



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



NARCISO SILVA LEITE JÚNIOR

**ANUROFAUNA COMO BIOINDICADORA DO EFEITO DA ELIMINAÇÃO DOS
RESÍDUOS TÓXICOS NOS RECURSOS HÍDRICOS DA RESERVA ESTADUAL DE
GURJAÚ, PERNAMBUCO, BRASIL**

RECIFE
FEVEREIRO 2012

NARCISO SILVA LEITE JUNIOR

**ANUROFAUNA COMO BIOINDICADORA DO EFEITO DA ELIMINAÇÃO DOS
RESÍDUOS TÓXICOS NOS RECURSOS HÍDRICOS DA RESERVA ESTADUAL DE
GURJAÚ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura

Co-Orientador: Prof. Dr. Múcio Luis Banja Fernandes

RECIFE

FEVEREIRO 2012

NARCISO SILVA LEITE JUNIOR

**ANUROFAUNA COMO BIOINDICADORA DO EFEITO DA ELIMINAÇÃO DOS
RESÍDUOS TÓXICOS NOS RECURSOS HÍDRICOS DA RESERVA ESTADUAL DE
GURJAÚ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, área de concentração em Manejo e Conservação dos Recursos Hídricos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

**Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura / UFRPE
(Orientador)**

**Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum / UFCG
(Banca examinadora-Membro Titular)**

**Prof^ª. Dr^ª. Ana Carla Asfora El-Deir / UFRPE
(Banca examinadora-Membro Titular)**

**Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior / UFRPE
(Banca examinadora-Membro Titular)**

**Prof^ª. Dr^ª. Nicola Schiel / UFRPE
(Banca examinadora-Membro Suplente)**

Recife, 10 de Fevereiro de 2012.

“As dificuldades no fundo são os maiores agentes de nosso progresso”

(Anônimo)

Dedicatória

Dedico a todos que me apoiaram e que confiaram em meu potencial mesmo quando tudo parecia perdido.

Agradecimentos

Agradeço inicialmente ao corpo de docentes e discentes do mestrado bem como aos funcionários e em especial à coordenação do mestrado que esteve sempre em contato íntimo com minha realidade estando sempre a par do meu andamento até a presente data.

Agradeço muito, e nem sei o quanto ao meu grande amigo e professor Múcio Banja, e ao meu mais novo e fiel amigo, além de um grande Orientador, Geraldo Moura, que aceitou encarar uma orientação em cima da hora e com tempo extremamente reduzido, muito obrigado a vocês por insistir na minha recuperação, me fortalecendo e dando ferramentas para que meus sonhos e ambições não fossem derrubados e freiados por falta de suporte, sou muito grato.

Nos momentos em que sofria em silêncio engolindo a seco minhas preocupações, na ilusão de que resolveria tudo sem incomodar ninguém, e nos momentos de muita dor e decepção, só tenho que agradecer a minha noiva Raisa, pois ela permanecia ao meu lado me dizendo que tudo daria certo, e mesmo sem estar convicto de que conseguiria superar essa barreira, me confortava ao ouvir essas palavras e me sentia seguro em seus abraços.

Agradeço também a todos meus amigos, que sempre foram como uma grande família para mim e sempre me apoiaram, seja com um simples gesto, ou até me ajudando em problemas nos quais eu não estava apto para resolver naquele momento.

Agradeço aos meus pais, pois sei que se as condições atuais permitissem teriam me dado um suporte maior, mas mesmo assim nunca desistiram de mim, e sempre confiaram em meu potencial e são convictos da minha vitória na vida.

Não poderia esquecer logicamente de agradecer aos pais da minha noiva Tio Newton e Tia Leo, que me deram suporte na fase mais complicada que passei dentro do mestrado, e mesmo sem ter a obrigação em me ajudar, assim o fizeram de coração, as vezes preocupados em saber mais sobre os prazos para finalização dessa fase, porém sempre que precisei, nunca foi negada ajuda. Acredito que ajudaram até demais. Muito obrigado.

Agradeço à Capes pela disponibilização da bolsa de mestrado que facilitou o meu processo de formação.

Agradeço a todos que de maneira indireta ou não me ajudaram no caminhar do meu dia-a-dia até chegar aqui, saibam que o mínimo que seja de participação na minha vida foi essencial na construção do que sou hoje.

Obrigado a todos!

Resumo

Os anfíbios anuros durante seu ciclo de vida estão sujeitos a exposição em diversos tipos de ambientes, contracenando como importantes bioindicadores de áreas poluídas e ambientalmente agredidas. No grupo dos vertebrados, os anfíbios ocupam lugar de destaque em relação ao número de endemismo, apresentando mais de metade do total de espécies como sendo exclusivas do bioma brasileiro mata atlântica. Objetivando confirmar o efeito nocivo da eliminação dos dejetos no ambiente, entre janeiro e dezembro de 2004 foram realizadas coletas semanais por busca ativa, em uma extensão de um (1) km à margem do Rio Gurjaú, sendo 500m a montante e 500m a jusante do ponto de eliminação dos poluentes. O trabalho foi desenvolvido na Reserva Estadual de Gurjaú (RESG), que está localizada ao sul da cidade do Recife, dentro dos limites de três municípios (Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e Moreno). A RESG possui uma área total de 1.077,10 ha, dos quais 400 ha são compostos por áreas de floresta. Desde a sua criação é administrada pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Águas (COMPESA), a qual possui uma estação de tratamento instalada na reserva, que elimina seus dejetos químicos a jusante da captação de água. Os resultados mostram que das 25 espécies listadas para a RESG, seis foram observadas nas proximidades do rio, a saber: *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus* gr. *marmoratus* (Steindachner, 1867), *Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *Lithobates palmipes* (Spix, 1824), *Leptodactylus vastus* (Spix, 1824) e *Pseudopaludicola* gr. *falcipes* (Hensel, 1867). Comparando a frequência das espécies nos pontos amostrados com os dados de análises bioquímicas da água, podemos concluir que a descarga de resíduos efetuada pela COMPESA caracteriza-se uma ação potencialmente danosa ao ambiente.

Palavras-chave: Anfíbios; Contaminação; Mata Atlântica; Águas Fluviais; Nordeste brasileiro.

Abstract

The Atlantic forest is the biome with the greatest concentration of endemic species in the world and is under severe threat of extinction. In the group of vertebrates amphibians occupy a prominent place in the number of endemism, with more than half of all species as being unique to that biome. The study was conducted in the Reserva Estadual de Gurjaú (RESG), which is located south of the city of Recife, within the limits of three municipalities (Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho and Moreno). The RESG has a total area of 1,077.10 ha, of which 400 ha are made up of forest areas. Since its inception Pernambuco is administered by the Company of Water and Sanitation (COMPESA), which has a treatment plant installed in the reserve while eliminating its chemical waste downstream of water intake. The frogs during their life cycle are subject to exposure in various types of environment, opposite as important bioindicators of polluted areas and environmentally abused. In order to confirm the harmful effect of disposing of waste in the environment, between January and December 2004 were collected weekly by active search in a 1km stretch of the River Gurjaú, 500m and 500m upstream and downstream of the point of eliminating pollutants. The results show that the 25 species listed for the RESG, six were seen near the river, namely: *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus* gr. *marmoratus* (Steindachner, 1867), *Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *Lithobates palmipes* (Spix, 1824), *Leptodactylus vastus* (Spix, 1824) and *Pseudopaludicola* gr. *falcipes* (Hensel, 1867). Comparing the frequency of species in sampling sites with data from biochemical analysis of the water, we can conclude that the discharge of waste made COMPESA characterized by a potentially harmful action to the environment.

Keywords: Amphibians; Atlantic Rainforest; Contamination; River Water; Northeastern Brazil.

Sumário

1. Introdução Geral.....	1
2. Fundamentação Teórica.....	3
2.1. Mata Atlântica Brasileira.....	3
2.2. Anfíbios Anuros no Cenário Mundial.....	5
2.3. Bioindicadores de Qualidade Ambiental.....	9
2.4. Conservação da Anurofauna no Brasil.....	11
2.5. Referências.....	14
3. Artigo a ser submetido à revista “Academia Brasileira de Ciências (B2)”.....	23
3.1. PÁGINA DE ROSTRO.....	24
3.2. ABSTRACT.....	25
3.3. INTRODUÇÃO.....	26
3.4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.4.1. Área de estudo.....	28
3.4.2. Amostragem.....	29
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.6. CONCLUSÕES.....	32
3.7. RESUMO.....	34
3.7. REFERÊNCIAS	35
4. Normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.....	55

1. Introdução Geral

A Mata Atlântica abriga 20.000 espécies de plantas, das quais 40% são endêmicas, sendo considerada um dos biomas mais ameaçados e rico em espécies endêmicas (BRASIL, 2011). Porém, restam apenas 8%, aproximadamente, de sua cobertura na configuração atual (COLOMBO e JOLY, 2010). A Mata Atlântica no Brasil começou a ser desmatada e impactada com a plantação da cana-de-açúcar, seguida da plantação de café, e hoje sofre grande pressão devido a crescente expansão urbanística das cidades (CALMON et al. 2011). Segundo levantamento realizado por Braga et al. (1993), este bioma ainda presente no estado de Pernambuco apresentava apenas 4,6% de sua cobertura original.

A diversidade mundial de anuros é de 5.966 espécies (FROST, 2011), e o Brasil é considerado, atualmente, o país mais biodiverso, abrigando 847 delas (SBH, 2011), sendo que, a Mata Atlântica abriga 456 espécies de anfíbios, das quais 282 são endêmicas deste bioma, o que representa mais da metade do total de anuros registrados para o bioma (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2011). No estado de Pernambuco foram registradas 70 espécies, sendo 60 registradas para a Mata Atlântica (MOURA et al. 2011). Quinze gêneros e uma família inteira, a Brachycephalidae, com seis espécies do gênero *Brachycephalus*, são endêmicas deste bioma (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2011). Segundo Verdade et al (2010), devido ao Brasil possuir cerca de 500 espécies endêmicas registradas, isto é, exclusivas do nosso território, ocupamos uma posição de destaque no cenário mundial, e essa visibilidade agrega maiores responsabilidades com a conservação das áreas naturais, pois caso alguma dessas espécies seja extinta o mundo todo perderá em diversidade.

Os anuros atualmente são identificados como um dos grupos animais com maior risco de extinção mundial e, desde 1980 vem sofrendo grandes perdas (VERDADE et al., 2010). Examinar as causas que limitam a distribuição e abundância é especialmente relevante, porque populações de muitos organismos são submetidas ao declínio e alcançam reduções como parte de uma perda em biodiversidade (EHRlich, 1997). Como parte desta problemática da biodiversidade, muitas populações de anfíbios tem sofrido declínio e sendo submetidas a grandes reduções (DROST e FELLERS, 1996; FISHER e SHAFFER , 1996; POUNDS et al., 1998; LIPS 1998). Drost e Fellers (1996), avaliando dados de uma pesquisa feita no ano de 1900, em uma floresta nos Estados Unidos, constataram que seis de sete espécies de anfíbios naquela área haviam sofrido um sério declínio sendo que uma das espécies desapareceu inteiramente, e outra segunda espécie que até o momento apresentava-se como a mais abundante foi reduzida a pequenas populações remanescentes.

Blaustein et al (1998), estudando o efeito das radiações ultravioleta (UV-B), mostraram que a mesma contribui com o declínio das populações de anfíbios, causando dessecação da pele devido a exposição aos raios e levando o indivíduo a morte. Estudos realizados nas últimas décadas revelaram que a região neotropical abriga a mais rica anurofauna do mundo (HEYER et al., 1990). Anfíbios anuros têm sido reconhecidos como bioindicadores de qualidade ambiental, uma vez que fatores como o desmatamento, poluição das águas continentais, diminuição da camada de ozônio e chuva ácida, dentre outros, têm causado o declínio das populações de anuros em diversas regiões do mundo (HEYER et al. 1990).

Os anuros compreendem um grupo de animais que devido ao seu ciclo de vida nos permitem avaliar diversas formas de impactos ambientais. No entanto, poucas são as pesquisas voltadas a análise desses animais como bioindicadores de poluição ambiental. O

atual trabalho objetivou avaliar a capacidade de resposta dos anuros, em uma reserva na mata sul do estado de Pernambuco, através de análise da ecologia e dos anuros locais, assim como a influência dos fatores abióticos, nas áreas de despejo de produtos tóxicos sobre os recursos hídricos da reserva.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Mata Atlântica Brasileira

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical e pluvial do continente americano (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011). No passado cobria mais de 1,5 milhões de Km², com 92% de sua área localizada no Brasil (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2003). No ano de 2008 estimava-se que mais de 93% de sua cobertura original havia sido perdida, ao longo dos anos, devido ao processo histórico de ocupação da área litorânea do Brasil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011). Segundo Maciel (2007) e Metzger (2009), essa mata ocorre ao longo da costa brasileira, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, possuindo uma composição extremamente heterogênea, estende-se de 4°S a 32°S e cobre um amplo rol de zonas climáticas e formações vegetacionais, de tropicais a subtropicais. A elevação vai do nível do mar até 2.900m, com mudanças abruptas no tipo e profundidade dos solos e na temperatura do ar (MANTOVANI, 2003). Com status de ameaçada e mais de 8.000 espécies endêmicas, desde plantas vascularizadas até anfíbios, répteis, aves e mamíferos, este bioma é considerado um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, 2011), porém menos de 100.000km² (menos de 8%) restam dessa floresta (METZGER, 2009). Em algumas áreas

de endemismo, tudo o que restou foram imensos arquipélagos de fragmentos minúsculos e muito espaçados (TABARELLI et al., 2005). Em adição a perda de hábitat, outras ameaças contribuem para degradação da floresta, incluindo a retirada de lenha, exploração ilegal de madeira, caça, extrativismo vegetal e invasão por espécies exóticas (GALINDO-LEAL et al. 2003). Atualmente mais de 530 plantas e animais que ocorrem no bioma estão oficialmente ameaçados, alguns a nível de bioma, alguns nacionalmente, e outros globalmente (TABARELLI et al., 2005).

A Mata Atlântica brasileira é conhecida atualmente devido a divulgação de suas altas taxas de desmatamento (NEPSTAD et al. 2009); essa é a face divulgada mundialmente, embora nos últimos 150 anos nosso país tenha sido pioneiro no desenvolvimento eficaz das políticas ambientais e no desenvolvimento da conservação ambiental e iniciativas de restauração ecológica de suas áreas (JOLY et al. 2010). Aproximadamente 60% da população brasileira, (mais de 120 milhões de pessoas), vivem no entorno do bioma mata atlântica e dele dependem em grande parte devido a sua água potável (CALMON et al. 2011). Lagos e Muller (2007), atentam para a priorização da conservação desse bioma. Segundo Ribeiro et al. (2009), a Mata Atlântica é uma das florestas tropicais mais diversas e ameaçadas no mundo, estando em termo de endemismo e riqueza de diversidade biológica entre as de maior destaque. Segundo Percequillo, Weksler e Costa (2011), este bioma é composto por diferentes tipos de formações vegetacionais. Neste contexto, a fragmentação e perda de habitat são considerados processos-chave que ameaçam a sustentabilidade da biodiversidade (KUPFER, MALANSON e FRANKLIN, 2006; DIRZO E RAVEN, 2003).

Nas ultimas três décadas, a perda e a fragmentação de hábitats alteraram seriamente a maior parte da Mata Atlântica, levando a extinção local de muitas espécies (LAGOS e MULLER, 2007). Assim o bioma mostrou-se extremamente resiliente, o que é provado

através da recuperação de algumas áreas (SILVA, FERRAZ e ARAÚJO, 2010). e o crescente número de novas espécies descobertas (CRUZ, CARAMASCHI e FREIRE, 1999; NAPOLI e PIMENTA, 2003; PEIXOTO, CARAMASCHI e FREIRE, 2003; PINTO e BRITO, 2005; NAPOLI e JUNCÁ, 2006; CRUZ, CARAMASCHI e NAPOLI, 2007; CARAMASCHI, 2008; CRUZ, NAPOLI e FONSECA, 2008; NAPOLI e PIMENTA, 2009; PIMENTA, NAPOLI e HADDAD, 2009), e de novos registros (AMORIM, 2009; SANTOS, 2009; MOURA et al., 2010; MOURA et al., 2011; LOEBMANN, ORRICO e HADDAD, 2011). Muitos grupos estão reservados à Mata Atlântica (MA) e o conhecimento atual indica que este complexo bioma contém uma diversidade de espécies maior do que a maioria das florestas da Amazônia (COLOMBO E JOLY, 2010). Além de ter sido a primeira a ser afetada com o desmatamento até o final do século passado, a MA havia praticamente desaparecido (RODRIGUES et al. 2009). Devido à falta de monitoramento das espécies, não foi tomado conhecimento do quanto existe de biodiversidade, nem como mensurar quanto dessa diversidade foi perdida (WILSON, 1997).

2.2. Anfíbios Anuros no cenário mundial

A classe Amphibia, é composta atualmente por 6.671 espécies no mundo, sendo a ordem Anura a que possui um maior número de representantes - 5.966 espécies (FROST, 2011). Segundo Vences e Köhler (2008), aproximadamente 4.117 espécies são aquáticas em pelo menos um estágio do seu ciclo de vida. No cenário nacional, os anfíbios estão representados por 875 espécies, onde 847 são anuros (SBH, 2011). Do total mundial de anfíbios anuros, 44% ocorrem na região Neotropical (DUELLMAN, 1994). O estado de

Pernambuco tem o registro 70 espécies, das quais 60 para o bioma Mata Atlântica (MOURA et al. 2011).

Os anfíbios apresentam os mais diversificados modos de vida, estando neste aspecto acima de qualquer outro grupo de vertebrados (HADDAD e PRADO, 2005). As três linhagens de anfíbios viventes compartilham inúmeras características, apresentando diferenças significativas apenas nas especializações locomotoras: os anuros (Ordem Anura) possuem membros posteriores alongados e corpo inflexível, que não se dobra quando caminham; as salamandras (Ordem Caudata) possuem membros anteriores e posteriores de igual tamanho e movem-se por ondulações laterais; e as cecílias (Ordem Gymnophiona) são ápodes e empregam a locomoção serpentiforme (POUGH, JANIS e HEISER, 2003). Cada ambiente possui uma comunidade de anfíbios que não é a mesma de nenhum outro, cada comunidade é única, com sua própria composição de indivíduos entre as espécies e com uma história filogenética distinta (JIM, 2002).

Poucos vertebrados tetrápodes são tão dependentes da umidade do ambiente como os anfíbios, devido a sua pele permeável (onde ocorrem as principais trocas gasosas), tão como sua dependência dos habitats terrestres e aquáticos durante seu ciclo de vida (DUELLMAN e TRUEB, 1994). Segundo Duellman e Trueb (1994), a associação dos anfíbios com áreas úmidas é esperada com base nas suas necessidades fisiológicas e também baseado em suas características reprodutivas, já que seus ovos também dependem dos corpos d'água ou ambientes úmidos para desenvolverem-se de maneira adequada.

Os anfíbios são altamente dependentes das condições ambientais e em sua história natural são influenciados pela distribuição espaço-temporal e abundância de água, principalmente na forma de chuvas (HEYER et al., 1994). No entanto, mesmo em regiões, onde as estações seca e chuvosa são bem definidas, algumas espécies são oportunistas e

reproduzem de forma contínua quando as condições ambientais são favoráveis (PRADO, UETANABARO e LOPES, 2000). Este grupo possui fundamental importância na teia alimentar, pois são predados por serpentes, mamíferos, aves, peixes, insetos (principalmente larvas de Coleoptera e Odonata) e aranhas (GAREY, 2007).

Os anfíbios apresentam uma grande diversidade reprodutiva, variando no tamanho e na estrutura de seus ovos e massas de ovos os locais onde depositam seus ovos, presença ou não de cuidado parental e, no número de modificações que ocorre no desenvolvimento antes de oviporem (ALTIG e MCDIARMID, 2007; WELLS, 2007). Terra et al (2007) comentam que a diversidade em regiões tropicais pode ter relação com a grande variedade de modos reprodutivos. Haddad e Sawaya (2000), estudando modos reprodutivos de sapos da família Hylidae, descreveram um novo modo reprodutivo para espécies do gênero *Hyla*.

Segundo Warkentin (2011), alguns embriões aceleram o processo de eclosão de seus ovos quando estão desidratando, outros eclodem mais cedo quando inundados. O momento de metamorfose e o tamanho do corpo variam de acordo com múltiplos fatores ambientais, sendo sua metamorfose considerada, atualmente, como fundamentalmente plástica (BERNARD, 2004; PECHENICK, 2006).

A alta diversidade de anuros na região neotropical pode ser atribuída, entre outros fatores, pelas altas taxas de radiação solar (DUELMANN, 1999). Haddad e Prado (2005), estudando sobre a variedade de modos reprodutivos de anuros na Mata Atlântica identificaram 29 modos de reprodução, o que mostra o sucesso que dos anuros na utilização de microhabitats diversificados e úmidos que estão presentes nesse bioma.

Os anfíbios anuros, entre os vertebrados, representam o maior número de espécies associadas a bromélias e possuem especializações morfológicas e comportamentais para a vida nessas plantas (SILVA, CARVALHO e BITTENCOURT-SILVA, 2011) e são

considerados um dos grupos animais de maior risco de extinção mundial (VERDADE et al., 2010). Segundo a IUCN (2011), cerca de 25% das espécies são tão pouco conhecidas que não somos capazes de dizer se essas espécies, realmente, estão ou não ameaçadas, sendo que 35 espécies já foram extintas na natureza. Por viverem tanto em ambientes aquáticos, terrestres e arborícolas, bem como por apresentarem a pele permeável a uma série de substâncias, os anuros são particularmente sensíveis às alterações ambientais resultantes da fragmentação, sendo que esses e outros aspectos (parasitas, efeito estufa, poluição, etc.) têm sido levantados como possíveis causas para os declínios populacionais de anfíbios, fenômeno que vem sendo observado em escala mundial (BOSCH, MARTINEZ-SOLANO e GARCIA-PARIS, 2001).

Cardoso e Haddad (1992) constataram que, a intensidade de luz tem influência sobre o início do período de atividade da vocalização. Kobelt e Linsenmair (1986), estudando adaptações em ambientes áridos, identificaram que em um longo período de seca, sob forte calor, expostos a radiação solar, perda de água por evaporação e apresentando pequena reserva de energia, alguns anuros desenvolveram um mecanismo de bloqueio na camada de sua pele que os protegiam contra o dessecação rápido, os efeitos deletérios da radiação UV e o superaquecimento. Segundo Giasson e Haddad (2007), fêmeas de determinadas espécies de anuros optam por não ser tão seletivas na escolha dos parceiros como uma tática para garantir o sucesso reprodutivo.

No Brasil as pesquisas desenvolvidas com a anurofauna representam, ainda hoje, um número relativamente muito baixo, quando comparado com o número de trabalhos estrangeiros; porém nas últimas décadas vêm crescendo o número de publicações sobre os anuros no país (LOEBMANN E MAI, 2008; LUCAS, FORTES E GARCIA, 2010; OLIVEIRA, MACIEL E VAZ-SILVA, 2010).

2.3. Bioindicadores de Qualidade Ambiental

Welsh e Ollivier (1998), estudando anfíbios anuros como bioindicadores em uma floresta na Califórnia, constataram sua eficácia na utilização como bioindicadores de ambientes sob forte stress ambiental. Crespi e Denver (2005), trabalhando com estudos sobre o papel do estresse hormonal como regulador na ingestão de alimentos em anfíbios anuros durante todo o ciclo de vida, detectaram que o balanço energético de corticosterona afeta na ingestão de alimentos, e concluíram que os hormônios desempenham um papel importante na regulação do stress induzido por mudanças no comportamento alimentar e durante a fase de desenvolvimento na regulação diária de alimentos.

Os anuros, como muitos dos elementos terrestres da biodiversidade, tem grande perda de diversidade devido a destruição de habitat (SALA et al., 2000). Segundo Reaser (1996), desde 1989 encontramos populações de anfíbios sofrendo perdas por uma diversidade de fatores ocorrentes nas áreas, claramente iniciadas pela alteração de habitat. Cientistas têm realizado numerosas reuniões nas últimas décadas na busca por determinar as causas do misterioso declínio da população de anfíbios, definindo como rápida, substancial e sustentada, sendo permanente os registros de reduções das populações (CAREY, COHEN E ROLLINS-SMITH, 1999). Essas características fazem do grupo um excelente bioindicador (BEEBEE 1996), mais do que outros vertebrados (WELLS, 2007).

Os anfíbios anuros são especialmente susceptíveis à degradação ambiental devido a várias características básicas, dentre elas: a sua fisiologia ectotérmica, com capacidade limitada para a atividade; a sua pele permeável, vulnerável a diversos agentes biológicos ou químicos; e por apresentarem ovos e larvas dependentes da água ou de ambientes úmidos (WELLS, 2007).

Girinos expostos a altos níveis de contaminantes como, por exemplo, metais pesados presentes nas águas podem apresentar malformações, diminuição da performance natatória (BURKHART et al., 1998; HOPKINS et al., 2000), diminuição no tamanho corporal na metamorfose, redução na taxa de eclosão dos ovos (KARASOV et al., 2005), aumento nas taxas de metabolismo (ROWE et al., 1998), maior susceptibilidade a predação (BROOMHALL, 2002) e, a doenças e a infecções (JOHNSON et al., 2002). Mudanças no pH da água também podem diminuir a taxa de sobrevivência, o tamanho do corpo e o tempo, até a metamorfose de algumas espécies de anfíbios (ANDRÉN et al., 1988; WARNER et al., 1991; ROWE, SADINSKI e DUNSON, 1992; KUTKA, 1994), afetando diretamente os tamanhos e a dinâmica de populações de anuros (SÁ, 2007). Segundo Relyea (2005), através de experimentos feitos em campo, verificou-se que cerca de 100% dos girinos morriam na terceira semana após contato com um determinado herbicida utilizado mundialmente em plantações. Ilha (2010), em sua dissertação sobre os efeitos causados a larvas de anuros através da poluição por nitrogênio, verificou em laboratório que dependendo do tempo de exposição, essas larvas poderiam sofrer diversos tipos de interferências, tanto letais como subletais. Muitas espécies de sapos alteram o seu período de incubação em respostas às condições que afetam a mortalidade de ovos ou larvas (WARKENTIN, 2011).

Segundo Silva, Carvalho e Bittencourt-Silva (2011), estudando anuros que utilizam bromélias como habitat, observaram que os anuros selecionavam ativamente essas plantas de acordo com a qualidade da água alojada nas rosetas. Embora seja reconhecido que os anuros possuem características bioindicadoras, pouco tem sido feito no Brasil para o conhecimento do grupo e sua relação íntima com o meio (MACHADO et al 1999).

2.4-Conservação da Anurofauna no Brasil

Os anuros possuem uma ampla distribuição mundial sendo excluído somente do continente antártico e da maioria das ilhas oceânicas. Geralmente as pessoas associam os anuros a áreas úmidas, e em primeira mão surpreendem-se com o sucesso desses animais em ocupar áreas secas, como, por exemplo, os desertos da África, Austrália e América (SCHMIDT-NIELSEN e BENTLEY, 1966).

Declínios de anfíbios anuros têm sido ligados a mudanças climáticas, contaminação química, perda de habitat, doenças infecciosas, superexploração, introdução de espécies, e a radiação ultravioleta, e está cada vez mais evidente que as interações entre alguns desses fatores desempenham um papel fundamental no destino da população (BEEBEE e GRIFFITHS, 2005). Em algumas áreas, o declínio tem sido frequentemente associado a surtos de um fungo quitrídio, que tem sido reportado na África, Austrália, Europa e em todo o continente americano (BOSCH, MARTINEZ-SOLANO e GARCIA-PARIS, 2001; GREEN e SHERMAN, 2001; HOPKINS e CHANNING, 2003; LANE, WELDON e BINGHAM, 2003; LA MARCA et al., 2005).

Diversos estudos têm associado o fungo quitrídio (*Batrachochytrium dendrobatidis*) ao declínio de diversas populações de anfíbios ao redor do mundo (COLLINS e STORFER, 2003). O fungo *B. dendrobatidis* é conhecido por matar sapos em laboratórios, desenvolvendo-se em porções queratinizadas da pele e na região oral nos girinos (Berger et al., 1998). Nos últimos anos, a presença desse fungo foi relatada no Brasil (CARNAVAL et al., 2005; TOLEDO et al., 2007). Segundo Carnaval et al (2006), este fungo está amplamente distribuído na Mata Atlântica brasileira, porém ainda existe a necessidade de mais pesquisas para que se possa compreender como fatores genéticos e ambientais se relacionam a respeito das quitridiomicoses. Apesar de dados experimentais sobre esse tema serem escassos, essas

observações sugerem que, o impacto do fungo é mediado por fatores ambientais (CARNAVAL et al., 2006). Alguns pesquisadores têm proposto que anomalias climáticas servem como gatilhos no processo de extinção por fornecerem oportunidades para ocorrência de um surto fatal do quitrídio (BURROWES, JOGLAR e GREEN, 2004; POUNDS e PUSCHENDORF, 2004; MCCALLUM, 2005; POUNDS et al., 2006).

Segundo Primack e Rodrigues (2001), a fragmentação de hábitat pode levar a rápida perda das espécies, uma vez que cria barreiras para o processo natural de dispersão, colonização e alimentação. Segundo Eterovick e Sazima (2004), no Brasil, os declínios estão fortemente ligados a essa perda de hábitat. Muitas, porém não todas, populações de anfíbios tem sofrido declínio em todos os seis continentes onde são encontradas (VASCONCELOS et al., 2010).

Segundo Blaustein et al (1998), uma quantidade numerosa de pesquisas em uma ampla variedade de locais sugerem que as populações de anfíbios no mundo, vem sofrendo declínio elevado, devido a exposição aos raios ultravioletas, que acabam por afetar diretamente, na maioria dos casos, na mortalidade dos ovos. Apesar das pesquisas a nível mundial retratarem sobre a dramática redução nas populações de anfíbios, o conhecimento dessas diminuições ocorrente nos países Latinoamericanos encontra-se limitado a um número reduzido de trabalhos e uns poucos estudos bem documentados (YOUNG et al., 2001).

Os anfíbios possuíam um terço de suas espécies categorizadas como ameaçadas e a principal causa desta grande perda está ligada a destruição dos ambientes de água doce (HALLIDAY, 2008). Segundo Stuart et al. (2004), pelo menos 2469 espécies estavam apresentando declínio de suas populações, indicando que o número de espécies ameaçadas provavelmente esteja crescendo de forma contínua. Os anfíbios, quando comparados com outros vertebrados, como mamíferos e aves, são pouco conhecidos e estudados

(HALLIDAY, 2008). Muitas espécies declinaram e desapareceram por conta da perda do habitat. Porém, o relato de que diversos declínios ocorreram em ambientes aparentemente intocados (LIPS, 2000) sugere que fatores diversos e globalmente distribuídos, possam estar envolvidos. Recentemente, a poluição foi apontada como a segunda maior ameaça aos anfíbios por todo o mundo (IUCN, 2006).

O declínio de populações de anfíbios tem sido reportado em todo o planeta e muitos fatores bióticos e abióticos têm sido associados e testados como causas potenciais desse declínio (LANNON, 2005; COLLINS e CRUMP, 2009), sendo que algumas espécies de anuros tem sido reportadas apresentando infestações por larvas de diptera em seus tecidos, sendo o gênero dessas larvas conhecidos por levarem os hospedeiros a morte (MEDINA et al. 2009) mostrando de modo alarmante a necessidade de maiores esforços na busca por soluções e por pesquisas que venham a contribuir com planos de manejo e conservação deste grupo de animais.

2.5. Referências

- ALTIG, R. e MCDIARMID, R. W. 2007. Morphological diversity and evolution of egg clutch structure in amphibians. **Herpetol. Monogr.** 21:1–32.
- AMORIM, F. O. 2009. Diversidade e distribuição espacial e temporal da anurofauna (Amphibia Anura) em fragmento de Mata Atlântica, Igarassu, Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Programa de pós-graduação em Biologia Animal - Universidade Federal de Pernambuco, 78p.
- ANDRÉN, C.; HENRIKSON, L.; OLSSON, M.; NILSON, G. 1988. Effects of pH and aluminium on embryonic and early larval stages of Swedish brown frogs *Rana arvalis*, *R. temporaria* and *R. dalmatina*. **Holarctic Ecology**, v. 11, p. 127-135.
- BEEBEE, T. J. C. 1996. **Ecology and conservation of amphibians**. London, Chapman & Hall. 214.
- BEEBEE, T. J. C. e GRIFFITHS, R. A. 2005. The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology? **Biol. Conserv.** 125:271–285.
- BENARD, M. F. 2004. Predator-induced phenotypic plasticity in organisms with complex life histories. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 35:651–73.
- BLAUSTEIN, A. R. et al. 1998. Effects of ultraviolet radiation on amphibians: field experiments. **Amer. Zool.** 38: 799-812.
- BOSCH, J.; MARTINEZ-SOLANO, I. e GARCIA-PARIS, M. 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. **Biol. Conserv.** 97:331–337.
- BRAGA, R.; COSTA JÚNIOR, A.; UCHOA, T. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Nordeste**. In : 5º Congresso Nordestino de Ecologia, Natal, 1993.
- BRASIL. 2011. Ministério do Meio Ambiente. **Ecosistemas brasileiros: Mata Atlântica**. IBAMA. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/mata_atlantica.htm> . acesso em: 4 Jul. 2011.
- BROOMHALL, S. 2002. The effects of endosulfan and variable water temperature on survivorship and subsequent vulnerability to predation in *Litoria citropa* tadpoles. **Aquat. Toxicol.**, v. 61, p. 243-250.
- BURKHART, J. G. et al. 1998. Induction of mortality and malformation in *Xenopus laevis* embryos by water sources associated with field frog deformities. **Environ. Health Perspect.**, v. 106, n. 12.

- BURROWES, P. A.; JOGLAR, R. L. e GREEN, D. E. 2004. Potential causes for amphibian declines in Puerto Rico. **Herpetologica**. 60: 141–154.
- CALMON, M. et al. 2011. Emergin threats and opportunities for large-scale ecological restoration in the atlantic forest of Brazil. **Restoration Ecol.** 19(2): 154-158.
- CARAMASCHI, U. 2008. Taxonomic status of *Leptodactylus ochraceus*, a forgotten species (Anura: Leptodactylidae). **Rev. Bras. Zool.** 25(30): 523-528.
- CARDOSO, A. J. AND HADDAD, C. F. B. 1992. Diversidade e turno de vocalização de anuros em comunidade neotropical. **Acta Zool. Lilloana**, 41:93-105.
- CAREY, C.; COHEN, N. e ROLLINS-SMITH, L. 1999. Amphibian declines: an immunological perspective. **Dev.Comp. Immunol.** 23: 459-472.
- CARNAVAL, A. C. O. Q. et al. 2006. Amphibian chytrid fungus broadly distributed in the brazilian atlantic rain forest. **EcoHealth**. 3: 41-48.
- CARNAVAL, A. C. O. Q., TOLEDO, L. F. HADDAD, C. F. B. & BRITTO, F. B. 2005. Chytrid fungus infects high-altitude stream-dwelling *Hylodes magalhaesi* (Leptodactylidae) in the Brazilian Atlantic rainforest. **Frog Log**, 70:3-4.
- COLLINS, J. P. & STORFER, A. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. **Divers. Distrib.** 9: 89-98.
- COLLINS, J. P. & CRUMP, M. L. 2009. **Extinction in Our Times - Global Amphibian Decline**. Oxford University Press. 304 p.
- COLOMBO, A. F. e JOLY, C. A. 2010. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Braz. J. Biol.** 70 (3): 697-708.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. 2011. **Atlantic Forest**. Disponível em: <http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/south_america/Atlantic-Forest/Pages/default.aspx>. acesso em 4 Jul. 2011
- CRESPI, E. J. e DENVER, R. J. 2005. Roles of stress hormones in food intake regulation in apnuran amphibians throughout the life cycle. **Comp. Biochem. Phys. A.** 141(4): 381-390.
- CRUZ, C. A. G.; CARAMASCHI, U. e FREIRE, E. M. X. 1999. Ocurrência of the genus *Chiasmocleis* (Anura: Mycrohylidae) in the State of Alagoas, north-eastern Brazil, with a description of a new species. **J. Zool. Lond.**, 249: 123-126.
- CRUZ, C. A. G.; CARAMASCHI, U. e NAPOLI, M. F. 2007. A new species of *Chiasmocleis* (Anura: Mycrohylidae) from the atlantic rain forest of Northeastern Bahia, Brazil. **South American Journal of Herpetology**. 2: 47-52.

- CRUZ, C. A. G.; NAPOLI, M. F. e FONSECA, P. M. 2008. A new species of *Phasmahyla* Cruz, 1990 (Anura: Hylidae) from the State of Bahia, Brazil. **South American Journal of Herpetology**. 3: 187-195.
- DIRZO, R. e RAVEN, P. H. 2003. Global state of biodiversity and loss. **Annu. Rev. Environ. Resour.** 28: 137–167.
- DROST, C. A. e G. M. FELLERS. 1996. Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite area of the California Sierra Nevada, USA. **Conserv. Biol.** 10:414-425.
- DUELLMAN, W. E. 1999. **Distribution patterns of amphibians in South America**. In: Duellman WE, ed. *Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 255-328.
- DUELLMAN, W. E. e TRUEB, L. 1994. **Biology of amphibians**. McGrawHill, Baltimore. 670 pp. 2 EDIÇÃO
- EHRlich, P. R. 1997. A world of wounds: Ecologists and the human dilemma. **Ecology Institute**, Oldendorf/Luhe, Germany.
- ETEROVICK, P. C., SAZIMA, I. **Anfíbios da Serra do Cipó – Minas Gerais – Brasil**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2004. p.152.
- FROST, D. R. 2011. **Amphibian Species of the World: an online reference**. Version 5.5 (31 January, 2011). Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>>. American Museum of Natural History. New York, USA. acesso em: 30 Jun. 2011.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2011. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>>. São Paulo, Brasil. Acesso em 30 Jul. 2011.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. 2003. Atlantic Forest hotspots status: an overview. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I. G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, USA. 3-11p.
- GALINDO-LEAL, C.; JACOBSEN, T. R.; LANGHAMMER, P. F. e OLIVIERI, S. 2003. State of the hotspots: the dynamics of biodiversity loss. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I. G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, USA. 12-23p.
- GAREY, M. V. 2007. Diversidade de anfíbios anuros em três diferentes estádios sucessionais da Floresta Atlântica da Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba – PR. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas, Ecologia e Conservação, UFPR, 83p.

- GIASSON, L. O. M. e HADDAD, C. F. B. 2007. Mate choice and reproductive biology of *Hypsiboas albomarginatus* (anura: hylidae) in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **J. Herpetol.** 2(3):157-164.
- GREEN, D. E. e SHERMAN, C. K. 2001. Diagnostic histological findings in Yosemite toads (*Bufo canorus*) from a die-off in the 1970s. **Biol. Conserv.** 120:92–103.
- HADDAD, C. F. B. e PRADO, C. P. A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the atlantic forest of Brazil. **BioScience.** 55(3): 207-217.
- HADDAD, C. F. B. e SAWAYA, R. J. Reproductive modes of Atlantic Forest hylid frogs: a general overview and the description of a new mode. **Biotropica**, v.32, p.862-871, 2000.
- HALLIDAY, T. R. 2008. Why amphibians are important. **Int. Zoo Yb.** 42: 7-14.
- HEYER, W. R., DONNELLY, M. A., MCDIARMID, R. W., HAYEK, L. A. C., FOSTER, M. S. 1994. **Measuring and monitoring biological diversity.** Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington. 364.
- HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO, O. L. e NELSON, C. E. 1990. Frogs of Boracéia. **Arq. Zool.** São Paulo, 31 (4): 231-410.
- HOPKINS, S. e CHANNING, A. 2003. Chytrid fungus in northern and western cape frog populations, South Africa. **Herpetol. Rev.** 34: 334–336.
- HOPKINS, W. A.; CONGDON, J.; RAY, J. K. 2000. Incidence and impact of axial malformations in larval bullfrogs (*Rana catesbeiana*) developing in sites polluted by a coal-burning power plant. **Environ. Toxicol. Chem.** v. 19, p. 862-868.
- ILHA, P. R. J. 2010. Efeitos letais e subletais da poluição por nitrogênio em larvas de anuros. Dissertação de Mestrado. **Instituto de biociências, USP**, 84p.
- IUCN, Conservation International, and NatureServe. 2006. **Global Amphibian Assessment.** Disponível em: www.globalamphibians.org. Acessado em 25 Julho de 2011.
- JIM, J. 2002. Distribuição altitudinal e estudo de longa duração de anfíbios da região de Botucatu, estado de São Paulo. **Tese de Livre-Docência.** Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, 343 p.
- JOHNSON, P. T. J. et al. 2002. Parasite (*Ribeiroia ondatrae*) infection linked to amphibian malformations in the western United States. **Ecol. Monograph**, v. 72, n. 2, p. 151-168.
- JOLY, C. A. et al. 2010. Biodiversity conservation research, training, and policy in Sao Paulo. **Science.** 328:1358–1359.

- KARASOV, W.H.; JUNG, R.E.; LANGENBERG, S.V; BERGESON, T.L.E. 2005. Field exposure of frog embryos and tadpoles along a pollution gradient in the fox river and green bay ecosystem in Wisconsin, USA. **Environ. Toxicol. Chem.** 24(4): 942-953.
- KOBELT, F. e LINSENMAIR, K. E. 1986. Adaptations of the reed frog *Hyperolius viridavus* (Smphibia: Anura: Hyperoliidae) to its arid environment I: The skin of *Hyperolius viridflavus nitidulus* in wet and dry seasons. **Oecologia**. 68: 533-54.
- KUPFER, J. A.; MALANSON, G. P. e FRANKLIN, S. B. 2006. Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. **Global Ecol. Biogeogr.** 15: 8–20.
- KUTKA, F.J. 1994. Low pH effects on swimming activity of *Ambystoma* salamander larvae. **Environ. Toxicol. Chem.** 13(11): 1821-1824.
- LAGOS, A. R. e MULLER, B. L. A. 2007. Hotspot brasileiro: Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, 2(2): 35-45.
- LA MARCA, E. et al 2005. Catastrophic population declines and extinction in neotropical harlequin frog (Bufonidae: *Atelopus*). **Biotropica**. 37:190–201.
- LANE, E. P.; WELDON, C. e BINGHAM, J. 2003. Histological evidence of chytridiomycete fungal infection in a free-ranging amphibian, *Afrana fruscigula* (Anura: Ranidae) in South Africa. **J. S. Afr. Vet. Assoc.** 74:20–21.
- LANNOO, M. 2005. **Amphibian declines**: The conservation status of United States species. University of California Press, Los Angeles, California. 1115p.
- LIPS, K. R. 2000. **Decline of tropical amphibian fauna**. 166th National Meeting of the American Association for the Advancement of Science (AAAS) and Science Innovation Exposition. Washington 17-22 Fevereiro 2000.
- LIPS, K. R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. **Conserv. Biol.** 12:106-117.
- LOEBMANN, D.; MAI, A. C. G. 2008. Amphibia, Anura, Coastal Zone, state of Piauí, Northeastern Brazil. **Check List**. 4(2): 161-170.
- LOEBMANN, D.; ORRICO, V. G. D. e HADDAD, C. F. B. 2011. First record of *Adelophryne baturitensis* Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994 for the state Pernambuco, Northeastern Brazil (Anura, Eleutheroedactylidae, Phyzelaphryninae). **Herpetology Notes**. 4: 75-77.
- LUCAS, E. M.; FORTES, V. B. e GARCIA, P. C. 2010. Amphibia, Anura, Hylidae, *Phyllomedusa azurea* Cope, 1862: Distribution extension to southern Brazil. **Check List**. 6(1): 164-166.

- METZGER, J. P. 2009. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biol. Conserv.** 142: 1138–1140.
- MACIEL, B. A. 2007. Mosaicos de unidades de conservação: uma estratégia de conservação para Mata Atlântica. **Dissertação de mestrado**. Centro de desenvolvimento sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.
- MANTOVANI, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: W.C. Ribeiro (ed.). **Patrimônio ambiental brasileiro**. pp.367-439. Editora Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MEDINA, D.; RIVERA, M.; COSSIO, R.; MEDINA, E. e BERMÚDEZ, S. 2009. Primer registro de miasis por Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) en *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae) de Panamá. **Rev. Méx. Biodiv.** Nota científica. 80(1).
- MOURA, G. J. B; ANDRADE, E. V. E. e FREIRE, E. M. X. 2010. Amphibia, Anura, Microhylidae, *Stereocyclops incrassatus* Cope, 1870: Distribution extension. **Check List**, São Paulo.
- MOURA, G. J. B; SANTOS, E. M.; ANDRADE, E. V. E.; FREIRE, E. M. X. 2011. Caracterização Biogeográfica e Ecológica dos Anfíbios do Estado de Pernambuco. In: Moura, G.J.B; Santos, E.M.; Oliveira, M.A.B.; Cabral, C. (Orgs.). **Herpetologia do Estado de Pernambuco**. 1: p - . Recife, UFRPE e IBAMA
- NAPOLI, M. F. e PIMENTA, B. V. S. 2003. Nova espécie do grupo de *Hyla circumdata* (Cope, 1870) do sul da Bahia, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Arch. Mus. Nac.** Rio de Janeiro. 61(3): 189-194.
- NAPOLI, M. F. e JUNCÁ, F. A. 2003. A new species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Chapada Diamantina, State of Bahia, Brazil. **Zootaxa**, Nova Zelândia. 1244: 57-68.
- NAPOLI, M. F. e PIMENTA, B. V. S. 2009. A new species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Anura: Hylidae) from the coastal forests of Bahia, northeastern Brazil. **Copeia**. 2009: 674-683.
- NEPSTAD, D., B. S. et al. 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**. 326:1350–1351.
- OLIVEIRA, R, M.; MACIEL, N. M. e VAZ-SILVA, W. 2010. New state record of *Lithobates palmipes* (Spix, 1984) (Anura: Ranidae) in Brazil. **Herpetology Notes**. 3: 277-278.
- PECHENIK, J. A. 2006. Larval experience and latent effects: metamorphosis is not a new beginning. **Integr. Comp. Biol.** 46:323–33.

- PEIXOTO, O. L.; CARAMASCHI, U. e FREIRE, E. M. X. 2003. Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the State of Alagoas, Northeastern Brazil. **Herpetologica**. 59(2): 235-246.
- PERCEQUILLO, A. R.; WEKSLER, M. e COSTA, L. P. 2011. A new genus and species of rodent from the Brazilian Atlantic Forest (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with comments on oryzomyine biogeography. **Zool. J. Linn. Soc.** 161: 357-390.
- PIMENTA, B. V. S.; NAPOLI, M. F. e HADDAD, C. B. F. 2009. New species of casque-headed tree frog, genus *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro (1920) (Amphibia: Anura: Hylidae), from the Atlantic Rainforest of southern Bahia, Brazil. **Zootaxa**. 2123: 46-54.
- PINTO, L. P. e BRITO, C. W. 2005. **Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução**. Belo Horizonte: SOS Mata Atlântica / Conservação Internacional do Brasil.
- POUNDS, J. A. et al. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**. 439: 161–167.
- POUNDS, J. A. e PUSCHENDORF, R. 2004. Ecology - clouded futures. **Nature**. 427: 107–109.
- POUNDS, J. A., M. P. FOGDEN, J. M. SAVAGE, e G. C. GORMAN. 1998. Tests of null models for amphibian declines on a tropical mountain. **Conserv. Biol.** 11:1307-1322.
- POUGH, F. H., JANIS, C. M., HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 3ed. São Paulo: Atheneu, 2003. p.699.
- PRADO, C. P. A., UETANABARO, M. e LOPES F. S. 2000. Reproductive strategies of *Leptodactylus chaquensis* and *L. podicipinus* in the Pantanal, Brazil. **J. Herpetol.** 34:135-139.
- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina - Paraná: Ed. Vida, 328p.
- REASER, J. K. 1996. The elucidation of amphibian declines. **Amph. Rept. Conserv.** 1:4-9.
- RELYEA, R. A. 2005. The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. **Ecol. Appl.** 15:1118–1124.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. e HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biol. Cons.** 142: 1141–1153.

- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. e NAVE, A. G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biol. Cons.** 142: 1242-1251.
- ROWE, C. L.; SADINSKI, W. J. e DUNSON, W. A. 1992. Effects of acute and chronic acidification of three larval amphibians that breed in temporary ponds. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** v. 23, p. 339-350.
- SÁ, J. F. O. F. 2007. Efeito da poluição dos igarapés sobre ovos e larvas de *Osteocephalus taurinus* (Amphibia, Anura, Hyliade). **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Amazonas. Manaus.
- SALA, O. E. *et al.* Global biodiversity scenarios for the year 2100. 2000. **Science**. 287: 1770–1774.
- SANTANA, G. G. *et al.* 2008. Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. **Biotemas**. 21(1): 75-84.
- SANTOS, S. P. L. 2009. Diversidade e distribuição temporal em anuros na RPPN Frei Caneca, Jaqueira, Pernambuco. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal de Pernambuco. 60p.
- SBH – Sociedade Brasileira de Herpetologia. **Lista de espécies de Anfíbios do Brasil**. 2011. Disponível em: <[http:// www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm](http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm)>.
- SCHMIDT-NIELSEN, K., AND P. J. BENTLEY. 1966. Desert tortoise *Gopherus agassizii*: cutaneous water loss. **Science**. 154: 911.
- SILVA, A. M.; FERRAZ, E. M. N. e ARAÚJO, E. L. 2010. Caracterização da regeneração da vegetação em área de preservada da Mata Atlântica e Pernambuco. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEPI). Maceió-AL. 8p.
- SILVA, H. R.; CARVALHO, A. L. G. e BITTENCOURT-SILVA, G. B. 2011. Selecting a hiding place: anuran diversity and use of bromeliads in a threatened coastal sand dune habitat in Brazil. **Biotropica**. 43(2): 218-227.
- SILVANO, D, L & SEGALLA, M, V. 2005. **Conservação de anfíbios no Brasil**. In: Megadiversidade, Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil. Conservação Internacional, Belo Horizonte. 1(1): 214 p.
- STUART, S. N., J. S. *et al.* 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**. 306:1783–1786.
- TABARELLI, M. *et al.* 2005. Desafios e oportunidades para conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Revista Megadiversidade**. 1(1): 132-138.

- TERRA, J. S. et al. 2007. Diversidade de pequenos anuros em capões de mata no Pantanal da sub-região do Miranda-MS. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**.
- TOLEDO, L. F., BRITO, F. B., ARAÚJO, O. G. S., GIASSON, L. O. M. & HADDAD, C. F. B. 2007. The occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil and the inclusion of 17 new cases of infection. **South American Journal of Herpetology**. 1(3):185-191.
- VASCONCELOS, T. S., SANTOS, T. G., HADDAD, C. F. B. & ROSSAFERES, D. C. 2010. Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. **J. Trop. Ecol.** 26:423-432.
- VENCES, M. & KÖHLER, J. (2008). Global diversity of amphibians (Amphibia) in freshwater. **Hydrobiologia**. 595: 569–580.
- VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. 2010. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. **Estudos Avançados**. São Paulo. 24(68): 161-172.
- WARKENTIN, K. M. 2011. Plasticity of hatching in amphibians: evolution, trade-offs, cues and mechanisms. **Integrative and comparative biology**, 1-17p.
- WARNER, S.C.; DUNSON, W.A.; TRAVIS, J. 1991. Interaction of pH, and priority effects on survivorship and growth of two species of hylid tadpoles. **Oecologia**. 88: 331-339.
- WELLS, K. D. 2007. **The ecology and behavior of amphibians**. The University of Chicago, London. 1400p.
- WELSH, H. H. e OLLIVIER, L. M. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: A case study from California's redwoods. **Ecol. Appl.** 8(4): 1118-1132.
- WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: nova fronteira, 1997.
- YOUNG, B. E., et al. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. **Conserv. Biol.** 15: 1213-1223.

Artigo a ser submetido à revista “Academia Brasileira de Ciências (B2)”

ANFÍBIOS ANUROS COMO BIOINDICADORES DO IMPACTO NOS RECURSOS HÍDRICOS DA RESERVA ESTADUAL DE GURJAÚ, PERNAMBUCO

Narciso Silva Leite Júnior^{1,2*} & Geraldo Jorge Barbosa de Moura^{1,2}

¹ Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos (LEHP) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n - Dois Irmãos, Cep.: 52171-900, Recife, PE, Brasil.

Palavras-chave: Agressão Ambiental; Anuros; Contaminação; Mata Atlântica.

Abreviação do Título: Utilz.Anur.Bio.Ef.Elim.Res.Tox.Rec.Hidr.Rser.Est.Gur

Seção na Revista: Ciências Biológicas

***Autor para correspondência:**

Nome: Narciso Silva Leite Junior

Endereço: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n - Dois Irmãos, Cep.: 52171-900, Recife, PE, Brasil.

Telefone: (81) 3320-6326/ 3320-6333

e-mail: narcisosilva@yahoo.com.br

ABSTRACT

The frogs during their life cycle are exposed to various environments, acting as important indicators of pollution and environmental degradation. The research used the frog as a tool aiming to confirm the harmful effect of disposing of waste in the environment. We collected weekly by active search between January and December 2004 in a 1 km stretch of the river Gurjaú, 500 m and 500 m upstream and downstream of the point disposal of pollutants. The State Reserve Gurjaú (SRSG) is located south of the city of Recife, covering the municipalities of Jaboatão Guararapes, Cabo de Santo Agostinho and Moreno. The SRSG has a total area of 1077.10 ha, of which 400 ha represent forested areas. Since its implementation is given by the Company of Pernambuco State Water and Sanitation (COMPESA), which maintains a water treatment plant in the area of the reserve, from the damming of the river Gurjaú. Quaterly COMPESA eliminates the chemical waste resulting from cleaning their tanks directly into the river Gurjaú decantation the uptake of water downstream. The results showed that the 25 species listed for the SRSG, six were observed near the river, namely: *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus* gr. *marmoratus* (Steindachner, 1867), *Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *Litobathes palmipes* (Spix, 1824), *Leptodactylus vastus* (Spix, 1824) and *Pseudopaludicola* gr. *falcipes* (Hensel, 1867). The point before the waste dump compared to the total number of specimens captured was much higher than the point after the elimination of waste and through the physical-chemical analysis of water can be concluded that the action was highly COMPESA impactant in half environment.

Keywords: Amphibians; Indicators of pollution; Gurjaú river; Environmental degradation.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um dos “*hotspot*” de biodiversidade do mundo, apresentando alta incidência de endemismo e elevado número de animais e plantas (Lagos e Muller, 2007). No Brasil, início do século XVI, este ecossistema ocupava cerca de 17.4% do território nacional (1.481.946 km²), estendendo-se pela área costeira e interiorana (Metzger, 2009), daí a origem do nome. Atualmente ocupa aproximadamente 8% de sua área original, sendo classificada como um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta (COLOMBO e JOLY, 2010).

No Nordeste do Brasil a situação não é diferente. Nesta região do País, a Mata Atlântica encontra-se reduzida a cerca de 3% de sua área original, sendo composta por fragmentos desconectados que se distribuem desde a Bahia até o Ceará (Câmara, 1992; Tabarelli e Silva, 2002; Tabarelli, Melo e Lira, 2006). Tal diminuição progressiva dos ecossistemas naturais pode causar drásticos prejuízos à fauna e à flora nordestinas, incluindo desde o desaparecimento de espécies, até alterações na dinâmica das populações (LAURANCE e BIERREGAARD, 1997).

A Reserva Estadual de Gurjaú (RESG) localiza-se ao sul da cidade do Recife, compreendida entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e Moreno. A RESG foi instituída em 1987 pela Lei nº 9989, a qual regulamenta os remanescentes de Mata Atlântica da região metropolitana do Recife, apresentando uma área total de 1.077,10 ha, dos quais 400 ha representam áreas florestadas. Desde sua implantação é administrada, pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Águas (COMPESA), a qual mantém uma estação de tratamento de água no território da Reserva, a partir do represamento do Rio Gurjaú.

Trimestralmente, a COMPESA elimina dejetos químicos na área da Reserva, resultantes da limpeza de seus tanques de decantação. Os dejetos, já identificados nas etapas preliminares deste trabalho, são eliminados no rio Gurjaú, afetando provavelmente a comunidade local (ribeirinha), assim como a fauna e a flora aquáticas. Através de aplicações de questionários socioeconômico-ambientais junto à comunidade local, foi detectado que a população ribeirinha utiliza o rio Gurjaú como fonte de água para beber, lazer, higiene, obtendo alimentos e material para comercialização, como peixes, diversas espécies de camarões entre elas, o pitu (*Macrobrachium carcinus*) (Linnaeus, 1758) (LARRAZÁBAL, 2003).

A eliminação de dejetos sobre o rio Gurjaú requer uma análise dentro da trilogia da biologia da conservação, ciência multidisciplinar desenvolvida como resposta à crise com a qual a diversidade biológica se confronta atualmente (SOULÉ, 1985), exigindo um diagnóstico ecológico do fato já citado, pois só a comprovação da poluição ambiental poderá recolher subsídios para que sejam exigidas providências por parte das autoridades competentes.

Essa comprovação exige uma análise de como os fatores bióticos respondem à poluição, e para tal foram escolhidos Anfíbios Anuros como bioindicadores, pois durante o ciclo de vida são expostos a diferentes ambientes, ficando vulneráveis às mudanças ambientais, atuando dessa forma, como importantes bioindicadores de poluição e degradação ambiental (DUELLMAN e TRUEB, 1994).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da eliminação de resíduos tóxicos nos recursos hídricos da Reserva Estadual de Gurjaú sobre a ecologia da anurofauna local e seus fatores abióticos influenciadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em fragmento de Mata Atlântica na Reserva Estadual de Gurjaú (08° 14' 20''S e 35° 59' W) (Figura 1), Pernambuco, Brasil; assentada sobre um relevo do complexo cristalino e da formação Cabo, apresentando altitudes que variam entre 80 e 130m. O clima é do tipo As' quente e úmido, da porção oriental do Nordeste, segundo classificação de Köppen. As chuvas são de outono-inverno, que caracterizam a Zona da Mata Pluvial, com precipitações de 1900mm anuais. O período das chuvas vai de março a agosto, e o de estiagem, de setembro a fevereiro (FADURPE, 2003).

A área de Gurjaú está inserida na bacia hidrográfica do rio Gurjaú, principal afluente do rio Pirapama. O rio Gurjaú tem cerca de 30 km de extensão, nascendo no município de Moreno em altitudes que ultrapassam 150 m, em área de resquício de Mata Atlântica dos engenhos Contra-Açude e Novo da Conceição (FADURPE, 2003).

A cobertura vegetal da mata em torno do rio Gurjaú apresenta alturas entre 20 e 40m é composta por grande número de espécies da flora regional, muitas delas, endêmicas da Mata Atlântica. A fauna da unidade é típica de Mata Atlântica, com espécies endêmicas, ameaçadas e cinegéticas (FADURPE, 2003).

No que se refere à anurofauna local, 25 espécies já foram listadas para a Reserva Estadual de Gurjaú (CARNAVAL e MOURA, 2003), das quais seis espécies foram encontradas na área de estudo, impactada e não impactada do rio Gurjaú: *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus gr. marmoratus* (Steindachner, 1867), *Scinax x-*

signatus (Spix, 1824), *Litobathes palmipes* (Spix, 1824), *Leptodactylus vastus* (Spix, 1824) e *Pseudopaludicola* gr. *falcipes* (Hensel, 1867).

Amostragem

As coletas dos anuros adultos foram realizadas semanalmente de forma ativa durante o ano de 2004, ao longo de uma faixa de 1Km de extensão localizada às margens do rio Gurjaú, sendo ambas amostradas. As áreas de coleta envolvem desde a margem do rio até os três primeiros metros de margem, medidos perpendicularmente ao leito. Cada coleta foi iniciada no final da tarde (18h) com duração de 4 horas, auxiliado por uma segunda pessoa, totalizando 400 horas-homem de busca ativa durante todo o período de estudo. O ponto de eliminação dos dejetos encontra-se no centro da área de estudo (Figura 2), com o fluxo do rio na direção nordeste. Assim sendo, a nordeste do ponto de eliminação estendem-se 500m do curso do rio “não impactado”, e a sudoeste estendem-se 500m impactados trimestralmente pelos dejetos da COMPESA (Figura 3), lançados quatro vezes durante o trabalho (23/01/2004, 07/05/2004, 30/08/2004 e 08/12/2004). A área de coleta foi marcada a cada cinco metros, objetivando a localização exata dos indivíduos avistados e escutados.

Simultaneamente foram realizadas amostragens mensais da água em três pontos do rio na área de estudo, **1-** Exatamente no ponto de eliminação dos dejetos (0); **2-** 100m a montante do ponto de eliminação dos dejetos (+100) e **3-** 100m a jusante do ponto de eliminação dos dejetos (-100), assim como aferidas as respectivas profundidades. As amostras de água foram submetidas a testes físico-químicos, como turbidez, pH, cloretos e DQO, sendo realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental do Departamento de

Engenharia Civil - UFPE. Além disso, foram registradas semanalmente as características ambientais, como condições climáticas e temperatura.

Utilizou-se a proposta de Dajoz (1983), para o cálculo da constância de ocorrência, que expressa, em porcentagem, o número de levantamentos em que elas ocorreram em relação ao número de levantamentos totais realizados. As espécies com constância superior a 50% foram consideradas constantes; as que ocorreram entre 25% e 50% dos levantamentos foram consideradas acessórias e aquelas que ocorreram em menos de 25%, espécies acidentais.

Para comparar se o número total de capturas e o número de capturas por espécie variou entre a área poluída e não poluída, pelos dejetos, foi realizado o teste Mann-Whitney (fonte).

Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para determinar a possível variação entre os pontos +100, 0 e -100 da eliminação dos dejetos, analisando a variação dos fatores abióticos e parâmetros físico-químicos da água. Para comparação múltipla não-paramétrica foi realizado teste de Nemenyi para as variáveis cloreto, turbidez e DQO, e Teste de Dunn para pH, devido apresentar valores “dependentes”. Todos os testes foram realizados conforme Zar (1999), considerando nível de significância de 0,05 e utilizando para tal propósito o software StatSoft Statistica 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de capturas antes e depois do ponto de eliminação dos dejetos diferiu significativamente quando comparados os dados de todas as espécies em conjunto ($U_{0.05(2)150,150}=8,159$; $p<0,0001$) (Figura 4) e, para cada espécie em particular: *Scinax x-*

signatus ($U_{0.05(2)25,25}=88,000$; $p<0,0001$)(Figura 5), *Leptodactylus vastus* ($U_{0.05(2)25,25}=167,500$; $p=0,0049$)(Figura 6), *Lithobates palmipes* ($U_{0.05(2)25,25}=173,000$; $p=0,0006$) (Figura 7), *Pseudopaludicola falcipes* ($U_{0.05(2)25,25}=48,000$; $p<0,0001$) (Figura 8), *Leptodactylus gr. marmoratus* ($U_{0.05(2)25,25}=156,500$; $p<0,0024$)(Figura 9) e *Hypsiboas semilineatus* ($U_{0.05(2)25,25}=130,500$; $p=0,0004$) (Figura 10). Face aos resultados obtidos todas as espécies mostraram declínios populacionais visíveis nos pontos após a eliminação dos dejetos (Tabela I), evidenciando os anuros como excelentes bioindicadores e o agressivo impacto da metodologia desempenhada pela COMPESA.

Ao se comparar os parâmetros físico-químicos (Tabela I) da água entre as áreas antes (+100), imediatamente (0) e depois (-100) do ponto de eliminação dos dejetos (Tabela II) foi verificada diferença significativa entre todos os fatores analisados: turbidez ($H=10,245$; $gl=2$; $n=18$; $p=0,006$), pH ($H=7,466918$; $gl=2$; $N=18$; $p=0,024$), cloretos ($H=5,490$; $gl=2$; $N=18$; $p=0,0642$) e DQO ($H=13,372$; $gl= 2$; $N=18$; $p =0,001$) (Tabela III).

A análise mostra que as variáveis turbidez (Figura 11) e cloreto (Figura 12) só variam quando comparadas entre os pontos (+100 e -100) e (+100 e 0); a variável DQO só varia quando comparada entre os pontos (+100 e 0) e a variável pH (Figura 13) quando comparada entre os pontos (0 e -100) (Tabela III). Percebemos que a área a jusante do ponto de eliminação tem água mais turva, ácida e com maior concentração de cloretos, ou seja, há indícios de que as características da água foram modificadas pelos despejos da COMPESA. Como os dejetos entram em contato com o ambiente no ponto zero (0), pode-se inferir que os mesmos só influenciam turbidez, cloretos e pH, parâmetros físico-químicos da água altamente influenciadores da anurofauna, pois alteram físico-quimicamente os microambientes ocupados pelos anuros, não permitindo uma adaptação devido a sua vulnerabilidade fisiológica aos referidos parâmetros, pois como resultado da precoce

adaptação ao ambiente terrestre, os anuros não apresentam pulmões que satisfaçam suas necessidades metabólicas, desenvolvendo técnicas auxiliares, como a respiração cutânea.

As trocas gasosas via epiderme requer uma alta vascularização periférica para ter êxito, tornando os anuros praticamente particionados ao ambiente para poderem respirar, porém os deixando presos a ambientes de alta umidade, para evitar desidratação e extremamente vulneráveis a variações dos fatores abióticos, como os aferidos neste trabalho.

Dentre as substâncias utilizadas no tratamento de água que poderiam alterar os parâmetros bióticos (anurofauna) e abióticos influenciadores, pode-se destacar: Sulfato de Alumínio (floculação), Óxido de Cálcio-cal e Cloro; que potencialmente em meio aquoso apresentam-se como íons, tornando-se biodisponível ao metabolismo dos anuros. Segundo sugerido por Ilha (2010), a poluição química dos ambientes também pode ser considerada um fator correlato ao declínio dos anfíbios anuros.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que os procedimentos desempenhados atualmente pela COMPESA, influenciam diretamente na baixa abundância local das espécies de anuros a jusante do ponto de despejo dos resíduos mostrando-se altamente impactantes ao meio ambiente, evidenciando a necessidade de mudança na metodologia do tratamento de água pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Águas na Estação de Tratamento de água de Gurjaú, Pernambuco. Vale ressaltar que a metodologia atual além de impactante gera custos adicionais à COMPESA, pois a partir da aplicação de técnicas químicas (exaustivamente conhecidas) que permitam o reaproveitamento nos materiais utilizados no tratamento da água (Sulfato de Alumínio, Óxido de Cálcio, Carbonato

de Cálcio e Cloro) reduziria de forma importante os custos operacionais, não permitindo assim a entrada desses compostos no ecossistema. O trabalho mostrou que os anuros são excelentes indicadores biológicos, pois devido a sua sensibilidade podem nos dar respostas significativas a respeito da poluição dos recursos hídricos de determinados locais.

RESUMO

Os anfíbios anuros durante o seu ciclo de vida são expostos a diversos ambientes, atuando como importantes indicadores de poluição e degradação ambiental. A pesquisa utilizou os anuros como ferramenta objetivando confirmar o efeito nocivo da eliminação dos dejetos no ambiente. Foram realizadas coletas semanais por busca ativa entre janeiro e dezembro de 2004, em uma extensão de 1Km à margem do rio Gurjaú, sendo 500m a montante e 500m a jusante do ponto de eliminação dos poluentes. A Reserva Estadual de Gurjaú (RESG) localiza-se ao sul da cidade do Recife, abrangendo os municípios de Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e Moreno. A RESG apresenta uma área total de 1.077,10 ha, dos quais 400 ha representam áreas florestadas. Desde a sua implantação é administrada pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Águas (COMPESA), a qual mantém uma estação de tratamento na área da Reserva, a partir do represamento do rio Gurjaú. Trimestralmente a COMPESA elimina dejetos químicos resultantes da limpeza de seus tanques de decantação diretamente no rio Gurjaú, à jusante da captação de água. Os resultados mostraram que das 25 espécies listadas para a RESG, seis foram observadas nas proximidades do rio, a saber: *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus* gr. *marmoratus* (Steindachner, 1867), *Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *Lithobates palmipes* (Spix, 1824), *Leptodactylus vastus* (Spix, 1824) e *Pseudopaludicola* gr. *falcipes* (Hensel, 1867). O ponto anterior ao despejo dos resíduos quando comparado ao número total de espécimes capturados foi muito superior ao ponto após a eliminação dos resíduos e através da análise físico-química da água pode-se concluir que a ação da COMPESA mostrou-se altamente impactante ao meio ambiente.

Palavras-chave: Anfíbios; Degradação ambiental; Indicadores de poluição; Rio Gurjaú.

REFERÊNCIAS

- BRADFORD, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 72: 248-254.
- CÂMARA, I.G. 1992. **Plano de Ação para a Mata Atlântica**. Editora Interação. São Paulo. 152 p.
- CARNAVAL, A. C. O. Q. & G. J. B. MOURA 2003. **A anurofauna da Reserva de Gurjaú**, *In*: Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional (FADURPE). Levantamento dos Anfíbios. Resultados Parciais. Recife. 07-31 p.
- DAJOZ, R. 1983. **Ecologia Geral**. Petrópolis: Vozes.
- DUBOIS, M; GILLEWS, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington. 28(3): 350-356.
- DUELLMAN, W. E. & L. TRUEB 1994. **Biology of Amphibians**. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 789p.
- FADURPE - Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional. 2003. **Levantamento da biodiversidade da reserva de Gurjaú, Recife, Pernambuco**, 157p.
- ILHA, P. R. J. 2010. Efeitos letais e subletais da poluição por nitrogênio em larvas de anuros. Dissertação de Mestrado. **Instituto de biociências**, USP, 84p.
- LAEMMLI, U. K. 1970. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. **Nature**. 227: 680-685.
- LAGOS, A. R. e MULLER, B. L. A. 2007. Hotspot brasileiro: Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, 2(2): 35-45.

- LARRAZABAL, M. E. 2003. **Biologia da Conservação**. *In*: Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional (FADURPE). Levantamento dos Aspectos socioeconômicos ambientais. Resultados Parciais. Recife. 136 – 157 p
- LAURANCE, W. F. & R. O. BERREGAARD Jr. 1997. Preface: A Crisis in the Making. *In*: Laurance, W. F. e R. O. Jr. Bierregaard (ed). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: The University of Chicago Press.
- METZGER, J. P. 2009. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**. 142: 1138–1140.
- MYERS, N.; R. A. MITTERMEIER; C. G. MITTERMEIER; G. B. A. da FONSECA & J. KENT, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858.
- SOULÉ, M. 1985. **What is conservation biology?**. **BioScience**. 35: 727-734.
- TABARELLI, M.; MELO, M. D. V. C. e LIRA, O. C. 2006. **Mata Atlântica – uma rede pela floresta**. Rede de Ongs da Mata Atlântica.
- ZAR, Z. H. 1999. **Biostatistical analysis**. Ryu, T. [Ed] Prentice Hall. New Jersey. 4ªed. 663p.

FIGURA 1

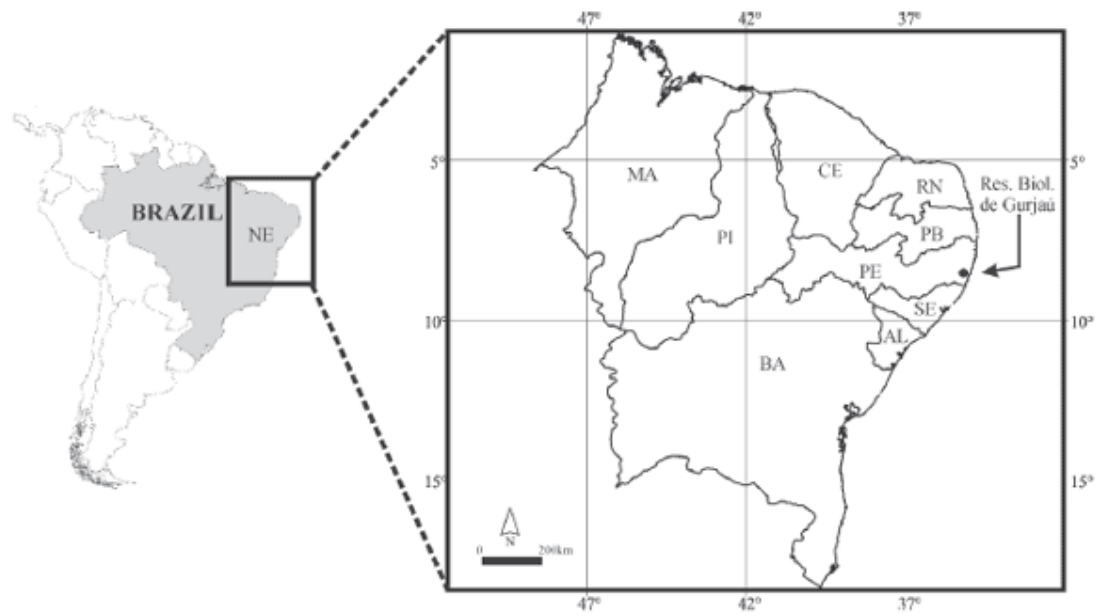


Figura 1. Mapa de localização da Reserva ecológica de Gurjaú, Pernambuco.

FIGURA 2

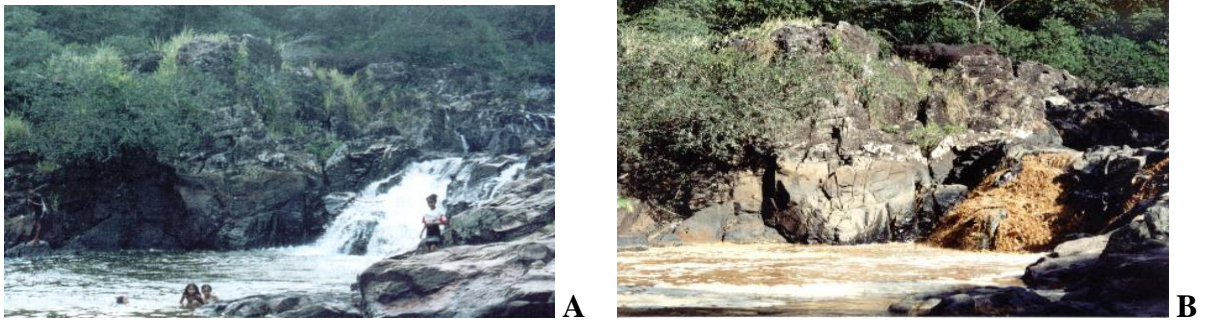


Figura 2: Vista parcial da área de estudo - rio Gurjaú; (A) Não impactada (02/01/2004); (B) impactada (24/01/2004).

FIGURA 3

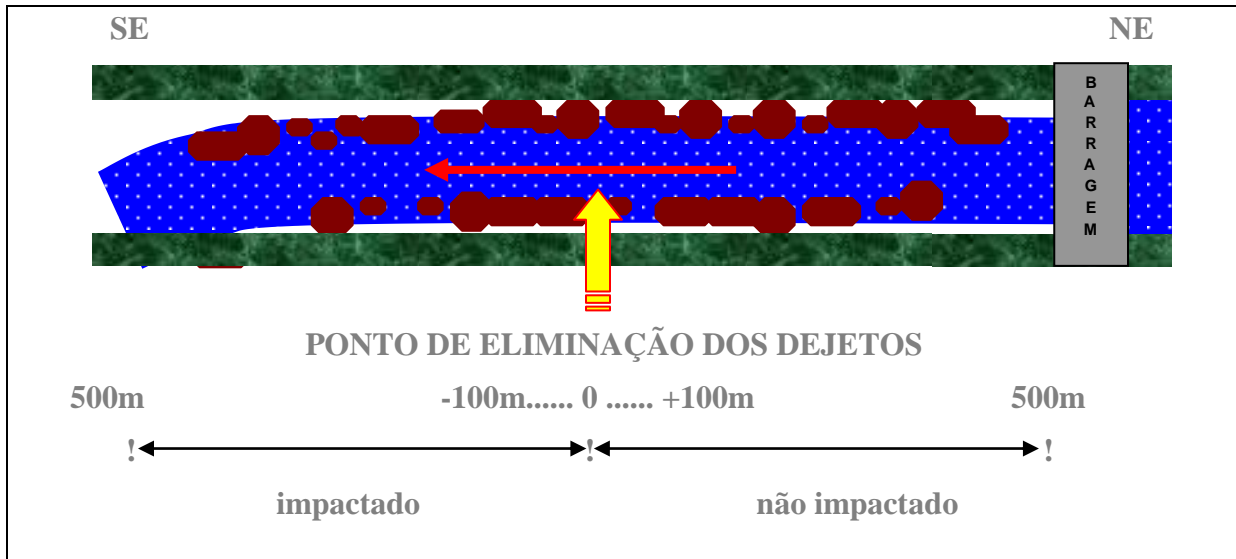


Figura 3. Desenho esquemático de delimitação da área de coleta.

FIGURA 4

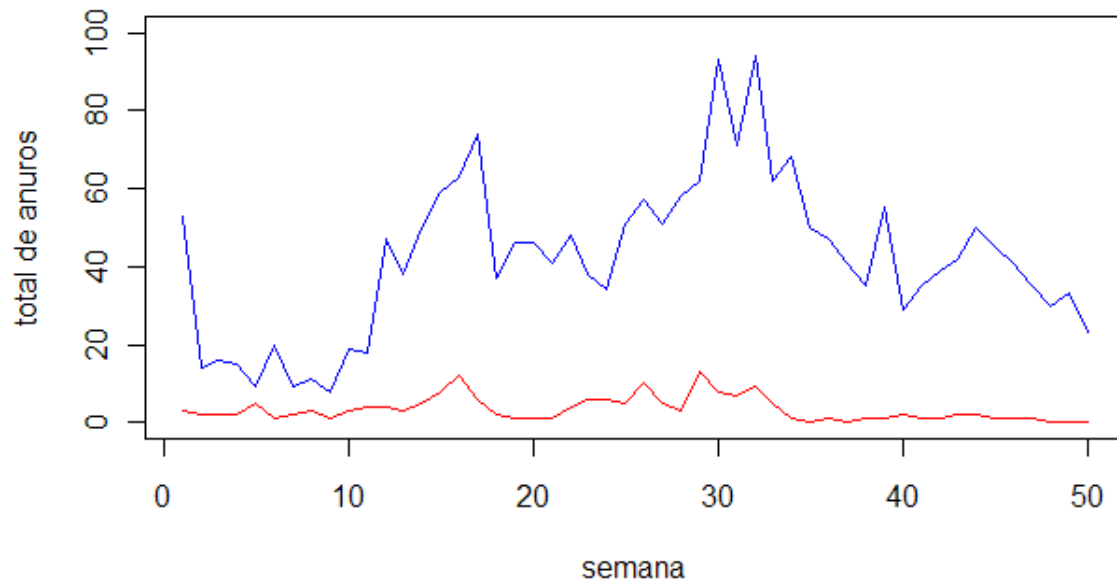


Figura 4: Evolução semanal do total de animais encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 5

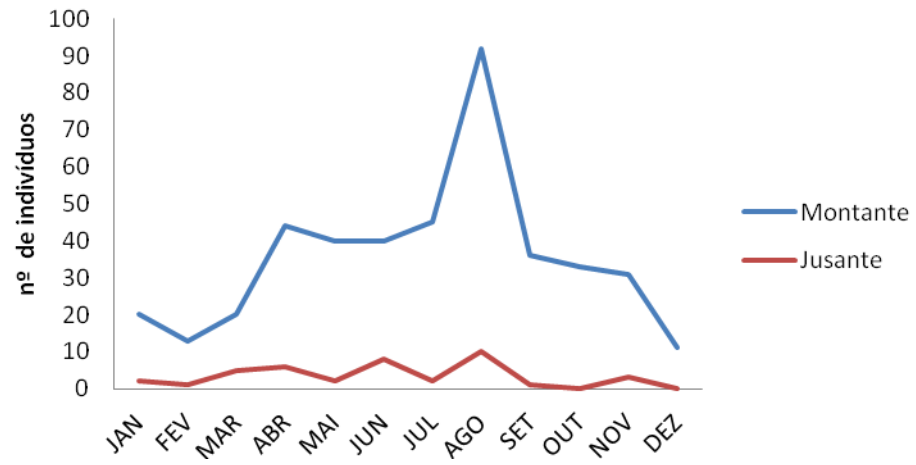


Figura 5: *Scinax x-signatus* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 6

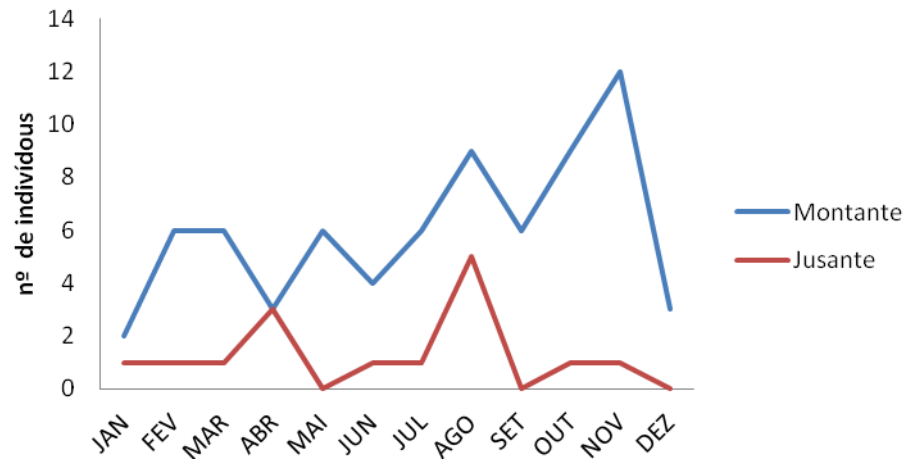


Figura 6: *Leptodactylus vastus* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 7

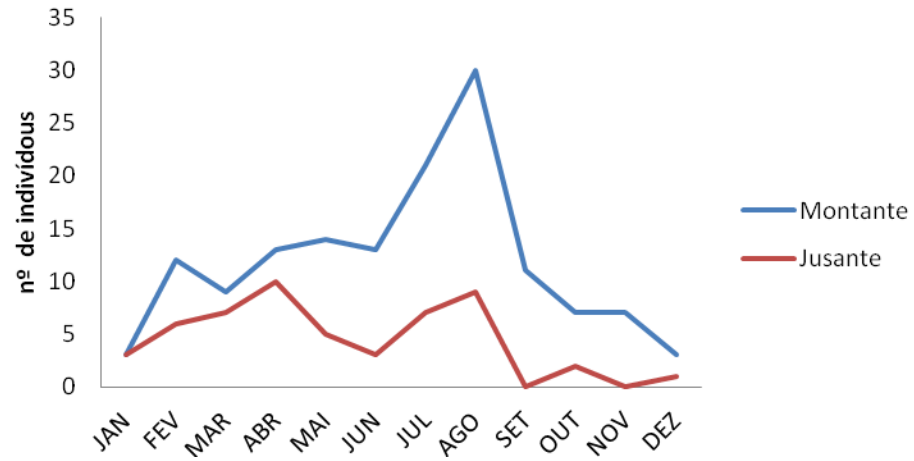


Figura 7: *Lithobates palmipes* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 8

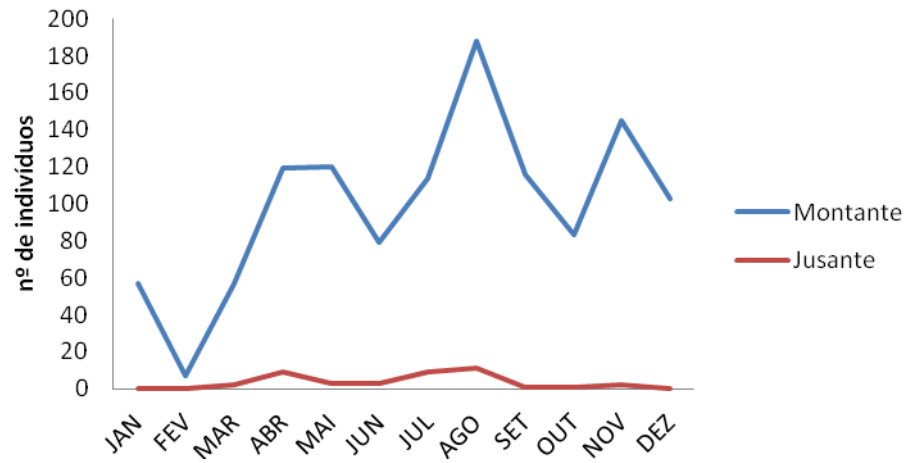


Figura 8: *Pseudopaludicola falcipes* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 9

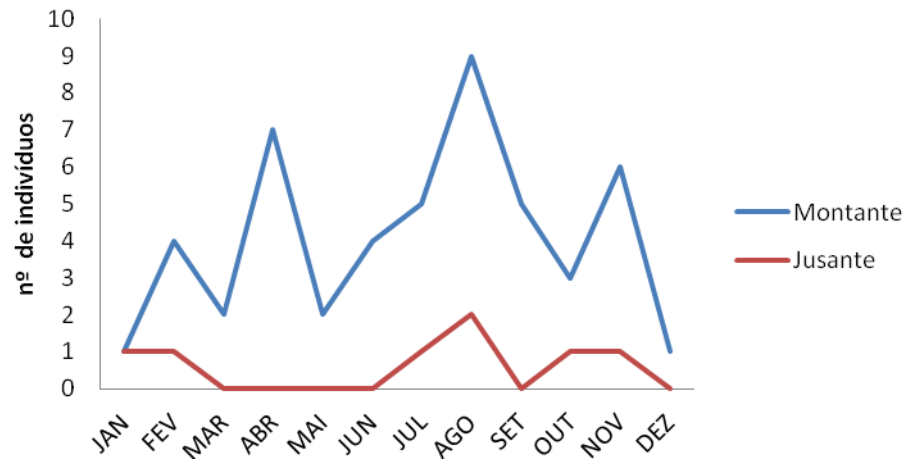


Figura 9: *Leptodactylus gr. marmoratus* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 10

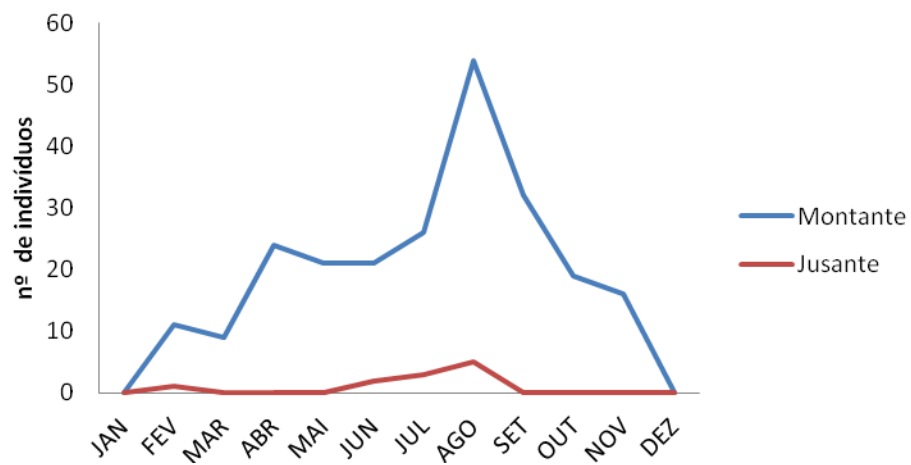


Figura 10: *Hypsiboas semilineatus* encontrados a montante (azul) e a jusante (vermelho).

FIGURA 11

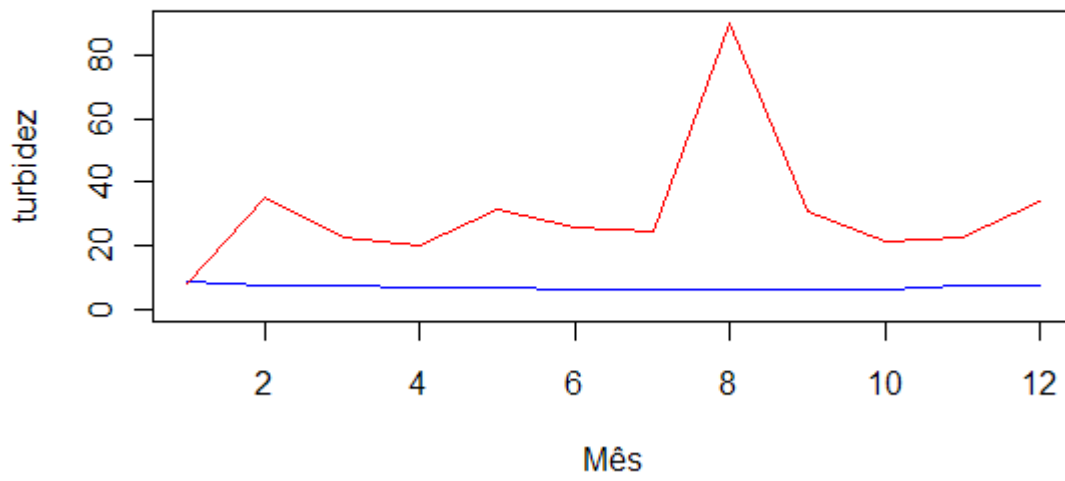


Figura 11: Evolução mensal da turbidez (em uT) registrada a montante (azul) e jusante (vermelho)

FIGURA 12

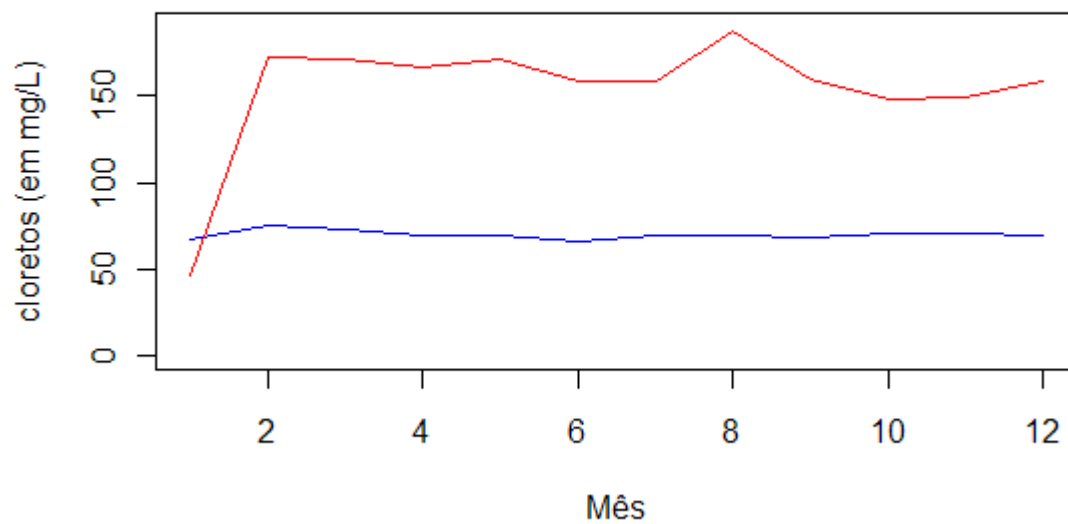


Figura 12: Evolução mensal de coloretos (em mg/L) registrados a montante (azul) e a jusante (vermelho)

FIGURA 13

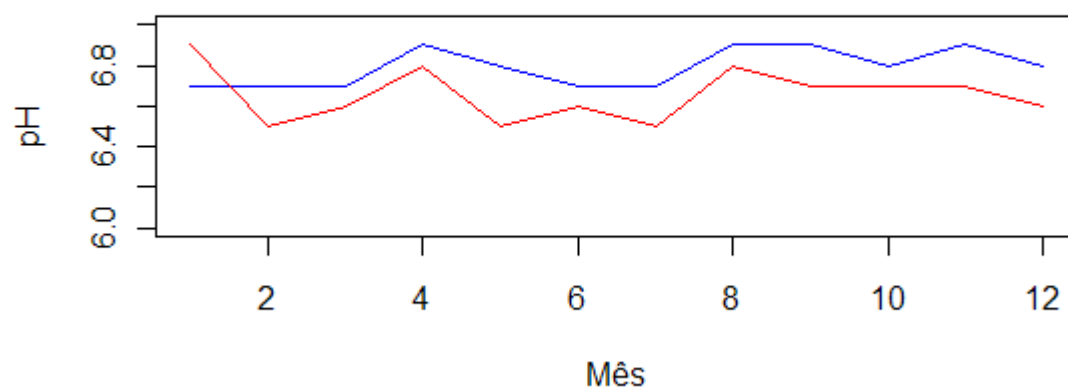


Figura 13: Evolução mensal do pH registrado a montante (azul) e a jusante (vermelho)

TABELA I

Tabela I A.: Anurofauna registrada semanalmente na Reserva Estadual de Gurjaú entre janeiro e dezembro de 2004. A montante do ponto de eliminação dos dejetos (Abreviações: *ACI*, Acidental; *ACE*, Acessória; *CO*, Constante).

MESES/2004	JANEIRO							FEVEREIRO							MARÇO							ABRIL							MAIO							JUNHO							JULHO							AGOSTO							SETEMBRO							OUTUBRO							NOVEMBRO							DEZEMBRO							Total por Espécies	Constância de Ocorrência	Categorias	Abundância Relativa													
	COLETAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	DIAS	12	16	19	02	09	16	23	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22	06	13	20	27	03	10	17	24					31	07	14	21	28	05	12	19	26	02	09	16	23
1-Família Hylidae																																																																																																					
<i>1.1-S. i-signatus</i>	10	0	10	6	3	0	4	1	5	0	6	8	5	10	12	17	16	6	8	10	9	9	12	10	12	8	15	10	17	20	22	25	8	10	8	11	7	10	12	6	5	8	4	6	5	8	0	7	4	0	425	90%	CO																																																
<i>1.2-H. semilineatus</i>	0	0	0	0	0	10	1	5	0	1	0	3	2	6	4	12	8	0	1	12	6	4	7	4	0	10	6	10	8	12	9	15	10	14	7	11	0	2	8	0	9	7	3	0	6	0	0	0	0	233	66%	CO																																																	
2-Família Leptodactylidae																																																																																																					
<i>2.1-P. fulcipes</i>	40	13	4	3	0	2	2	0	2	15	10	30	26	29	36	28	40	25	33	22	23	31	12	13	32	34	18	30	25	50	32	40	41	38	30	18	30	20	30	18	15	19	28	42	29	27	33	21	29	20	1188	96%	CO																																																
<i>2.2-L. vastus</i>	1	1	0	0	1	4	1	1	1	1	0	3	2	0	1	0	4	1	0	1	2	0	1	1	1	0	2	3	4	2	2	0	1	1	1	3	1	2	4	1	2	4	4	0	2	2	1	1	0	1	72	78%	CO																																																
<i>2.3-L. marmoratus</i>	0	0	1	1	3	0	0	1	0	1	0	0	2	1	1	3	2	0	0	0	0	2	1	1	3	2	0	0	1	3	1	4	0	2	1	2	0	0	0	2	1	0	1	0	2	3	0	0	0	1	49	56%	CO																																																
3-Família Ranidae																																																																																																					
<i>3.1-L. palmipes</i>	2	0	1	5	2	4	1	3	0	1	2	3	1	4	5	3	4	5	4	1	1	2	5	5	3	3	10	5	7	6	5	10	2	3	3	2	3	1	1	2	3	1	2	2	1	1	1	1	0	1	143	94%	CO																																																
TOTAL	53	14	16	15	9	20	9	11	8	19	18	47	38	50	59	63	74	37	46	46	41	48	38	34	51	57	51	58	62	93	71	94	62	68	50	47	41	35	55	29	35	39	42	50	45	41	35	30	33	23	2110	-	-	100%																																															
	ESTIAGEM														CHUVA														ESTIAGEM																																																																								
OBSERVAÇÃO: Data de eliminação dos dejetos, 23/01/2004, 07/05/2004, 30/08/2004 e 08/12/2004.																																																																																																					

TABELA II

Tabela II: Dados físico-químicos da água e ambientais da Reserva Estadual de Gurjaú, coletados entre janeiro e dezembro de 2004.

	Mês	Dia	Ponto	Profundidade (cm)	Turbidez (uT)	pH	Cloretos (mg/L)	DQO (mg/L)	T(°C)	Pluviosidade
ESTIAGEM	JAN	19	+100	42	8,71	6,7	67	180	24	249,9
			0	21	8,5	6,9	48			
			-100	30	8,2	6,9	46	190		
	FEV	23	+100	45	7,6	6,7	75	157	23	226,0
			0	22	35,7	6,9	185	1080		
			-100	40	35,4	6,5	172	960		
	MAR	30	+100	45	7,3	6,7	73	152	24	168,8
			0	22	22,8	6,8	178	1078		
			-100	44	22,5	6,6	171	957		
ABR	27	+100	53	7,1	6,9	70	156	22	378,2	
		0	35	20,7	6,8	170	1064			
		-100	45	19,9	6,8	167	950			
CHUVA	MAI	25	+100	60	7,0	6,8	70	154	25	327,7
			0	39	32,7	7,0	178	1077		
			-100	60	31,7	6,5	171	960		
	JUN	22	+100	98	6,2	6,7	66	157	22	537,3
			0	52	28,8	6,9	165	1062		
			-100	88	25,7	6,6	159	945		
	JUL	27	+100	90	5,9	6,7	69	152	18	359,8
			0	46	22,6	6,8	160	1078		
			-100	81	24,4	6,5	158	948		
AGT	31	+100	92	6,0	6,9	69	157	20	138,9	
		0	49	98,0	6,9	192	1082			
		-100	84	90,1	6,8	188	952			
ESTIAGEM	SET	28	+100	95	6,1	6,9	68	154	19	81,1
			0	51	35,2	6,7	166	1081		
			-100	86	31,0	6,7	160	955		
	OUT	26	+100	91	6,5	6,8	71	152	22	33,6
			0	49	22,8	6,6	158	1076		
			-100	83	21,6	6,7	148	948		
	NOV	30	+100	65	7,3	6,9	71	156	23	18,2
			0	38	23,1	6,7	152	1066		
			-100	51	22,5	6,7	149	941		
DEZ	28	+100	62	7,4	6,8	70	151	25	13,2	
		0	36	36,8	6,9	162	1061			
		-100	49	34,0	6,6	159	952			

TABELA III

Tabela III: Média e desvio padrão dos dados físico-químicos da água e ambientais nos três pontos de amostragem, entre janeiro e junho de 2003, no rio Gurjaú, Reserva Estadual de Gurjaú, PE.

PONTO	VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Antes (+100)	Turbidez	7,318	0.826
	pH	6,750	0.083
	Cloretos	70,166	3.430
	DQO	159,333	10.308
Dejeto (0)	Turbidez	24,866	9.835
	pH	6.883	0.075
	Cloretos	154.000	52.394
	DQO	925.500	359.420
Depois (-100)	Turbidez	23.900	9.599
	pH	6.650	0.164
	Cloretos	147.666	50.038
	DQO	827.000	312.121

TABELA IV

Tabela IV: Indicação dos parâmetros físico-químicos da água e ambientais que variaram entre os três pontos de amostragem, entre janeiro e dezembro de 2004, no rio Gurjaú, Reserva Estadual de Gurjaú, PE).

	TURBIDEZ	CLORETO	DQO	pH
+100 Vs -100	q=624; $q_{0.05(\infty)6}=4,03$	q=2,30; $q_{0.05(\infty)6}=4,03$	-	-
+100 Vs 0	q=720; $q_{0.05(\infty)6}=4,03$	q=3,38; $q_{0.05(\infty)6}=4,03$	q=0,46; $q_{0.05(\infty)6}=4,03$	-
0 Vs -100	-	-	-	q=2,683; $q_{0.05,3}=2,394$
Teste utilizado	Teste de Nemenyi	Teste de Nemenyi	Teste de Nemenyi	Teste de Dunn

4. Normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências

1. Sempre que possível os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes:

- Página de rosto;
- Abstract (escrito em página separada);
- Introdução;
- Materiais e Métodos;
- Resultados;
- Discussão;
- Agradecimentos (quando necessário);
- Resumo e palavras-chave (em Português);
- Referências.

Obs: Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte de Materiais e Métodos e reunir os Resultados com as Discussões.

2. Os artigos devem ser preparados em espaço duplo;

3. Todas ilustrações serão consideradas como figuras (ex.: gráficos, mapas, tabelas com mais de 12 colunas ou 24 linhas);

4. As figuras devem vir separadas do texto;

5. A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo; 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (máx. 50 letras); 6. Seção da academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números do fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.