

A Bioacústica como ferramenta de pesquisa em Comportamento animal

Jacques Vielliard¹ e Maria Luisa da Silva²

¹Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Departamento de Zoologia, CP 6109, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

²Universidade Federal do Pará-UFPA, Centro de Ciências Biológicas-CCB, Departamento de Biologia, Campus Universitário do Guamá, CP 8618, 66075-970 Belém, PA, Brasil.

Maria Luisa da Silva: Doutora em Neurociências e Comportamento pela USP, Professora da Universidade Federal do Pará, onde criou o Laboratório de Ornitologia e Bioacústica-LOBio. Maria Luisa atua em pesquisas sobre sinais complexos de comunicação sonora animal, ornitologia e percepção ambiental.

E-mail: mluisa@ufpa.br

Jacques Vielliard: Doutor em Ecologia pela Sorbonne, Professor da Universidade Estadual de Campinas (SP) e executor do convenio com a Universidade Federal do Pará, onde está implementando o Arquivo de Sons da Amazônia (ASA). Jacques criou o Arquivo Sonoro Neotropical da UNICAMP e atua em pesquisas sobre ornitologia, bioacústica e ecologia quantitativa.

E-mail: jacques@unicamp.br

Resumo

Esta breve revisão da história, técnicas, conceitos e campos de pesquisa da bioacústica salienta as possibilidades de aplicação em estudos etológicos. Alguns exemplos são fornecidos, principalmente provenientes de trabalhos sobre aves do Brasil. A fundação de um novo arquivo sonoro, o Arquivo dos Sons da Amazônia (ASA), na Universidade Federal do Pará (UFPA) em Belém, é anunciada.

Palavras-chave: Bioacústica, comportamento animal, Arquivo dos Sons da Amazônia.

Abstract

Bioacoustics as a tool for the study of animal behaviour. – This brief review of the history, equipments, concepts and research fields of bioacoustics stress the possibilities of its application in ethological studies. A few examples are given, mostly from Brazilian birds. The launching of a new sound archive, the Amazonian Sound Archive (ASA), at the Federal University of Pará (UFPA) in Belém, is announced.

Keywords: Bioacoustics, animal behaviour, Amazonian Sound Archive.

Histórico e definições

A Bioacústica consiste no estudo dos sons emitidos por animais. Esses sons representam sinais de comunicação e têm, portanto, um papel fundamental no comportamento das espécies que os usam.

O universo sonoro animal é uma fonte vital de informações para o caçador e foi certamente o objeto de muita atenção da parte do Homem pré-histórico, como continua sendo das tribos indígenas e de certos caçadores modernos. Na história da humanidade, a importância dos sons naturais se revela na incorporação de onomatopéias na linguagem, com múltiplos exemplos tanto no teatro clássico grego, quanto no vocabulário das mais diversas etnias silvestres. A produção de determinados sons animais pelo caçador usando a boca nua ou instrumentos para atrair a caça é uma prática certamente tão antiga quanto a humanidade e se mantém até hoje entre apaixonados que assobiam em sofisticados pios para chamar espécies furtivas como o macuco e os nhambus.

O som é um fenômeno extemporâneo e um dos grandes anseios do Homem foi o de fixar esses sons emitidos por animais para poder reproduzi-los. Deste interesse vem a imitação fonética, que serviu de base para as onomatopéias e, em seguida, para nomes e palavras. A transcrição fonética de cantos e gritos de aves ainda consta de vários guias de campo para ornitólogos, mas o resultado é raramente eficiente para reconhecer o som

original e depende da pronúncia, variável conforme o idioma. Outro modo de transcrição é a notação musical, que aparece em publicações do século 17 e que Hercule Florence, de volta da expedição Langsdorff (1819-1828), tentou refinar num método que seria chamado “Zoophonia” (Vielliard 1993a). Apesar de mais bonito, este nome, como o método, não se manteve quando os avanços tecnológicos decorrentes da Primeira Guerra Mundial permitiram o registro e a reprodução dos sons e deram o início a um novo campo de pesquisa chamado “Bioacústica”.

O antigo sonho de poder captar, guardar e recriar os sons dos animais se realizou e se expandiu rapidamente a partir dos anos 1960 graças à comercialização de gravadores portáteis de alta fidelidade. Foi neste momento que a Bioacústica se estabeleceu como uma poderosa ferramenta de pesquisa, já que o som tornou-se o único dos sinais de comunicação que pode ser facilmente captado, descrito e reproduzido.

O uso da Bioacústica

O uso dessa ferramenta se deu primeiramente pelos ornitólogos, seguidos por entomólogos, herpetólogos e primatólogos que procuraram distinguir, pelos sons emitidos, as espécies que estudavam na natureza. Assim apareceu logo a necessidade de organizar “sonotecas” ou bibliotecas de sons gravados que sirvam de referência para as identificações (Ranft 2004). Esses acervos não se restringiram a essa função, mas abriram o caminho para o desenvolvimento de outras linhas de pesquisa, principalmente em filogenia e etologia num primeiro momento.

No campo da filogenia, a tentação era grande em procurar resolver as questões pendentes de sistemática de aves, o grupo animal onde a análise morfométrica havia estabelecido a taxonomia mais avançada do reino animal, mas onde muitas relações filogenéticas continuavam obscuras. A introdução de um novo parâmetro independente, a estrutura de um sinal de comunicação, parecia a panacéia para por fim a essas controvérsias taxonômicas. A realidade se revelou mais complexa e a bioacústica foi eficiente principalmente para ajudar a definir os limites específicos. Neste nível, a contribuição dessa ferramenta foi importante e hoje a descrição das vocalizações é quase

obrigatória para caracterizar as espécies não somente de aves, mas também de grilos e anfíbios. Na verdade, algumas dessas espécies só foram descobertas graças a análise bioacústica, como no caso do Caburé-da-Amazônia *Glaucidium hardyi* (Vielliard 1989a). Ultimamente, um melhor entendimento dos processos evolutivos da comunicação sonora permitiu retomar, em bases mais sólidas, a análise filogenética dos parâmetros bioacústicos em aves (Vielliard 1995, 1997). Progressos neste sentido têm sido obtidos também em grilos (Desutter-Grandcolas e Robillard 2004).

No campo da etologia, a contribuição da bioacústica foi mais clara desde o início, consistindo na incorporação de descrições precisas dos sinais de comunicação sonora e dos seus contextos comportamentais. Foi assim que as funções biológicas dos diversos sons emitidos por determinadas espécies foram evidenciadas. A partir daí começaram a aparecer padrões resultantes de tendências evolutivas e adaptativas. É o caso, por exemplo, dos chamados de longo alcance em primatas neotropicais (Oliveira e Ades 2004). Outra abordagem é o estudo do repertório vocal das espécies, particularmente rico em primatas, mas eventualmente bem mais complexo do que se esperava em aves, especialmente espécies gregárias como o Anu-branco *Guira guira* (Fandiño-Mariño 1989) ou a Gralha-azul *Cyanocorax caeruleus* (Anjos e Vielliard 1993), e até em grilos (Zefa e Vielliard 2001).

Com os recursos dos gravadores portáteis, a técnica do *play-back*, que permite testar a resposta na natureza aos sinais sonoros previamente registrados, se difundiu e contribuiu para definir melhor o repertório desses sinais e suas funções biológicas.

Outras linhas de pesquisa incorporaram a análise bioacústica, fazendo surgir novos campos de estudos. As principais interações apareceram com a ecologia e com as neurociências. Hoje a bioacústica participa de um leque variado de pesquisas, como aprendizagem e memorização, fisiologia da comunicação, estrutura de comunidades e adaptações ambientais, propagação e identificação de sinais.

A comunicação sonora é um processo biológico e, como tal, é submetido aos processos evolutivos e inserido no comportamento e no ambiente das espécies que desenvolveram este tipo de sinal (Kroodsma e Miller 1996).

A seguir será mostrado como as técnicas bioacústicas podem ser usadas pelo etólogo e quais são as possibilidades de pesquisa que esta ferramenta permite abordar.

As técnicas de gravação e análise

O registro do sinal de comunicação sonora consiste na gravação dos sons emitidos por um indivíduo ou grupo de indivíduos da espécie estudada. O som é captado por um microfone e registrado num gravador. A escolha do microfone é fundamental, pois determina as características da gravação, tais como as frequências mais baixas e mais altas captadas, o campo e a sensibilidade da captação e a fidelidade no registro das variações temporais ou modulações. Muitas espécies não somente emitem sons de frequências altas, mas também modulações rápidas que exigem um microfone de alta sensibilidade e baixa inércia para serem captadas. O ideal são os microfones de condensador, mas eles são mais frágeis e mais caros. Dependendo do tipo de sons emitidos pelas espécies estudadas, um modelo eletrodinâmico, mais robusto e mais barato, pode ser suficiente para sons menos estridentes. Importante ainda na escolha é o ângulo de captação do microfone, que pode ser omni-direcional, para registrar os sons em todas as direções, ou mais ou menos direcional, no caso da necessidade de isolar a fonte sonora. Nesse caso um modelo cardióide ou semi-direcional será mais prático para fontes isoladas e próximas, enquanto indivíduos distantes ou em ambientes barulhentos precisam ser gravados por microfones ultra-direcionais ou montados em refletor parabólico. Há, ainda, os problemas de gravações na água e as dificuldades em se gravar ultra-sons. O hidrofone permite captar os sons dentro da água da mesma maneira que no ar, mas sem poder localizar e isolar a fonte. Para o registro dos ultra-sons é necessário usar, além de um microfone de sensibilidade especial, um sistema que permite monitorar o sinal, o que só recentemente se tornou mais fácil com os recursos de tratamento digital dos sinais (Specht 2004).

Enquanto o microfone é o que determina as características dos sons captados, o gravador é que garante seu registro. Suas especificações técnicas devem, portanto, ser compatíveis com as capacidades do microfone. Até os anos 1990 somente os gravadores de fita de rolo podiam registrar todo o leque sonoro, desde que adequadamente regulados. Mas além de pesados e difíceis de manejar, eles eram caros. Entretanto, mesmo os gravadores de fita cassete mais sofisticados nunca ofereceram a sensibilidade às altas frequências e a precisão temporal que a maioria dos sons animais exige. Atualmente a tecnologia digital oferece várias opções de gravadores mais baratos e muito mais leves e fáceis de manipular. O “ancestral” dos gravadores digitais é o DAT, que oferece alta qualidade de registro. Ele está sendo suplantado pelos sistemas com discos (mini-discos ou discos rígidos-HD) ou cartões de memória (gravadores *solid state*) como mídia de gravação. Esses aparelhos facilitam muito o trabalho de gravação, mas apresentam dois problemas para o registro dos sons animais. Somente o formato *wave*, que usa mais memória e requer suportes – cartões ou discos – tanto mais caros quanto maior for sua capacidade de armazenamento, oferece um registro de qualidade adequada. Os outros formatos usam compressão do sinal, que na realidade elimina de forma irrecuperável uma parte da banda sonora que não afeta nossa audição mas altera a análise sonográfica. Qualquer que seja a forma de armazenamento, o gravador precisa ser acoplada a um sistema adequado de alto-falante para *play-back*.

Na natureza, os desafios da gravação são múltiplos, especialmente na mata tropical (Vielliard 1993b). É importante para obter uma boa gravação focalizar corretamente a fonte sonora e isolá-la dos outros sons do ambiente, que podem ser mais intensos. Além disso, há necessidade de contornar os problemas ligados à umidade, à escassez de luz, à reverberação e absorção dos sons pela vegetação e às dificuldades de locomoção. Por fim, deve-se tentar obter confirmação visual da identidade das espécies e procurar enxergar seu comportamento.

Não basta conseguir uma gravação de boa qualidade técnica. Esse registro só terá valor científico se for bem documentado. Recomenda-se registrar imediatamente um mínimo de dados. Esses dados podem ser

complementados mais tarde na volta ao acampamento ou ao laboratório, mas certas informações, como a indicação sobre se e quando foi executado algum *play-back*, precisam ser registradas na própria gravação para marcar as diferentes etapas do registro. Uma lista de dados essenciais devendo acompanhar cada gravação foi estabelecida somente em 1990 após 14 anos de discussões em congressos internacionais (Kettle e Vielliard 1991). É o padrão internacional em vigor até agora. Esta lista inclui informações bastante óbvias sobre o material utilizado, data e local da gravação, observações do ou dos animais gravados e, eventualmente, descrição do seu comportamento. Igualmente indispensável, mas geralmente não mencionado, é saber como foi feita a identificação e se as vocalizações eram espontâneas ou provocadas de alguma forma (duelo vocal, imitação humana, *play-back*).

A análise dos sons gravados é realizada principalmente por um sonógrafo que produz uma representação gráfica dos três parâmetros sonoros: frequência, tempo e intensidade. Os valores de cada parâmetro são colocados num eixo e o som é, portanto, caracterizado visualmente por três planos. O plano melódico, que mostra a frequência no tempo como numa pauta musical, é o mais usado por ser o mais informativo, sobretudo quando se indica a intensidade através de uma escala de cinza ou de cores. Os outros planos são o harmônico (intensidade segundo a frequência), que evidencia a composição harmônica eventual (ou timbre) dos sons não puros, e o dinâmico (intensidade segundo o tempo), que mostra as variações de intensidade ao longo da estrutura temporal, com os ataques, eventuais modulações e decaimentos das unidades sonoras.

O sonógrafo foi, junto com o gravador, o instrumento que possibilitou o desenvolvimento da bioacústica. Os primeiros aparelhos eram analógicos. Usavam um mecanismo complexo de leitura de um pequeno trecho de som (geralmente 2,4s) passando por um sistema de filtros para ativar um papel sensível. O processo era muito delicado e lento. A introdução do sonógrafo digital nos anos 1980 facilitou muito a obtenção de representações e medições de longos trechos de som. Mas essas máquinas continuavam enormes e caríssimas. Elas foram aposentadas rapidamente pela introdução dos programas de análise sonográfica em computadores pessoais, cada vez mais

potentes e rápidos. Muitos desses programas integram recursos de edição musical, que são úteis para a manipulação (cortes, montagens, filtrações, etc.) e a cópia das gravações, e alguns estão disponíveis gratuitamente.

Nos sonogramas são efetuadas as mensurações dos parâmetros físicos do sinal sonoro. Essas medições podem ser padronizadas conforme o estudo projetado e o material disponível. Desta forma é possível aplicar um tratamento estatístico à amostra pesquisada. O som é o único sinal de comunicação que permite uma quantificação rigorosa, oferecendo assim novas oportunidades de pesquisa neste campo.

Estudos de repertório vocal

O estabelecimento do repertório vocal das espécies é uma tarefa básica para o etólogo. Na verdade representa somente uma parte do repertório comportamental da espécie, por mais vocal que ela seja. Mas sendo facilmente registrado, reproduzido, representado e medido, o sinal sonoro oferece possibilidades únicas entre os componentes do etograma.

Todavia, o estudo do repertório vocal apresenta limitações, como toda observação comportamental. As dificuldades no estabelecimento do repertório vocal são de três tipos. Em primeiro lugar deve-se tomar o cuidado de não alterar o comportamento observado. Nesse aspecto o som tem a vantagem de poder ser registrado à distância e eventualmente fora da presença do observador. Deve-se levar em conta, porém, que os sons de baixa intensidade são difíceis de gravar e podem até passar despercebidos. Para remediar a tal situação o pesquisador pode recorrer à observação em cativeiro com a vantagem de um contato mais próximo e contínuo, mas com o risco das vocalizações serem modificadas. Este é o caso dos sons aprendidos, que nada distingue *a priori* dos sons inatos. A segunda dificuldade é a de conseguir identificar o contexto comportamental, sem o qual não é possível reconhecer com segurança a função biológica dos diversos sinais. Isto significa que o simples registro sonoro não é suficiente e o observador precisa manter também um contato visual com o animal, um dos principais fatores limitantes de todo estudo etológico. Mesmo com as espécies menos ariscas e de organização social mais simples, alguns sinais sonoros do repertório ficarão provavelmente

sem função clara. Por fim, deve-se lembrar que o repertório vocal específico, por mais intensamente observado que seja, nunca poderá ser considerado completo com absoluta certeza. A experiência mostra que sons até então desconhecidos podem aparecer em situações comportamentais raras e novas.

Uma vantagem exclusiva do sinal sonoro nas descrições de comportamento é que ele pode ser quantificado, permitindo a definição objetiva das unidades comportamentais e categorias do etograma. Pode ocorrer que dois sons sejam muito semelhantes aos nossos ouvidos, mas representam duas funções biológicas distintas. Nesse caso uma análise estatística dos parâmetros físicos desses sons revelará uma distribuição bimodal que permitirá separá-los em duas categorias. Então, uma observação mais discriminada poderá evidenciar contextos comportamentais distintos. Inversamente, ocorre às vezes que sons apresentando uma estrutura variável sejam simples variações do mesmo sinal com a mesma função biológica, o que se traduz por uma distribuição unimodal dos seus parâmetros. Nesse caso, o fato do sinal ser pouco estereotipado sugerirá que ele cumpre uma função que pode variar segundo influências externas e interações diversas.

Apesar dessas limitações, comuns a todo estudo etológico, o repertório vocal é uma informação extremamente valiosa para entender o comportamento de uma espécie. Ele vai revelar quais são as estratégias de vida das espécies estudadas. Considerando que um determinado comportamento existe e se mantém por necessidade, a emissão de um dado sinal de comunicação deve corresponder a alguma exigência de sobrevivência do indivíduo e da espécie. A organização social em particular molda o repertório vocal. O Anu-branco *Guira guira*, por exemplo, precisa de três tipos de sons para voar: um para o bando se preparar, outro para dar o sinal de partida e o terceiro para manter a coesão durante o voo (Fandiño-Mariño 1989). A explicação é que a espécie é altamente gregária e que seu voo desajeitado é um momento de risco, quando fica exposta ao ataque de gaviões. Assim, espécies territoriais e espécies coloniais terão necessidades de comunicação muito diferentes e repertórios distintos.

A técnica do *play-back*

O *play-back*, que consiste em emitir um som previamente gravado, é uma ferramenta que pode auxiliar de maneira ímpar o etólogo. Existem várias modalidades de uso dessa técnica, sendo a mais rotineira a de tocar a gravação que acabou de ser feita para testar o poder reativo desse sinal. Esse teste também pode ser feito recorrendo a gravações anteriores de outros indivíduos ou mesmo de outras populações ou espécies. Note-se que o som é o único sinal de comunicação que permite criar essa ilusão de encontro.

Na prática, o *play-back* funciona melhor quando o sinal sonoro testado é o canto, pois, normalmente, ele provocará uma reação de defesa territorial (Vielliard 1989b). Mas gritos podem também provocar alguma reação de procura da fonte em caso de sinal de contato ou, ao contrário, de fuga em caso de sinal de alarme. Mesmo usando o canto já devidamente identificado como tal, o que não é sempre evidente, a resposta ao *play-back* está longe de ser automática. Dependendo do momento do ciclo biológico e do estado fisiológico do cantor testado, ele não vai reagir sempre de maneira agressiva; pode, simplesmente, parar de cantar, o que representaria uma resposta. Deve-se sempre, porém, levar em conta que essa interrupção pode ter sido provocada por outros motivos. É preciso considerar, ainda, que o comportamento territorial varia entre as espécies. Um caso complicado é encontrado em aves do sub-bosque de mata fechada: o cantor provocado pelo *play-back*, ao invés de se aproximar direta e rapidamente sem cessar de cantar, vem em silêncio, bem devagar, em círculos, para examinar a fonte de onde saiu o som e, após um longo período, volta a cantar no seu posto inicial, normalmente fora do campo visual do observador, que fica confundido e frustrado.

Os ornitólogos usaram e chegaram a abusar da técnica do *play-back*, que perturba fortemente o cantor testado, para tentar identificar visualmente a espécie gravada. O *play-back* foi usado também para estabelecer se gravações de outras populações ou de outros táxons provocavam a mesma reação que gravações do próprio canto para decidir se os dois poderiam ser considerados como da mesma espécie ou não. Trata-se da modalidade dita de “*play-back* cruzado”, que deveria ser repetida nas várias alternativas possíveis e um número suficiente de vezes para diluir as variações individuais.

O *play-back* representa ainda uma ferramenta única para evidenciar os parâmetros acústicos que codificam o sinal. Um canto pode, por exemplo, ser modificado em diversos aspectos de sua frequência ou de sua estrutura temporal e testado para verificar se perdeu ou não seu poder reativo. Isto ficou muito mais fácil com a síntese e a manipulação digital dos sons. Mas ainda é uma técnica pouco utilizada na natureza por ser bastante exigente. No Brasil, Aubin e colaboradores (2004) fizeram o primeiro estudo deste tipo e obtiveram resultados inesperados que evidenciaram no canto relativamente simples e estereotipado de um passarinho comum da Mata Atlântica, o Pula-pula-assobiador *Basileuterus leucoblepharus*, diversas características acústicas responsáveis, umas para a identificação específica, outras para o reconhecimento individual e outras ainda parecendo permitir aos cantores estimar a distância e localização dos vizinhos. A técnica do *play-back* abre várias possibilidades de pesquisa originais para o etólogo.

Ontogênese e filogenia

Os sistemas de comunicação e seus sinais não surgiram do nada. Como todo fenômeno biológico, eles são derivados de estruturas anteriores e moldados por processos evolutivos. Portanto, o comportamento de comunicação sonora e os próprios sinais acústicos apresentam uma ontogênese e uma filogenia que refletem sua evolução.

A ontogênese dos sinais de comunicação sonora é facilmente observada nos animais criados em cativeiro. Espécies ariscas em condições naturais são mais difíceis de observar, embora equipamentos de gravação à distância e uma boa dose de paciência ajudem. A comparação das emissões sonoras desde eventualmente antes do nascimento até a fase adulta mostra como os sinais adquirem, de maneira mais ou menos progressiva, sua estrutura funcional. Pelo menos em alguns casos bem documentados, como na Gralha-azul *Cyanocorax caeruleus* (Anjos e Vielliard 1993), aparecem as derivações estruturais de todos os sons do repertório a partir dos gritos dos filhotes; as funções biológicas de cada categoria de sinal sonoro se estabelecem a medida que suas estruturas se fixam. Nessas reconstituições ontogênicas observam-se pontos de bifurcação onde uma estrutura básica diverge em duas linhas de

derivações, reforçando ora um parâmetro, ora outro. Geralmente ocorre, de um lado, o reforço das estruturas tonais puras, mais melódicas e, de outro, as modulações temporais produzindo sons mais roucos. Desta maneira, o repertório adulto poderá mostrar uma ampla gama de estruturas sonoras, cobrindo todo o espectro de comportamento, do mais agressivo ao mais amigável.

A existência de uma filogenia decorre do pressuposto da evolução do repertório vocal a partir de condições ancestrais. Os sons utilizados por uma espécie são derivados dos produzidos por sua espécie ancestral. Portanto duas espécies atuais, que evoluíram a partir da mesma espécie ancestral, devem manter algumas características acústicas em comum, sendo que as diferenças devem ser coerentes com as divergências ambientais que sofreram durante o processo de especiação. O raciocínio inverso permite inferir das semelhanças e diferenças acústicas entre duas ou um grupo de espécies, se elas podem ser derivadas de um mesmo modelo ancestral e se suas variações são compatíveis com seus modos de vida. Desta maneira a análise bioacústica pode ajudar a estabelecer a árvore filogenética de certos grupos de animais. Entre as diversas espécies de picapauzinhos do gênero *Picumnus* no Brasil, a estrutura do canto indica existir duas linhagens, uma que usa trinados com organização temporal bem definida, outra que emite assobios ligeiramente modulados (Vielliard 1997). As espécies da primeira linhagem vivem em ambientes abertos nos quais a vegetação não afeta seus trinados, enquanto as da outra linhagem vivem em matas fechadas onde seus assobios são pouco afetados pela reverberação. As diferenças observadas não são sempre tão nítidas, nem as pressões adaptativas do ambiente tão aparentemente claras. E note-se que, mesmo neste caso ilustrativo, não se pode inferir qual seria o estado original, o trinado em meio aberto ou o assobio em mata. Erros podem facilmente ser cometidos: qualquer especulação é arriscada sem que se tenha um conhecimento bem documentado do repertório vocal de um grupo representativo de táxons aparentados.

O ponto mais interessante que aparece nesses estudos ainda incipientes sobre ontogênese e filogenia bioacústicas é a confirmação do fato da comunicação sonora ser regida pelos processos evolutivos. Isto dá uma base

conceitual sólida aos estudos comportamentais usando a bioacústica como ferramenta.

ASA, o Arquivo dos Sons da Amazônia

A criação do Arquivo dos Sons da Amazônia (ASA) é o resultado de um convênio de cooperação científico-tecnológica firmado entre a UNICAMP e a UFPA. Consiste na digitalização do Arquivo Sonoro Neotropical (ASN) que foi criado em 1978 na UNICAMP, com o apoio da Academia Brasileira de Ciências e do CNPq, e que representa hoje o quinto maior acervo de sons de animais no mundo. O trabalho de digitalização se tornou possível graças ao patrocínio recebido de Luis Osvaldo Pastore e Patrice de Camaret. Cada registro sonoro forma um arquivo de som de alta fidelidade acompanhado de seus dados técnicos e biológicos, tornando-se assim um documento científico. O acervo que começa a ser instalado no CCB da UFPA em Belém será facilmente acessível e fornecerá uma base para elaboração de projetos de pesquisa. Com o uso das ferramentas disponíveis hoje para análise dos sinais sonoros e as bases teóricas desenvolvidas pela bioacústica, pesquisas multidisciplinares podem ser planejadas. As linhas de pesquisa, bem estabelecidas atualmente, se referem aos mais variados domínios da biologia e interações podem ser desenvolvidas também nas áreas de comunicação, educação e artes. No que se refere à biologia, podemos citar: etologia, em todos os casos onde o comportamento incorpora sinais sonoros; neurociências e psicologia experimental, a respeito das questões de aprendizagem, memorização e reconhecimento de padrões; fisiologia da emissão e da recepção do sinal acústico; ecologia, sobre as adaptações do sinal às condições ambientais de propagação; biologia da conservação, como ferramenta de procura e levantamento de espécies e comunidades; evolução das estratégias de comunicação e filogenia dos sinais. O ASA será também aberto a lingüistas e músicos.

Referências bibliográficas

Anjos, L. e Vielliard, J. (1993). – Vocal repertoire of the Azure Jay *Cyanocorax caeruleus*. *Rev. Bras. Zool.* 10, 657-664.

- Aubin, T., Mathevon, N., Silva, M. L. da, Vielliard, J. e Sebe, F. (2004). – How a simple and stereotyped acoustic signal transmits individual information: the song of the White-browed Warbler *Basileuterus leucoblepharus*. *An. Acad. Bras. Cienc.* 76, 335-344.
- Desutter-Grandcolas, L. e Robillard, T. (2004). – Acoustic evolution in crickets: need for phylogenetic study and a reappraisal of signal effectiveness. *An. Acad. Bras. Cienc.* 76, 301-315.
- Fandiño-Mariño, H. (1989). – *A comunicação sonora do Anu-branco* Guira guira. Edit. Unicamp, Campinas.
- Kettle, R. e Vielliard, J. (1991). – Documentation standards for wildlife sound recordings. *Bioacoustics* 3, 235-238.
- Kroodsma, D. E. e Miller, E. H. (1996). – *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. Cornell Univ. Press, Ithaca.
- Ranft, R. (2004). – Natural sound archives: past, present and future. *An. Acad. Bras. Cienc.* 76, 455-465.
- Specht, R. (2004). – Compact and user-friendly ultrasound acquisition systems optimized for field recording. *An. Acad. Bras. Cienc.* 76, 452-454.
- Vielliard, J. (1989a). – Uma nova espécie de *Glaucidium* (Aves, Strigidae) da Amazônia. *Rev. Bras. Zool.* 6, 685-693.
- Vielliard, J. (1989b). – O registro dos sinais de comunicação sonora em Aves: parâmetros etológicos e testes de play-back. *Anais de Etologia* 7, 134-149.
- Vielliard, J. (1993a). – *A zoophonia de Hercule Florence*. Edit. Univ., UFMT, Cuiabá.
- Vielliard, J. (1993b). – Recording wildlife in tropical rainforest. *Bioacoustics* 4, 305-311.
- Vielliard, J. (1995). – Phylogeny of bioacoustic parameters in birds. *Bioacoustics* 6, 171-174.
- Vielliard, J. (1997). – O uso de caracteres bioacústicos para avaliações filogenéticas em aves. *Anais de Etologia* 15, 93-107.

Zefa, E. e Vielliard, J. (2001). – Complex acoustic behaviour of *Endecous* crickets (Orthoptera, Phalangopsidae). *Abstract XVIII IBAC*, Cogne, Italia.