das vocalizações. A reprodução das vocalizações também foi feita em diversas localidades da propriedade, da mesma forma que foi feita em 2010.

A riqueza e abundância relativa de espécies foram anotadas e posteriormente tabuladas.

Análise qualitativa

Após a parte de campo do levantamento da avifauna na Estação Experimental e a catalogação das espécies encontradas, as espécies de aves foram identificadas de acordo com a classificação proposta por Sick (1997) e todos os dados foram organizados em planilhas.

As espécies encontradas foram analisadas quanto à sensibilidade às alterações ambientais e oportunismo.

A classificação de sensibilidade às alterações antrópicas segue a lista sugerida por Stotz et al (1996).

Os dados de oportunismo estão de acordo com Sick (1997).

Análise quantitativa

A abundância das aves foi classificada em ausente (-), rara (Ra), pouco frequente (PF), frequente (Fr) e muito frequente (MF).

Para a análise dos dados aplicando o índice AMBI da AZTI-Tecnalia foram imputadas as seguintes densidades para cada tipo de frequência (Tabela 1):

Tabela 1: Densidades imputadas para cada tipo de frequência de ocorrência de espécies da avifauna.

Frequência	Número de indivíduos
MF	10
Fr	5
PF	3
Ra	1
-	0

A diversidade de espécies foi calculada de acordo com o índice de Shannon e Weaver (1949):

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Onde:

p_i = proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontradas nos levantamentos.

A diversidade é dada por nats/indivíduo.

Para transformar estes dados em indicadores da integridade ambiental foi utilizado o software desenvolvido pela AZTI-Tecnalia, disponível em www.azti.es, que gera o índice AMBI (AZTI's Marine Biotic Index).

O índice AMBI permite uma análise da qualidade ambiental a partir da derivação de uma série de valores contínuos baseados nas proporções de cinco grupos ecológicos estabelecidos, de acordo com seu grau de oportunismos, apresentado por cada táxon, segundo a fórmula:

$$\text{AMBI} = [0 \times \% \text{EG I} + (1,5 \times \% \text{EG II}) + (3 \times \% \text{EG III}) + (4,5 \times \% \text{EG IV}) + (6 \times \% \text{EG V})] / 100$$

Os grupos ecológicos foram caracterizados conforme as características de oportunismo e sensibilidade às alterações antrópicas da avifauna presente nos levantamentos, como segue:

- a) Grupo Ecológico I (EG I) – espécies não oportunistas e de sensibilidade média às alterações antrópicas;
- b) Grupo Ecológico II (EG II) – espécies não oportunistas e de sensibilidade baixa às alterações antrópicas;
- c) Grupo Ecológico III (EG III) – espécies oportunistas e de sensibilidade média às alterações antrópicas;

- d) Grupo Ecológico IV (EG IV) – espécies oportunistas e de sensibilidade baixa às alterações antrópicas;
- e) Grupo Ecológico V (EG V) – espécies oportunistas e sinantrópicas.

Os dados obtidos nos levantamentos da avifauna foram adaptados, já que o índice AMBI foi inicialmente formulado para avaliação de impacto em ambientes costeiros, usando como indicador ambiental a comunidade bentônica (BORJA; FRANCO; PÉREZ, 2000).

Após catalogar cada espécie de ave nos grupos ecológicos acima, os dados foram tabulados e inseridos no programa.

O software a partir da proporção de indivíduos em cada grupo ecológico fornece a classificação de integridade ambiental, podendo indicar o grau de perturbação de um habitat e sua evolução em cada levantamento (Tabela 2).

Tabela 2: Relação entre Índice AMBI, grupo ecológico (G.E.) dominante, e integridade ambiental.

Índice AMBI	G.E. Dominante	Integridade Ambiental
$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$	I – II	Normal
$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Levemente impactado
$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$	IV-V	Transicional para moderadamente impactado
$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$		Moderadamente impactado
$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$	V	Transicional para fortemente impactado
$5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$		Fortemente impactado
$6,0 < \text{AMBI} \leq 7,0$		Ausência de vida

Fonte: Adaptado de Borja, Muxika e Franco, 2003, 11 p.

Resultados e Discussão

Nos quatro levantamentos foram encontradas 173 espécies distintas de aves na estação experimental de Holambra, distribuídas em 21 ordens e 48 famílias. Abaixo a distribuição da riqueza específica da avifauna (Figura 1).

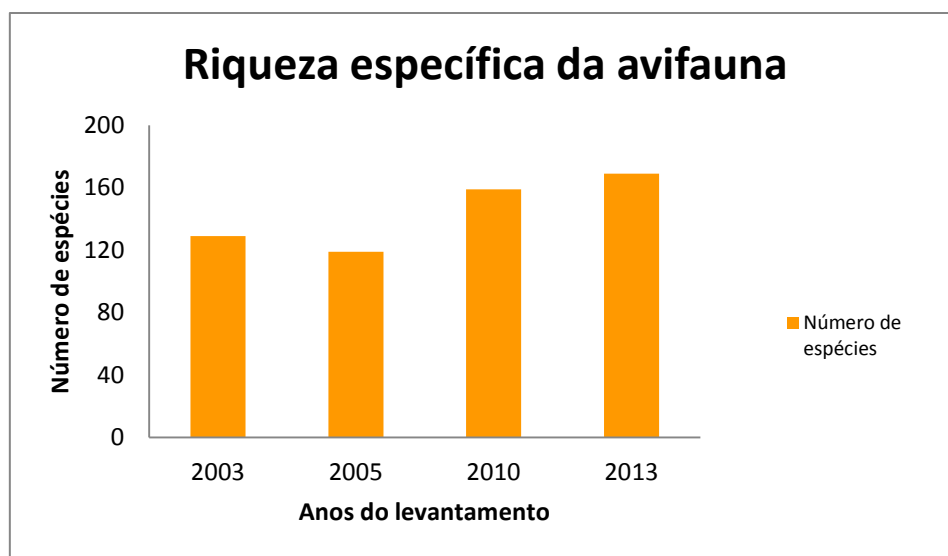


Figura 1. Comparação da riqueza específica da avifauna (nº. Total de espécies encontradas) nos levantamentos de 2003, 2005, 2010 e 2013.

A diversidade (Figura 2) também foi calculada nos intervalos de tempo avaliados:

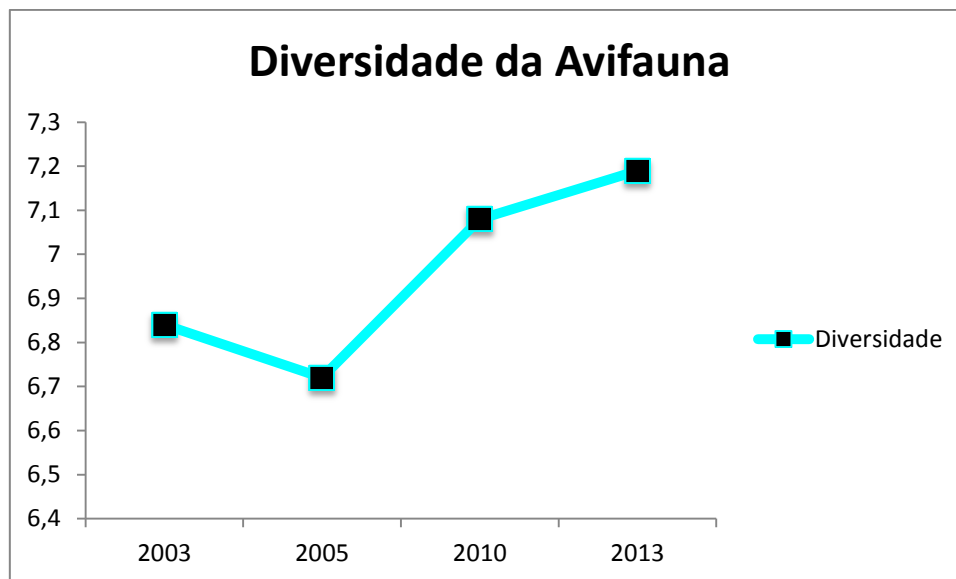


Figura 2. Diversidade da avifauna nos levantamentos de 2003, 2005, 2010 e 2013.

De acordo com a classificação de Stoltz (1996), a maioria (cento e dezesseis espécies) das aves é considerada de baixa sensibilidade às perturbações ambientais, cinquenta e quatro espécies são de média sensibilidade e três aves são consideradas exóticas (*Columba livia* – pombo doméstica, *Estrilda astrild* – bico de lacre e *Passer domesticus* - pardal), porém conhecendo seus hábitos é possível considerá-las de baixa sensibilidade às perturbações ambientais (Figura 3).

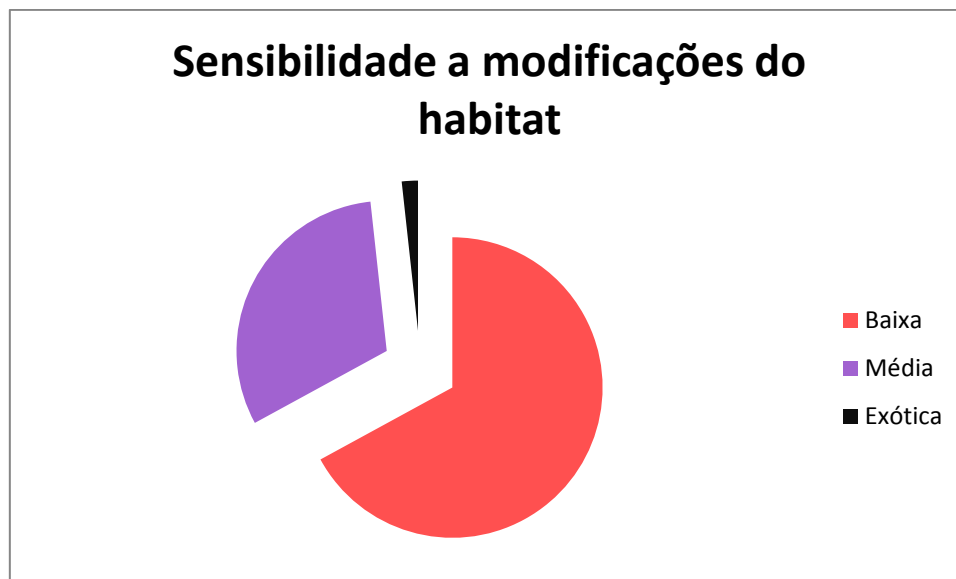


Figura 3: Sensibilidade das espécies de aves encontradas na Estação Experimental de Holambra quanto a modificações de seu habitat nos levantamentos de 2003, 2005, 2010 e 2013.

Das 173 espécies de aves encontradas nos levantamentos, 61 espécies são consideradas oportunistas; isto é, aves que se adaptam em ambientes com alterações ambientais, e deste grupo 6 espécies são consideradas também sinantrópicas (Figura 4); isto é, que se adaptaram a viver próximas às habitações humanas e se beneficiar disto, e que podem até se transformar em pragas e causar danos sociais, econômicos e de saúde pública, como é o caso da pomba-doméstica.



Figura 4: Grau de oportunismo das aves encontradas na Estação Experimental de Holambra quanto a modificações de seu habitat nos levantamentos de 2003, 2005, 2010 e 2013.

O resultado da análise AMBI, feita através da classificação das aves conforme sua sensibilidade às perturbações, mostra um aumento, ao longo do tempo, de aves de grupos considerados mais sensíveis I e II (Figura 5).

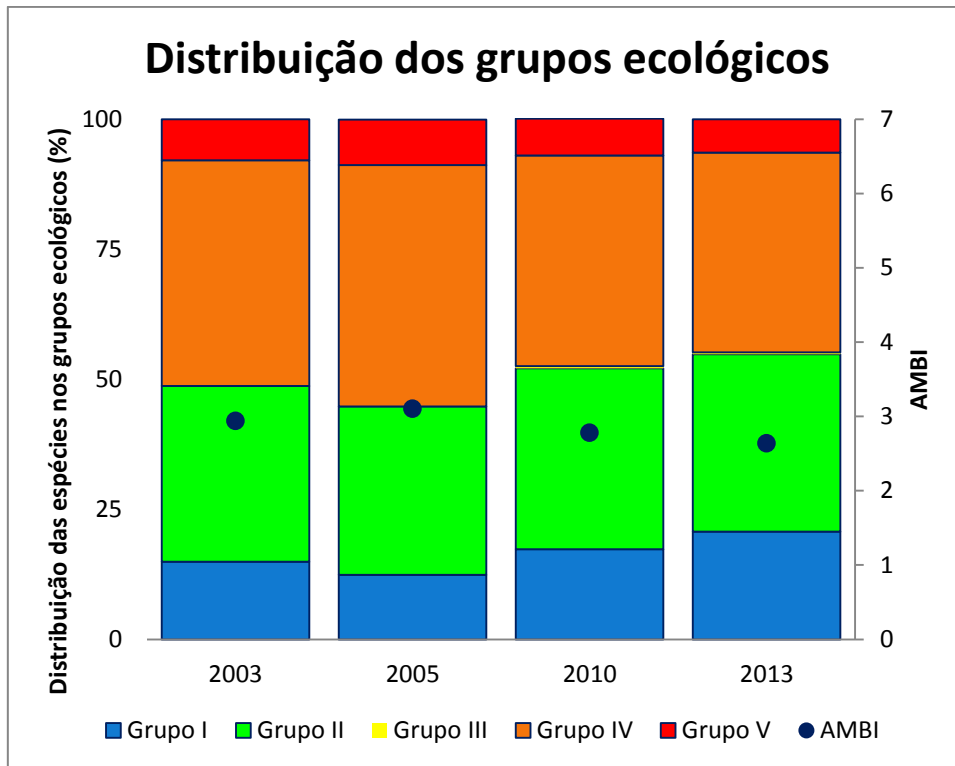


Figura 5: Histograma mostrando a proporção de espécies em cada grupo ecológico nos levantamentos de 2003(1), 2005(2), 2010(3) e 2013(4)

A integridade ambiental para os quatro períodos analisados (2003, 2005, 2010 e 2013) foi definida considerando os padrões especificados na Tabela 3.

Tabela 3: Relação entre Índice AMBI, grupo ecológico (G.E.) dominante, e integridade ambiental.

Índice AMBI	G.E. Dominante	Integridade Ambiental
$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$	I – II	Normal
$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Levemente impactado
$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$		Transicional para moderadamente impactado
$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$	IV-V	Moderadamente impactado
$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$		Transicional para fortemente impactado
$5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$	V	Fortemente impactado
$6,0 < \text{AMBI} \leq 7,0$	Ausência de vida	Extremamente impactado

Fonte: Adaptado de Borja, Muxika e Franco, 2003, 11 p.

SANTOS, Erika Nakata dos; SANTIAGO, Rodrigo Girardi; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob. Aplicação do índice AMBI adaptado aos dados de levantamento da avifauna de Holambra para a determinação da integridade ambiental. Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade, v. 9, n. 1, p. 172-188, fev. 2016.

A integridade ambiental para os quatro períodos analisados (2003, 2005, 2010 e 2013) indica que se trata de ambiente levemente impactado com tendência de melhoria no decorrer do tempo (Figura 6),

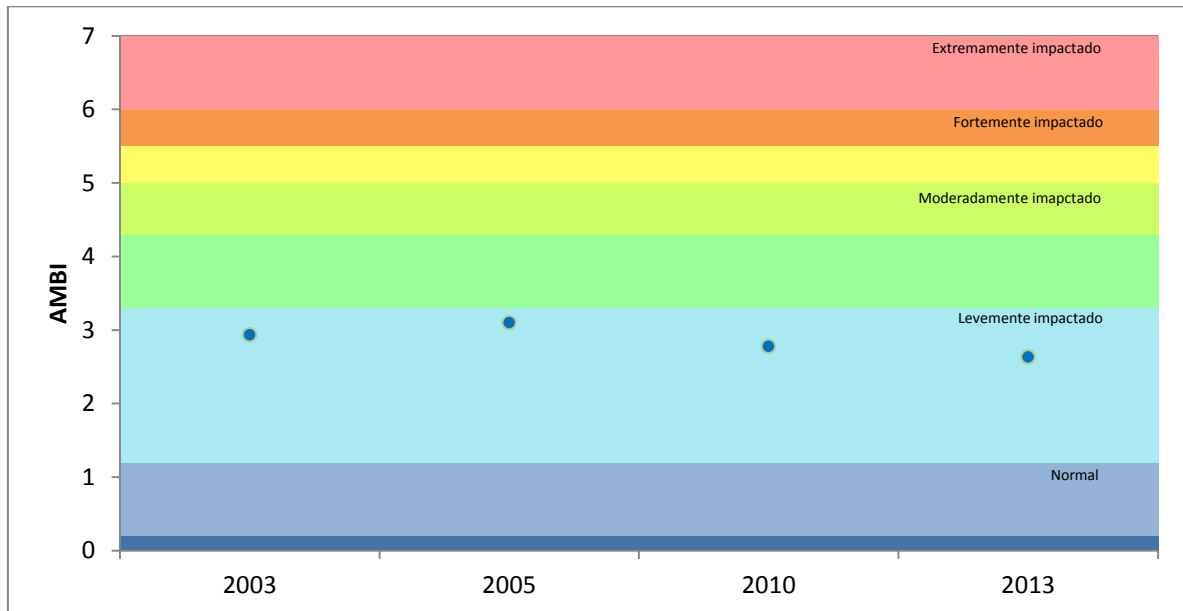


Figura 6: Distribuição das espécies nos levantamentos da avifauna de 2003, 2005, 2010 e 2013, classificadas quanto ao grau de perturbação sofrido.

Conclusão

Os dados de levantamento da avifauna mostram uma evolução no perfil das aves que habitam e frequentam esta pequena área de preservação.

O aumento da frequência de aves de média sensibilidade às perturbações de meio ambiente reforça a importância e a necessidade de manter esta área de conservação com o menor impacto das intervenções humanas possível.

O resultado de 2005 em todos os parâmetros é menos favorável que o de 2003, o que pode ser devido ao menor esforço amostral de 2005 ou outro fator não determinado. De qualquer forma, se considerarmos os outros dois levantamentos subsequentes nota-se uma tendência de melhoria no perfil da avifauna, caminhando para o estabelecimento de uma comunidade característica de ambientes com menos perturbações.

REFERÊNCIAS

BIBBY, C. J.; MARSDEN, S.; JONES, M. *Bird surveys*. [S.l.]: Expedition Advisory Centre, 1998. 143 p. (Expedition Field Techniques).

BIODINÂMICA ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. *Estudo de Impacto Ambiental EIA – Gasoduto Paulínia – Jacutinga*. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2006. Disponível em: <<http://licenciamento.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 21 out. 2013.

BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, London, v. 40, n. 12, p. 1100–1114, 2000.

BORJA, A.; MUXIKA, I.; FRANCO, J. The application of a marine biotic index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, London, v. 46, n. 12, p. 835–845, 2003.

LANDRES, P. B.; VERNER, J.; THOMAS, J. W. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*, Hoboken, v. 2, n. 4, p. 316-328. 1988.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Bird conservation in Brazil. *Conservation Biology*, Hoboken, v. 19, n. 3, p. 665-671, jun. 2005.

OLMO, F. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. *Revista Natureza e Conservação*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 21-42, abr. 2005.

RIBON, R. Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon In: VON MATTER, S. et al. *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e conservação*. Rio de Janeiro: Technical Book, 2011. cap. 1, p. 31-44.

SABINO, J.; PRADO, PI. Síntese do conhecimento da diversidade biológica de vertebrados do Brasil. In: LEVINSOHN, T. *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade brasileira*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. v. 2, p. 55-143.

SALOMÃO, A. T.; SANTIAGO; R. G. *Projeto levantamento qualitativo da fauna de vertebrados da estação experimental Syngenta Proteção de Cultivos LTDA*. Holambra: Syngenta, 2003. 21 p. Relatório final de atividades. Documento interno, de acesso restrito.

SANTOS, Erika Nakata dos; SANTIAGO, Rodrigo Girardi; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob. Aplicação do índice AMBI adaptado aos dados de levantamento da avifauna de Holambra para a determinação da integridade ambiental. *Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade*, v. 9, n. 1, p. 172-188, fev. 2016.

SANTIAGO, R. G. *Projeto Fauna 2005*: Syngenta – Estação Experimental de Holambra – SP. Holambra: Syngenta, 2005. 20 p. Relatório de atividades. Documento interno, de acesso restrito.

SANTIAGO, R. G.; NASCIMENTO, M. C. *Projeto Fauna 2010*: Syngenta – Estação Experimental de Holambra – SP. Holambra: Syngenta, 2010. Relatório final. 41 p. 2010. Documento interno, de acesso restrito.

SANTIAGO, R. G. *Projeto Fauna 2013*: Syngenta – Estação Experimental de Holambra – SP. Holambra: Syngenta, 2013. Relatório Final. 61 p. Documento interno, de acesso restrito.

SHANNON, C.E; WEAVER, W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois: University of Illinois Press. 1949. 117 p.

SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.A., 1997. 912 p.

STOTZ, D. F. et al. *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press, 1996. 502 p.

STRAUBE, F. C. Protocolo mínimo para levantamento de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. In: VON MATTER, S. et al. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e conservação*. Rio de Janeiro: Technical Book, 2011. cap. 9, p. 237-254.

WIENS, J. A. *The ecology of bird communities*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. v. 2, 336 p.