



Grupo de pesquisa - Anfíbios

- Monitoramento acústico automatizado em larga escala de anfíbios anuros

Relatório – I Workshop

Maio 2019

Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia, GO



Índice

Conteúdo geral

Introdução	4
Programa	5
Uso dos recursos	8
Proposta de pesquisa	9
Seleção de locais e espécies-alvo	15
Coleta de dados	19
Análise de dados	23

Apêndices

Apêndice 1. Mudanças climáticas e monitoramento acústico	27
Apêndice 2. Lista de participantes no grupo de trabalho	35
Apêndice 3. Resultados do formulário (locais e espécies-alvo)	36
Apêndice 4. Gravadores autônomos	41
Apêndice 5. Guia do usuário (SM4, Wildlife Acoustics)	45
Apêndice 6. Guia do usuário (datalogger, Omega)	46
Apêndice 7. Análise das gravações	54
Apêndice 8. Fotos da reunião	59

Introdução

O primeiro workshop deste grupo de trabalho teve como objetivo abrir um espaço de discussão e intercâmbio de informações entre todos os participantes, buscando estabelecer os procedimentos gerais do nosso primeiro projeto de pesquisa. Especificamente, possuímos as seguintes metas:

- I) Apresentar o grupo de pesquisa e os objetivos do projeto;
- II) Iniciar a seleção de potenciais localidades e espécies-alvo para realizar o monitoramento acústico de populações;
- III) Apresentar os procedimentos básicos para instalação dos gravadores autônomos, tomada de dados, armazenamento das gravações e a metodologia de análise;
- IV) Fornecer os equipamentos necessários e instruir a forma de uso.

A reunião foi celebrada entre os dias 22 e 24 de maio de 2019 na Universidade Federal de Goiás (UFG) e teve a presença de 22 pessoas, dos quais 15 são membros do grupo de trabalho:

Alessandro Ribeiro de Moraes
Fausto Nomura
Franco Leandro de Souza
Natan Medeiros Maciel
Rodrigo Lingnau
Wilian Vaz Silva
José Perez Pombal Júnior
Leandro Juen
Gleomar Maschio
Felipe Toledo
Selvino Neckel de Oliveros
Rogerio Pereira Bastos
Larissa Sayuri M Sugai
Juan Ulloa
Diego Llusia

Outros participantes na reunião foram:

Alan Araujo
Carolina Emilia dos Santos
Danielle Carvalho
Isabella Rodrigues
Leonardo Marques de Abreu
Luciana Signorelli
Seixas Rezende
Vinicius Guerra

Programa

O programa previsto para a reunião foi o seguinte:

Quarta - 22 Maio		
Horas	Tópico	Palestrante
14:00	Apresentação	
	Recepção e apresentação do workshop	Rogério P. Bastos
	Apresentação individual	Participantes
14:30	Informações gerais	
	Uso dos recursos (INCT anfíbios)	Rogério P. Bastos
15:00	Introdução ao projeto de pesquisa	
	Efeito das mudanças climáticas em anfíbios e monitoramento acústico passivo	Diego Llusia
	Proposta de pesquisa	Diego Llusia
	Discussão: Abordagem geral	Participantes
16:00	Café	
16:15	Locais e espécies-alvo	
	Metodologia de seleção	Diego Llusia
	Apresentação dos resultados do formulário	Larissa S. M. Sugai
	Discussão: Locais e espécies	Participantes
17:30	Encerramento	

Quinta - 23 maio		
Horas	Tópico	Palestrante
8:30	Coleta de dados	
	Aquisição e distribuição dos equipamentos	Rogério P. Bastos
	Apresentação dos gravadores	Diego Llusia
	Protocolo geral de coleta	Diego Llusia
	Discussão: Coleta de dados	Participantes
9:45	Café	
10:00	Funcionamento dos dataloggers	Carol E. dos Santos
	Funcionamento dos gravadores	Diego Llusia
	Protocolo específico de coleta	Diego Llusia
	Repartição dos equipamentos e treino	Participantes
11:30	Almoço	
14:00	Armazenamento	
	Apresentação do servidor SoundClim	Diego Llusia
	Protocolo para armazenamento de arquivos	Larissa S. M. Sugai
	Discussão: Armazenamento	Participantes
14:45	Café	
15:00	Análise	
	Métodos de análise automáticos de sinais sonoros	Juan Ulloa
	Esquema geral de análise	Diego Llusia
	Protocolo específico de análise	Juan Ulloa
	Discussão: Análise	Participantes
17:00	Encerramento	

Sexta - 24 maio		
Horas	Tópico	Palestrante
8:00	Resumo	
	Esquema geral	Diego Llusia
	Dúvidas e questões	Participantes
9:00	Novas propostas de pesquisa	
	Trabalho em grupos	Participantes
	Discussão: Propostas	Participantes
11:00	Encerramento	
	Despedida	Rogério P. Bastos

No presente relatório pode se encontrar um resumo dos conteúdos e materiais apresentados em cada um destes blocos.

Uso dos recursos

Os recursos para aquisição dos registradores automáticos e dataloggers serão da parte de capital do INCT. Para o biênio 2018-2020, temos R\$ 100.000,00, cuja utilização inicial, seriam para realização de duas reuniões de trabalho (esta, de maio de 2019 e a próxima, no primeiro semestre de 2020), para diárias para estadia dos pesquisadores nas oficinas e em trabalho de campo, para aquisição de passagens aéreas nacionais e internacionais, para aquisição de material de consumo (cartões, pilhas e HDs para armazenamento) e para missão de trabalho de pesquisador estrangeiro.

Item	Valor estimado (R\$)	Valor Gasto até Reunião 1	Valor Gasto Reunião 2
Diárias (missões, reuniões, oficinas)	16.000,00	10.560,00	15.000,00
Diárias (trabalho de campo)	35.000,00		
Passagens aéreas (nacionais)	8.000,00	13.863,23	20.000,00
Passagens aéreas (internacionais)	20.000,00	7.500,00	8.500,00
Material para laboratório/campo	16.000,00	9.600,00	
Serviços de terceiros (pessoa jurídica)*	5.000,00		
TOTAL	100.000,00	41.500,00	43.500,00

A previsão é que após a segunda reunião, teremos gasto R\$ 85.000,00. Sobrariam R\$ 15.000,00, que poderiam ser usados em diárias ou aquisição de pilhas. Para aquisição de material de consumo, precisamos ter 3 orçamentos e certidão negativa do fornecedor emitida pela secretaria da fazenda do estado de Goiás. Para diárias, precisamos ter notas fiscais de alimentação de todos os dias ou uma de hotel. A diária da FAPEG para interior é de R\$ 160,00.

A FAPEG ainda falta depositar um tanto de recurso. Se estes recursos forem depositados, teremos mais r\$ 100.000,00 que poderiam ser usados para uma terceira reunião. Todavia, teremos cerca de R\$ 50.000,00 para auxiliar nas atividades de campo.

Proposta de pesquisa

Durante o primeiro dia do Workshop, foi apresentada a proposta do projeto de pesquisa numa palestra dividida em dois blocos: (1) introdução geral e (2) projeto de pesquisa.

A **introdução** foi composta por uma revisão geral de: (i) o potencial do monitoramento acústico passivo em ecologia e conservação, (ii) conceitos gerais para sua aplicação em estudos dos efeitos das mudanças climáticas em anfíbios, e (iii) a pesquisa feita até agora nessa área. Podem encontrar os slides desta parte no [Apêndice 1](#). Na continuação foram apresentadas breves notas com os principais conteúdos deste bloco, a modo de resumo geral:

Monitoramento acústico automatizado

O monitoramento acústico da atividade de anuros não é novidade na literatura. Há tempos a detecção acústica de anuros é utilizada em programas de monitoramento de biodiversidade, como o NAAMP (Weir et al. 2005). Dentro das últimas décadas, o uso de gravadores de som tem permitido otimizar o registro e monitoramento de espécies (Dorcas et al. 2009). Esta técnica vem se aprimorando de forma notável e atualmente é considerada consolidada para tomada de dados de múltiplos taxa em diversas condições ambientais ao redor do planeta (Sugai et al. 2019). O monitoramento acústico passivo se baseia no registro remoto da atividade vocal das espécies e facilita a coleta de dados de forma contínua, por longos prazos, simultânea, em locais muito distantes e com baixa perturbação no comportamento das espécies de estudo.

Mudanças climáticas

Mudanças climáticas vêm ocorrendo de forma mais intensa no planeta devido a intensificação de atividades antrópicas. O registro de eventos climáticos extremos e de aumento das temperaturas globais são notícias cada vez mais comuns em nosso cotidiano. Atualmente vivemos sob temperaturas em média 0.9 °C maiores em relação ao final do século 19. Dentro deste período, 18 das 19 maiores temperaturas registradas ocorreram desde 2001 (~95%), sendo 2016 o ano mais quente dentre todos. Não por acaso, o último relatório do IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) aponta a emergência das mudanças climáticas como uma das principais ameaças a biodiversidade global nos próximos anos.

Anfíbios tropicais

Como especialistas em anfíbios, é possível sem muito esforço associar a problemática do aumento de temperaturas ambientais a manutenção de diferentes espécies sob o ponto de

vista fisiológico. Em oposição às espécies de zonas temperadas, o aquecimento global deve afetar em maior grau os anfíbios tropicais, uma vez que estes estarão sujeitos a experimentar temperaturas mais próximas de seus limites fisiológicos termais superiores.

Atividade vocal de anuros

A comunicação acústica é um dos fenômenos mais característicos durante a fase reprodutiva dos anuros. Sabemos que fatores climáticos influenciam a atividade vocal e podem determinar o grau de sincronismo e intensidade da atividade reprodutiva de populações. No entanto, não sabemos qual é a tolerância térmica e hídrica das espécies durante as atividades vocal e reprodutiva. É possível estimar estes parâmetros e predizer o impacto de mudanças climáticas nas espécies de anuros? Neste projeto investigaremos a atividade vocal de populações sob diferentes condições climáticas – nos extremos térmicos e hídricos das áreas de distribuição das espécies.

A segunda da apresentação foi dedicada ao **projeto de pesquisa**, mostrando: (i) uma descrição detalhada dos objetivos, (ii) uma proposta de metodologia de trabalho, e (iii) uma apresentação da equipe de pesquisa, com uma descrição das tarefas e atividades propostas para cada membro do time. Os principais conteúdos e os slides deste bloco são apresentados a seguir:

Objetivos

Dessa maneira, o grupo de trabalho “Monitoramento acústico automatizado em larga escala de anfíbios anuros” possui como objetivo monitorar a atividade acústica de anuros em extremos térmicos e hídricos de sua área de distribuição no Brasil. A partir da investigação de características da atividade acústica de anuros, possuímos os seguintes objetivos:

- a) Descrever os padrões temporais de atividade acústica;
- b) Determinar as temperaturas e umidades relativas na qual há atividade acústica;
- c) Estimar a amplitude térmica e hídrica das espécies;
- d) Obter previsões da atividade acústica em cenários de mudanças climáticas;
- e) Investigar a influência de atributos ecológicos dos anuros sobre as respostas a fatores climáticos;
- f) Aplicar e validar novos métodos automáticos de detecção de espécies em gravações acústicas.

Objetivos

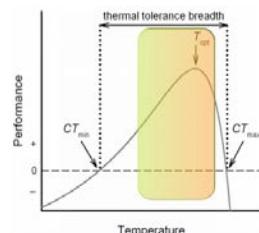
1) Padrões temporais da atividade acústica

Determinar e comparar entre extremos térmicos e hídricos na área de distribuição das espécies



Objetivos

3) Estimar as amplitudes térmicas e hídricas do comportamento de vocalização das espécies



Objetivos

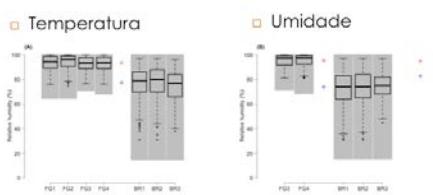
5) Examinar a capacidade de resposta das espécies e sua vulnerabilidade a fatores climáticos em função de traços e características ecológicas (como área de distribuição, bioma ou hábitat reprodutivo)



Objetivos

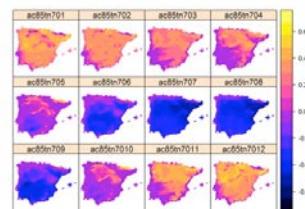
2) Temperatura e umidade da atividade acústica

Determinar e comparar entre extremos térmicos e hídricos na área de distribuição das espécies



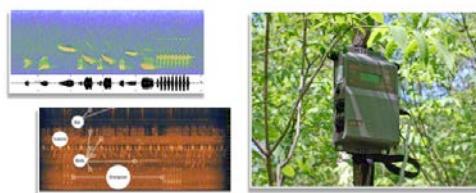
Objetivos

4) Projetar as distribuição e fenologia reprodutiva induzidas pelo clima em cenários climáticos futuros



Objetivos

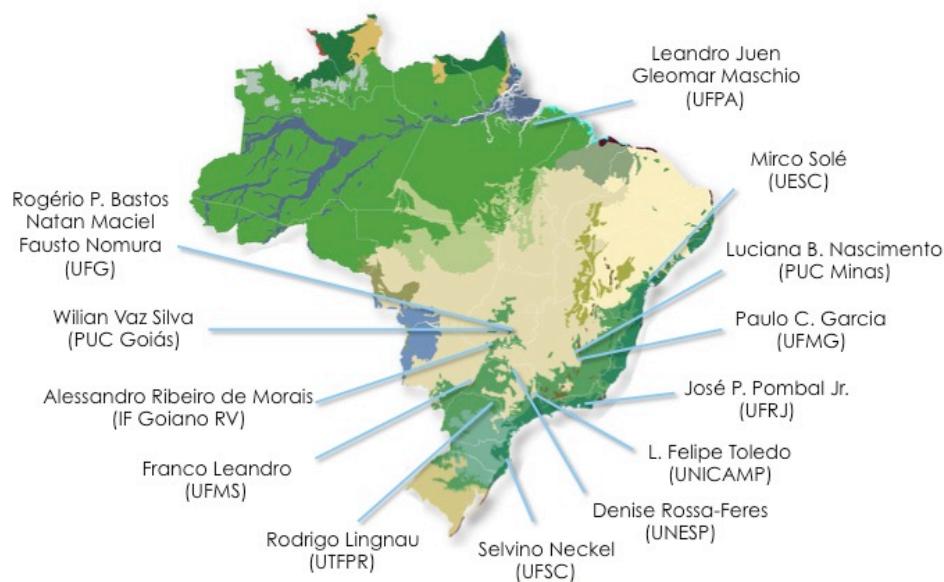
6) Desenvolver, testar e disseminar novas técnicas acústicas para avaliações não invasivas da biodiversidade e estudo de espécies e comunidades animais.



Grupo de trabalho

Para o cumprimento destes objetivos, contamos com um grupo de pesquisadores espalhados por distintas regiões do Brasil, formando uma rede de colaboração que vai nos permitir o monitoramento de populações em larga escala. A lista e contato de cada membro do atual grupo de trabalho pode se encontrar no [Apêndice 2](#).

Especialistas



As tarefas assignadas a cada pesquisador do grupo são as seguintes, principalmente focadas na coleta de dados e no apoio ao delineamento e análises.

Especialistas

- Coleta de dados
 - Solicitação de licenças
 - Instalação de equipamentos
 - Troca de cartões e baterias
 - Envio de arquivos
- Apoio no delineamento e análise
 - Seleção de espécies-alvo e locais
 - Identificação de espécies nas gravações



Além dos pesquisadores especialistas em anuros que trabalharam em distintas áreas de estudo, o grupo de trabalho também conta com dois especialistas que realizarão tarefas focadas em distintas fases da análise de dados. Ambos participarão do projeto durante seu pós-doutoramento, com ajuda de financiamento internacional.

Especialistas na análise de dados

■ Juan S. Ulloa (Instituto A. von Humboldt)

- Desenvolvimento do protocolo de análise de sinais
- Apoio na infraestrutura computacional
- Supervisão do processamento de gravações



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación

Especialistas na análise de dados

■ Larissa S. M. Sugai (UNESP - UAM)

- Gerência da coleção sonora
- Processamento de gravações
- Análise de dados



A coordenação geral do projeto será responsabilidade dos seguintes participantes, que cumprirão as tarefas relacionadas:

Coordenação

■ Rogério P. Bastos (UFG)

■ Diego Llusia (UAM)



- Proposta de pesquisa e delineamento
- Administração financeira
- Gerência dos equipamentos
- Supervisão geral dos trabalhos



Workflow

O esquema de trabalho proposto para o desenvolvimento do projeto consta com um mínimo de 6 fases, programadas para serem executadas entre maio e setembro de 2020.



Seleção de locais e espécies-alvo

Uma parte importante do workshop foi focada na discussão sobre os locais de estudo e as espécies-alvo para o monitoramento acústico. Inicialmente, foram descritos os critérios gerais para sua escolha. No caso dos locais de estudo, os critérios definidos no *Plano de Trabalho* configuram:

Critérios gerais

Locais de estudo

- locais acessíveis
 - facilita a manutenção dos equipamentos
- locais com reduzido ruído ambiental
 - evita interferências sonoras
 - melhora a detectabilidade dos sinais
- locais com reduzida presença humana
 - evita alterações do comportamento animal
 - evita danos e subtrações dos equipamentos
- **locais com ocorrência verificada de espécies**
 - garantir a acessibilidade para coleta de dados
- **locais que abranjam extremos térmicos e hídricos**
das áreas de distribuição das espécies
 - estimar os limites de tolerância climática do canto

Por tanto, buscamos locais especialmente quentes, frios, secos ou úmidos nas suas áreas de trabalho

No caso das espécies de estudo, os critérios definidos no Plano de Trabalho configuram:

Critérios gerais

Espécies de estudo

- espécies localmente comuns ou abundantes
 - melhora a detectabilidade das sinas acústicas
 - permite obter um tamanho de amostras adequado
- espécies com status taxonômico bem estabelecido
 - evita erros na identificação das espécies
- espécies com vocalização participando na seleção sexual
 - estabelecer monitoramento da reprodução
 - analisar o impacto das mudanças climáticas um comportamento chave na biologia das espécies
- espécies de diferentes géneros e com diferentes atributos ecológicos, comportamentais, etc.
 - permite ter uma perspectiva filogenética
 - permite avaliar diferenças nas respostas entre linhagens de anfíbios anuros

Durante a discussão neste bloco, um critério adicional foi proposto:

■ espécies de brejos ou lagoas

que, ao ficar mais agregadas nos pontos de reprodução, permite o registro de maior parte da população. As espécies de rios e riachos não são recomendadas devido ao intenso ruído que estes ambientes podem apresentar, o que dificulta a detecção e identificação das vocalizações.

Formulário

Antes da realização do workshop realizamos um formulário de consulta inicial aos participantes, com o objetivo de coletar informação prévia de potenciais locais e espécies. A informação fornecida foi compilada, analisada e apresentada durante a reunião. Este processo permitiu ganhar tempo e melhorou a orientação do trabalho durante o workshop. Os slides deste bloco, apresentado por **Larissa S. M. Sugai**, podem se encontrar no **Apêndice 3**.

Metodologia de seleção

A partir de discussões sobre os resultados levantados, consolidamos como será realizado o procedimento de seleção. Este procedimento possui 3 fases com as seguintes atividades:

1) Nova proposta de locais de estudo

Será aberto um período adicional para que os participantes forneçam suas propostas de localidades de estudo, que devem cumprir os critérios descritos anteriormente. Com o objetivo de melhorar a seleção de espécies e a coleta de dados, é recomendável que estes locais sejam bem conhecidos pelos pesquisadores. Dessa maneira é possível garantir que as espécies-alvo serão encontradas e adequadamente monitoradas nos locais propostos.

O site com o formulário está disponível no seguinte link:

<https://form.jotform.com/91057727999274>

The screenshot shows a web-based form for a workshop. At the top left is the INCT EECBio logo with the text "Ecologia, Evolução e Conservação da Biodiversidade". To the right of the logo is the title "I WORKSHOP GT Monitoramento acústico automatizado em larga escala de anfíbios anuros". Below the title is a navigation bar with tabs: Início, Resumo, Diretrizes, Exemplo, Local 01, Local 02, Local 03, Local 04, and Local 05. The "Local 01" tab is highlighted with a green background. The main content area is titled "Localidade 01" and contains several input fields and a checkbox. The fields are labeled: 1.1 Nome (identificador) do local, 1.2 Município/Estado, 1.3.1 Latitude (Graus decimais), 1.3.2 Longitude (Graus decimais), and 1.4 Está localizada em área de proteção?. There are two options: Sim and Não, with "Sim" being checked.

2) Informação sobre espécies

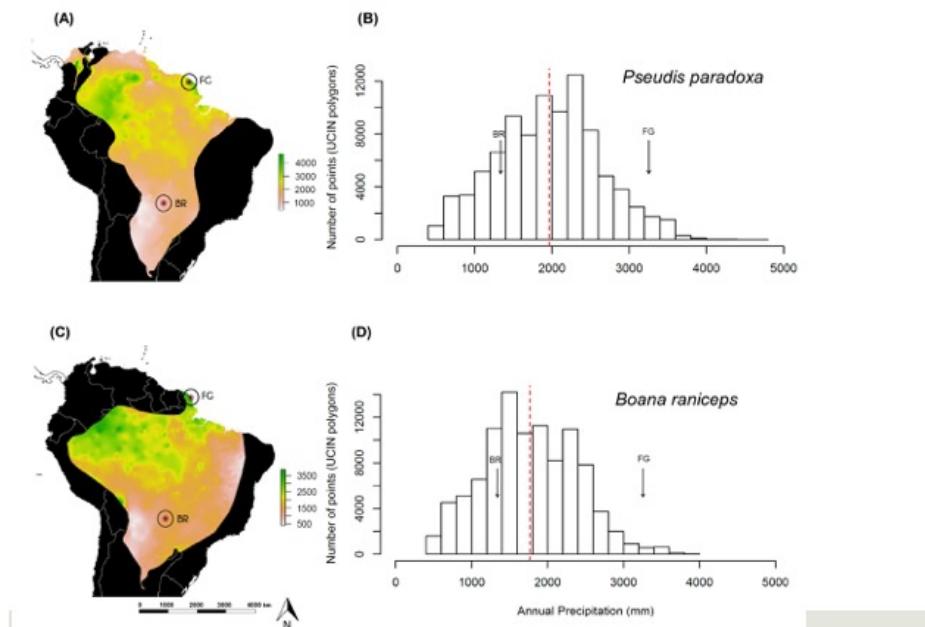
Para cada um dos locais propostos, os pesquisadores apresentarão uma lista das espécies que cumprem com os critérios de seleção definidos anteriormente. Esta informação é muito relevante e será utilizada para a escolha final dos pontos e espécies foco deste projeto de monitoramento.

3) Compilação e análise de informação

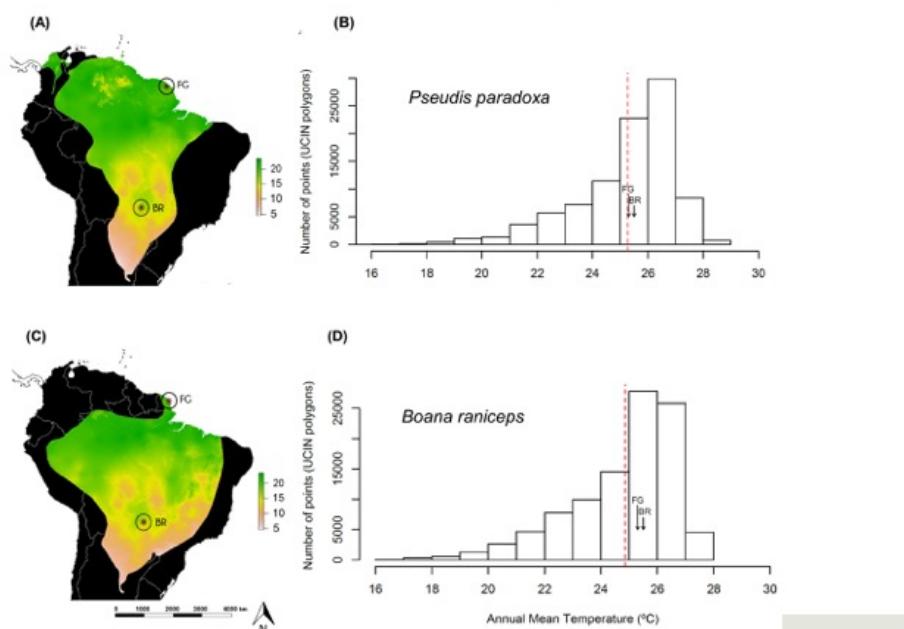
A informação toda será posteriormente analisada com o objetivo de encerrar a escolha e ter a lista definitiva de localidades e espécies-alvo. Para isso, se utilizará dados da distribuição geográfica das espécies e das condições climáticas dos locais obtidas nas bases de dados da IUCN e WorldClim. Finalmente, a proposta definitiva será encaminhada a todos os participantes para a sua aprovação final.

Metodologia

Locais de estudo



Locais de estudo



Coleta de dados

Antes de apresentar a metodologia para a coleta de dados, foram resumidas de maneira geral as principais **características dos gravadores** autônomos e alguns critérios e recomendações para seu uso em campo. Os slides dessa apresentação podem ser encontrados no **Apêndice 4**.

O seguinte bloco foi dedicado à descrição do **protocolo de coleta**, que estará dividido em 3 fases:

1) Instalação de equipamentos

No slide a seguir, são resumidas as principais recomendações para instalação dos gravadores e dataloggers. Durante o workshop, foi dada uma especial ênfase na necessidade de padronização na instalação do datalogger, com o objetivo de coletar dados de temperatura e umidade que sejam comparáveis entre os distintos pontos de estudo. Para isso, foi solicitado aos pesquisadores para garantir que a posição do datalogger siga as características indicadas.

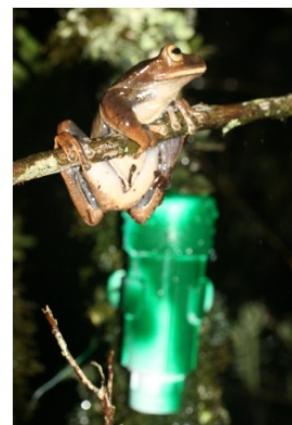
Recomendações: Instalação gravador

- Posição
 - elevada no local
 - altura da cabeça
 - 2-3 m da orilha (brejo)
- Proteção contra chuva
 - Teto
- Proteção contra furto
 - Cadeado
 - Esconderijo
 - Sinal



Recomendações: Instalação datalogger

- Bem padronizado
- Posição
 - 1 m do chão
 - orientação norte
 - 2-3 m da orilha (brejo)
- Proteção contra sol
 - sempre em sombra
 - teto



Também foi sugerido o uso de pilhas alcalinas Duracell D para garantir a duração estimada dos registros em campo durante o período de monitoramento.



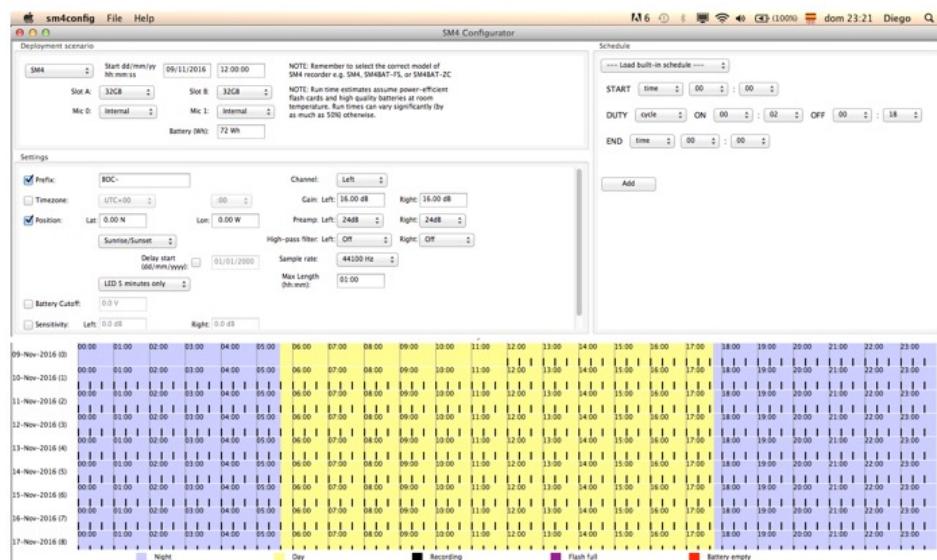
2) Configuração de equipamentos

As principais características da configuração selecionada para a coleta de dados com os gravadores autônomos são:

- (i) 1 min de gravação a cada 15 min;
- (ii) formato wav, 22050 kHz;
- (iii) estéreo, com dois ganhos diferentes para cada canal (microfone)

Em cada local de estudo, serão instalados um gravador e um datalogger para o registro de temperatura e umidade do ar. O datalogger será configurado para tomar dados em intervalos de 5 min.

Configuração



Configuração

Settings

- Channel
 - Stereo
 - Gain: Left 16dB (standard); Right 22dB (variable)
 - Preamp: 26dB
- Format
 - High-pass filter "off"
 - Sample rate: 22050 Hz
 - Compression "none" (WAV)
- LED
 - 5 min only

Schedule

- Start
 - Time 00:00
- Duty
 - Cycle
 - ON 00:01
 - OFF 00:14
- End
 - Time 00:00



Para entender como configurar os equipamentos, os materiais incluídos no **Apêndice 5** (gravador) e no **Apêndice 6** (datalogger) podem ser consultados. O primeiro manual foi desenvolvido por Wildlife Acoustics. O segundo foi apresentado por **Carolina E. dos Santos** durante o workshop. Antes do início do trabalho de campo, informações adicionais (p.e., vídeos demonstrativos e guias específicos) serão enviados para subsidiar nesta tarefa.

3) Visitas para revisão de equipamentos

O trabalho a ser realizado em campo durante cada uma das visitas (aproximadamente a cada 3-4 meses) inclui uma série de tarefas associadas com o gravador e o datalogger que precisam ser realizadas com precisão. Estas tarefas são as seguintes:

Protocolo de visita: gravador

1. Checar SM4
2. Troca de baterias e cartões
3. Ativar SM4
 - a) Check Settings + Schedule
 - b) Export "Settings + Schedule"
 - c) Manual recording (local, hora, data e metadados)
4. Record "on"
5. Preencher planilha de campo
6. Fotos

Protocolo de visita: datalogger

1. Checar datalogger
2. Descarregar dados
3. Ativar datalogger
 - a) Check Settings
4. Record "on"
5. Preencher planilha de campo



Planilha de campo

FICHA DE CAMPO (Optimización PAM)			Localidad Coordenadas			
Fecha	Hora Llegada	Hora Salida	Meteorología, Hábitat, Especies y otras OBSERVACIONES			
Personas						
GRABADORA		Instalación	Retirada	Altura, posición	OBSERVACIONES	
No.	Fecha					
Mod.	Hora					
Settings		Deployment	Site	Audio 1	Audio 2	OBSERVACIONES
Slot A		Prefix.	Canal.	Gain L.		
Slot B		Timez.	SampR.	Gain R.		
Baterías		Coord.		Preamp.		
Schedule		1	2	3	4	OBSERVACIONES
Start						
Duty						
End						
DATALOGGER		Instalación	Retirada	Altura, posición	OBSERVACIONES	
No.	Fecha					
Mod.	Hora					

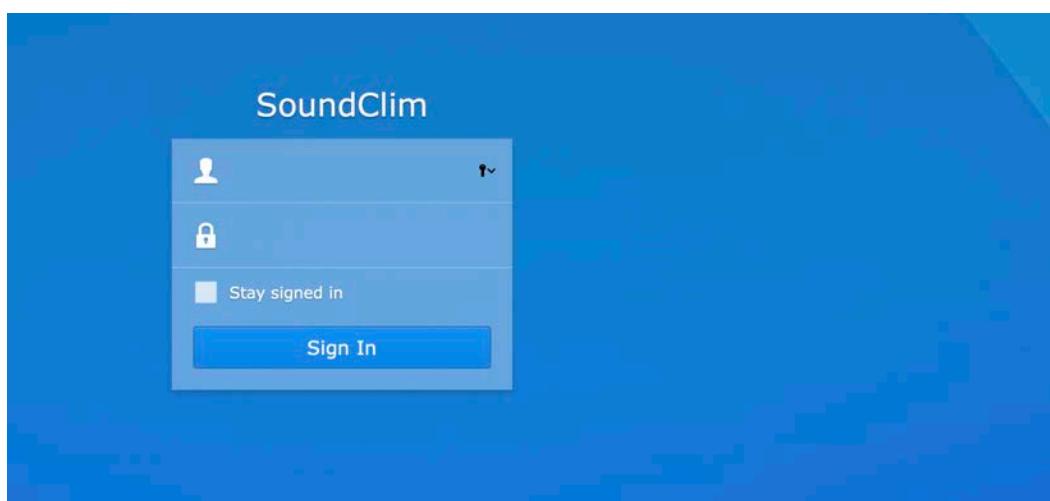
Análise de dados

Uma fase crítica do projeto será a análise da grande quantidade de informação coletada pela rede de monitoramento. Esta fase será dedicada para o desenvolvimento de algoritmos de detecção automática das vocalizações das espécies-alvo. A técnica de análise de sinal específico que será implementada foi apresentada por **Juan Ulloa**, e os slides podem se encontrar no **Apêndice 7**.

O procedimento geral para cumprir esta fase do projeto deverá seguir os seguintes passos:

1) Envio de gravações

Os pesquisadores terão à sua disposição um espaço pessoal no servidor NAS do projeto, onde poderão enviar os arquivos e informações coletados em cada local de estudo. Para isso, senhas de acesso e nome de usuário serão fornecidos. O site do servidor é o seguinte.

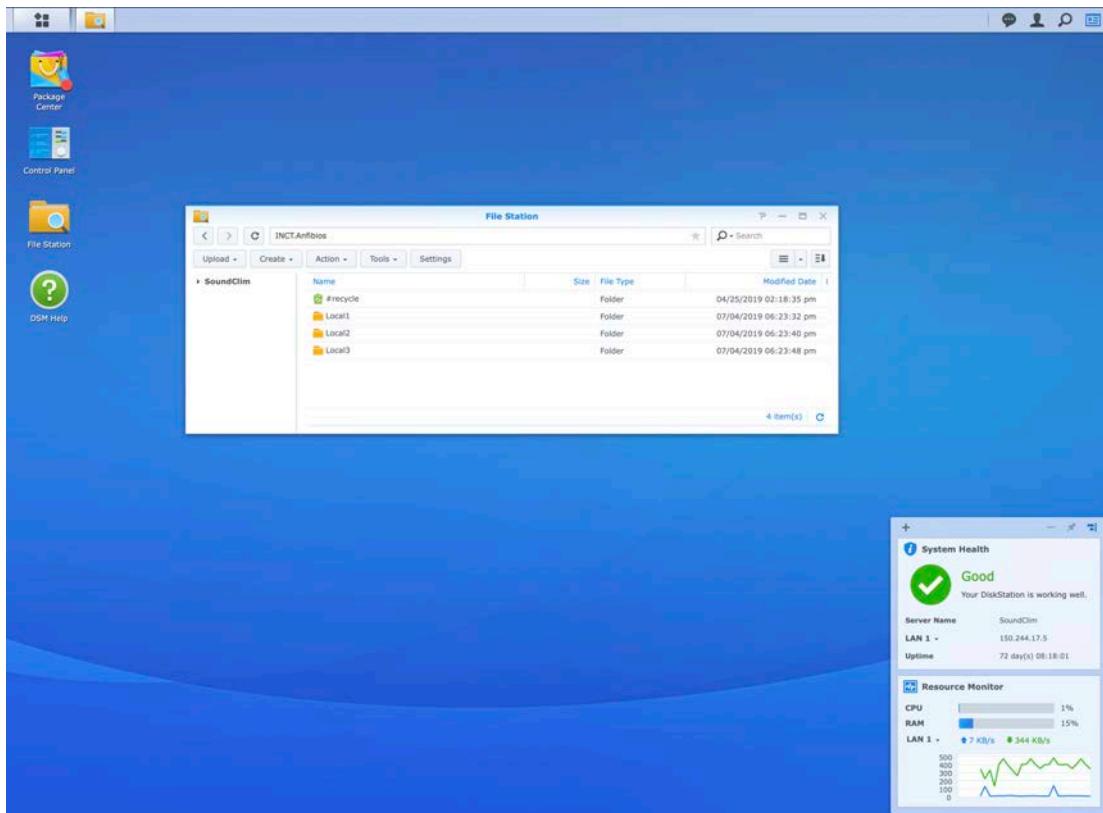


<https://soundclim.synology.me:5001>

Cada ponto de amostragem terá uma pasta associada no servidor. Quando o monitoramento for iniciado, um guia específico será encaminhado para cada pesquisador com instruções específicas para o envio dos arquivos.

2) Identificação de espécies

Para a aplicação dos algoritmos de detecção, é preciso os pesquisadores possam dar apoio na identificação das vocalizações das espécies-alvo. Do total das gravações coletadas, será solicitada a revisão manual de menos de 1% dos arquivos, com o objetivo de anotar as espécies registradas.

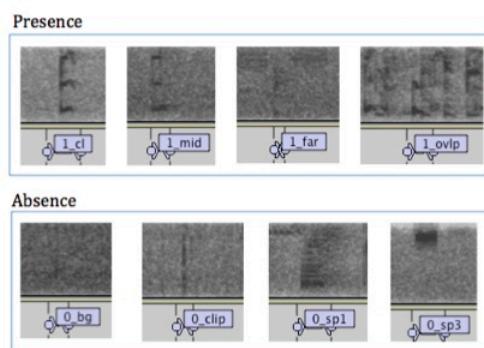


O procedimento de identificação estará dividido em duas tarefas: (i) anotação de gravações e (ii) revisão de vocalizações específicas. A metodologia para este procedimento será detalhada em próximas fases do projeto.

Compile reference dataset

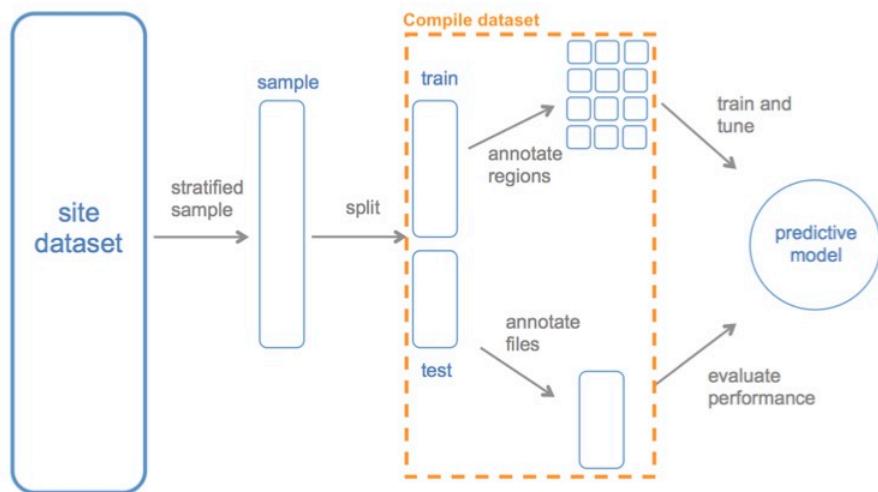
Manually annotate the presence-absence of a species of interest in:

- ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min)
- ▶ 2. Fragments of audio on the training set (600 samples 2 s ~20 min)

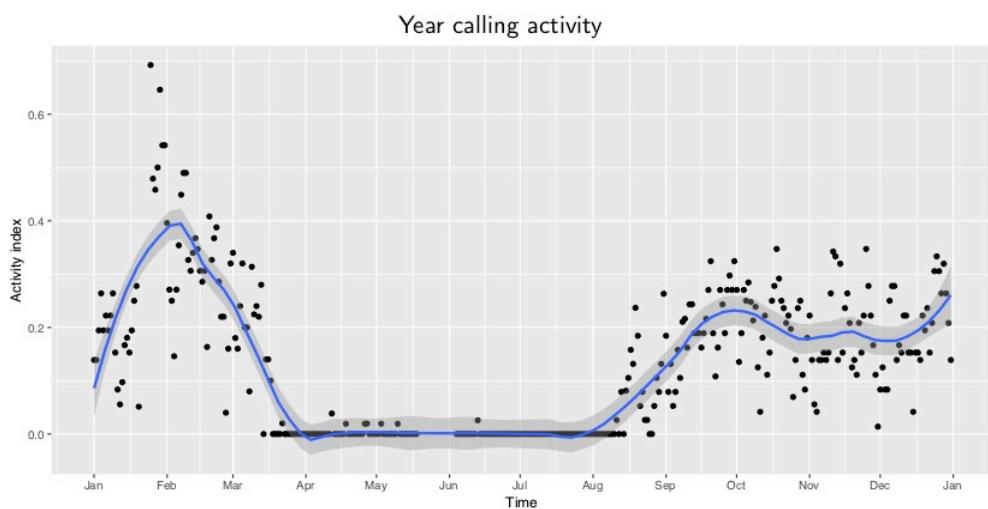


3) Desenvolvimento e aplicação dos algoritmos

Finalmente, com a informação recopilada, será analisado o total de gravações da rede de monitoramento, com estimativa de mais de 35 mil por localidade. Esta tarefa chave se completará com a criação de base de dados e a aplicação das correspondentes análises estatísticas.



Example



Apêndices

Apêndice 1. Efeitos das mudanças climáticas em anfíbios e monitoramento acústico

Diego Llusia
UFG - Maio 2019

1 Projeto de pesquisa

Monitoramento acústico automatizado em larga escala de anfíbios anuros

INCT EECBio
Energia, Ecologia e Conservação do Bioma Cerrado

UFG
UNIVERSIDADE FEDERATIVA DO RIO GRANDE DO NORTE

UA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA

Esquema

- Introdução
 - Monitoramento acústico
 - Aplicações: mudanças climáticas
 - O feito até agora
- Proposta
 - Objetivos da pesquisa
 - Workflow
 - Equipe

Diego Llusia

3 Introdução ao monitoramento acústico

Comunicação acústica animal

- Sociedades animais
- Compartir informação
 - Reprodução
 - Territorialidade
 - Interacções sociais
 - Predador-presa

Sinais acústicas

Diego Llusia

Comunicação acústica animal

Highly valuable information to ecological research

Sinais acústicas

- Identidade
 - Espécie, sexo, indivíduo,...
- Posição
 - Movimento, habitat,...
- Qualidade
 - Tamanho, condição física,...
- Motivação
 - Reprodutiva, ameaça,...

Diego Llusia

Áreas científicas

- Bio-acústica

Diego Llusia

Aplicações

7

Biological Conservation
Contents lists available at ScienceDirect
Journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon

Review
The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation
Paula Laiolo *

Research Institute of Biodiversity, Oviedo University, 33071 Oviedo, Spain

Estudo de sinais acústicas

8

- Gravação manual
- Playback

Estudo de sinais acústicas

9

- Gravação manual
- Playback
- Monitoramento de populações

USGS
USGS Home Contact USGS Search USGS
Patuxent Wildlife Research Center - North American Amphibian Monitoring Program
North American Amphibian Monitoring Program

Novas técnicas de amostragem em Ecologia

10

- Redes de sensores
- Técnicas moleculares
- Sensoriamento remoto
- Ciência cidadã

Pimm et al., 2015. *Trends in Ecol Evol*

Novas técnicas de amostragem em Ecologia

11

- Redes de sensores

Sensores físico-químicos Sensores de imagen (foto-trampeo) Sensores de som (PAM)

Monitoramento acústico

13 Automatização

- Gravação (equipamentos)
 - PAM: Monitoramento passivo
 - ALS: Localização acústica
 - ...
- Análise (informática)
 - Processamento de sinal
 - Big data
 - Métodos não supervisados
 - ...

Novas aplicações e abordagens

- Programas de monitoramento em larga escala
- Índices de diversidade acústica
- ...

Vantagens

14

- Incremento esforço de amostragem
 - no espaço (Amostragens simultâneos)
 - no tempo (Amostragens intensivos e/ou a longo prazo)
- Incremento da probabilidade de detecção
- Redução do viés de amostragem
 - Padronização da coleta e análise de dados
- Incremento das opções de análise
 - Coleta de amostras físicas (gravações)
- Redução perturbações por presença de observadores
- Redução de custos / Incremento da eficiência

Monitoramento acústico passivo

15

Photo by L. Fitzsimmons

Monitoramento acústico

16

Larissa Sayuri M. Sogai

- Revisão sistemática
>400 artigos
1990-2018

unesp

Monitoramento acústico passivo

17

- Ao longo de todo o mundo

Legend:

- Bats
- Non-flying mammals
- Birds
- Amphibians
- Invertebrates
- Soundscape

Monitoramento acústico passivo

18

- Principalmente para morcegos, aves e anuros

Group	Automated recorder	Non-programmable recorder
Invertebrates	~10	~10
Non-flying mamm.	~15	~15
Soundscape	~30	~30
Anurans	~40	~10
Birds	~100	~220
Bats	~10	~230



21 □ Aplicação
mudanças climáticas

22 Qual pode ser a contribuição da Bioacústica na avaliação dos **efeitos das mudanças climáticas** na biodiversidade?

23 □ Modelos de distribuição de espécies

□ Modelos correlativos

□ Modelos mecanicistas

24 □ Necessidade de informação eco-fisiológica

Eco-physiology of Amphibians: Information for Best Mechanistic Models
Rafael P. Rossi ^{1,2}, Carlos A. Nunes ^{1,2}, Miguel Tijade ^{3,4}, André E. S. Valente ¹ and Sidney E. Gonçalves ^{1,2,5}

□ Modelos mecanicistas

Anuros como modelo

25

- Maior grau de ameaça dos grandes grupos de vertebrados
- Particularmente sensíveis a temperatura e umidade
- Papel fundamental da comunicação acústica na reprodução

Gerardo Ceballos et al. 2017 PNAS

Anuros como modelo

26

- Limites de tolerância climática da atividade acústica (e a reprodução) dos anuros?

Deutsch et al. 2008 PNAS; Krenek et al. 2012 PONE

Proposta

27

- Monitoramento da atividade acústica de anuros nos extremos climáticos de suas áreas de distribuição

Photo by J. Serra
Photo by R. Márquez

Aplicação

28

O feito até agora

mncn
museo nacional de ciencias naturales

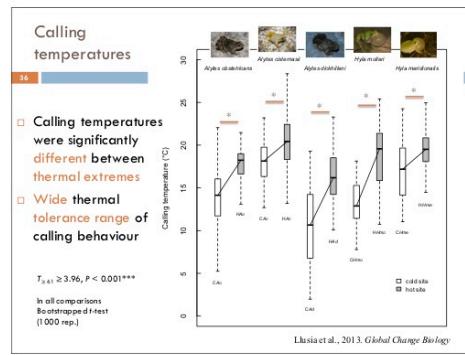
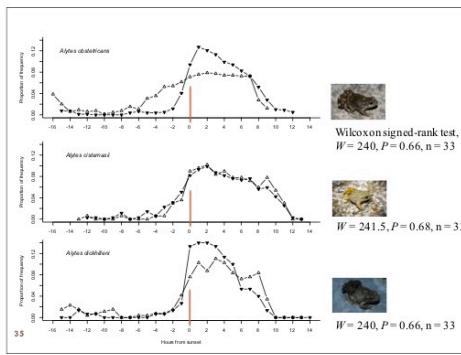
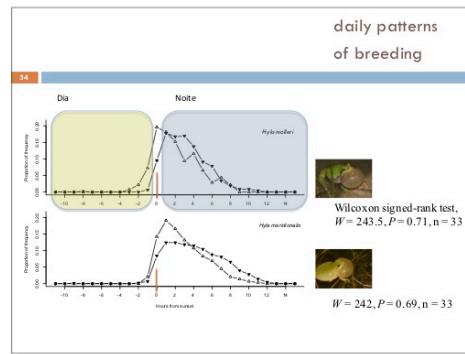
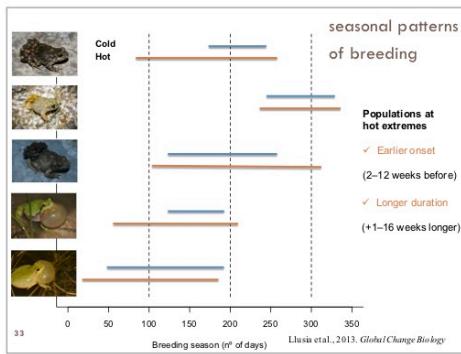
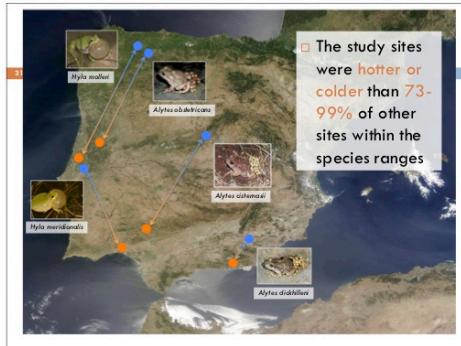
29

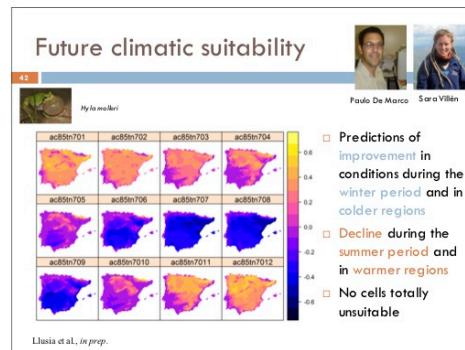
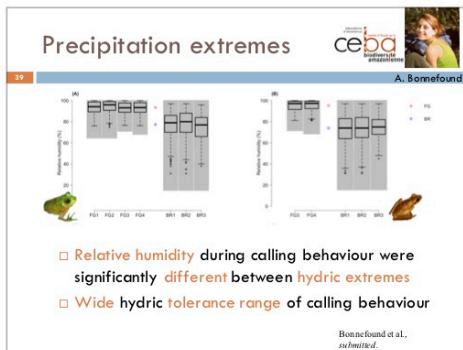
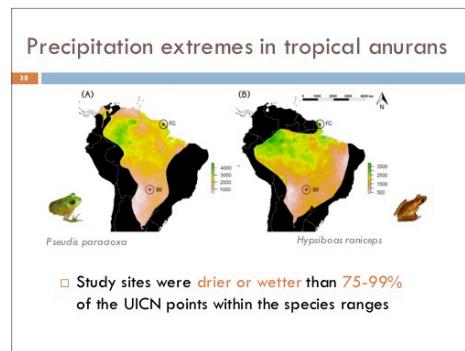
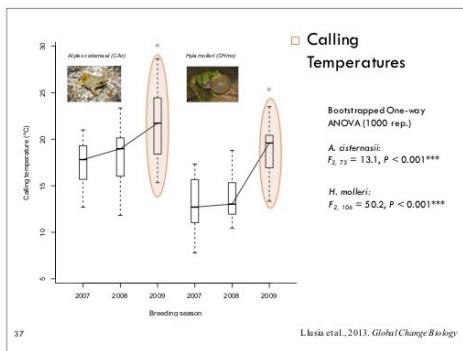
Dr. Rafael Márquez Dr. Juan F. Beltrán

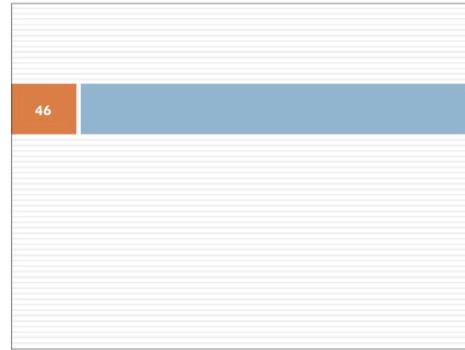
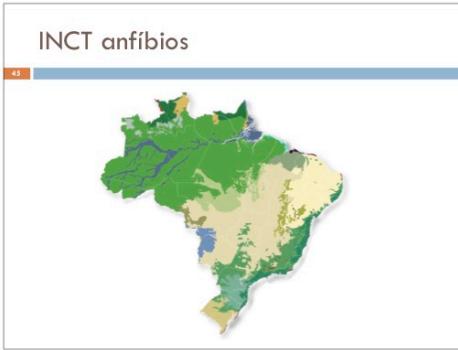
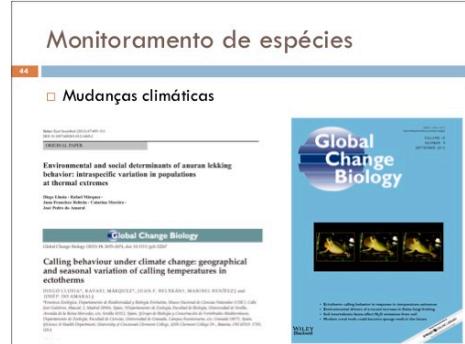
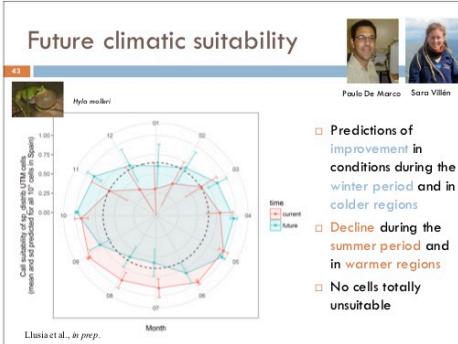
Monitoramento acústico

30

- Crescimento exponencial nas últimas décadas







Apêndice 2. Lista de participantes no grupo de trabalho

PESQUISADOR	INSTITUIÇÃO	ESTADO	EMAIL
Alessandro Ribeiro de Moraes	IF Goiano Rio Verde	GO	alessandro.ribeiro.moraes@gmail.com
Denise de Cerqueira Rossa Feres	UNESP	SP	deferes@gmail.com
Fausto Nomura	UFG	GO	fausto.fuzo@gmail.com
Franco Leandro de Souza	UFMS	MS	cariama007@gmail.com
Luciana Barreto Nascimento	PUC Minas	MG	luna@pucminas.br
Mirco Solé Kienle	UESC	BA	mksole@uesc.br
Natan Medeiros Maciel	UFG	GO	nmaciel@gmail.com
Paulo Christiano de Anchietta Garcia	UFMG	MG	pcagarcia@gmail.com
Rodrigo Lingnau	UTFPR	PR	rodrigolingnau@utfpr.edu.br
Wilian Vaz Silva	PUC Goiás	GO	herpetovaz@gmail.com
José Perez Pombal Júnior	UFRJ	RJ	pombal@acd.ufrj.br
Leandro Juen	UFPA	PA	leandrojuen@gmail.com
Gleomar Maschio	UFPA	PA	gleomarmaschio@gmail.com
Felipe Toledo	UNICAMP	SP	toledosapo@gmail.com
Selvino Neckel de Oliveros	UFPA	PA	neckel_oliveira@yahoo.com.br
Rogerio Pereira Bastos	UFG	GO	rogerioiscinax@gmail.com
Larissa Sayuri M Sugai	UNESP	SP	lariagus@gmail.com
Juan Ulloa	Humboldt	Colombia	jseb.ulloa@gmail.com
Diego Llusia	UAM	Espanha	diego_llusia@yahoo.es

Apêndice 3. Resultados do formulário

Locais de monitoramento e espécies alvo :
Resultados

Larissa Sayuri Moreira Sugai

Locais de monitoramento e espécies alvo

Pré-consulta



30 de abril/19

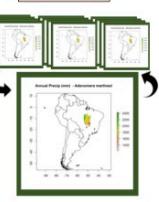
Locais de monitoramento e espécies alvo

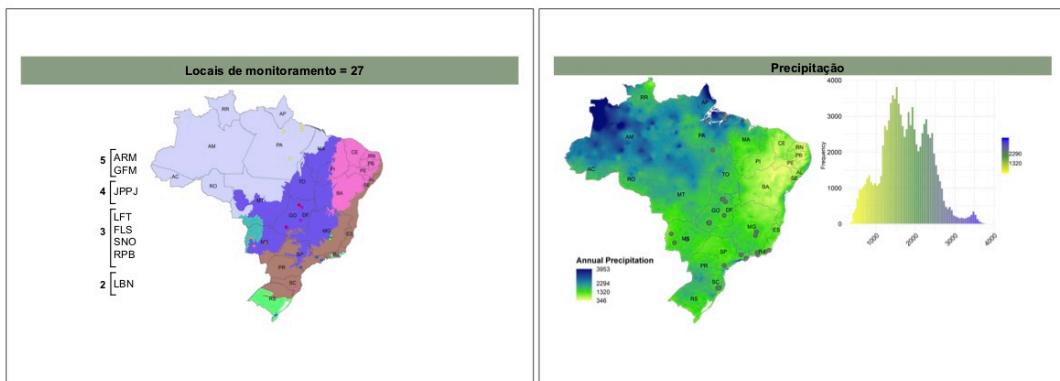
Pré-consulta **Síntese**

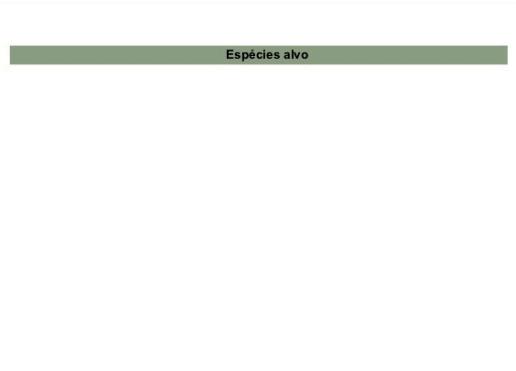
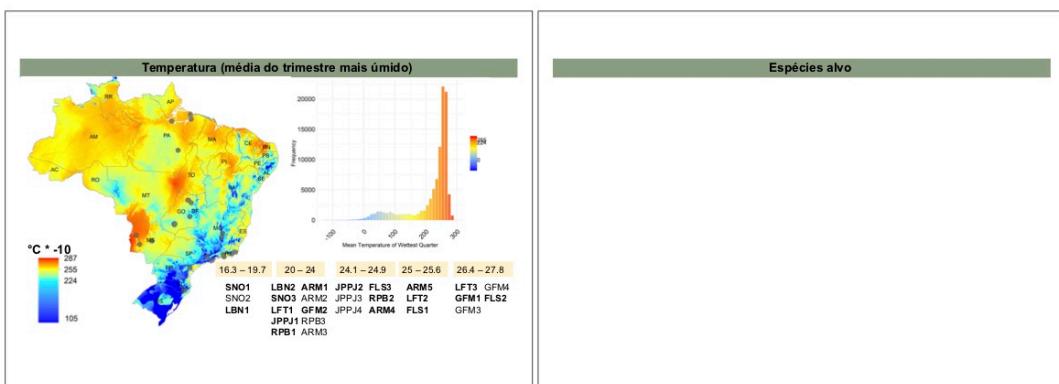
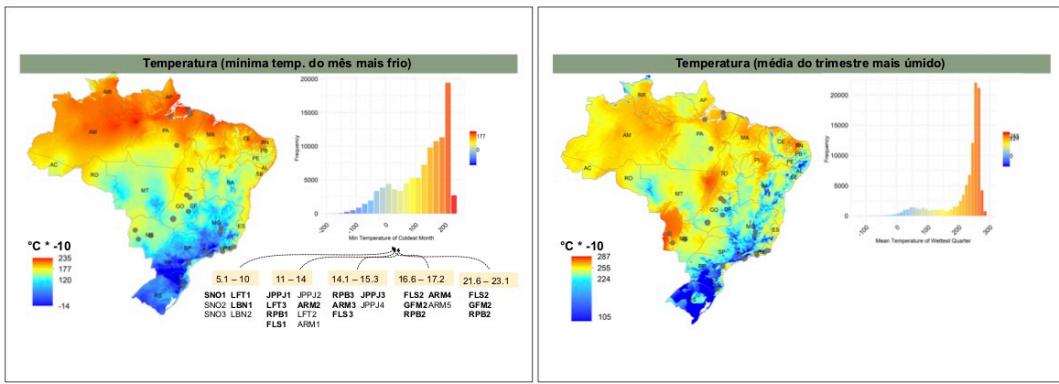
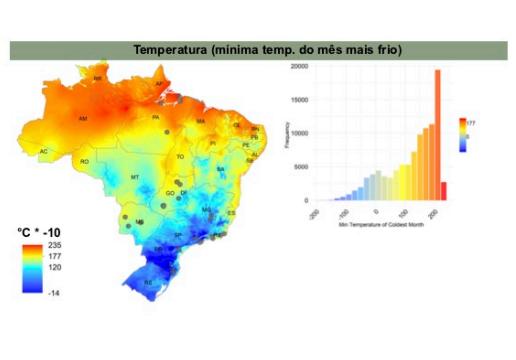
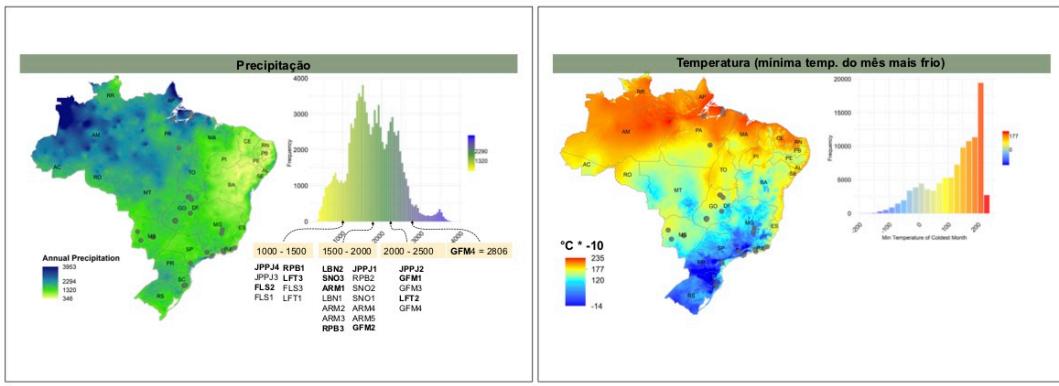


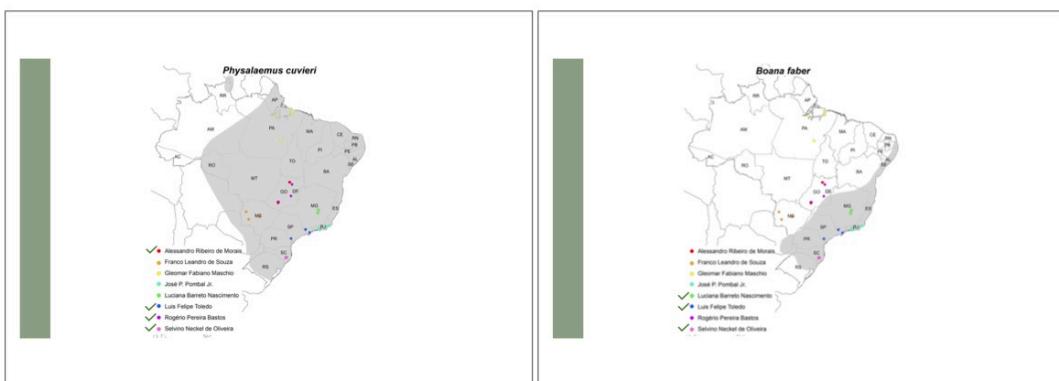
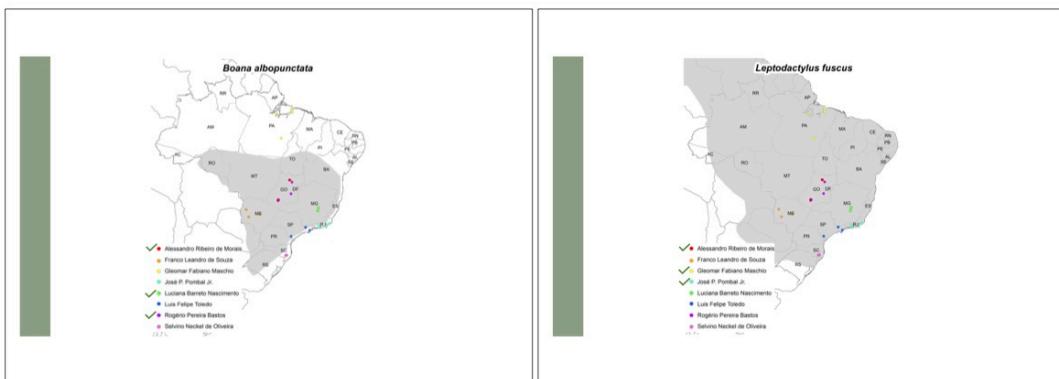
Locais de monitoramento e espécies alvo

Pré-consulta **Síntese** → **Seleção**









Potenciais espécies - IUCN



Obrigada!

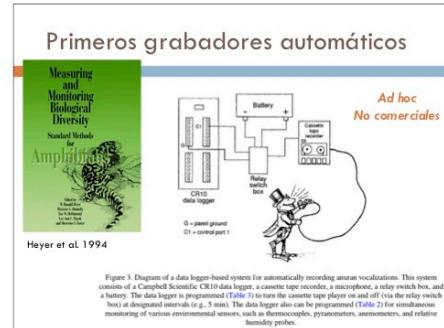
Apêndice 4. Gravadores autónomos: características e recomendações gerais

Diego Llusia
UPG - Maio 2019

Equipamentos

Gravadores automáticos

INCT EECBio
Universidade Federal de São Paulo
UFG
UNIVERSITAT AUTÒNOMA
DE BARCELONA



Outros modelos comerciais



AudioMoth
2017

- 35 dias
- ~40 USD

Open source recorders



Solo audio recorder
2016

- Adaptável (hard/software)
- ~40 dias
- ~100 USD

USB (low cost) audio recorders

HNSRT® 亨思特



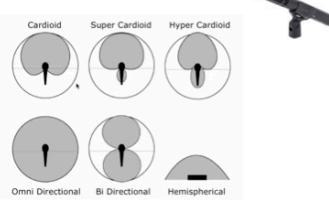
model UR-09

- Não programável
- 1-8 GB
- 1-4 dias
- ~10 USD



Características

□ Microfones omnidirecional



Critérios gerais

- Ganho sonoro
- Relação sinal-ruído
- Saturação da sinal



Ganho sonoro (Gain)

Amplificação da sinal

$\text{Gain}_{\text{dB}} = 20 \log_{10} (\text{Power}_{\text{out}} / \text{Power}_{\text{in}})$

> 0 dB (amplifica)

Pre-amplificação da sinal

Aumenta o sinal mas também o ruído de fundo na mesma proporção

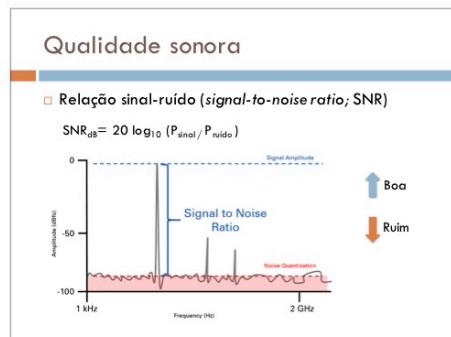


Qualidade sonora

Saturação da sinal (clipping)

Características

- Parâmetros de digitalização
 - Ganho sonoro (dB)
 - Fixo (em geral nunca automático)
 - Testes prévios para determinar
- Área de detecção
 - Probabilidade de detecção
 - Qualidade da gravação
 - Riscos de saturação



Possíveis erros

- Falha no sistema automático
 - Ligado / desligado
 - Relógio
- Unidades de energia ou armazenamento defeituosas
- Saturação das gravações
- Entrada de água
- Furto, vandalismo
- ...

Recomendações

Obrist et al., 2010

Abc Taxa

Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring

Edited by:
J. Eymann, J. Degraef, Ch. Haase,
J.C. Mörig, Y. Semyn and D. Vandenborgh



Volume 8, part 1 (2010)

Recomendações	
<input type="checkbox"/> Browning et al., 2017 (WWF)	Passive acoustic monitoring in ecology and conservation
Technical Report - October 2017	
 CITAÇÕES 0	 REENS 876
Autores:	
 Rob Browning University College London 2 PUBLICAÇÕES 0 CITACÕES SEE PROFILE	 Ross CRAIG University College London 1 PUBLICAÇÃO 0 CITACÕES SEE PROFILE
 Pauline M. Vautour University College London 8 PUBLICAÇÕES 27 CITACÕES SEE PROFILE	 Katie M. Doherty University College London 149 PUBLICAÇÕES 3,659 CITACÕES SEE PROFILE

Page 10 of 10

Apêndice 5. Guia do usuário (SM4, Wildlife Acoustics)



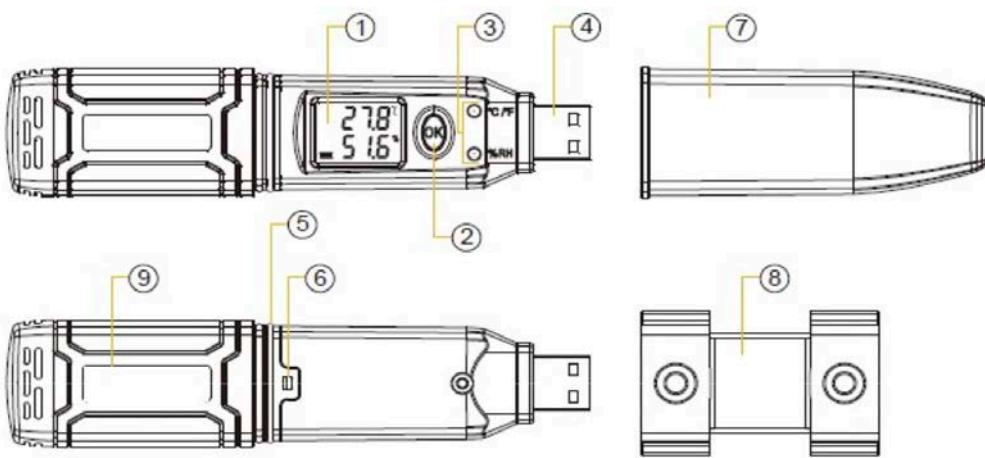
<https://www.wildlifeacoustics.com/images/documentation/SM4-USER-GUIDE-PT.pdf>

Apêndice 6. Guia do usuário (datalogger, Omega)



- Padrão IP67 resistente a umidade e poeira
- Limites de temperatura e umidade podem ser definidos
- Bateria ~ 12 meses
- Capacidade de Registros - 43.000

Temperatura °C	Umidade %UR	Temperatura (Precisão)	Umidade (Precisão)
-30 ~ 70	0 ~ 100	± 0,5	± 5



1. Visor LCD

2. Botão "OK"

3. Luzes de LED – piscam quando os valores (máximos e mínimos) definidos para temperatura e umidade forem excedidos

4. USB

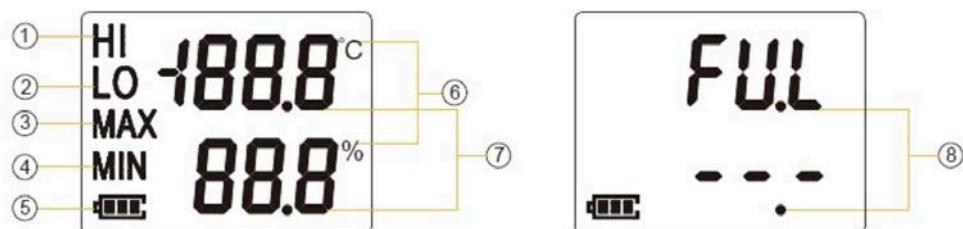
5. Anel de proteção a água

6. Instalação/ substituição da bateria

7. Tampa impermeável

8. Suporte do data logger

9. Etiqueta da marca/modelo

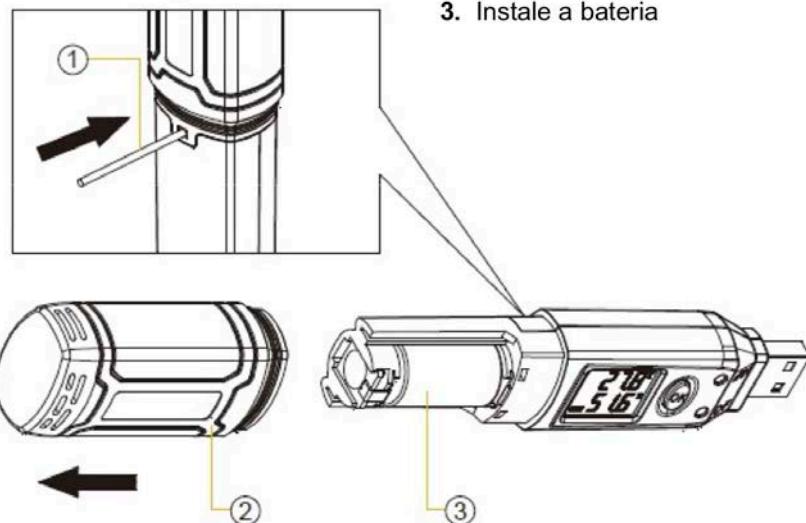


1. Valor máximo definido (temperatura e umidade)
 2. Valor mínimo definido (temperatura e umidade)
 3. Valor máximo registrado (temperatura e umidade)
 4. Valor mínimo registrado (temperatura e umidade)
 5. Nível da bateria
 6. Símbolo das unidades (temperatura- °C ou F e umidade- %)
 7. Valor de temperatura e umidade
 8. "FUL" quando atingir o máximo de registros (43000)

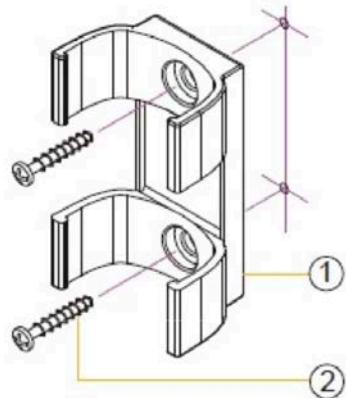
Instalação da Bateria

1 e 2. Abra a tampa da bateria (pressione o botão e empurre- como mostra a figura)

3. Instale a bateria

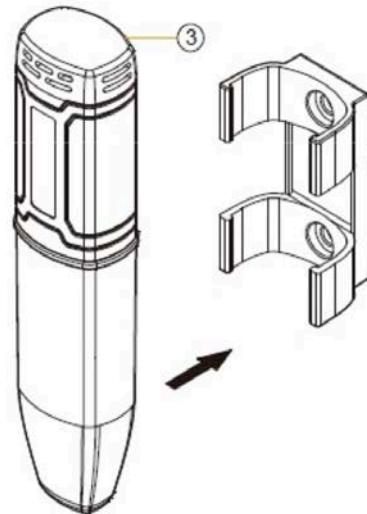


Fixação do equipamento



1 e 2. Use parafusos para fixar o suporte

3. Instale o Data Logger

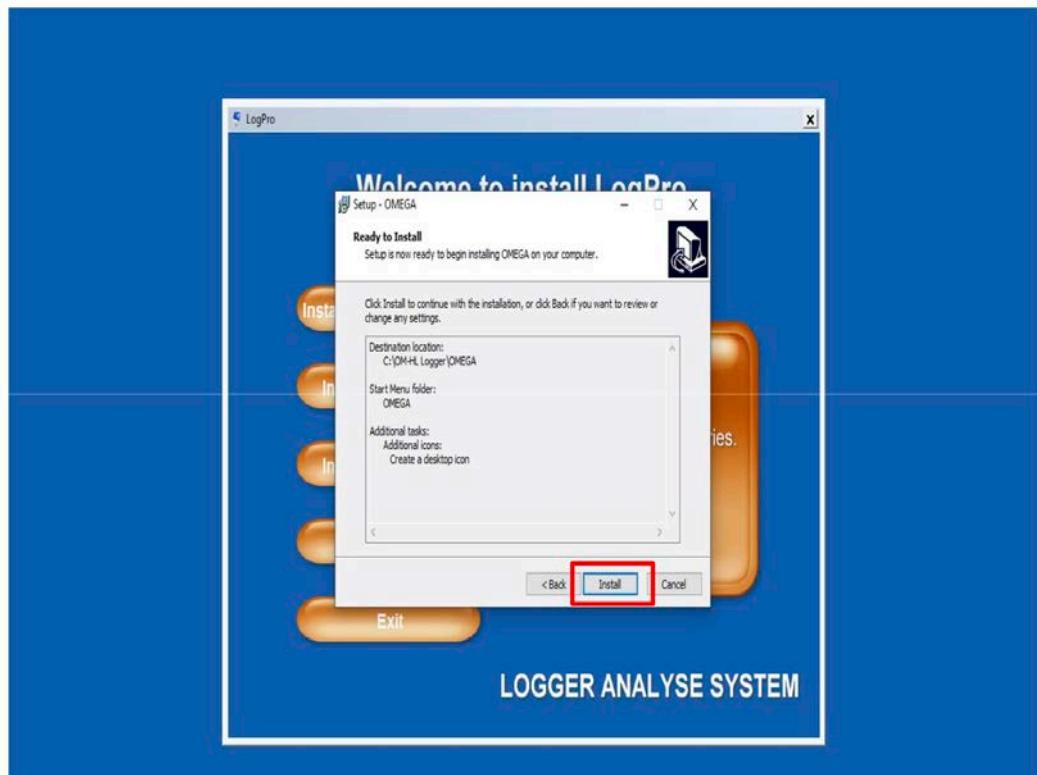


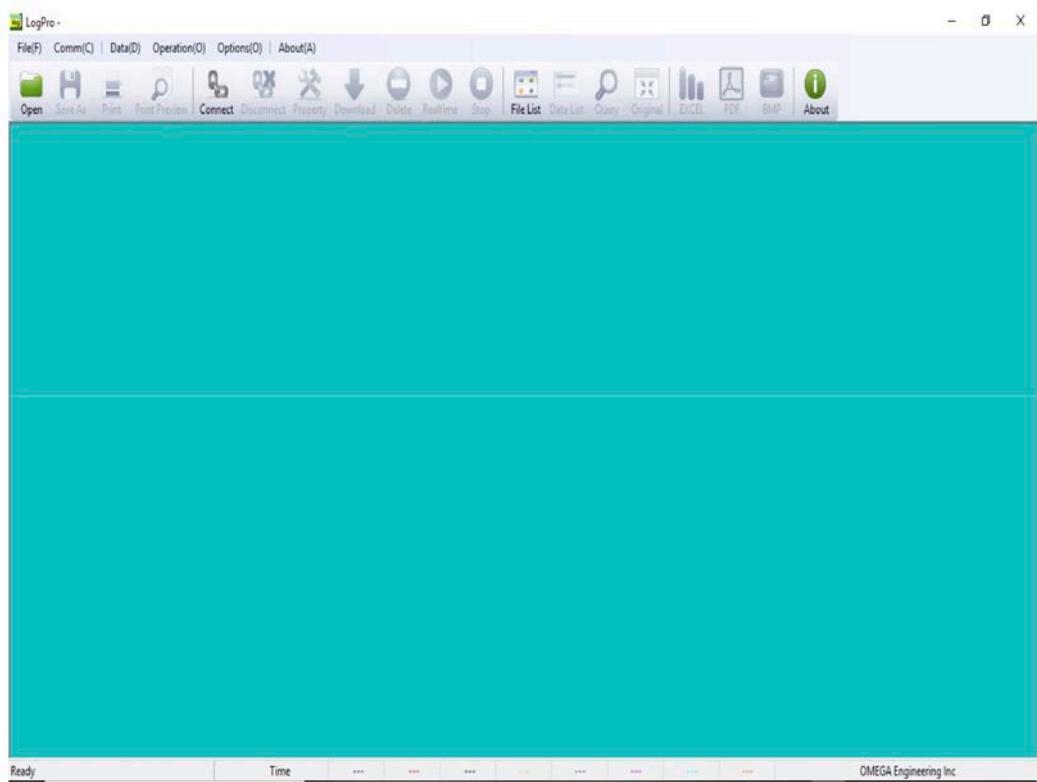
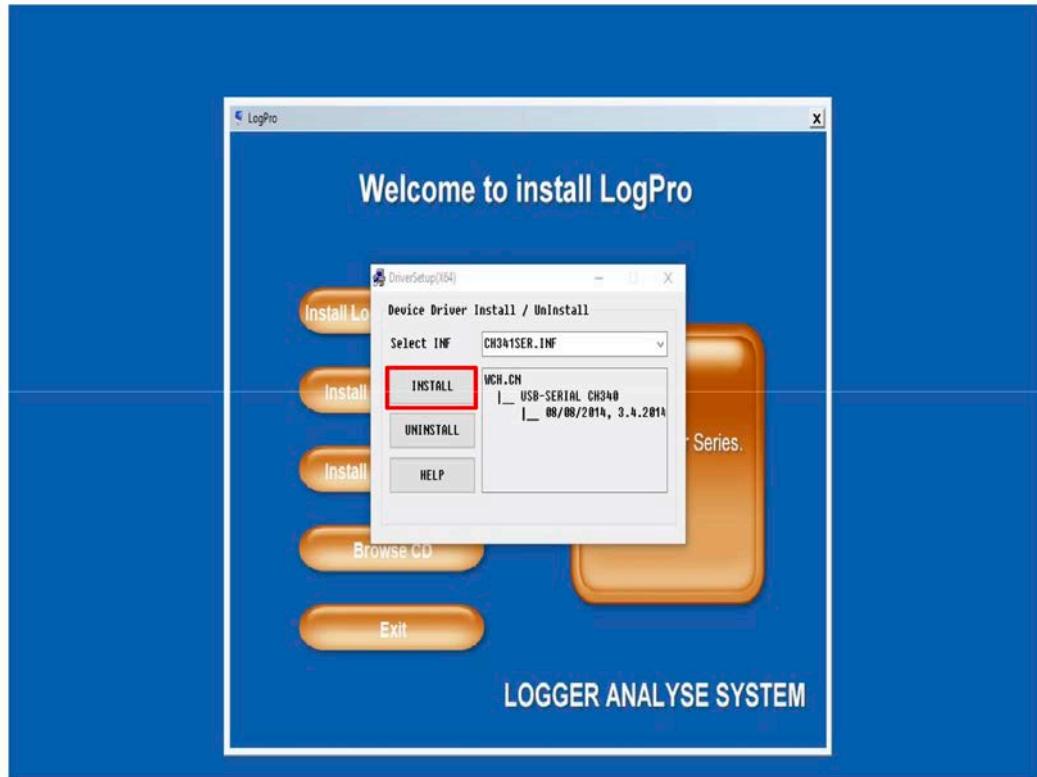
Instalação Software

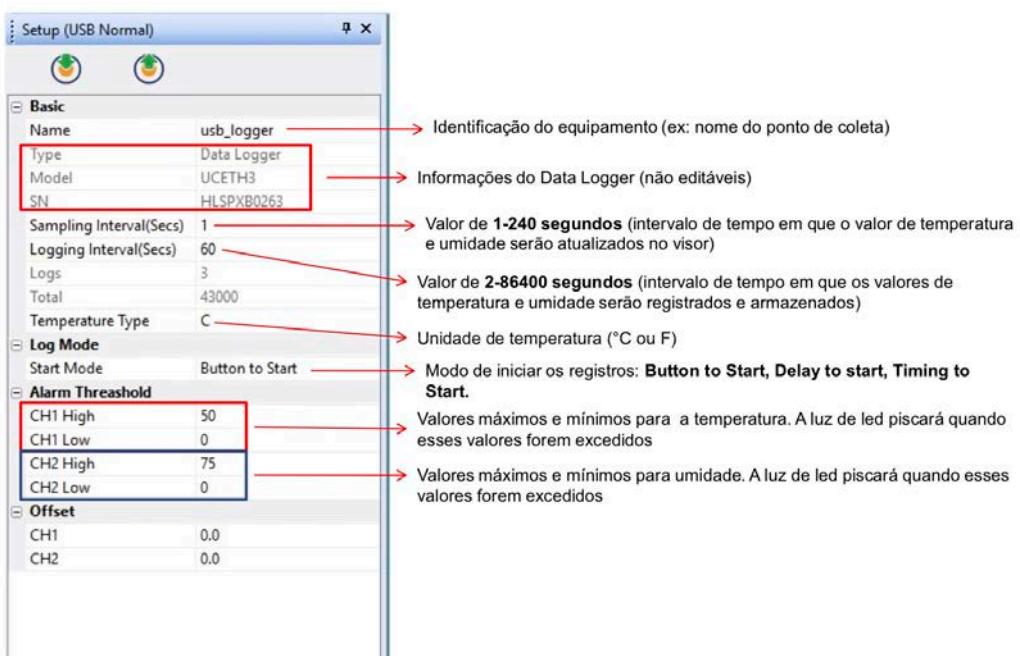
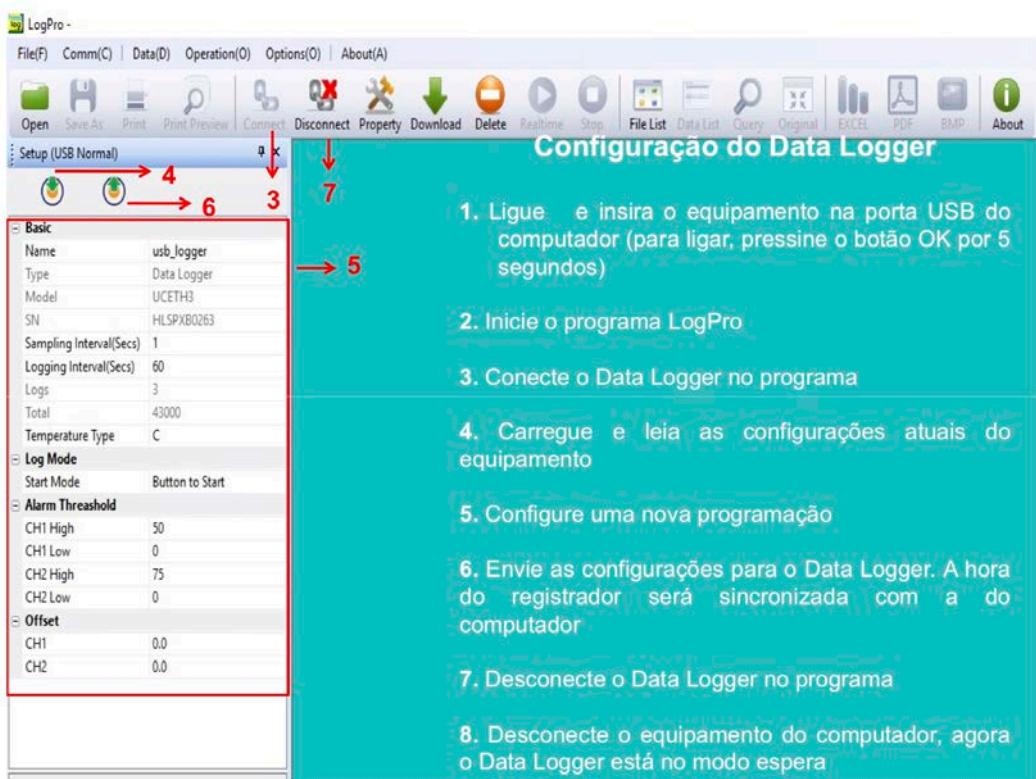


Requisitos para Hardware do Computador

- OS: Windows XP/Vista/7/8/10 (32/64bit)
- CPU: 1.6 GHz
- Memória: 512 MB
- Disco rígido: 4 GB
- Pelo menos 1 porta USB

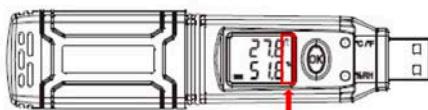






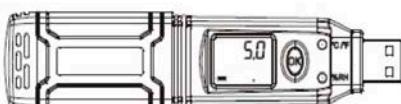
Ligar/ Desligar & Iniciar/ Parar os registros a partir do modo Button to Start

Parar os registros- pressione "OK" por 3 segundos; solte o botão "OK" quando o visor mostrar "3.0". O data logger está no modo espera.

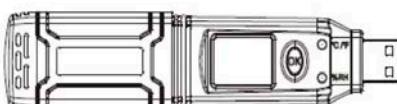


Data logger está no modo espera (as unidades de temperatura e umidade voltam a aparecer no visor).

Desligar o Data Logger - Pressione o botão OK por 5 segundos.



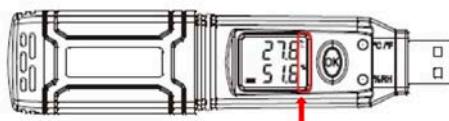
Pressione "OK" por 5 segundos, o visor mostrará "5.0".



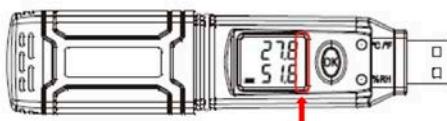
Data logger desligado.

Ligar/ Desligar & Iniciar/ Parar os registros a partir do modo Delay to Start/ Timing to Start

Delay to Start/ Timing to Start – Após a configuração, o registrador está no modo espera e exibindo a temperatura e a umidade com as unidades ($^{\circ}\text{C}$ e %) no visor . O data logger entra no modo de registro automaticamente quando o tempo acabar (delay to start)/ o horário programado (timming to start). Após o inicio dos registros, as unidades de temperatura e umidade não aparecerem no visor.



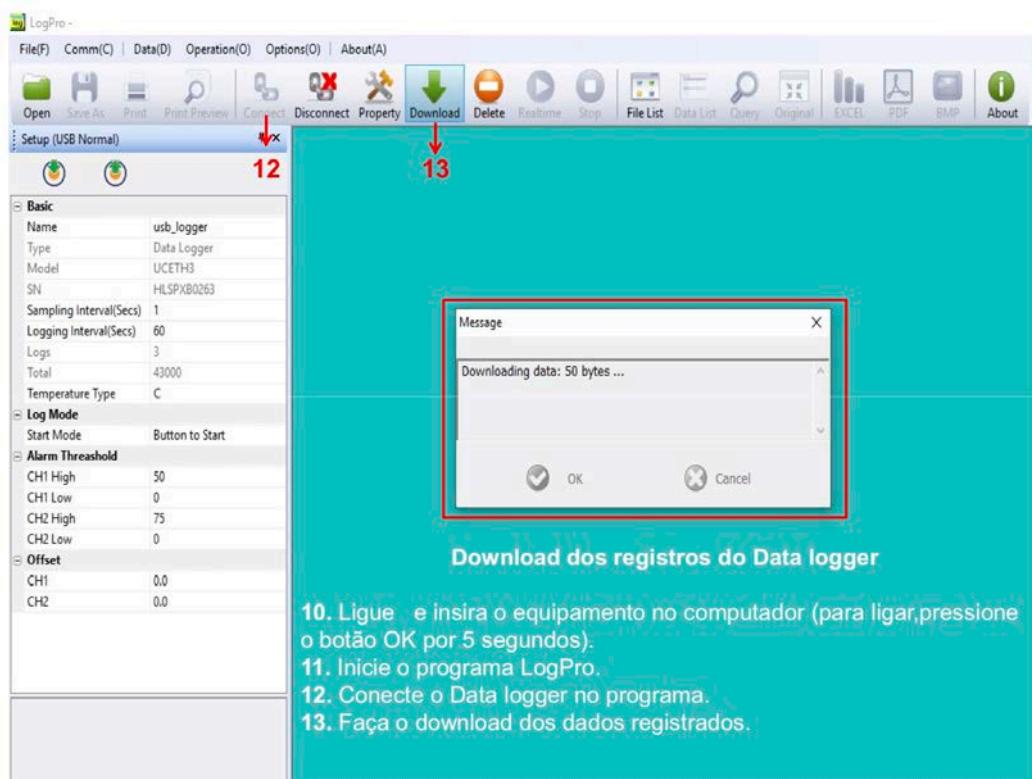
Delay to Start / Timing to Start- no modo espera, as unidades de temperatura e umidade aparecem no visor.



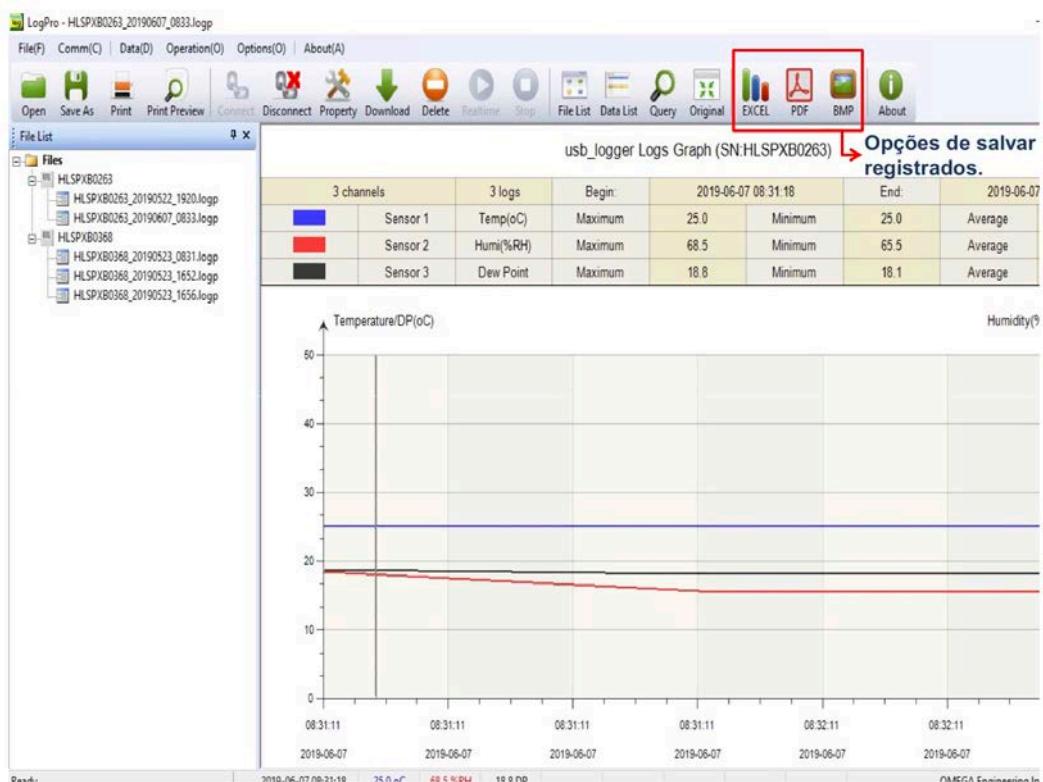
Data logger começa a registrar e armazenar os dados.

Finalizar os registros de dados: pressione o botão "OK" por 3 segundos;

Desligar o data logger: pressione o botão "OK" por 5 segundos.



10. Ligue e insira o equipamento no computador (para ligar, pressione o botão OK por 5 segundos).
11. Inicie o programa LogPro.
12. Conecte o Data logger no programa.
13. Faça o download dos dados registrados.



Apêndice 7. Análise de gravações

Automated classification of anuran calling activity in ecoacoustic datasets

Juan Sebastian Ulloa, Diego Llusia, Rogério Bastos

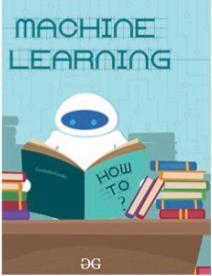


Monitoreamento acústico automatizado em larga escala de anfíbios anuros, Grânero, Mai 2019

Big data

- ▶ Large amount of audio collected : ~600 h x sensor x year
- ▶ Manual analysis is prohibitive
- ▶ The efficient analysis of the data flood is a major bottleneck

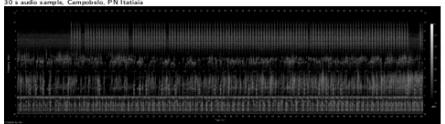




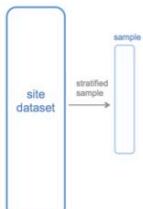
- ▶ A branch of artificial intelligence
- ▶ Gives computers the ability to learn from data, that is without being explicitly programmed
- ▶ Examples: face recognition, identify spam messages, etc.
- ▶ Here we will use ML algorithms to automatically classify environmental sounds

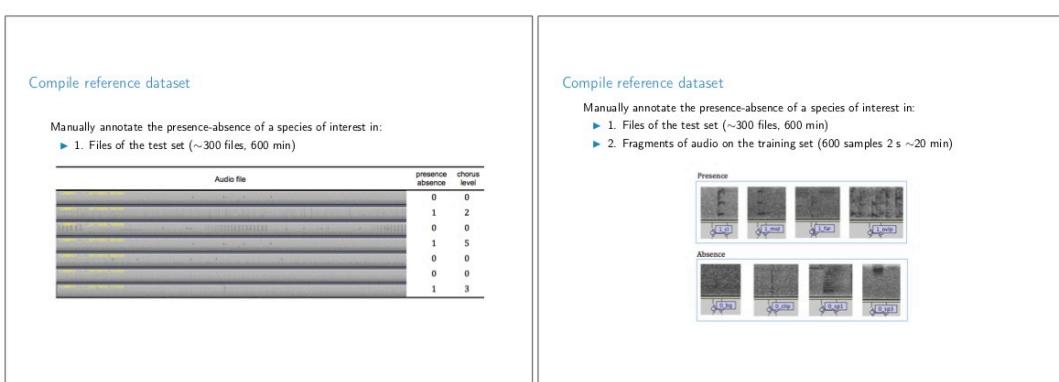
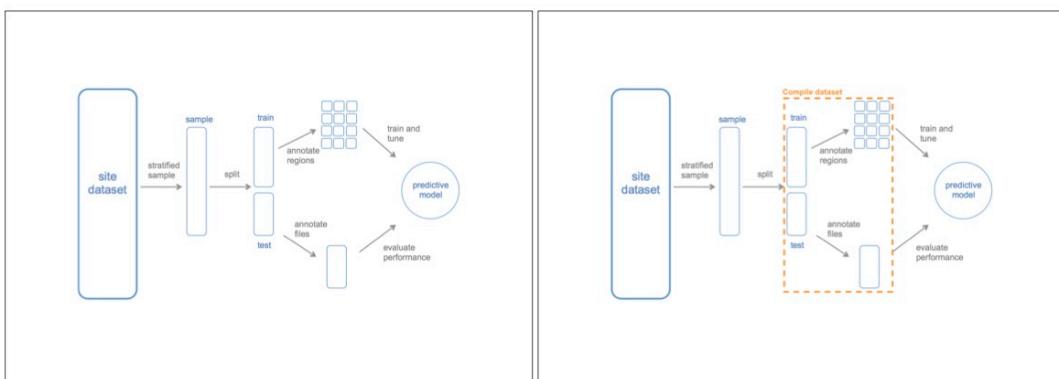
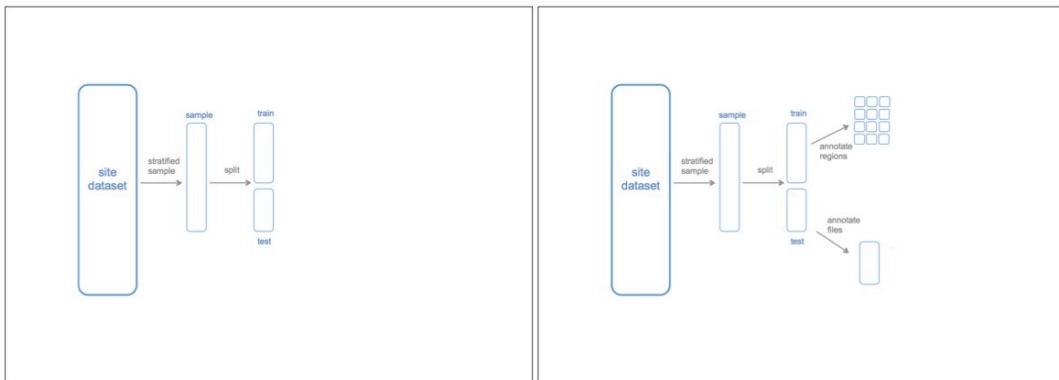
Machine Learning Challenges

- ▶ ML requires large amounts of annotated data
- ▶ Few reference libraries to train ML models
- ▶ Tropical acoustic environments are heterogeneous and complex



How to design a framework to estimate the acoustic activity of anurans in heterogeneous datasets?





Compile reference dataset

Manually annotate the presence-absence of a species of interest in:

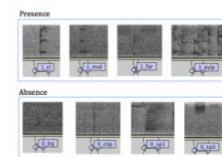
- ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min)

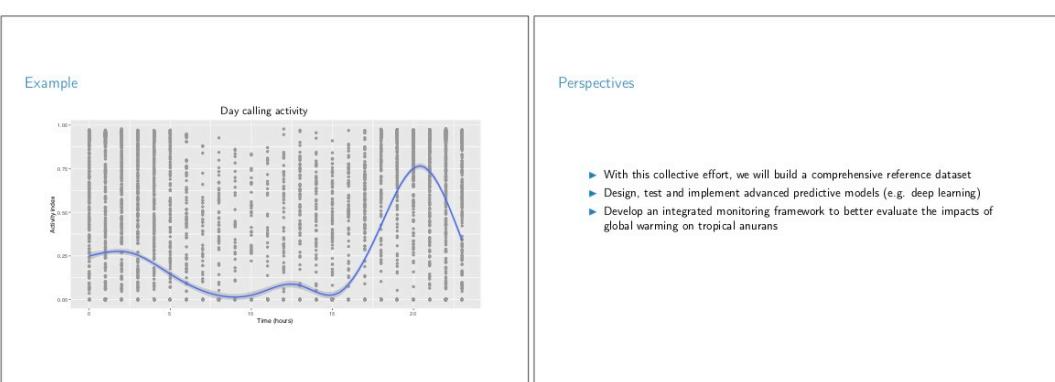
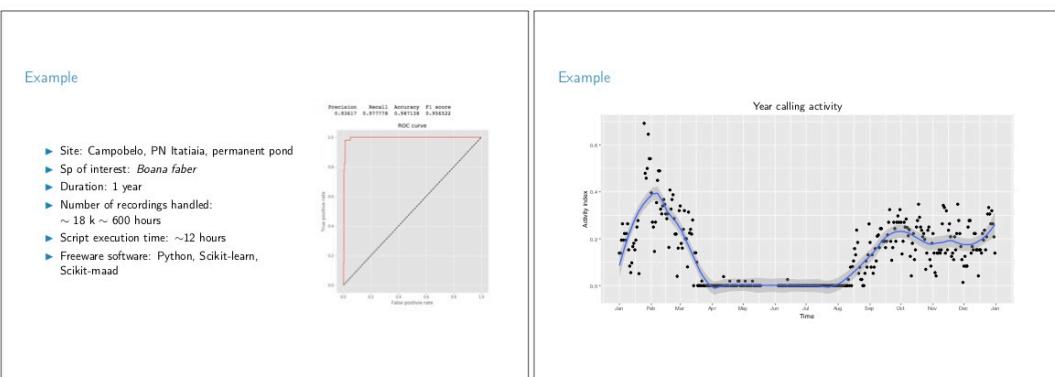
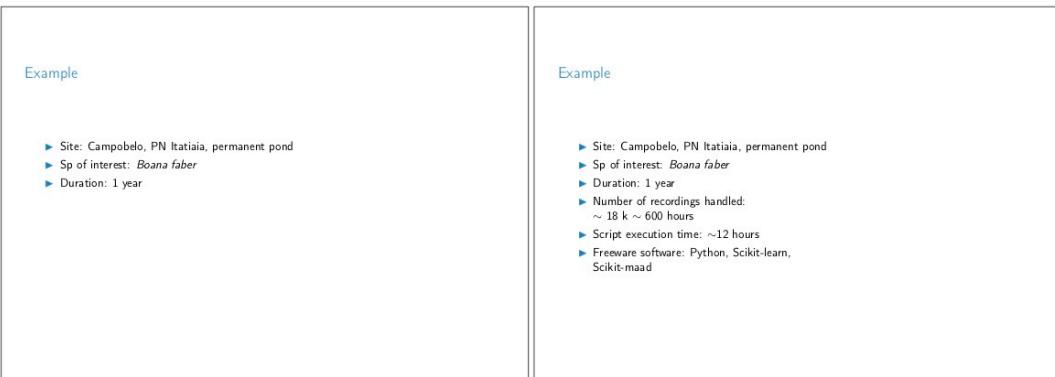
Audio file	presence	absence	chorus level
file1	0	0	0
file2	1	2	0
file3	0	0	0
file4	1	5	0
file5	0	0	0
file6	0	0	0
file7	1	3	0

Compile reference dataset

Manually annotate the presence-absence of a species of interest in:

- ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min)
- ▶ 2. Fragments of audio on the training set (600 samples 2 s ~20 min)



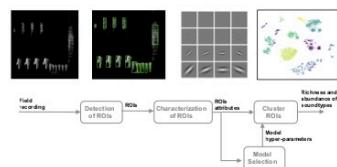


<p>Juan Sebastian Ulloa  jseb.ulloa@gmail.com</p>	<p>Annotation protocol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min) ▶ 2. Fragments of audio on the training set (600 samples 2 s ~20 min)
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Annotation protocol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min) ▶ 2. Fragments of audio on the training set (600 samples 2 s ~20 min) 	<p>Annotation protocol - Test set</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. Open audio file with Audacity ▶ 2. Play audio file ▶ 3. Annotate presence-absence and chorus level (0-5) ▶ 4. Close audio file
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

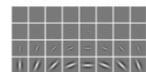
<p>Annotation protocol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. Files of the test set (~300 files, 600 min) ▶ 2. Fragments of audio on the training set (600 samples 2 s ~20 min) 	<p>Annotation protocol - Train set</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. Open audio file with Audacity ▶ 2. Import empty labels ▶ 3. Annotate presence-absence (0-1) ▶ 4. Export labels ▶ 5. Close all
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Appendix - MAAD Overview

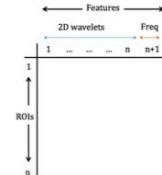


Appendix - MAAD Overview

► **Texture and shape:**
2D wavelets
 $16 \text{ scales} \times 8 \text{ dirs} = 128$ features



► **Frequency:**
median frequency



Apêndice 8. Fotos da reunião









