



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CENTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO SOCIOAMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

MARCOS VINÍCIUS NOGUEIRA DAMASCENO

**CONTRIBUIÇÃO DE FRAGMENTOS DE MATA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL PARA A DIVERSIDADE DE ANFÍBIOS ANUROS NA
REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL.**

Itapetinga-BA

2016

Marcos Vinícius Nogueira Damasceno

Contribuição de fragmentos de mata estacional semidecidual para a diversidade de anfíbios anuros na região sudoeste do estado da Bahia, Brasil.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento

Orientadora Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Del-Grande.

Co-orientador Prof.^o Dr. Raymundo José de Sá-Neto.

Itapetinga-BA

2016

597.8 Damasceno, Marcos Vinicius Nogueira.

D162c

Contribuição de fragmentos de mata estacional semidecidual para a diversidade de anfíbios anuros na região sudoeste do Estado da Bahia, Brasil / Marcos Vinicius Nogueira Damasceno. – Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.

64 fl.

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, BA. Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sob a orientação da Prof^ª. D. Sc. Maria Lúcia Del-Grande; co-orientador Prof. D. Sc. Raymundo José de Sá-Neto.

1. Anfíbios – Floresta Estacional Semidecidual – Vitória da Conquista, Ba. 2. Anfíbios – Fragmentação florestal – Conservação. 3. Anfíbios – Diversidade – Estudos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. II. Del-Grande, Maria Lúcia. III. Sá-Neto, Raymundo José de. IV. Título.

CDD(21): 597.8

Catálogo na fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB/5-1014

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Floresta Estacional Semidecidual
2. Fragmentação florestal : Vitória da Conquista, Ba
3. Anfíbios : Diversidade

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade de cursar esse mestrado, pela vida e por tudo. À Karol, minha esposa, pelo amor, companheirismo e dedicação integral. Aos meus pais, Sarah e Alberto, por todo carinho e apoio. À minha sogra Sumaia pelo acolhimento e cuidado. À minha irmã e meu irmão. Às minhas avós. À minha família. Aos meus amigos, em especial a Rayana, Bia e Giovanni, muito obrigado.

Agradeço a UESB e a CAPES pelo apoio durante a execução deste projeto.

Agradeço a meu coorientador Raymundo pelo apoio e dedicação. À minha orientadora Maria Lúcia, por estar sempre me incentivando e acreditando em mim. Obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Floresta Atlântica e Anuros	13
2.2 Anurofauna em Florestas Estacionais Semidecíduais	14
2.3 Planalto de Conquista	15
2.4 Fragmentação Florestal.....	16
2.5 Análises de Redes.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Área de Estudo	23
3.1.1 Descrição dos fragmentos de mata estacional semidecidual.....	23
3.1.2 Descrição dos pontos amostrais.....	25
3.2 Coleta de dados	28
3.3 Análise de dados	29
4. RESULTADOS.....	31
5. DISCUSSÃO	40
6. REFERÊNCIAS.....	46
7. ANEXO	58
7.1 ANEXO I.....	58
7.2 ANEXO II.....	61

Lista de Figuras

- Figura 1.** Grafo criado por Euler para a resolução do problema das pontes de Königsberg, onde substituiu as porções de terra por nós (A, B, C, D) e as pontes por *links* (a, b, c, d, e, f, g). Imagem retirada de Barabási (2002).....19
- Figura 2.** Vista parcial do Fragmento 1 .Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....24
- Figura 3.** Vista parcial do Fragmento 2. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....24
- Figura 4.** Vista parcial do Fragmento 3. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....24
- Figura 5.** Visão aérea da Fazenda Sossego e dos pontos amostrais, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....26
- Figura 6.** Ponto amostral PP1. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....27
- Figura 7.** Ponto amostral PT1. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....28
- Figura 9.** Ponto amostral PT2. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....28
- Figura 9.** Ponto amostral PT3. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.....28
- Figura 10.** Espécies de anfíbios anuros na Fazenda Sossego, Barra do Choça, Bahia, Brasil.....32
- Figura 11.** Riqueza de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a temperatura média (linha vermelha) nos dias de coleta.....34
- Figura 12.** Abundância de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a temperatura média (linha vermelha) nos dias de coleta.....35
- Figura 13.** Riqueza de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a pluviosidade mensal (linha azul).....35
- Figura 14.** Abundância de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a pluviosidade mensal (linha azul).....36
- Figura 15.** Histograma dos valores de modularidade para 5000 randomizações. A linha vertical representa a modularidade real.....37
- Figura 16.** Rede formada pelas ligações das espécies encontradas com os pontos amostrais analisados. As cores indicam os módulos formados. O tamanho do nó indica a função do mesmo segundo Guimerá e Amaral (2005), sendo o menor nó = ultra-periférico, seguido de periférico, non-hub conector e o maior = hub conector. A espessura dos *links* indicam a abundância média da espécie no ponto amostral.....39

Lista de Tabelas

Tabela 1. Espécies de anfíbios no Planalto da Conquista, registradas por Argôlo <i>et al.</i> (2005).....	16
Tabela 2. Ocorrência de anuros por ponto amostral, frequência de ocorrência por tipo de ambiente e abundância total por tipo de ambiente. Fazenda Sossego. Barra do Choça, Bahia, Brasil.....	33
Tabela 3. Correlação de Spearman para as variáveis climáticas temperatura e pluviosidade, correlacionadas com a riqueza e abundâncias dos fragmentos e das áreas de poças.....	34
Tabela 4. Abundância relativa de girinos por ponto amostral na Fazenda Sossego, Barra do Choça, Bahia, durante novembro de 2014 e outubro de 2015.....	36
Tabela 5. Riqueza de espécies de anfíbios anuros em Florestas Estacionais Semidecíduais. FES=Floresta Estacional Semidecidual; CER=Cerrado; EUC=Eucalipto; FOD=Floresta Ombrófila Densa.....	40

Lista de Anexos

Anexo I. Box de Haddad & Prado, 2005, com a descrição dos 39 modos reprodutivos para anuros.....	58
Anexo II. Scripts utilizados no <i>software</i> R, para análise de rede.....	61

RESUMO

A fragmentação florestal é uma das principais causas de declínios de populações de anfíbios no mundo. Com isto, estudos que abordem a influência dos efeitos da fragmentação florestal e da perda de habitat sobre as populações de anfíbios são de grande importância para a conservação dessas espécies. O Planalto de Conquista, localizado na região sudoeste do estado da Bahia, possui uma formação vegetal caracterizada como uma transição entre os domínios da Caatinga, Cerrado e Floresta Atlântica. A floresta estacional semidecidual do Planalto de Conquista foi severamente devastada para a expansão da agropecuária e crescimento urbano. Com intuito de verificar se os fragmentos remanescentes de floresta estacional semidecidual abrigam uma diversidade de anuros diferente da encontrada em áreas totalmente desmatadas, foi realizado um levantamento em três fragmentos (22, 19,5 e 21,5 ha) e em quatro áreas desmatadas, sendo três poças temporárias no pasto e uma poça permanente. O estudo foi conduzido durante o período de novembro de 2014 a outubro de 2015, na Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia. Foi construída uma rede para analisar como esses pontos amostrais estão ligados às espécies que ali ocorrem. Foram encontradas 24 espécies de anuros, com 14 ocorrendo nos fragmentos, sendo três exclusivas, e 21 nas áreas de poças, com dez exclusivas deste ambiente. A análise de rede agrupou as espécies e os pontos amostrais em quatro módulos, um deles formado pelos três fragmentos associados a sete espécies. Essa associação entre os fragmentos demonstra como estes estão atuando de forma similar para a manutenção da diversidade de anuros, visto que sete espécies (*Haddadus binotatus*, *Pristimantis paulodutraei*, *Pristimantis vinhai*, *Aplastodiscus cavicola*, *Aplastodiscus sp*, *Bokermannohyla sp* e *Proceratophrys renalis*) possuem forte ligação de dependência com os fragmentos, devido tanto as condições ambientais dos mesmo, quanto as características biológicas das espécies. Já as áreas abertas, apesar da maior riqueza, foi ocupada principalmente por espécies generalista para escolha de habitat, se mostrando ambientes pouco atrativos para espécies com maiores exigências ecológicas. Com isso, verificou-se que os fragmentos florestais possuem função crucial para a manutenção de anuros em áreas fortemente impactadas pela ação antrópica no município de Barra do Choça e este padrão pode se repetir em outros fragmentos da região.

Palavras-chave: Anurofauna, Floresta Estacional Semidecidual, *Network*, Planalto de Conquista.

ABSTRACT

Forest fragmentation is a major cause of declines in amphibian populations in the world. Thereby, studies addressing the influence of the effects of forest fragmentation and habitat loss on populations of amphibians are of great importance for the conservation of these species. The Planalto de Conquista plateau, located in the southwestern region of Bahia state, has a vegetal formation characterized as a transition between areas of Caatinga, Cerrado and Atlantic Rainforest. The semideciduous forest of the Planalto de Conquista plateau was severely devastated for the expansion of agriculture and urban growth. In order to verify if the remaining fragments of semideciduous forest shelter a diversity of different anurans from that found in totally deforested areas, a survey was conducted in three fragments (22, 19.5 and 21.5 ha) and four deforested areas, three temporary ponds in pasture and a permanent pond. The study was conducted during the period November 2014 to October 2015, at Fazenda Sossego, municipality of Barra do Choça, Bahia. A network was built to analyze how these sampling points are linked to species that occur there. 24 frog species were found, with 14 occurring in fragments, with three exclusive, and 21 in the areas of puddles, with ten unique to this environment. Network analysis grouped the species and sampling points in four modules, one formed by three fragments associated with seven species. This association between the fragments shows how they are acting in a similar way to maintain anuran's diversity, as seven species (*Haddadus binotatus*, *Pristimantis paulodutraei*, *Pristimantis vinhai*, *Aplastodiscus cavicola*, *Aplastodiscus sp*, *Bokermannohyla sp* and *Proceratophrys renalis*) have strong bond of dependence with fragments due to both environmental conditions and biological characteristics of the species. Already open areas, despite greater wealth, was mainly occupied by generalist species to habitat choice, proving unattractive environments for species with higher ecological requirements. Thus, it was found that semideciduous forest fragments have crucial role for the maintenance of anurans in areas heavily impacted by human activities in the Barra do Choça municipality and this pattern can be repeated in other fragments of the region.

Keywords: Anurans, Semideciduous Forest, Network , Planalto de Conquista.

1. INTRODUÇÃO

Os inventários de fauna representam a composição de espécies do local, visto que uma amostragem completa de uma área é praticamente impossível, além de ser inviável. Além disso, têm como finalidade acessar a diversidade e a riqueza de uma determinada área em um dado período de tempo, sendo fundamentais para decisões de manejo e conservação de espécies, bem como a escolha de áreas prioritárias para criação de unidades de conservação, além de ser essencial nas análises de impactos ambientais. (SILVEIRA *et al.*, 2010).

A perda de habitat e a fragmentação florestal, causadas principalmente por ações antrópicas, são as principais causas da redução da biodiversidade no planeta (TABARELLI & GASCON, 2005), incluindo as populações de anfíbios (CUSHMAN, 2006). O estudo sobre a contribuição de fragmentos para a diversidade de anfíbios atua como um fator chave para a conservação do grupo e o entendimento das exigências ecológicas das espécies. Assim, neste trabalho escolhemos o Planalto da Conquista pela importância dos levantamentos faunísticos e a escassez de dados sobre as populações de anuros nesta região.

No Planalto de Conquista, localizado na região sudoeste do estado da Bahia, existem diversas formações vegetais, como a Caatinga, o Cerrado, a Mata de Cipó e a Floresta Atlântica interiorana. Esta última pode apresentar variadas fitofisionomias, sendo a principal delas a floresta estacional semidecidual (CAMPIOLO *et al.*, 2005). Este tipo de formação vegetal se caracteriza por apresentar árvores de médio e grande porte, acompanhadas de vegetação arbustiva e gramínea, mantendo um aspecto de mata úmida, em decorrência das condições climáticas da região. Encontra-se em um estado altamente fragmentado e consiste em uma das fitofisionomias mais devastada e menos conhecida da Floresta Atlântica interiorana (NETO, 2005).

O presente trabalho objetivou realizar um levantamento da anurofauna de fragmentos de mata estacional semidecidual, no município de Barra do Choça, Bahia, verificando se estes fragmentos, ainda que de pequena extensão, abrigam uma diversidade de anfíbios distinta daquela encontrada em áreas onde toda a cobertura florestal foi removida, e como os fragmentos estão conectados e quão importante são estas conexões. Para tal, foram analisados três fragmentos de mata estacional semidecidual, bem como áreas abertas próximas. Foi determinada a composição de espécies de cada fragmento e realizada uma análise de rede entre os fragmentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Floresta Atlântica e Anuros

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a Floresta Atlântica é um bioma brasileiro, constituído por diversas formações vegetais, que se estendia originalmente por uma área de aproximadamente 1.300.000 km². Dentre essas formações estão as Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta; além de áreas associadas, como restingas, manguezais e campos de altitude. Para Ribeiro *et al.* (2009) hoje restam entre 11,73% e 16% da Floresta Atlântica, uma área aproximada a 163.775 km², distribuída em 245.173 fragmentos, com o maior deles com aproximadamente 11.045 km².

A Floresta Atlântica possui uma elevada biodiversidade, se caracterizando como um dos biomas mais ricos do planeta e devido ao seu alto grau de endemismo e biodiversidade é classificado como um dos 34 *hotspots* (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

No estado da Bahia, segundo o Núcleo Mata Atlântica, a Floresta Atlântica ocupava originalmente uma área equivalente a 36% da cobertura vegetal do estado. Além disso, eles informam que hoje apenas 6% dessa cobertura permanece e, apesar do alto grau de devastação, ainda abriga inúmeras espécies de plantas e animais, com altas taxas de endemismo e que para anfíbios esse valor chega a 10% das espécies identificadas.

Os anfíbios são um grupo de animais altamente sensíveis a variações climáticas, principalmente relacionadas com mudanças na temperatura, umidade e precipitações. Parte dessa sensibilidade se deve ao fato dos anfíbios possuírem um tegumento altamente permeável e um ciclo de vida bifásico, no qual grande parte das espécies possui uma fase larval dependente do ambiente aquático ou com alta umidade (DUELLMAN & TRUEB, 1986).

A anurofauna da Floresta Atlântica é o foco de diversas pesquisas que demonstram a riqueza do bioma em diferentes localidades do Brasil. (*e.g.* HEYER *et al.* 1990; IZECKSOHN & CARVALHO-E-SILVA 2001; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; RÖDDER *et al.* 2007; VERDADE *et al.* 2009; FORLANI *et al.* 2010; ALMEIDA *et al.* 2011). Na Floresta Atlântica existem aproximadamente 540 espécies de anfíbios, com cerca de 90% endêmicas (HADDAD *et al.*, 2013). Além disso, são registrados 27 dos 39 modos reprodutivos (ver Anexo 1), com sete modos exclusivos, para esse bioma (HADDAD & PRADO, 2005).

No estado da Bahia diversos estudos com anurofauna de Floresta Atlântica demonstram a elevada riqueza de espécies que ocorrem no domínio do bioma: Dias *et al.* (2014) que registraram 80 espécies para a Serra Bonita, localizada entre os municípios de Camacan e Pau Brasil, destas 15% endêmicas do estado da Bahia e 77,2% endêmicas do bioma da Floresta Atlântica; Dias *et al.* (2014b), que registraram 59 espécies de anuros na APA Lagoa Encantada e Rio Almada, que abrange os municípios de Floresta Azul, Almadina e Ilhéus, com 75% das espécies endêmicas do bioma da Floresta Atlântica e seis espécies endêmicas do estado da Bahia; Camurugi *et al.* (2010), que registraram 48 espécies na Reserva Ecológica da Michelin, município de Igrapiúna, com 45,3% das espécies endêmicas do bioma da Floresta Atlântica; Silvano e Pimenta (2003) que investigaram 21 fragmentos de Floresta Atlântica na região sul do estado, e encontraram 92 espécies. Desses fragmentos o com maior riqueza apresentou 39 espécies e o menor, 13 espécies; Juncá (2006) registrou 46 espécies em duas localidades no litoral norte do estado. Estes trabalhos, além de proporcionar novos dados de distribuição geográfica e uso de habitat, também registram novas espécies para o bioma, como as descritas por Pombal Jr. & Gordo (1991); Caramaschi & Pimenta (2003); Cruz *et al.*, (2003); Pimenta & Caramaschi (2007).

Grande parte das pesquisas realizadas sobre anuros na Floresta Atlântica está relacionada a fragmentos de floresta ombrófila densa, que apresenta clima úmido durante todo o ano, melhores condições climáticas, e se constitui na fitofisionomia mais representativa e conhecida do bioma (HADDAD *et al.*, 2013).

2.2 Anurofauna em Florestas Estacionais Semidecíduais

A floresta estacional semidecidual (doravante FESD), também conhecida como floresta tropical subcaducifólia, é uma formação vegetal associada ao bioma da Floresta Atlântica, definida pela dupla estacionalidade climática, sendo uma tropical durante a estação chuvosa de verão e outra subtropical durante o inverno. Nessa formação entre 20% e 50% das árvores são caducifólias (VELOSO *et al.*, 1992).

Os principais estudos envolvendo a anurofauna em florestas estacionais semidecíduais se concentram nas regiões sudeste e sul do Brasil (*e.g.* TOLEDO, ZINA & HADDAD, 2003; CONTE & MACHADO, 2005; VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005; SILVA & ROSSA-FERES, 2007; ZINA *et al.*, 2007; SERAFIM *et al.*, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2009; PRADO *et al.*, 2009; VASCONCELOS, 2009; SÃO PEDRO & FEIO, 2010; SANTOS, 2013; NAZARETTI & CONTE, 2015), com poucos levantamentos em outras regiões (*e.g.* UETENABARO *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013). Para Garcia *et al.*

(2007) nas FESDs da região sul/sudeste ocorrem 111 espécies de anfíbios anuros, com baixos valores de endemismo e com a maioria das espécies compartilhadas com outras ecorregiões. A riqueza média encontrada nos levantamentos supracitados é de 25,8 espécies.

2.3 Planalto de Conquista

O Planalto de Conquista, localizado ao sul do Planalto Sul-baiano, possui uma área aproximada de 5000km², abrangendo os municípios de Vitória da Conquista, Planalto, Poções, Boa Nova e Barra do Choça. A altitude varia entre 850 e 1100 metros com clima tropical de altitude, Cwa na classificação climática de Köppen-Geiger.

A faixa vegetal da Mata Atlântica interiorana localizada no Planalto de Conquista possui diferentes caracterizações relativas às variações de umidade e altitude. Entretanto, as florestas estacionais semidecíduais são as mais encontradas na região (CAMPIOLO *et al.*, 2005). Estas matas se encontram em um *status* de alto risco, pois já sofreram grandes modificações oriundas de ações antrópicas, relacionadas com a pecuária e a cafeicultura, e seus remanescentes se encontram isolados, tornando esses fragmentos, possivelmente, as fitofisionomias mais devastadas e menos conhecidas da Floresta Atlântica baiana (NETO, 2005).

No município de Barra do Choça a formação vegetal predominante é a Floresta Estacional Semidecidual, composta por matas mesófilas, mas nitidamente úmidas, com a presença de espécies de Orchidaceae típicas de ambientes úmidos. Também apresenta espécies típicas de ambientes secos, como a barriguda (*Cavallinesia arborea*) e o mandacaru (*Cereus* sp.). Em geral, o dossel é regular e fechado, mas pode haver descontinuidades em algumas áreas (NETO, 2005). Soares Filho (2012) registrou 43 famílias, 121 gêneros e 225 espécies no Planalto da Conquista em um levantamento florístico. Já Campiolo *et al.* (2005) encontraram 254 espécies, distribuídas em 47 famílias, em um levantamento arbóreo no Planalto da Conquista. Ambos os trabalhos mostram um elevado índice de diversidade, se comparado a outras florestas estacionais semidecíduais, ressaltando a importância dessa região para a manutenção da biodiversidade.

Os levantamentos de fauna são escassos nesta região. Alguns estudos realizados indicam o potencial do Planalto da Conquista para a diversidade de animais. Em um relatório apresentado ao governo do Estado da Bahia, coordenado por Campiolo *et al.* (2005), foram registradas 76 espécies de Lepidópteros, 267 espécies de aves, sendo 11 endêmicas da Mata Atlântica e 13 da Caatinga, e 12 espécies de mamíferos terrestres. Falcão *et al.* (2005)

encontraram 20 espécies de morcegos no Planalto de Conquista, sendo 13 espécies encontradas em fragmentos de floresta estacional semidecidual, e Argôlo *et al.* (2005) encontraram seis espécies de lagartos, três de serpentes e 13 espécies de anfíbios (Tabela 1), algumas delas, típicas de formações florestais. A baixa riqueza registrada neste último estudo se deve ao fato da metodologia aplicada ser dirigida à fauna de serrapilheira, limitando a coleta de outras espécies.

Tabela 1. Espécies de anfíbios no Planalto da Conquista, registradas por Argôlo *et al.* (2005).

Família/Espécie
Caeciliidae
<i>Siphonops annulatus</i>
Bufonidae
<i>Bufo crucifer</i>
<i>Bufo jimi</i>
Leptodactylidae
<i>Leptodactylus cf mystacinus</i>
<i>Leptodactylus sp.</i>
<i>Odontophrynus carvalhoi</i>
<i>Physalaemus albifrons</i>
<i>Physalaemus cf cicada</i>
<i>Physalaemus cf crombiei</i>
<i>Physalaemus cf kroyeri</i>
<i>Physalaemus kroyeri</i>
<i>Proceratophrys boiei</i>
Microhylidae
<i>Chiasmocleis cf schubarti</i>
<i>Dermatonotus muelleri</i>
<i>Hyophryne histrio</i>

2.4 Fragmentação Florestal

A fragmentação pode ser considerada como um processo de separação de um todo em partes. Em um contexto ecológico a fragmentação se caracteriza como a alteração de um habitat, resultando na criação de diversos habitats com características ecológicas distintas, podendo se tornar impróprio para populações de algumas espécies (CERQUEIRA *et al.*, 2003). O processo de fragmentação pode derivar tanto de uma ação natural como de uma ação antrópica. Atualmente, grande parte da fragmentação de habitats é causada por ações antrópicas que ocorre em uma escala muito superior àquela causada por perturbações naturais (TABARELLI & GASCON, 2005).

O processo de fragmentação de habitats gera, entre outras consequências, a redução e o isolamento de áreas ideais para o estabelecimento e desenvolvimento de populações, levando a extinção local de espécies, uma vez que as populações têm seu tamanho reduzido (METZGER, 1999). A diminuição de áreas de florestas primárias acarreta na perda de riqueza de anuros (ZIMMERMAN & BIERREGAARD 1986; TOCHER 1998). Machado *et al.* (1999) encontram uma maior riqueza de espécies em áreas com árvores primárias, em relação a áreas alteradas, demonstrando a importância de um ambiente conservado para o estabelecimento de populações que necessitam de recursos disponíveis apenas neste tipo de ambiente.

Os efeitos da fragmentação para os anfíbios estão primariamente relacionados com as necessidades específicas das populações, como o potencial reprodutivo, as especificidades de habitat, a área de vida e sua habilidade de dispersão (CUSHMAN, 2006). Além disso, a fragmentação e perda de habitat são as principais causas do declínio das populações de anfíbios no mundo (BECKER *et al.*, 2007). Entretanto, não existem análises conclusivas sobre como os efeitos da fragmentação e as características dos fragmentos influenciam comunidades de anuros, sendo em geral relatados efeitos espécie-específicos, com diferenças pouco significativas de riqueza entre o fragmento e a matriz e relacionado às características ambientais da matriz (GARDNER *et al.*, 2007; DIXO & MARTINS, 2008). Lima & Gascon (1999), por exemplo, não encontraram diferenças entre a riqueza de áreas contínuas e fragmentadas na região central da Floresta Amazônica. Na mesma região, Tocher *et al.* (1997) encontraram uma maior riqueza na área fragmentada, tendo como provável causa a invasão de espécies de áreas abertas.

Um dos efeitos da fragmentação sobre populações de anfíbios foi observado por Becker e colaboradores (2007), chamado de *habitat split* e definido como a desconexão de habitats, utilizados pelas diferentes fases de vida de uma espécie, causada por ações antrópicas, em que a espécie necessita sair do seu habitat natural e migrar para um outro habitat para se reproduzir. Em seu estudo, estes autores compararam três fatores de declínio populacional (fragmentação de habitat, perda de habitat e *habitat split*) com a riqueza de anuros de serrapilheira na Floresta Atlântica. Eles observaram que para espécies com larvas aquáticas o *habitat split* é o fator que mais reduz a riqueza de anuros, seguida da perda de habitat e fragmentação de habitat. Entretanto, o *habitat split* não tem efeito sobre anuros com desenvolvimento terrestre. Para os autores a perda de habitat tem efeito imediato sobre as populações, enquanto que a fragmentação tem efeito ao longo de gerações. Já o *habitat split*

possui um forte efeito sobre as populações, modificando a estrutura, tamanho e distribuição em uma geração, sobretudo nas espécies com larvas aquáticas.

Outro efeito da fragmentação é a forma que as espécies utilizam este ambiente. Em estudo sobre uso de fragmentos florestais próximos a corpos d'água em áreas abertas por anuros na região noroeste do estado de São Paulo, Silva & Rossa-Feres (2007) indicam que os fragmentos podem ser utilizados de diferentes formas pelos anfíbios como abrigo durante estações secas, abrigo diurno durante a estação reprodutiva e área de forrageio.

Tendo em vista o atual cenário de devastação florestal ocorrente em nosso país, estudos como estes revelam a importância da manutenção de fragmentos florestais para a conservação da anurofauna, principalmente de espécies sensíveis a alterações ambientais e/ou que demandem condições peculiares para a sua manutenção. Conte & Machado (2005), por exemplo, verificaram a diversidade em três áreas distintas em Tijucas do Sul, Paraná, sendo uma no interior de mata, uma na borda da mata e a última, uma área aberta. Houveram diferenças na composição das espécies de cada área, com apenas quatro espécies comuns a todas as áreas. O interior da mata apresentou a menor riqueza ($n=8$), a borda da mata foi a mais rica ($n=16$) e a área aberta apresentou uma riqueza intermediária ($n=11$). Todas as espécies ($n=21$) encontradas na área aberta estavam presentes na borda da mata, demonstrando uma maior plasticidade dessas espécies quanto às exigências ecológicas, enquanto que no interior da mata, quatro das oito espécies encontradas foram exclusivas deste local, mostrando que dependem de condições ecológicas únicas, encontradas apenas no interior do fragmento.

2.5 Análises de Redes

A teoria de grafos foi formulada, em 1736, pelo matemático suíço Leonhard Euler quando foi indagado com o problema das pontes de Königsberg, no qual a questão era se havia um caminho que cruzasse as sete pontes da cidade (Figura 1), as quais ligava quatro porções de terra, atravessando cada ponte apenas uma vez (BARABÁSI, 2002; BOCCALETTI *et al.*, 2006). Para a resolução deste problema Euler representou através de um grafo (Figura 1) a disposição das pontes e das porções de terra, considerando cada porção como um nó e cada ponte um *link*. Desta maneira, Euler provou que não havia um caminho que cruzasse todas as pontes, passando apenas uma vez em cada ponte.

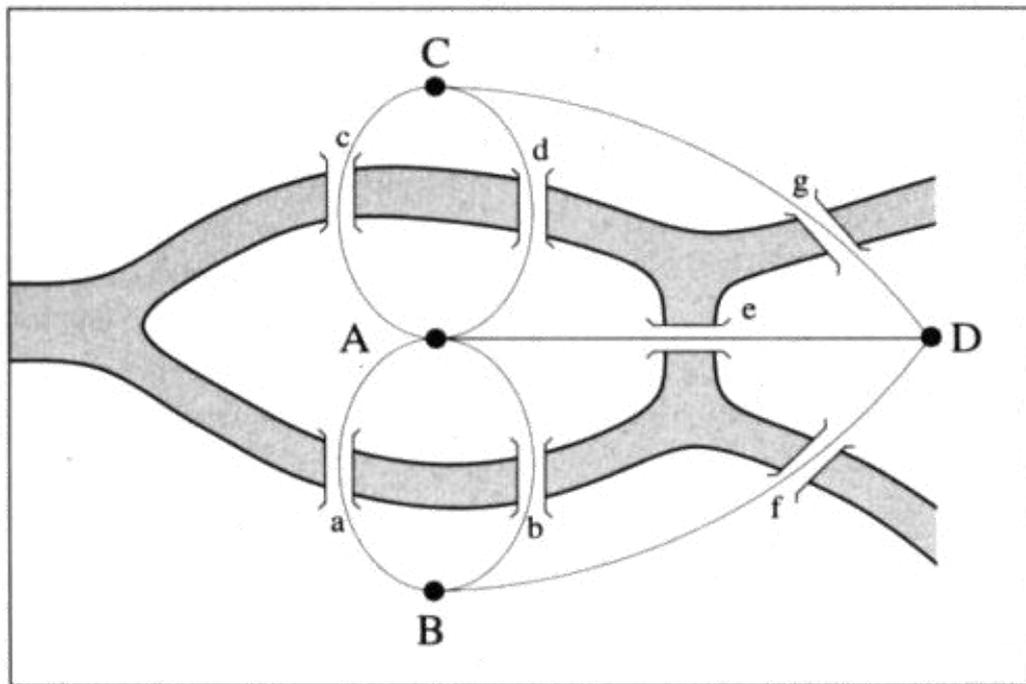


Figura 1. Grafo criado por Euler para a resolução do problema das pontes de Königsberg, onde substituí as porções de terra por nós (A, B, C, D) e as pontes por *links* (a, b, c, d, e, f, g). Imagem retirada de Barabási (2002).

Para Boccaletti *et al.* (2006) a teoria de grafos é a estrutura natural para o tratamento matemático de redes complexas, e estas por sua vez podem ser representadas através de grafos. Ainda segundo estes autores, um grafo G qualquer é composto por dois conjuntos N e L , os nós (ou vértices, ou pontos), e os *links* (ou arestas, ou linhas), com a condição de que o número de nós seja diferente de zero, sendo os nós a representação de um local, pessoa, documento ou qualquer outro objeto de análise, enquanto que os *links* são as representações das conexões, ligações ou relações entre os objetos de análise. As redes aqui tratadas serão sinônimos de grafos.

Existem diferentes tipos de redes, sendo o seu formato mais simples o conjunto de nós interconectados por *links*. Entretanto, dentro de uma rede podem existir diferentes tipos de nós e *links* (NEWMAN, 2003). Os *links* também podem carregar pesos às ligações entre nós, bem como ser direcionados ou não, isto é, quando a ligação entre dois nós ocorre em apenas um sentido ou ocorre em ambos os sentidos (NEWMAN, 2003). Outra característica importante das redes é o grau do nó, ou conectividade, que é a quantidade de *links* desse nó (BOCCALETTI *et al.*, 2006).

Historicamente as redes vem sendo aprimoradas e utilizadas em diversos estudos, como análises sociológicas, relações de negócios, redes metabólicas, redes neurais, teia ecológicas, Internet e WWW (*World Wide Web*) (STROGATZ, 2001; NEWMAN, 2003;

BOCCALETTI *et al.*, 2006). Apesar de hoje serem amplamente utilizadas, as redes são de difícil entendimento (STROGATZ, 2001). De acordo com este autor, os motivos que dificultam o entendimento das redes são: 1. Complexidade estrutural: o diagrama da rede pode ser um emaranhado intrincado; 2. Evolução da rede: as ligações nas redes mudam constantemente; 3. Diversidade de conexões: os *links* possuem diferentes pesos, direções e sinais; 4. Complexidade dinâmica: os nós podem ser dinâmicos e não lineares, mudando seu estado com o tempo; 5. Diversidade de nós: um rede pode possuir diferentes tipos de nós; e 6. Meta-complicação: as várias dificuldades podem influenciar e interagir entre si.

Em um âmbito ecológico, o uso das redes visa entender como as complexas relações entre os organismo na natureza ocorrem, e como estas afetam todo o ecossistema (INGS *et al.*, 2009, p. 253, tradução livre), tornando este tipo de análise fundamental para:

[...] prever e, eventualmente, de atenuar, as consequências do aumento perturbações ambientais tais como a perda de habitat, alterações climáticas, e invasões de espécies exóticas.

Ings e colaboradores (2009) ainda apontam para os três principais tipos de redes ecológicas: *i*) redes(teias) alimentares, *ii*) redes parasita-hospedeiro e *iii*) redes mutualísticas. Porém, estes autores relatam que na realidade existem diferentes meios de classificar as redes ecológicas, que estarão de acordo com a área de pesquisa estudada. Como exemplo da utilização de redes em pesquisa ecológicas, temos as três principais citações de teias alimentares na literatura, segundo Solé & Montoya (2001): Huxham *et al.* (1996), que estabeleceram a teia alimentar no estuário de Ythan (Aberdeenshire, Escócia), com um total de 134 espécies, 88% dos nós representando espécies reais e uma conectividade média de 8.7 *links* por nó; Memmott *et al.* (2000), que analisaram a teia alimentar do Silwood Park (Berkshire, Inglaterra), e encontraram uma rede com 154 espécies, apenas um nó não representava uma espécie real, e uma média de 4.75 *links* por nó; e Martinez (1991), que estudou a teia alimentar do lago Little Rock (Wisconsin, Estados Unidos da América), e encontrou 182 espécies, com apenas 31% dos nós representando espécies reais, e uma conectividade média de 26.05 *links* por nó.

Uma característica relevante nas redes biológicas é a modularidade que estas apresentam (KASHTAN & ALON, 2005), definida por estes autores com a capacidade de dividir a rede em unidades independentes, a primeira vista. A modularidade ocorre não apenas nas redes biológicas, mas sim em qualquer tipo de rede (GUIMERÁ & AMARAL, 2005).

Em redes modulares, os módulos possuem funções críticas para o funcionamento das mesmas (GUIMERÁ & AMARAL, 2005). Para verificar a importância dos nós dentro dos

módulos de uma rede modular, Guimerá & Amaral (2005) estabeleceram funções para os nós, de acordo com o coeficiente de participação de cada nó, calculadas através da fórmula:

$$P_i = 1 - \sum_{s=1}^{N_M} \left(\frac{K_{is}}{K_i} \right)^2$$

Onde, P_i é o coeficiente de participação do nó no módulo, K_{is} é o número de links do nó i no módulo s , e K_i é o grau do nó, e através do grau do nó com seu módulo, dado pela fórmula:

$$Z_i = \frac{K_i - K_{s_i}}{\sigma_{s_i}}$$

Onde,

Z_i é o grau do nó no seu módulo

K_i é o número de links do nó i com outros nós no módulo s_i

K_{s_i} é a média K de todos os nós no módulo s_i

σ_{s_i} é o desvio padrão de K no módulo s_i .

A partir dos valores de P e Z , os nós podem possuir as funções de *hubs* ou *non-hubs* (tradução livre de Guimerá & Amaral 2005), sendo as funções 1-4 para nós *non-hubs* ($Z < 2,5$) e 5-7 para *hubs* ($Z \geq 2,5$):

1. Nó ultra-periférico: Nó que só possui *links* dentro do seu módulo ($P \approx 0$).
2. Nó periférico: Nó que possui pelo menos 60% dos *links* dentro do seu módulo, se $K < 4$ utilizar o valor de $P < 0,625$.
3. *Non-hub* conector: Se um nó com $k < 4$ tem metade de seus links (ou, pelo menos, duas ligações, o que for maior) dentro do módulo, então segue-se que $P < 0,8$. Os valores para esta função são $0,62 < P < 0,8$.
4. Nós *non-hub kinless*: Nó que possui 35% dos seu *links* dentro do seu módulo, implicando $P > 0,8$. Estes nós são chamados de *kinless* (tradução literal: sem parentes) pois não podem ser atribuídos a um único módulo.
5. *Hub* provincial: Se um nó tem um grau K muito maior que 1, tem pelo menos 5/6 de seu *links* dentro do seu módulo, utiliza-se $P = 1 - (5/6)^2 - (k/6)(1/k^2) = 0.31 - 1/(6k) \approx 0.30$.
6. *Hub* conector: Nó com grande grau K e pelo menos 50% dos seus *links* dentro do seu módulo, utiliza-se $P = 1 - 1/4 - (k/2)(1/k^2) = 0.75 - 1/(2k)$. Desde que K muito maior que 1, $P < 0.75$ para estes nós.
7. *Kinless hubs*: Nó com menos da metade de seus *links* dentro do seu módulo, ou seja, $P < 0,75$. Não pode ser atribuído a um único módulo.

A metodologia criada por estes autores permite processar as informações contidas nas redes complexas, extraindo a função desempenhada pela rede e seus componentes, tornando possível analisar a importância de cada nó para a rede.

No que diz respeito ao uso de redes em pesquisa com anfíbios, alguns poucos trabalhos trazem diferentes utilidades das redes. Alexandrino *et al.* (2002) forma redes a partir de informações genéticas (citocromo b) de 17 populações de *Chioglossa lusitanica* (Amphibia: Caudata, Salamandridae), distribuídas no noroeste da Península Ibérica, para determinar as relações entre a distribuição geográfica dessas populações com a diversidade de mtDNA. Já Correa *et al.* (2010) investigaram a variação genética de *Rhinella spinulosa* (Amphibia: Anura, Bufonidae) na porção sul do altiplano da Cordilheira do Andes (Chile). A rede de haplótipos construída por eles dividiu a população em três módulos, distribuídas numa faixa norte-sul da área estudada, que estão positivamente relacionados a hidrografia e eventos paleoclimáticos da região.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Barra do Choça, estado da Bahia, em fragmentos de floresta estacional semidecidual e em áreas cobertas por pastagem, contínuas aos fragmentos, nas proximidades da Fazenda Sossego (14°53'S 40°29'O). O município de Barra do Choça possui uma área aproximada de 780 km², altitude média em torno de 900 metros e clima tropical subúmido, com pluviosidade anual média entre 900 e 1200 mm e temperatura anual média de 20°C (BAHIA - PMBC).

A cobertura vegetal das florestas estacionais no local estudado é descontínua, fragmentada pela ação antrópica, tendo como matriz predominante o pasto (capim), com pequenos pontos de matriz de café. Os fragmentos de floresta estão presentes quase sempre em áreas de vales e locais de difícil acesso para atividades agropecuárias, entretanto é possível encontrar pontos de uso agrícola dentro dos fragmentos.

3.1.1 Descrição dos fragmentos de mata estacional semidecidual

Fragmento 1 (Figura 2): Fragmento com área aproximada de 22 ha, extensão total de 1048m, com largura máxima em torno de 300m e mínima de 70m. Este fragmento apresenta diferentes estratos de vegetação, sendo estes arbóreos, arbustivos, ervas e gramíneas, o que torna o interior do fragmento bastante sombreado e úmido. Sofreu um recente distúrbio com a construção de uma linha de transmissão elétrica (1º semestre de 2014). Abriga uma nascente em seu interior, formando um corpo d'água lótico por toda a extensão do fragmento, além de pequenas quedas d'água em alguns pontos. O início do fragmento, considerado aqui como a porção mais próxima à sede da fazenda, apresenta poucas alterações na vegetação, sem registro de atividades agropecuárias. Na porção mediana há uma clareira com a presença de gramíneas e taboas. Em alguns pontos ocorre a entrada de gado para o consumo de água no interior do fragmento, próximos à porção mediana do mesmo. A porção final, mais distante da sede da fazenda, possui trechos ora conservados, ora alterados, sendo os mais conservados similares a porção inicial e o mais alterados similares a porção mediana.

Fragmento 2 (Figura 3): Fragmento com área aproximada de 19,5 ha, extensão de 1150m, com largura máxima de em torno de 360m e mínima de 95m. A flora é composta por estratos arbóreos, arbustivos e ervas. Possui um corpo d'água lótico em seu interior, porém com nascente externa ao fragmento. Na porção mediana recebe um afluente proveniente de uma segunda nascente.



Figura 2. Vista parcial do Fragmento 1. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.



Figura 3. Vista parcial do Fragmento 2. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.



Figura 4. Vista parcial do Fragmento 3. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.

Fragmento 3 (Figura 4): Fragmento de mata estacional semidecidual, com área aproximada de 21,5 ha, extensão de 960m, largura máxima aproximada em 400m e mínima de 60m. Apresenta um corpo d'água lótico em seu interior proveniente de uma nascente localizada na porção inicial do fragmento, com pequenas cachoeiras ao longo do trecho e pontos de acúmulo de água. O riacho é margeado por uma vegetação pioneira marginal, além de um estrato arbóreo em seguida. As porções, inicial e média, apresentam poucas alterações na vegetação, sem registro de atividades agrícolas, ocorrendo apenas a entrada de animais para o consumo de água em poucos pontos. A porção final apresenta um estado mais alterado devido a plantação de banana em alguns locais à margem do riacho, principalmente próximos a estrada, onde o fragmento termina. O riacho corre por tubulações abaixo da estrada e deságua em um rio cerca de 75m após o término do fragmento.

3.1.2 Descrição dos pontos amostrais

Foram analisados sete pontos amostrais (Figura 5), que correspondem a três pontos no interior dos fragmentos e quatro pontos na matriz dos fragmentos. Dos quatro pontos externos aos fragmentos, três estão próximos aos mesmos, enquanto um ponto se encontra isolado dos fragmentos.

Ponto amostral F1: corresponde a uma trilha de 760m percorrida no interior do Fragmento 1, margeando o riacho. Um trecho inicial de 450 m, que corresponde a porção inicial e média do fragmento foi amostrada desde o início do estudo. A partir de junho/2015, foi adicionado um trecho de aproximadamente 310m, entre a porção média e final do fragmento.

Ponto amostral F2: corresponde a uma trilha de 575m percorrida no interior do fragmento 2, abrangendo as porções inicial e média do mesmo. O trecho foi percorrido nas margens do riacho.

Ponto amostral F3: corresponde a uma trilha de 530m percorrida no interior do fragmento 3, nas porções final e média do mesmo. O trecho foi percorrido nas margens do riacho.

Ponto amostral PP1 (Figura 6): poça permanente, associada à área F2, que acumula água de uma nascente próxima. Possui uma área superficial aproximada em 200m². Inserida em um ambiente de pasto, tem em uma das margens, capim, em outra, taboas e próximo a nascente, árvores e arbustos. A água represada segue formando o riacho do fragmento 2.

Ponto amostral PT1 (Figura 7): poça temporária, associada ao fragmento 1, abastecida unicamente pela água das chuvas. Nada mais é que uma depressão no pasto (matriz do fragmento) onde a água da chuva se acumula. Vegetação predominante de gramíneas (capim)

com poucos arbustos e árvores próximas, exceto os próprios do fragmento. Localizado a uma distância média de 10m do fragmento 1. Esteve disponível durante os meses de novembro e dezembro de 2014 e os meses de abril, junho, julho e agosto de 2015.

Ponto amostral PT2 (Figura 8): poça temporária, formada pela acumulação de água da chuva, possui uma área aproximada de 300m². Está inserida em local de pasto e estrada, próximo a um rio e ao riacho do fragmento 3. Vegetação arbustiva dentro e na borda da poça e arbórea no limite do pasto. Esteve disponível durante os meses de novembro e dezembro de 2014 e os meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho e agosto de 2015.

Ponto amostral PT3 (Figura 9): Poça temporária inserida em área de pasto, formada por acumulação de água da chuva em uma depressão do relevo, possui uma área superficial aproximada de 100m². A poça é local de bebedouro de gado. Durante o período de estudo, a poça secou apenas no mês de outubro de 2015.



Figura 5: Visão aérea da Fazenda Sossego e dos pontos amostrais, município de Barra do Choça, Bahia, Brasil. F1=Trilha percorrida no fragmento 1, F2=Trilha percorrida no fragmento 2, F3=Trilha percorrida no fragmento 3, PP1=Poça permanente 1, PT1=Poça temporária 1, PT2=Poça temporária 2, PT3=Poça temporária 3.



Figura 6: Ponto amostral PP1. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia.



Figura 7: Ponto amostral PT1 sem água, ao lado do Fragmento 1. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia.



Figura 8: Ponto amostral PT2 sem água. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia.



Figura 9: Ponto amostral PT3. Fazenda Sossego, município de Barra do Choça, Bahia.

3.2 Coleta de dados

Foi realizada uma visita mensal por ponto amostral de novembro de 2014 a outubro de 2015, totalizando 84 visitas. As atividades em campo, realizadas em três dias consecutivos a cada mês, eram iniciadas por volta das 18:00 e finalizadas entre as 22:00 e 23:00. A cada dia

de atividade mensal dois ou três pontos amostrais foram visitados, correspondendo sempre a um ponto no fragmento de mata e um ou dois nas poças das áreas abertas.

Foram coletados anfíbios anuros tanto na fase larval, quanto na fase adulta, pois com essa amostragem é possível verificar a ocorrência de uma espécie baseado apenas no registro de uma das fases. A coleta de girinos foi realizada com uso de puçás (*dip net*), com malha de arame (3mm), de cabo longo, aplicando-se esforço padronizado de coleta, que consiste em passar o puçá ao longo de toda a área de cada corpo d'água, por um tempo máximo de 25 minutos, para os ambientes lênticos, e em passar o puçá aleatoriamente em trechos de corpos d'água lóticos. Os girinos coletados foram conservados em formalina a 5%. Em laboratório, foram identificados, quando possível, ao nível de espécie, com auxílio de dados bibliográficos. A abundância de cada espécie correspondeu ao total de girinos coletados.

Os adultos foram localizados por busca ativa visual e auditiva, ao longo do trecho percorrido nos fragmentos e nas poças. Para verificar a abundância dos adultos, foram contabilizados todos os indivíduos encontrados, seja por busca visual ou apenas pelo reconhecimento da vocalização, ao longo do percurso avaliado. Material testemunho foi coletado para confirmação das espécies.

A abundância total para cada espécie foi determinada como maior abundância mensal registrada por ambiente. Essa metodologia utilizada por Vasconelos & Rossa-Feres (2005), visa equilibrar os valores da abundância, pois um somatório das abundancias observadas podem superestimar a população e uma abundância média por subestimar a mesma.

Todo material coletado está depositado na Coleção Científica de Anfíbios, Laboratório de Zoologia 2, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista.

Os dados de temperatura foram aferidos antes do início das atividades de coleta, enquanto que os dados de pluviosidade foram obtidos com a Secretaria de Agricultura do município de Barra do Choça, disponibilizado apenas para o ano de 2015.

3.3 Análise de dados

Foi calculada a Frequências de Ocorrência (FO) de cada espécie por tipo de ambiente amostrado, por meio da fórmula:

$$FO = \frac{n}{N} * 100$$

Onde,

n= número de coletas em que a espécie foi registrada,

N= número total de coletas

Abundância Relativa foi determinada pelo percentual de espécimes de determinada espécie em relação ao número total de espécimes registrados.

A fim de verificar a influência do volume de chuva e da temperatura sobre a ocorrência e abundância das espécies, o coeficiente de correlação de Spearman (TRIOLA, 1999) foi aplicado aos dados de riqueza, abundância, temperatura e pluviosidade, utilizando o software BioEstat 5.0. As correlações foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$.

Para a análise de rede foi construída uma rede modular (grafo) utilizando as espécies e os pontos amostrais como nós, e a ocorrência das espécies nos pontos amostrais com *links*, utilizando o software R, carregado com o pacote *igraph*, sendo utilizado apenas os dados para a fase adulta das espécies. Como a quantidade de *links* é muito superior a quantidade de nós, e para que a rede ficasse visivelmente compreensível, os *links* foram agregados em apenas uma ligação. Para que as ligações possuíssem significado real, foi aplicado peso ao *link*. Para dar peso aos *links* foi utilizada abundância média de cada espécie, obtida por:

$$\sigma = \frac{a_{x,y}}{o_{x,y}}$$

Onde,

σ é a abundância média,

a é o número de indivíduos da espécie x no ponto amostral y

o é o total de meses de ocorrência da espécie x no ponto amostral y

A função do nó no módulo foi calculada segundo Guimerá & Amaral (2005), utilizando os *links* agregados com pesos. Os módulos foram gerados a partir da função *spinglass.community* do pacote *igraph*, que busca comunidades no grafo através do modelo de *spinglass* e anelamento simulado. Ambos os modelos são algoritmos matemáticos utilizados para encontrar módulos em uma rede maximizando o valor da modularidade. A fim de observar a probabilidade de encontrar o valor da modularidade da rede em redes aleatórias, os dados originais foram submetidos a 5000 randomizações de Monte Carlo, através da função *sigModulo* (algoritmo próprio elaborado no R), utilizando um $\alpha=0,05$. Foi construído um histograma com os valores obtidos na randomização. O *script* de todas as funções utilizadas está no Anexo 1.

4. RESULTADOS

Foram registrados 608 espécimes distribuídos em 24 espécies, 12 gêneros e cinco famílias: Bufonidae (1), Craugastoridae (3), Hylidae (16), Leptodactylidae (3), Odontophrynidae (1) (Figura 10; Tabela 2). Nenhuma das espécies coletadas se encontra na lista brasileira de animais ameaçados de extinção do ano de 2014 (MMA, 2014).

Novos dados de distribuição geográfica de espécies foram registrados. *Aplastodiscus cavicola*, tem o limite de distribuição norte no estado da Bahia, no município de Igrapiúna e o limite sul no sudeste do estado de Minas Gerais (CAMURUGI *et al.*, 2010). Com o registro desta espécie no local estudado, amplia-se a ocorrência para a Bahia, além de ser um registro que complementa a faixa norte-sul de distribuição. Primeiro registro na região sudoeste da Bahia: *Pristimantis paulodutrai*, *Pristimantis vinhai*, *Dendropsophus haddadi* e *Proceratophrys renalis*.

A espécie mais abundante foi *Pristimantis paulodutrai*, seguida de *Dendropsophus minutus* e *Dendropsophus oliveirai*, enquanto que a espécie de menor abundância foi *Haddadus binotatus* (Tabela 2). A espécie de maior frequência de ocorrência (FO) nos fragmentos foi *Pristimantis paulodutrai*, enquanto que a mais frequente nas áreas de poça foi *Dendropsophus branneri*, ao passo que as espécies de menor FO nos fragmentos foram, *Dendropsophus haddadi*, *Hypsiboas crepitans*, *Phyllomedusa bahiana*, *Scinax x-signatus* e *Physalaemus kroyeri* e nas áreas de poças foram *Haddadus binotatus* e *Bokermannohyla sp* (Tabela 2).

Analisando conjuntamente os fragmentos e as poças, as espécies de maior FO foram *Pristimantis paulodutrai*, *P. vinhai* e *Dendropsophus branneri*, com ocorrência em todos os meses. As espécies de menor FO foram *Dendropsophus novaisi* e *Phyllomedusa nordestina*.

Para as variáveis climáticas (Tabela 3) houve correlação significativa positiva apenas para a variável temperatura com a abundância nos fragmentos ($r_s = 0,67$, $P = 0,01$, $n = 12$), e para a variável pluviosidade com a riqueza ($r_s = 0,73$, $P = 0,01$, $n = 10$) e abundância ($r_s = 0,68$, $P = 0,03$, $n = 10$) das áreas de poças. As figuras 11 a 14 ilustram as médias de temperatura e pluviosidade sobre os valores de riqueza e abundância durante o período estudado.

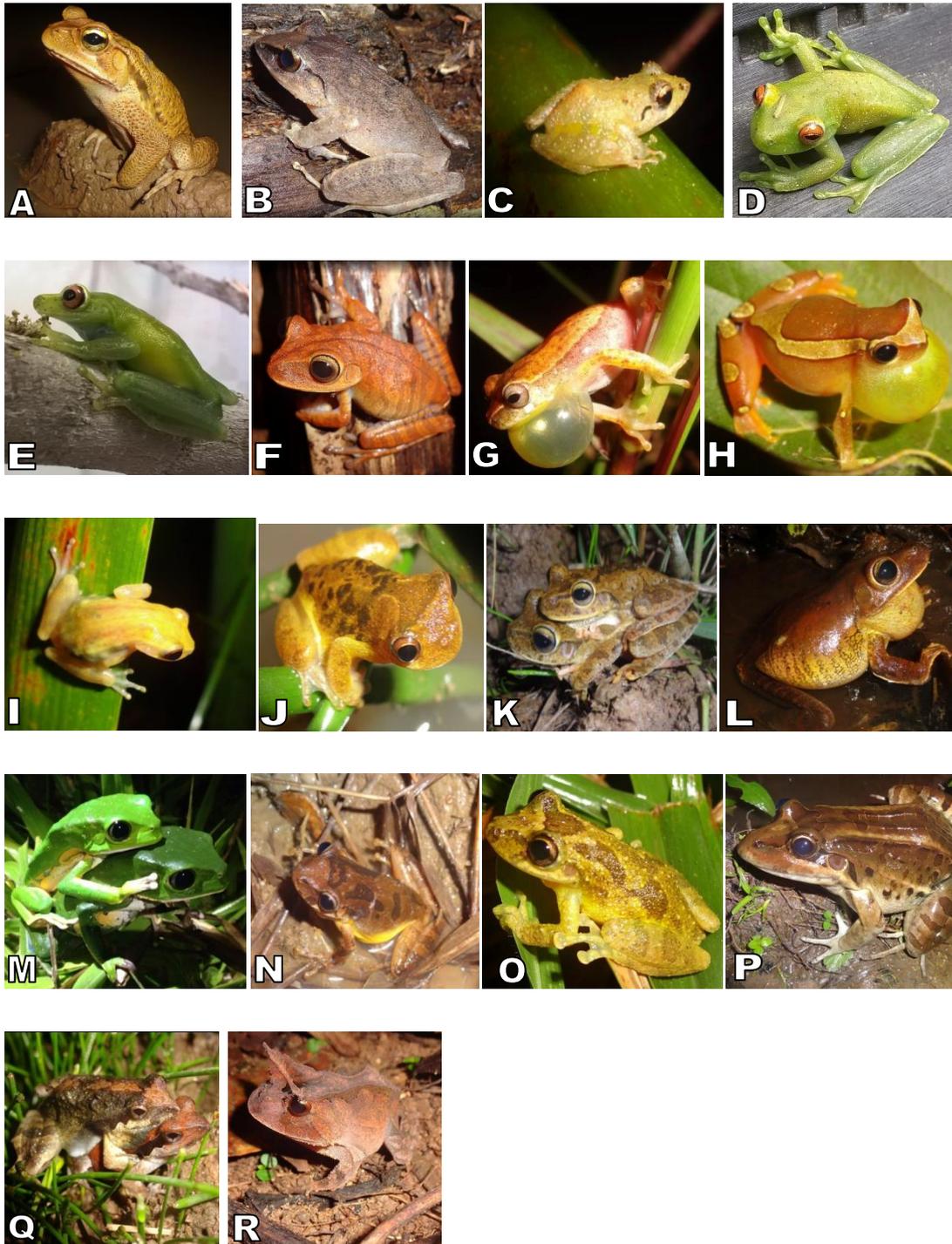


Figura 10. Espécies de anfíbios anuros na Fazenda Sossego, Barra do Choça, Bahia, Brasil. Bufonidae: A) *Rhinella crucifer*; Craugastoridae: B) *Haddadus binotatus*, C) *Pristimantis vinhai* Hylidae: D) *Aplastodiscus cavicola*, E) *Aplastodiscus* sp., F) *Bokermannohyla* sp., G) *Dendropsophus branneri*, H) *Dendropsophus elegans* I) *Dendropsophus minusculus*, J) *Dendropsophus minutus* K) *Hypsiboas crepitans* (Amplexo), L) *Hypsiboas faber*, L) *Phyllomedusa bahiana* (Amplexo), N) *Scinax eurydice* O) *Scinax x-signatus*; Leptodactylidae: P) *Leptodactylus latrans*, Q) *Physalaemus kroyeri* (Amplexo); Odontophrynidae: R) *Proceratophrys renalis*. Fotos: Ana Beatriz C. S. Valle (M), Giovanni T. Silva (A, B, C, F, G, H, I, J, K, L, N, O, P, Q, R), Marcos V. N. Damasceno (D, E).

Tabela 2. Ocorrência de anuros por ponto amostral, frequência de ocorrência por tipo de ambiente e abundância total por tipo de ambiente. Fazenda Sossego. Barra do Choça, Bahia, Brasil. F1= fragmento 1, F2= fragmento 2, F3= fragmento 3, PP1=Poça permanente 1, PT1=Poça temporária 1, PT2=Poça temporária 2, PT3=Poça temporária 3; FF= frequência de ocorrência nos fragmentos; FP= frequência de ocorrência nas áreas de poças; NF= abundância nos fragmentos; NP= abundância nas áreas de poças.

Família/ Espécie	F1	F2	F3	PT1	PT2	PT3	PP1	FF	FP	NF	NP
Bufonidae											
<i>Rhinella crucifer</i> (Wied-Neuwied, 1821)	X	X	X	X	-	X	X	19,4%	25%	1%	2%
Craugastoridae											
<i>Haddadus binotatus</i> (Spix, 1824)	X	X	X	-	-	-	X	13,9%	2,1%	0%	0,26%
<i>Pristimantis paulodutra</i> (Bokermann, 1975)	X	X	X	-	X	-	X	94,4%	29,2%	38%	5%
<i>Pristimantis vinhai</i> (Bokermann, 1975)	X	X	X	-	-	-	-	88,9%	0%	20%	0%
Hylidae											
<i>Aplastodiscus cavicola</i> (Cruz & Peixoto, 1984)	X	-	-	-	-	-	-	22,2%	0%	6%	0%
<i>Aplastodiscus sp</i>	X	-	-	-	-	-	-	16,7%	0%	5%	0%
<i>Bokermannohyla sp</i>	X	X	X	-	-	-	X	38,9%	2,1%	4%	0%
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	-	-	-	X	X	X	X	0%	50%	0%	10%
<i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	-	-	-	X	X	X	X	0%	33,3%	0%	7%
<i>Dendropsophus haddadi</i> (Bastos & Pombal, 1996)	-	X	-	X	X	X	X	2,8%	14,6%	2%	3%
<i>Dendropsophus minusculus</i> (Rivero, 1971)	-	-	-	-	X	-	X	0%	18,8%	0%	3%
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	-	-	-	X	-	X	X	0%	33,3%	0%	15%
<i>Dendropsophus novaisi</i> (Bokermann, 1968)	-	-	-	X	-	X	-	0%	6,3%	0%	4%
<i>Dendropsophus oliveirai</i> (Bokermann, 1963)	-	-	-	X	X	X	X	0%	39,6%	0%	13%
<i>Hypsiboas crepitans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	X	-	-	-	-	X	X	2,8%	14,6%	2%	2%
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)	-	X	X	-	-	X	X	19,4%	16,7%	2%	2%
<i>Phyllomedusa bahiana</i> Lutz, 1925	X	-	-	X	X	X	-	2,8%	48,6%	0%	5%
<i>Phyllomedusa nordestina</i> Caramaschi, 2006	-	-	-	-	-	X	-	0%	6,3%	0%	2%
<i>Scinax eurydice</i> (Bokermann, 1968)	-	-	-	X	-	X	-	0%	10,4%	0%	3%
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	-	-	X	X	-	X	-	2,8%	14,6%	1%	4%
Leptodactylidae											
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	-	-	-	X	-	X	-	0%	27,1%	0%	4%
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	-	-	-	X	-	X	X	0%	18,8%	0%	4%
<i>Physalaemus kroyeri</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	X	-	-	X	X	X	X	2,8%	33,3%	0%	10%
Odontophrynidae											
<i>Proceratophrys renalis</i> (Miranda-Ribeiro, 1920)	X	X	X	-	-	-	X	30,6%	12,5%	19%	1%

n=220 n=388

Foram coletados 23 morfoespécies de girinos, porém com apenas 12 espécies identificadas (Tabela 4). Sete morfoespécies foram identificadas até o nível de gênero, enquanto que quatro foram apenas organizadas por características morfológicas. Baseado na coleta de girinos, o sítio reprodutivo mais utilizado foi o ponto amostral PT3, com 14 morfoespécies. Já o menos utilizado foi o trecho F2, com uma morfoespécie, desconsiderando o trecho F3, onde nenhuma espécie de girino foi encontrada. Todas as espécies de girinos

coletadas, também foram registradas na forma adulta e não houve registro de girinos em pontos amostrais onde não houvesse o registro da forma adulta.

Na coleta do dia 23 de fevereiro de 2015 um cardume com mais de 2.800 girinos de *Leptodactylus latrans* foi capturado durante a amostragem, resultando em valores discrepantes da abundância desta espécie em relação às demais.

Tabela 3. Correlação de Spearman para as variáveis climáticas temperatura e pluviosidade, correlacionadas com a riqueza e abundâncias dos fragmentos e das áreas de poças. RF=riqueza nos fragmentos, RP=riqueza nas áreas de poças, AF=abundância nos fragmentos, AP=abundância nas áreas de poças, T=temperatura e PL=pluviosidade.

	RF x T	RP x T	AF x T	AP x T	RF x PL	RP x PL	AF x PL	AP x PL
Coefficiente de Spearman (rs)=	-0.1770	-0.0317	0.6713	-0.0350	-0.2945	0.7385	0.2128	0.6809
t =	-0.5687	-0.1004	2.8643	-0.1106	-0.8716	3.0979	0.6159	2.6293
(p)=	0.5821	0.9220	0.0168*	0.9141	0.4088	0.0147*	0.5551	0.0302*
Número de pares =	12	12	12	12	10	10	10	10

* indica correlação significativa.

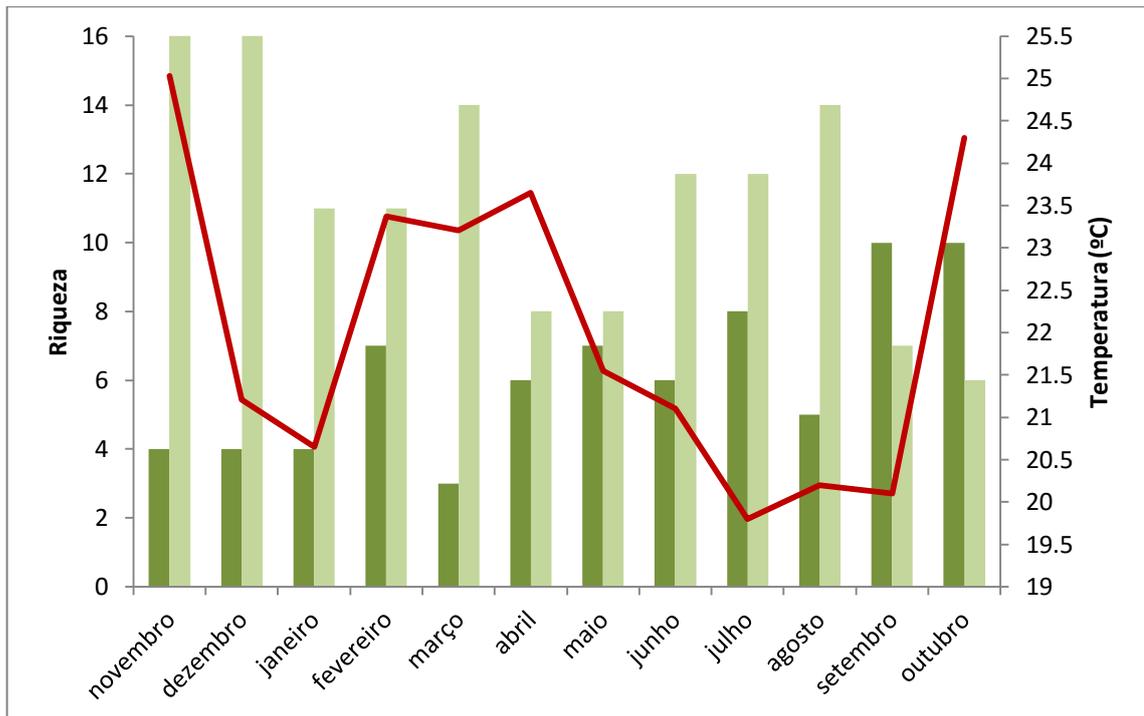


Figura 11. Riqueza de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a temperatura média (linha vermelha) nos dias de coleta.

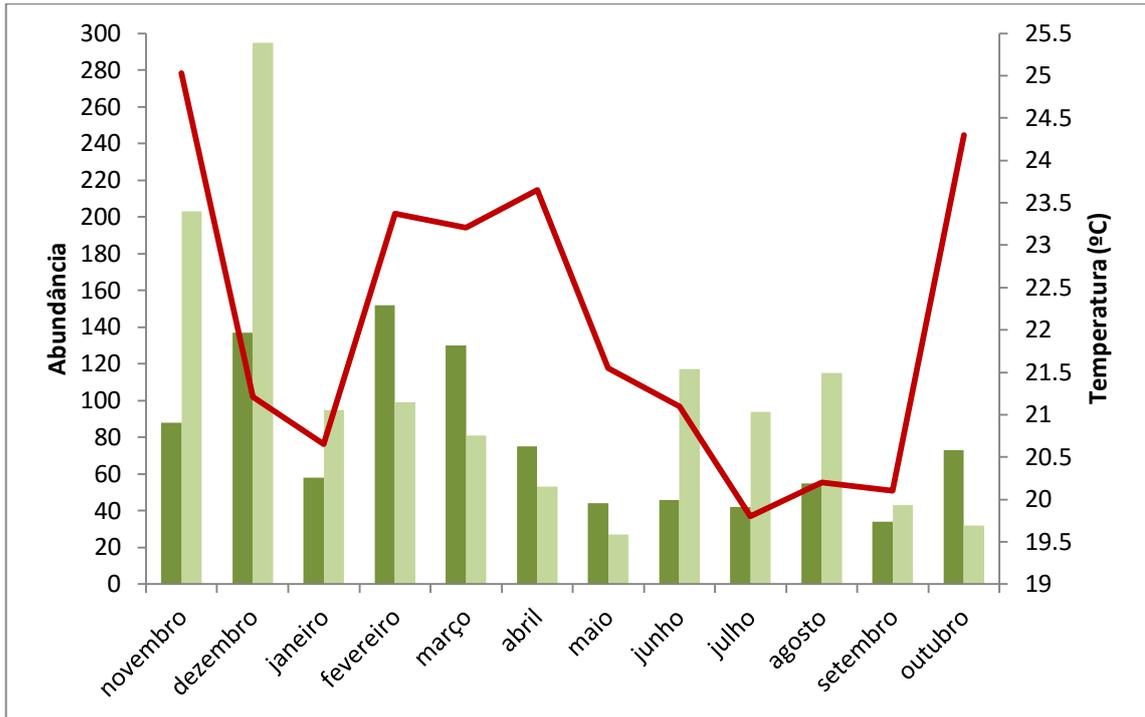


Figura 12. Abundância de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a temperatura média (linha vermelha) nos dias de coleta.

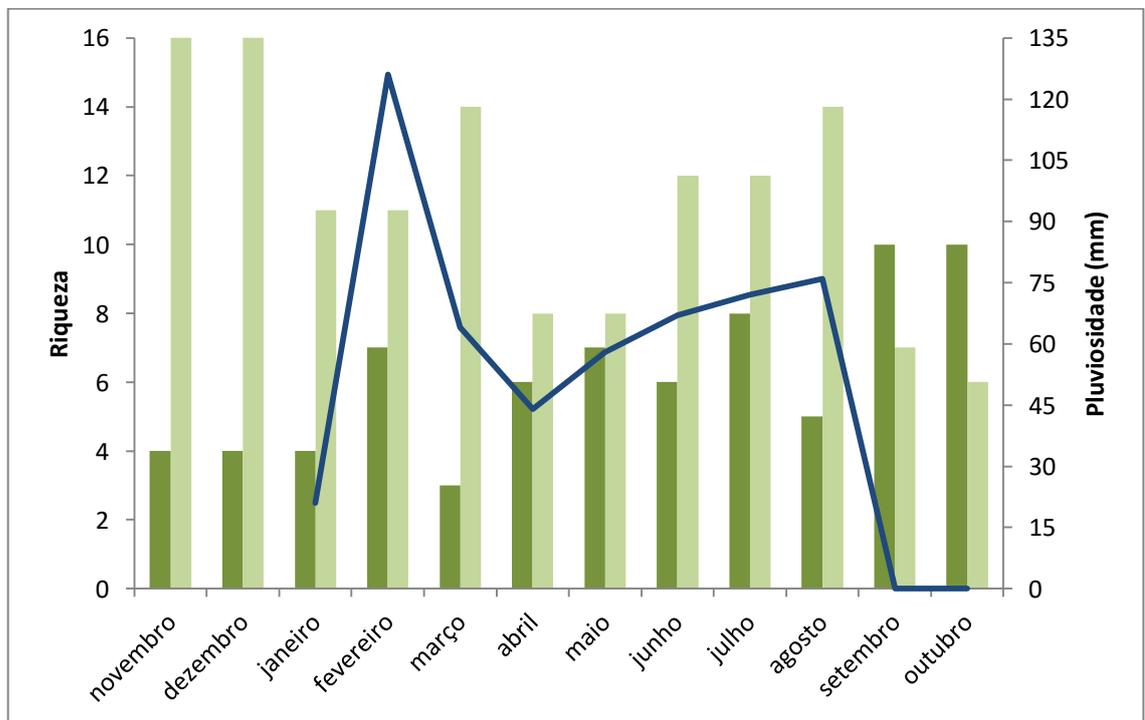


Figura 13. Riqueza de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a pluviosidade mensal (linha azul).

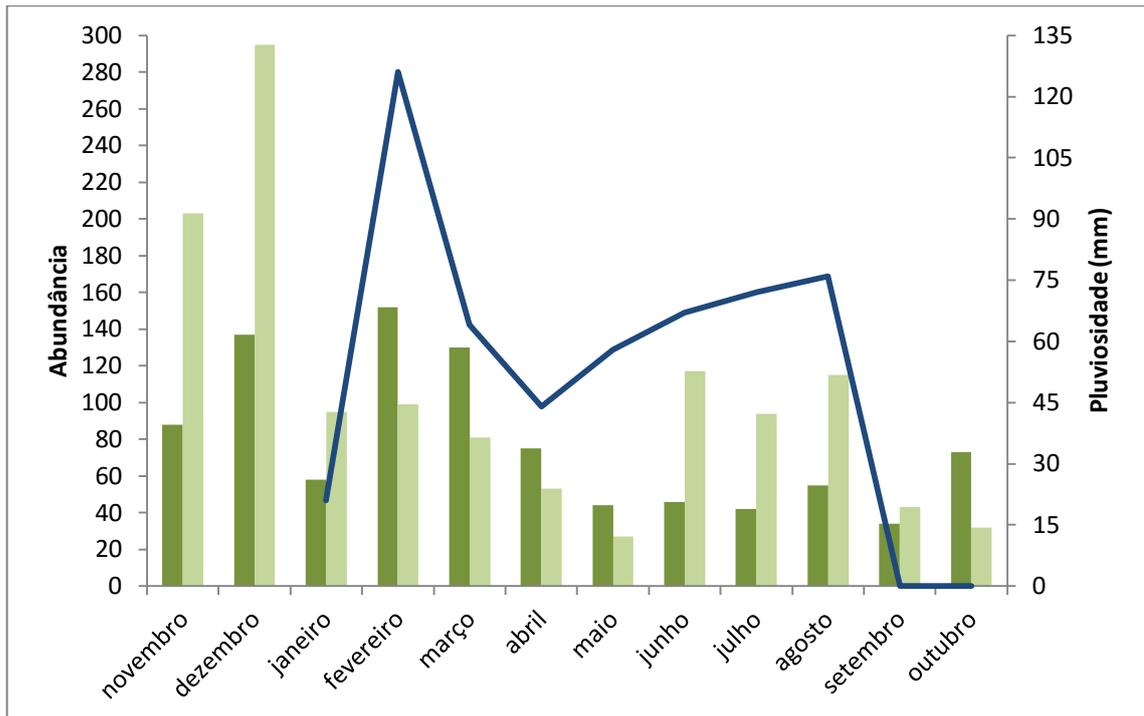


Figura 14. Abundância de espécies por tipo de ambiente (Fragmentos - barra escura, Áreas de poças - barra clara) e a pluviosidade mensal (linha azul).

Tabela 4. Abundância relativa de girinos por ponto amostral na Fazenda Sossego, Barra do Choça, Bahia, durante novembro de 2014 e outubro de 2015. F1= fragmento 1, F2= fragmento 2, PP1=Poça permanente 1, PT1=Poça temporária 1, PT2=Poça temporária 2, PT3=Poça temporária 3. N=5065.

	F1	F2	PT1	PT2	PT3	PP1
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	0.34%					
Hylidae						
<i>Aplastodiscus sp</i>	0.02%					
<i>Dendropsophus branneri</i>			0.39%		0.14%	
<i>Dendropsophus elegans</i>					1.07%	0.02%
<i>Dendropsophus haddadi</i>				0.04%		
<i>Dendropsophus minutus</i>			0.45%		1.88%	
<i>Dendropsophus oliveirai</i>						0.10%
<i>Dendropsophus sp1</i>	0.10%					
<i>Dendropsophus sp2</i>			0.04%			
<i>Dendropsophus sp3</i>					0.04%	
<i>Dendropsophus sp4</i>					0.02%	
<i>Hypsiboas crepitans</i>					0.04%	0.65%
<i>Hypsiboas faber</i>						0.12%
<i>Phyllomedusa sp</i>					0.14%	
<i>Scinax eurydice</i>					0.39%	
<i>Scinax x-signatus</i>			4.21%		6.42%	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus latrans</i>					68.81%	
<i>Physalaemus sp</i>			2.57%	4.17%	1.82%	0.10%
Odontophrynidae						

<i>Proceratophrys renalis</i>	0.34%	0.89%	3.47%
<i>Sp 1</i>			0.02%
<i>Sp 2</i>			0.51%
<i>Sp 3</i>			0.06%
<i>Sp 4</i>			0.65%

O valor da modularidade encontrado foi de 0.1003943 e mostrou-se significativo quando comparado as randomizações ($P=0,02$, $n=5000$; Figura 15), indicando que o valor encontrado não pode ser obtido através de simulações aleatórias. A rede construída com os dados obtidos (Figura 16) apresentou quatro módulos.

Módulo Poça Temporária no Pasto é composto pelo ponto amostral PT3 e pelas espécies: *Dendropsophus elegans*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas crepitans*, *Hypsiboas faber*, *Phyllomedusa nordestina*, *Scinax eurydice*, *Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*.

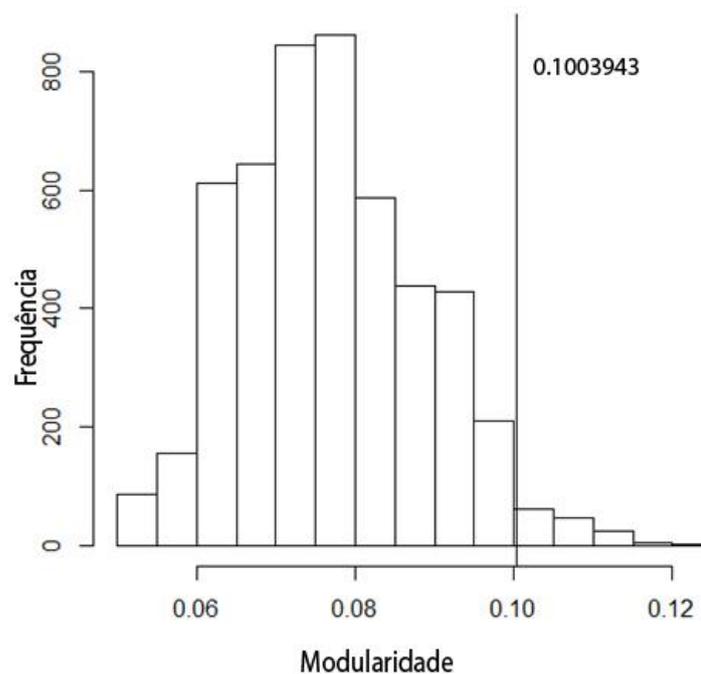


Figura 15. Histograma dos valores de modularidade para 5000 randomizações. A linha vertical representa a modularidade real.

O módulo Poça Temporária Próxima ao Fragmento é formado pelos pontos amostrais PT1 e PT2 juntamente com as espécies: *Dendropsophus haddadi*, *Dendropsophus novaisi*, *Dendropsophus oliveirai*, *Phyllomedusa bahiana*, *Scinax x-signatus* e *Physalaemus kroyeri*.

O módulo Poça Permanente é formado pelo ponto amostral PP1 com as espécies: *Rhinella crucifer*, *Dendropsophus branneri* e *Dendropsophus minusculus*.

O módulo Fragmentos é formado pela associação dos três fragmentos (F1, F2, F3) e das espécies: *Haddadus binotatus*, *Pristimantis paulodutraii*, *Pristimantis vinhai*, *Aplastodiscus cavicola*, *Aplastodiscus sp*, *Bokermannohyla sp* e *Proceratophrys renalis*.

Na rede foi encontrado quatro tipos de nós, segundo Guimerá & Amaral (2005), sendo três *non-hubs* e um *hub*. Quatro nós foram ultra-periféricos (PV, ASp, AC, PN), 12 nós foram periféricos (F1, F2, F3, PP, HB, BD, PR, DMN, DN, SE, LL, PT1), 14 nós foram *non-hubs* conectores (PP1, PT2, RC, DB, DE, DH, DMT, DO, HC, HF, PB, SX, PC, PK) e 1 nó foi *hub* conector (PT3).

Dos quatro nós classificados como ultra-periféricos, três correspondem exatamente às espécies que ocorreram em apenas um local, que são, *Aplastodiscus cavicola* e *Aplastodiscus sp* que ocorreram apenas no ponto F1 e *Phyllomedusa nordestina* que ocorreu apenas no ponto PT3. O outro nó ultra-periférico corresponde a *Pristimantis vinhai*, que recebeu esta classificação por estar ligado somente ao seu módulo, que foi a associação dos fragmentos. Por estarem conectados a um ou poucos nós, os nós ultra-periféricos são totalmente dependentes dos nós em que estão ligados. Sete dos 12 nós periféricos estão dentro de um único módulo (Fragmentos), e este por sua vez é composto apenas de nós periféricos e ultra-periféricos. Os 14 nós *non-hub* conectores estão distribuídos entre três módulos, sendo cinco no módulo Poça Temporária no Pasto, seis no módulo Poça Temporária Próxima ao Fragmento e três no módulo Poça Permanente. O nó *hub* conector está no módulo Poça Temporária no Pasto.

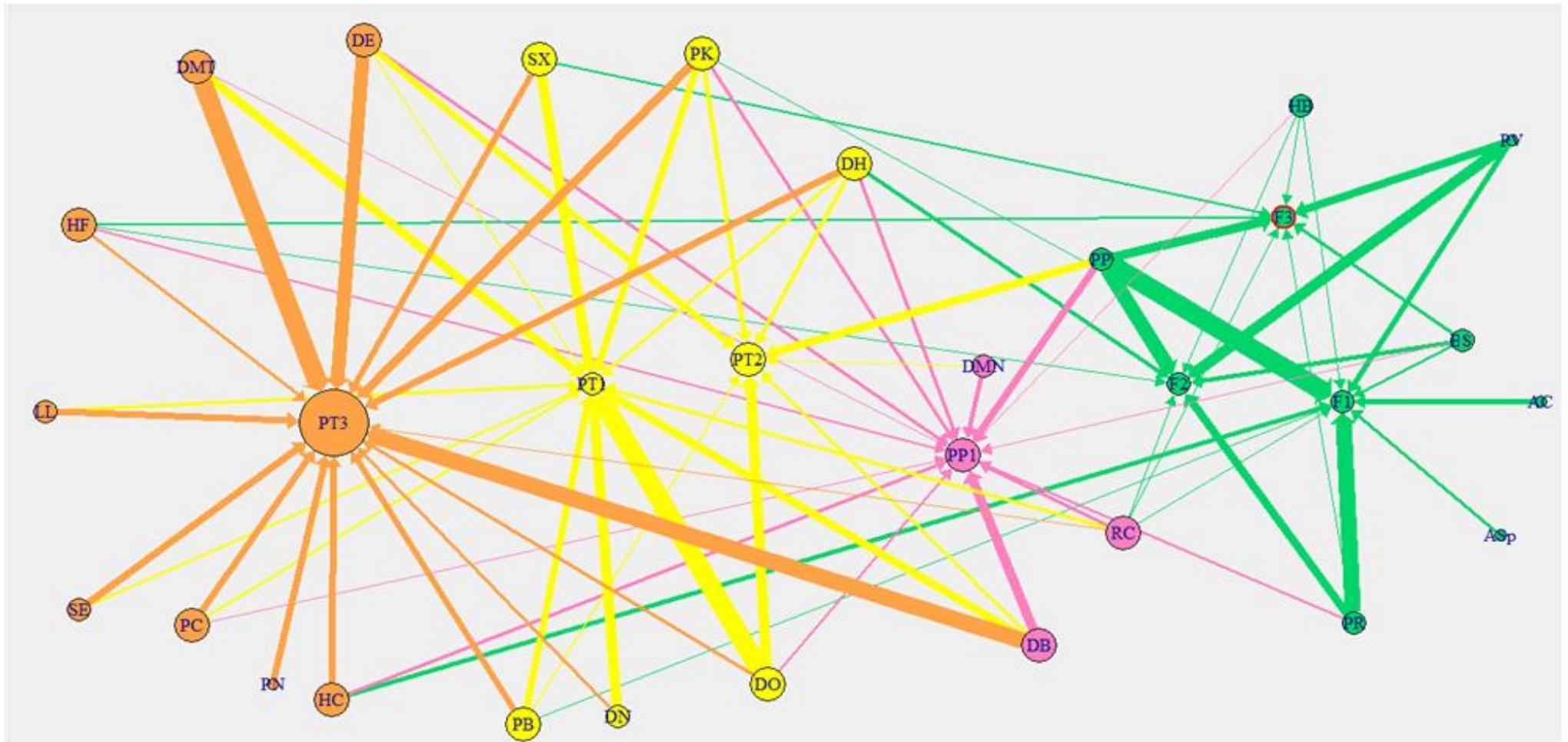


Figura 16. Rede formada pelas ligações das espécies encontradas com os pontos amostrais analisados. As cores indicam os módulos formados. O tamanho do nó indica a função do mesmo segundo Guimerá e Amaral (2005), sendo o menor nó = ultra-periférico, seguido de periférico, non-hub conector e o maior = hub conector. A espessura dos links indicam a abundância média da espécie no ponto amostral. Legendas: Pontos amostrais: F1, F2, F3 = trechos percorridos nos fragmentos 1, 2 e 3, respectivamente; PP1=poça permanente 1; PT1, PT2 e PT3 = poças temporárias 1, 2 e 3, respectivamente; Espécies: RC=*Rhinella crucifer*, HB=*Haddadus binotatus*, PP=*Pristimantis paulodutrai*, PV=*Pristimantis vinhai*, AC=*Aplastodiscus cavicola*, ASp=*Aplastodiscus sp*, BS=*Bokermannohyla sp*, DB=*Dendropsophus branneri*, DE=*Dendropsophus elegans*, DH=*Dendropsophus haddadi*, DMT=*Dendropsophus minutus*, DMN=*Dendropsophus minutus*, DN=*Dendropsophus novaisi*, DO=*Dendropsophus oliveirai*, HC=*Hypsiboas crepitans*, HF=*Hypsiboas faber*, PB=*Phyllomedusa bahiana*, PN=*Phyllomedusa nordestina*, SE=*Scinax eurydice*, SX=*Scinax x-signatus*, LL=*Leptodactylus latrans*, PC=*Physalaemus cuvieri*, PK=*Physalaemus kroyeri*, PR=*Proceratophrys renalis*.

5. DISCUSSÃO

A riqueza de 24 espécies encontrada no presente estudo é similar a média de 25,8 espécies de outros levantamentos realizados em FESDs (Tabela 5). Apesar de diferenças entre as metodologias aplicadas, esforço amostral e tamanho e estrutura dos fragmentos, valores de riquezas entre 20 e 30 espécies se repetem em diversos estudos, indicando um possível padrão para essa formação florestal.

Tabela 5. Riqueza de espécies de anfíbios anuros em Florestas Estacionais Semidecíduais. FES=Floresta Estacional Semidecidual; CER=Cerrado; EUC=Eucalipto; FOD=Floresta Ombrófila Densa

Fitofisionomia	Riqueza	Referência
FES	24	PRESENTE ESTUDO
FES-EUC	21	TOLEDO, ZINA & HADDAD, 2003
FES-CER	27	VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005
FES	12	SILVA & ROSSA-FERES, 2007
FES	38	UETENABARO <i>et al.</i> , 2007
FES	24	ZINA <i>et al.</i> , 2007
FES-FOD	35	SERAFIM <i>et al.</i> , 2008
FES-CER	24	ARAÚJO <i>et al.</i> 2009
FES-CER-EUC	21	PRADO <i>et al.</i> , 2009
FES-CER	21	VASCONCELOS, 2009
FES	28	SÃO PEDRO & FEIO, 2010
FES-CER	36	MELO <i>et al.</i> , 2013
FES	21	SANTOS, 2013
FES	31	SILVA <i>et al.</i> , 2013
FES	25	NAZARETTI & CONTE, 2015

Entretanto, o valor médio da riqueza das florestas estacionais semidecidual podem ser considerados baixos quando comparados a formações ombrófilas da Floresta Atlântica, considerando apenas o valor absoluto da riqueza. Estudos como os de Dias *et al.* (2014) que registraram 80 espécies, Dias *et al.* (2014b), que registraram 59 espécies, Camurugi *et al.* (2010), que registraram 48 espécies e Silvano e Pimenta (2003) que encontraram 92 espécies, demonstram uma elevada riqueza para essas formações. A diferença na riqueza pode estar relacionada com as variáveis climáticas, sobretudo a precipitação e umidade, que possuem altos índices durante todo ano nas florestas ombrófilas e índices sazonais nas florestas estacionais (VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005). Inferências similares foram apresentadas por Nazaretti & Conte (2015).

Para regiões tropicais, a precipitação é considerada como o principal fator de regulação das atividades reprodutivas dos anuros (HEYER, 1973). Segundo Vasconcelos e Rossa-Feres (2005) nas regiões tropicais com sazonalidade bem definida as atividades

reprodutivas dos anuros se concentram na estação chuvosa. Entretanto, alguns autores (KOPP *et al.* 2010, SÃO PEDRO & FEIO, 2010) afirmam que em regiões com sazonalidade definidas tendem a não possuir um padrão definido para as correlações das variáveis climáticas e a riqueza/abundância de anuros. Analisando a relação da precipitação e das variáveis climáticas com riqueza e modos reprodutivos de anuros, Vasconcelos *et al.* (2010) assumem que estas variáveis possuem correlação positiva, porém apenas 23,5% dos dados analisados foram determinados pelas variáveis climáticas, sendo o restante determinado por outros fatores. Já Silva *et al.* (2012) mostram que a umidade pode ser o fator de maior influência para anuros em um mesmo bioma, e que as variações no nível de umidade determinam a riqueza e os modos reprodutivos.

Os resultados encontrados no presente estudo relacionam positivamente a variável pluviosidade com a riqueza e abundância dos anuros nas áreas de poças. Por se tratar de áreas de poças temporárias em sua maioria, formadas pela acumulação de água da chuva, logicamente a presença de anuros só é possível quando há precipitação, logo era esperado que esta correlação fosse positiva. Já a única correlação positiva da temperatura ocorreu para a abundância dos fragmentos, fator com maior influência para este ambiente do que a pluviosidade, visto que a presença de um corpo d'água permanente proporciona uma estabilidade hídrica ao local.

Entretanto, a temperatura não foi positivamente correlacionada com as áreas de poças, indicando que, mesmo que estas áreas estejam mais expostas às variações de temperatura, este fator não foi determinante para as atividades reprodutivas. É provável que alguns fatores climáticos podem ser mais importantes para as atividades reprodutivas do que outros. Assim, a presença de água na poça pode ser mais significativo do que um aumento da temperatura.

Assim como a riqueza de anuros adultos, a riqueza de girinos tem sido utilizada como uma importante ferramenta na determinação da anurofauna. Santos *et al.* (2007), além da observação de adultos, utilizaram girinos para determinar a diversidade de anfíbios anuros no município de Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, sendo possível, a identificação de três espécies que ocorrem na região apenas através dos girinos. Camurugi *et al.* (2010), em um levantamento realizado na Reserva Ecológica Michelin, no município de Igrapiúna, estado da Bahia, também identificaram duas espécies por meio apenas da identificação de girinos. Vasconcelos e Rossa-Feres (2005) também utilizaram girinos na identificação de espécies no município de Nova Itapirema, associado à observação de adultos.

No presente estudo apenas 12 espécies foram identificadas através da coleta de girinos e todos corresponderam a espécies em que o adulto também foi coletado. No entanto, foram

registradas 23 morfoespécies o que corresponderia a um número maior do que o registrado para os adultos, uma vez que, das 24 espécies identificadas com base em adultos, três não possuem fase larvária livre. Estudos adicionais para a completa identificação destes girinos poderão reforçar a eficiência do método amostral para estudos sobre a biodiversidade.

Dos locais onde foram coletados os girinos, o ponto amostral PT3 apresentou maior abundância e riqueza, com 14 morfoespécies. Esse valor reflete a riqueza de adultos no local, com 16 espécies. A baixa riqueza de girinos no interior do fragmento pode ser atribuída a dois fatores: o corpo d'água lótico e a composição da anurofauna. O corpo d'água lótico limita o uso deste ambiente como local de desova para espécies que possuem modos reprodutivos mais generalizados e/ou associados a corpos d'água lênticos, que foi o caso da maioria das espécies encontradas nas áreas de poças. Adicionalmente, as espécies mais frequentes nos fragmentos, possuem modos reprodutivos especializados, como *Haddadus binotatus*, *Pristimantis paulodutrai*, *P. vinhai* e *Aplastodiscus cavicola*. As três primeiras possuem desenvolvimento direto ((PEIXOTO & PIMENTA, 2004; PIMENTA & JUNCÁ, 2004; HARTMANN *et al.*, 2010), enquanto que *A. cavicola* deposita seus ovos em ninho subterrâneos (HADDAD & PRADO, 2005), o que dificulta o encontro nos riachos.

A análise de rede apontou que os pontos amostrais estão atuando como módulos distintos, possuindo uma importância diferente para cada espécie. A agregação dos três fragmentos em um único módulo (o módulo Fragmentos) mostra como essas áreas estão atuando de maneira similar para a manutenção das espécies que ali ocorrem. Além disso, a característica dos nós desse módulo indica uma forte interdependência entre eles, reforçando a hipótese de que esse ambiente é crucial para tais espécies. Estas por sua vez possuem características biológicas que fortalecem ainda mais essas conexões com os fragmentos. *Haddadus binotatus*, *Pristimantis paulodutrai* e *P. vinhai* são espécies de serrapilheira, associadas a florestas primárias e secundárias, e pouco comum, ou não ocorrendo, em áreas abertas (PEIXOTO & PIMENTA, 2004; PIMENTA & JUNCÁ, 2004; SLUYS & ROCHA, 2010). Possuem modo reprodutivo 23 (PEIXOTO & PIMENTA, 2004; PIMENTA & JUNCÁ, 2004; HARTMANN *et al.*, 2010), o que lhes garante independência de um corpo d'água para a atividade reprodutiva, mas necessitam de um ambiente com maiores níveis de umidade para a mesma (HADDAD & PRADO, 2005). Essas características justificam *Pristimantis paulodutrai* e *P. vinhai* como as espécies mais abundantes e frequentes nos fragmentos, entretanto *Haddadus binotatus*, que possui as mesmas características, possui a mais baixa abundância nesse ambiente. *Aplastodiscus cavicola* é uma espécie associada a florestas primárias ou secundárias e clareiras dentro de florestas, próximos a riachos,

estabelecendo nestes habitats o local de nidificação (CRUZ, CARVALHO-E-SILVA & PEIXOTO, 2004) e possui modo reprodutivo 5 (HADDAD & PRADO, 2005). *Aplastodiscus* *sp* provavelmente ocupa os mesmos ambientes e possui o mesmo modo reprodutivo de *A. cavicola*, já que todas as espécies do gênero apresentam este modo (HADDAD *et al.*, 2005).

Bokermannohyla *sp* pertence a um gênero associado ao bioma da Floresta Atlântica, podendo ocorrer em matas de galerias e florestas de altitude (NAPOLI & JUNCÁ, 2006). No presente estudo, machos foram encontrados nos arbustos e vocalizando nos riachos dos fragmentos e no riacho formado pela barragem da poça permanente PP1, demonstrando a associação da espécie com este tipo de ambiente.

Proceratophrys renalis ocupa tanto áreas de Floresta Atlântica, como Cerrado e Caatinga (MÂNGIA, GUIMARÃES & FEIO, 2012). Não há dados sobre a reprodução da espécie. No presente estudo foram observados machos vocalizando no corpo d'água lântico (PP1) e nos trechos mais lentos ou onde há acúmulo de água (similar a uma poça) nos trechos de corpo d'água lótico (F1, F2, F3). Machos vocalizaram antes do por do sol, por volta das 17:00, finalizando entre as 20:00 e 21:00. Exigências ambientais das espécies associadas ao módulo Fragmentos contribuem para que esta associação estatística possua também respaldo biológico.

Os módulos Poça Temporária no Pasto e Poça Temporária Próxima ao Fragmento possuem condições ambientais similares, com a exceção da proximidade de uma área florestada, se tratando de corpos d'água temporários formados pelo acúmulo de água das chuvas em depressões na matriz de capim. Essa similaridade é observada nos *links* que existem entre esses módulos, pois, com exceção de *Hypsiboas crepitans*, *H. faber* e *Phyllomedusa nordestina*, todos os outros nós possuem ligações entre os dois módulos. Todas as espécies encontradas nestes dois módulos podem ser consideradas como generalistas para a escolha do habitat, ocorrendo tanto em formações florestais quanto em ambientes abertos (*Dendropsophus elegans*, FROST, 2015; modo reprodutivo 1, HARTMANN *et al.*, 2010; *Dendropsophus haddadi*, PEIXOTO & PIMENTA, 2004b; modo reprodutivo 24, TOLEDO *et al.*, 2012; *Dendropsophus minutus*, BRASILEIRO *et al.*, 2005; ZINA *et al.*, 2007, SILVANO *et al.*, 2010, SILVA *et al.*, 2013, modo reprodutivo 1, HADDAD & PRADO, 2005; *Hypsiboas crepitans*, LA MARCA *et al.*, 2010, FROST, 2015, modo reprodutivo 1, SILVA *et al.* 2013; *Hypsiboas faber*, LAVILLA *et al.*, 2010, modo reprodutivo 1 ou 4, HADDAD & PRADO, 2005; ZINA *et al.*, 2007; HARTMANN *et al.*, 2010; *Scinax eurydice*, ARZABE & CARVALHO-E-SILVA, 2010, modo reprodutivo 1, HARTMANN *et al.*, 2010; *Scinax x-signatus*, RODRIGUES *et al.*, 2010, modo reprodutivo 1, SILVA *et al.* 2013;

Leptodactylus latrans, HEYER *et al.*, 2010, modo reprodutivo 11, KOPP *et al.*, 2010; *Physalaemus cuvieri*, MIJARES *et al.*, 2010, modo reprodutivo 11, KOPP *et al.*, 2010), ou típicas de formações abertas (*Dendropsophus novaisi*, PEIXOTO & PIMENTA, 2004c; *Dendropsophus oliveirai*, BASTOS & SKUK, 2004, modo reprodutivo 24, SILVA *et al.* 2013; *Phyllomedusa bahiana*, JUNCÁ, 2008; *Phyllomedusa nordestina*, ÂNGULO, 2008; *Physalaemus kroyeri*, ARZABE & SILVANO, 2004, modo reprodutivo 11, ARZABE & SILVANO, 2004). Além disso, possuem modos reprodutivos associados a corpos d'água lênticos (HADDAD & PRADO, 2005). Assim, *Dendropsophus minutus*, que se constituiu na espécie mais abundante nas áreas de poças, possui modo reprodutivo 1 e ocupa diferentes ambientes, características compatíveis com a elevada abundância. Das 14 espécies desses módulos, apenas seis, *Dendropsophus haddadi*, *Hypsiboas crepitans*, *Hypsiboas faber*, *Phyllomedusa bahiana*, *Scinax x-signatus* e *Physalaemus kroyeri*, possuem links com o módulo Fragmentos.

O módulo Poça Permanente apresentou apenas três espécies, sendo todas consideradas generalista para a escolha de habitats (*Rhinella crucifer*, AQUINO *et al.*, 2004, modo reprodutivo 1, HADDAD & PRADO, 2005; *Dendropsophus branneri*, CRUZ, CARVALHO-E-SILVA & ANDRADE, 2004, modo reprodutivo 1, SILVA *et al.*, 2013; *Dendropsophus minusculus*, ZINA *et al.*, 2014, modo reprodutivo 1 e 24, ZINA *et al.*, 2014), além de apresentarem modos reprodutivos associados a corpos d'água lênticos. Das três espécies deste módulo, apenas uma, *Rhinella crucifer*, possui ligação com o módulo Fragmentos.

O módulo Fragmentos possui sete espécies associadas, entretanto há links de outras sete espécies ligados a este módulo. Ao total o módulo Fragmentos possui links com 14 espécies, sendo exclusivas dessas áreas apenas *Aplastodiscus cavicola*, *Aplastodiscus sp.*, e *Pristimantis vinhai*. A presença dessas espécies e a maior abundância de *Haddadus binotatus* e *P. paulodutraei* indica que os fragmentos apresentam recursos, provavelmente relacionados com a estrutura da vegetação, a presença do corpo d'água lótico, condições de temperatura e umidade do ar e do solo, que suportaria a presença de espécies mais exigentes. As sete ligações externas ao módulo indicam que os fragmentos atuam como um habitat alternativo, podendo ser utilizado como abrigo durante a estação seca, área de forrageio e abrigo diurno durante a estação reprodutiva. O uso de áreas florestadas com funções similares às citadas foi apontado por Silva & Rossa-Feres (2007) para populações de anuros da região noroeste do estado de São Paulo.

Na associação das áreas de poças foram encontradas 21 espécies. A maior riqueza das áreas de poças em relação à riqueza dos fragmentos é similar ao encontrado por Tocher *et al.*

(1997) para fragmentos de Floresta Amazônica e Conte & Machado (2005) para fragmentos no Paraná. Além disso, a maioria das espécies encontradas no presente estudo apresentam hábitos generalistas para escolha de habitats e possuem modos reprodutivos mais associados a corpos d'água lênticos (modos 1, 4, 11), fator que limita o uso dos fragmentos para reprodução, que possuem corpo d'água lótico, com poucos trechos similares a ambientes lênticos.

Assim, concluí-se que os fragmentos desenvolvem um papel importante para a manutenção de espécies de anuros. Nas áreas sob forte ação antrópica com fragmentação constante do habitat, os fragmentos florestais, mesmo aqueles de reduzida extensão, podem ser decisivos para a permanência de espécies de anuros incapazes de ocupar as áreas abertas.

A forte ligação e dependência que as espécies possuem com os fragmentos estudados sugerem ainda que outros fragmentos da região possam atuar de forma similar, mantendo uma diversidade singular de anuros em relação a áreas desmatadas. A análise de rede mostrou-se uma ferramenta eficaz para a observação da modularidade do ambiente, possibilitando verificar que mesmo separados geograficamente, os fragmentos atuam como um único grupo na diversidade de anuros.

6. REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, J., ARNTZEN, J. W. & FERRAND, N. 2002. Nested clade analysis and the genetic evidence for population expansion in the phylogeography of the golden-striped salamander, *Chioglossa lusitanica* (Amphibia: Urodela). **Heredity**. vol. 88. 66-74 pgs.
- ALMEIDA A. P., GASPARINI J. L., PELOSO P. L. V. 2011. Frogs of the state of Espírito Santo, southeastern Brazil - The need for looking at the 'coldspots'. **Check List** 7(4): 542–560.
- ANGULO, A. 2008. *Phyllomedusa nordestina*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:00 horas.
- AQUINO, L., KWET, A., SEGALLA, M. V. & BALDO, D. 2004. *Rhinella crucifer*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em<www.iucnredlist.org>. Acessado em 20 de julho de 2015, às 1:59 horas.
- ARAÚJO, C. O., CONDEZ, T. H. & SAWAYA, R. J. 2009. Anfíbios anuros do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, sudeste do Brasil, e suas relações com outras taxocenoses no Brasil. **Biota Neotropica**, vol. 9, n. 2.
- ARGÔLO, A. J. S, CERQUEIRA, E. M., D'EL REY, A. G. F. & FEITOSA, N. 2005. Inventário de Anfíbios e Répteis da Serrapilheira do Planalto de Conquista. Cap. 4: 62-74 In: Campiolo, S. 2005 (Coord.). **Biota das Florestas do Planalto de Conquista, Sudoeste da Bahia**. ProBio - Relatório Final. 274 pgs.
- ARZABE, C. & SILVANO, D. 2004. *Physalaemus kroyeri*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:43 horas.
- ARZABE, C. & CARVALHO-E-SILVA, S. P. 2010. *Scinax eurydice*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:05 horas.

BAHIA. Núcleo da Mata Atlântica (NUMA). Disponível em: <<http://www.ceama.mp.ba.gov.br/mata-atlantica.html?id=1353>>, acessado em: 11 de outubro de 2014, às 13:35 horas.

BAHIA. Prefeitura Municipal de Barra do Choça (PMBC). Disponível em: <http://barradochoca.ba.gov.br/?page_id=240>, acessado em: 11 de outubro de 2014, às 13:42 horas.

BARABÁSI, A.-L. 2002. *Linked: The New Science of Networks*, **Perseus**, Cambridge, MA.

BASTOS, R. & SKUK, G. 2004. *Dendropsophus oliveirai*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:32 horas.

BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. F. B., BATISTA, R. F. & PRADO, P. I. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**. 318: 1775-1777.

BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M. T. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, vol. 42, no. 11.

BOCCALETTI, S., LATORA, V., MORENO, Y., Chavez, M., Hwang, D. U. 2006. Complex network: Structures and dynamics. **Physics Reports**. vol. 424, no. 4, pp. 175-308.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2014. As Listas das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção vigentes (Portarias MMA nº 444/2014 e nº 445/2014). Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>>, acessado em: 18 de julho de 2015, às 17:20 horas.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>, acessado em: 11 de outubro de 2014, às 12:14 horas.

BRASILEIRO, C. A., SAWAYA, R. J. KIEFER, M. C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v5 (n2).

CAMPIOLO, S., BAUMGARTEN, L., NETO, E. M., ARGOLO, A. J. S., SANTOS, B. S., SILVEIRA, L. F., ACACCIO, G., LEVY, M. C., FALCÃO, F. C. & VIEIRA, C. S. 2005.

Conhecendo e Conservando a Biodiversidade da Mata Atlântica Interiorana da Bahia. Cap. 1: 1-17 *In*: CAMPIOLO, S. 2005 (Coord.). **Biota das Florestas do Planalto de Conquista, Sudoeste da Bahia**. ProBio - Relatório Final. 274 pgs.

CAMURUGI, F., LIMA, T. M., MERCÊS, E. A. & JUNCÁ, F. A. 2010. Anurans of the Reserva Ecológica da Michelin, Municipality of Igrapiúna, State of Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, 10(2).

CARAMASCHI, U. & PIMENTA, B. V. S. 2003. Duas novas espécies de *Chiasmocleis* Méhely, 1904 da Mata Atlântica do sul da Bahia, Brasil (Amphibia, Anura, Microhylidae). **Arquivos do Museu Nacional**. Vol 61, n 3, p. 195-202.

CERQUEIRA, R., BRANT, A., NASCIMENTO, M. T. & PARDINI, R. 2003. Fragmentação: alguns conceitos. Cap. 1. p. 23-41. *In*: RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs). 2003. **Fragmentação de Ecossistemas: Causa, efeitos sobre a diversidade e recomendações de políticas públicas**. 510pgs.

CONTE, C. E. & MACHADO, R. A. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Vol 22, n 4. p. 940-948.

CORREA, C., PASTENES, L., SALLABERRY, M., VELOSO, A. & MÉNDEZ, M. A. 2010. Phylogeography of *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae) in northern Chile. **Amphibia-Reptilia**. vol. 31. 85-96 pgs.

CRUZ, C. A. G., CARVALHO-E-SILVA, S. P. & ANDRADE, G. 2004. *Dendropsophus branneri*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acesso em 19 de julho de 2015, às 17:42 horas.

CRUZ, C. A. G., CARVALHO-E-SILVA, S. P. & PEIXOTO, O. L. 2004. *Aplastodiscus cavicola*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em 18 de julho de 2015, às 14:35 horas.

CRUZ, C. A. G., PIMENTA, B. V. S. & SILVANO, D. L. 2003. Duas novas espécies pertencentes ao complexo de *Hyla albosignata* Lutz & Lutz, 1938, do leste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional**. 503.

- CUSHMAN, S.A. 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. **Biological Conservation**. I 28, p. 231-340.
- DIAS, I. R., MEDEIROS, T. T., NOVA, M. F. V. & SOLÉ, M. 2014. Amphibians of Serra Bonita, southern Bahia: a new hotspot within Brazil's Atlantic Forest hotspot. **ZooKeys** 449: 105–130.
- DIAS, I. R., MIRA-MENDES, C. V. & SOLÉ, M. 2014b. Rapid inventory of herpetofauna at the APA (Environmental Protection Area) of the Lagoa Encantada and Rio Almada, Southern Bahia, Brazil. **Herpetology Notes**, volume 7: 627-637.
- DIXO, M. & MARTINS, M. 2008. Are leaf-litter frogs and lizards affected by edge effects due to forest fragmentation in Brazilian Atlantic forest? **Journal of Tropical Ecology**. Vol. 24. p. 551-554.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. 1986. **Biology of amphibians**. New York: McGraw-Hill, 670 pgs.
- FALCÃO, F. C., SOARES-SANTOS, B. & DRUMMOND, S. 2005. Espécies de morcegos do Planalto da Conquista, BAHIA, BRASIL. **Chiroptera Neotropical**, 11(1-2)
- FORLANI M. C., BERNARDO P. H., HADDAD C. B. F., ZAHER H. 2010. Herpetofauna of the Carlos Botelho State Park, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica** 10(3): 265–309. doi: 10.1590/S1676-06032010000300028
- FROST, D. R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GARCIA, P. C. A.; LAVILLA, E.; LANGONE, J. A. & SEGALLA, M. V. 2007. Anfíbios da Região Subtropical da América do Sul: Padrões de Distribuição. **Ciência & Ambiente**, 35:65-100.
- GARDNER, T. A., BARLOW, J. & PERES, C. A. 2007. Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. **Biological Conservation**. I38. p.166–179.

- GUIMERÁ, R. & AMARAL, L. A. N. 2005. Cartography of complex networks: modules and universal roles. **Journal of statistical mechanics: Theory and Experiment**.
- HADDAD, C. F. B. & PRADO, C. P. A. 2005. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **BioScience**. Vol. 55(3).
- HADDAD, C. F. B., FAIVOCIH, J., GARCIA, P. C. A. 2005. The specialized reproductive mode of the treefrog *Aplastodiscus perviridis* (Anura: Hylidae). **Amphibia-Reptilia**. 26: 87-92.
- HADDAD, C. F. B., TOLEDO, L. F., PRADO, C. P. A., LOEBMANN, D., GASPARINI, J. L. & SAZIMA, I. 2013. **Guiados anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia**. São Paulo. Anolisbooks. 544 pgs.
- HARTMANN, M. T., HARTMANN, P. A., HADDAD, C. F. B. 2010. Reproductive modes and fecundity of an assemblage of anuran amphibians in the Atlantic rainforest, Brazil. **Iheringia, Série Zoológica** 100(3):207-215
- HEYER, W. R. 1973. Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. **Journal of Herpetology**, 7:337-361.
- HEYER, W. R., LANGONE, J., LA MARCA, E., AZEVEDO-RAMOS, C., DI TADA, I., BALDO, D., LAVILLA, E., SCOTT, N., AQUINO, L. & HARDY, J. 2010. *Leptodactylus latrans*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:27 horas.
- HEYER W. R., RAND A. S., CRUZ C. A. G., PEIXOTO O. L., NELSON C. E. 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia** 31: 231–410.
- HUXHAM, M., BEANEY, S., RAFFAELLI, D. 1996. Do parasites reduce the chances of triangulation in real food web? **Oikos**, 76, 284-300
- INGS, T. C., MONTOYA, J. M., BASCOMPTE, J., BLÜTHGEN, N., BROWN, L., DORMANN, C. F., EDWARDS, F., FIGUEROA, D., JACOB, U., JONES, J. I., LAURIDSEN, R. B., LEDGER, M. E., LEWIS, H. M., OLESEN, J. M., VAN VEEN, F. J. F., WARREN, P. H. & WOODWARD, G. 2009. Ecological networks - beyond food webs. **Journal of Animal Ecology**. 78, 253-279 pgs.

IZECKSOHN E., CARVALHO-E-SILVA S. P. 2001. Anfíbios do município do Rio de Janeiro. 2nd ed. Rio de Janeiro (RJ). Editora UFRJ. 148 p.

JUNCA, F. A. 2006. Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota Neotropica*. Vol 6(2).

JUNCA, F. A. 2008. *Phyllomedusa bahiana*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:05 horas.

KASHTAN, N. & ALON, U. 2005. Spontaneous evolution of modularity and network motifs. **PNAS**. vol. 102. n.39. 13773-13778 pgs.

KOPP, K., SIGNORELLI, L., BASTOS, R. P. 2010. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**. 100(3)

LA MARCA, E., AZEVEDO-RAMOS, C., SILVANO, D., SOLÍS, F., IBÁÑEZ, R., JARAMILLO, C., FUENMAYOR, Q. & HARDY, J. 2010. *Hypsiboas crepitans*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:15 horas.

LAVILLA, E., AQUINO, L., KWET, A. & BALDO, D. 2010. *Hypsiboas faber*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 8:47 horas.

LIMA, M.G., GASCON, C., 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. **Biological Conservation** 91, 241–247.

MACHADO, R. A., BERNARDE, P. S., MORATO, S. A. A. & ANJOS, L. 1999. Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura). **Revista brasileira de Zoologia** I. 16 (4): 997 -1004.

MÂNGIA, S., GUIMARÃES, C. & FEIO, R. N. 2012. Distribution extension and geographic distribution map of *Proceratophrys renalis* (Miranda-Ribeiro, 1920) (Anura, Odontophrynidae). **Check List**. Vol. 8(2): 298-299 pgs.

- MARTINEZ, N. D. 1991. Artifacts or attributes? Effects of resolution on the Little Rock Lake food web. **Ecological Monographs** 61, 367-392.
- MELO, M., FAVA, F., PINTO, H. B. A., BASTOS, R. P. & N. F. 2013. Diversidade de Anuros (Amphibia) na reserva extrativista Lago do Cedro e seu entrono, Aruanã, Goiás. **Biota Neotropica**, vol. 13, no. 2.
- MEMMOTT, J., MARTINEZ, N. D., COHEN, J. E. 2000. Predators, parasitoids and pathogens: species richness, trophic generality and body sizes in natural food web. **Journal of Animal Ecology**. 69, 1-15.
- METZGER, J. P. 1999. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 71. (3-I). p. 445-463.
- MIJARES, A., RODRIGUES, M. T. & BALDO, D. 2010. *Physalaemus cuvieri*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:51 horas.
- MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C. G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G. A. B. 2005. **Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions**. Publicado por Conservation International, 392 pgs.
- NAPOLI, M. F. & JUNCÁ, F. A. 2006. A new species of the Bokermannohyla circumdata group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Chapada Diamantina, State of Bahia, Brazil. **Zootaxa**. Vol. 1244: 57–68 pgs.
- NAZARETTI, E. M. & CONTE, C. E. 2015. Anurofauna de um remanescente alterado de floresta estacional semidecidual as margens do Rio Paranapanema. **Iheringia, Série Zoológica**, 105(4), 420-429p.
- NETO, E. M. 2005. As Florestas do Planalto de Conquista e Regiões Adjacentes. Cap. 2:18-32. *In*: CAMPIOLO, S. 2005 (Coord.). **Biota das Florestas do Planalto de Conquista, Sudoeste da Bahia**. ProBio - Relatório Final. 274 pgs.
- NEWMAN, M. E. J. 2003. The Structure and Function of Complex Networks. **Siam Review**. vol. 45, no. 2.

PEIXOTO, O. L. & PIMENTA, B. 2004. *Pristimantis vinhai*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. acessado em: 19 de novembro de 2015, às 18:00 horas

PEIXOTO, O. L. & PIMENTA, B. 2004b. *Dendropsophus haddadi*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. acessado em: 19 de julho de 2015, às 17:55 horas.

PEIXOTO, O. L. & PIMENTA, B. 2004c. *Dendropsophus novaisi*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em: 19 de julho de 2015, às 18:15 horas.

PEZZUTI, T. L., SANTOS, M. T. T., MARTINS, S. V., LEITE, F. S. F., GARCIA, P. C. A. & FAIVOVICH, J. 2015. The tadpoles of two species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Hylidae, Cophomantini). **Zootaxa**. 4048(2): 151-173.

PIMENTA, B. & JUNCÁ, F. A. 2004. *Ischnocnema paulodutraei*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em: 19 de julho de 2015, às 18:18 horas.

PIMENTA, B. V. S. & CARAMASCHI, U. 2007. New species of toad, genus *Frostius* Cannatella, 1986, from the Atlantic Rain Forest of Bahia, Brazil (Amphibia, Anura, Bufonidae). **Zootaxa**. Vol 1508, 61-68 pgs.

POMBAL JR, J. P. & GORDO, M. 1991. Duas novas espécies de *Hyla* da Floresta Atlântica no estado de São Paulo (Amphibia, Anura). **Memórias do Instituto Butantan**. Vol 53, n 1, 135-144 pgs.

PRADO, V. H. M., SILVA, F. R., DIAS, N. Y. N., PIRES, J. S. R., ROSSA-FERES, D. C. 2009. Lists of species. Anura, Estação Ecológica de Jataí, São Paulo estate, southeastern Brazil. **Checklist** 5(3), 495-502.

RIBEIRO, C. B., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142, p. 1141-1153.

- RÖDDER D., TEIXEIRA R. L., FERREIRA R. B., DANTAS R. B., PERTEL W., GUARNEIRE G. J. 2007. Anuran hotspots: the municipality of Santa Teresa, Espírito Santo, southeastern Brazil. **Salamandra** 43 (2): 91–110.
- RODRIGUES, M. T., CARAMASCHI, U. & MIJARES, A. 2010. *Scinax x-signatus*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:38 horas.
- SANTOS-SILVA, C. R., DE-CARVALHO, C. B. & FERRARI, S. F. 2012. Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus novaisi* (Bokermann, 1968) Distribution extension and geographic distribution map. **Check List**. 8(3):499-500.
- SANTOS, E. J. 2013. Diversidade de anfíbios anuros em fragmentos de floresta estacional semidecidual. Curitiba, Paraná. **Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná.**
- SANTOS, T. G., ROSSA-FERES, D. C. & CASATTI, L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**. Vol 97, n 1. p. 37-49.
- SÃO PEDRO, V. A. & FEIO, R. N. 2010. Distribuição espacial e sazonal de anuros na Serra do Ouro Branco. **Revista Biotemas**, 23 (1).
- SERAFIM, H., CICCHI, P.J.P., IENNE, S. & JIM, J. 2008. Anurans of remnants of Atlantic forest of São José do Barreiro municipality, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**. 8(2)
- SILVA, A. S. F. L. , JUNIOR, S. S., ZINA, J. 2013. Checklist of amphibians in a transitional area between the Caatinga and the Atlantic Forest, central-southern Bahia, Brazil. **Check List** 9(4): 725–732.
- SILVA, F. R., ALMEIDA-NETO, M., PRADO, V. H. M., HADDAD, C. F. B. & ROSSA-FERES, D. C. 2012. Humidity levels drive reproductive modes and phylogenetic diversity of amphibians in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Biogeography**. Vol 39 1720-1732 pgs.
- SILVA, F. R. & ROSSA-FERES, D. C. 2007. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**. Vol. 7, n2.

SILVANO, D. L. & PIMENTA, B. V. S. 2003. Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia. *In*: PRADO, P.I., LANDAU, E.C., MOURA, R.T., PINTO, L.P.S., FONSECA, G.A.B., ALGER, K. (orgs.) **Corredor de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia**. CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.

SILVANO, D., AZEVEDO-RAMOS, C., LA MARCA, E., COLOMA, L. A., RON, S., LANGONE, J., BALDO, D. & HARDY, J. 2010. *Dendropsophus minutus*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:05 horas.

SILVEIRA, L. F., BEISIEGEL, B. M., CURCIO, F. F., VALDUJO, P. H., DIXO, M., VERDADE, V. K., MATTOX, G. M. T., CUNNINGHAM, P. T. M. 2010. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**. Vol. 24 (68).

SLUYS, V. S., CRUZ, C. A. G. & ARZABE, C. 2010. *Dendropsophus elegans*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:53 horas.

SLUYS, V. S., ROCHA, C. F. 2010. *Haddadus binotatus*. **The IUCN Red List of Threatened Species** Version 2015.2. Disponível em:<www.iucnredlist.org>. Acessado em 19 de julho de 2015, às 3:58 horas

SOARES FILHO, A. O. Fitogeografia e estrutura das florestas estacionais decíduais no Brasil. Feira de Santana, UEFS, 2012. 346pgs. **Tese (Doutorado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana**.

SOLE, R. V., MONTOYA, J. M. 2001. Complexity and fragility in ecological networks. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences**, vol. 268, no. 1480, pp. 2039-2045.

STROGATZ, S. H. 2001. Exploring complex networks. **Nature**. vol. 410.

TABARELLI, M. & GASCON, C. 2005. Lições da Pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**. Vol. 1 n 1.

TOCHER, M. 1998. Diferenças na composição de espécies de sapos entre três tipos de floresta e campo de pastagem na Amazônia central, p.219-232. *In:* e. GASCON & P. MOUTINHO (Eds). **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. Manaus, Ministério da Tecnologia e Ciência, Instituto de Pesquisas da Amazônia, 373p.

TOCHER, M., GASCON, C., ZIMMERMAN, B., 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten year study. *In:* LAURANCE, W.F., BIERREGAARD, R.O. (Eds.), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. **University of Chicago Press**, Chicago, pp. 124–137.

TOLEDO, L. F., GAREY, M. V., COSTA, T. R. N., LOURENÇO-DE-MORAES, R., HARTMANN, M. T., HADDAD, C. F. B. 2012. Alternative reproductive modes of Atlantic forest frogs. **Journal of Ethology**. 30:331–336.

TOLEDO, L. F., ZINA, J. & HADDAD, C. F. B. 2003. Distribuição Espacial e Temporal de uma Comunidade de Anfíbios Anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Holos Environment**. Vol. 3, no. 2. 136-149 pgs.

TRIOLA, M. F. 1999. Introdução à Estatística. **Livros Técnicos e Científicos**. Editora S. A, Rio de Janeiro.

UETENABARAO, M., SOUZA, F. L., FILHO, P. L., BEDA, A. F. & BRANDÃO, R. A. 2007. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v7, no. 3.

VASCONCELOS, T. S. 2009. Diversidade, padrões espaciais e temporais de anfíbios anuros em uma floresta estacional semidecidual atlântica, Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD). Rio Claro, São Paulo. **Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - área de concentração: Zoologia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências**.

VASCONCELOS, T. S. & ROSSA-FERES, D. C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**. vol.5 no.2

VELOSO, H. P., FILHO, A. L. R. R., DIAS, B. F. S., PINTO, G. C. P., MAGNAGO, H., FILHO, J. S. P. N., PEREIRA, J. B. S., LIMA, J. C. A., DAMBRÓS, L. A., FURTADO, P.

P., KLEIN, R. M., FILGUEIRAS, T. S., BARROS, W. D., SILVA, Z. L. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. **DEDIT/CDDI**.

VERDADE V. K., RODRIGUES M. T., PAVAN D. 2009. Anfíbios Anuros da região da Estação Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba. *In*: LOPES M. I. M. S., KIRIZAWA M., MELO M. R. F. (Eds). **Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba. A antiga Estação Biológica do Alto da Serra**. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 579–604.

VILAÇA, T. R. A., SILVA, J. R. S. & SOLÉ, M. 2011. Vocalization and territorial behaviour of *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, 2006 (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**. 45(29–30): 1823-1834.

ZIMMERMAN, B.L. & BIERREGAARD, R.O. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. **Journal of Biogeography**. 13: 133-143.

ZINA, J., ENNSER, J., PINHEIRO, S. C. P., HADDAD, C. F. B. & TOLEDO, L. F. 2007. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v7 (n2).

ZINA, J., SILVA, G. R., LOEBMANN, D. & ORRICO, V. G. D. 2014 . The recognition of *Dendropsophus minusculus* (Rivero, 1971)(Hylidae, Dendropsophini) as a highly polymorphic, multi-domain distributed species. **Brazilian Journal of Biology**. 74(3): S146-S153.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO I

Box de Haddad & Prado, 2005, com a descrição dos 39 modos reprodutivos para anuros.

Ovos aquáticos

Ovos depositados na água

Modo 1: Ovos e girinos exotróficos em corpo d'água lântico (*Bufo crucifer*, *Hyla minuta*, *Phrynohyas mesophaea*, *Scinax fuscovarius*, *Macrogenioglottus alipioi*, *Paratelmatobius cardosoi*).

Modo 2: Ovos e girinos exotróficos em corpo d'água lótico (*Hyla alvarengai*, *Hyla nanuzae*, *Hyla sazimai*, *Hyla weygoldti*, *Scinax canastrensis*, *Scinax machadoi*).

Modo 3: Ovos e estágios larvais em câmaras subaquáticas construídas, girinos exotróficos em riachos (*Crossodactylus*, *Hylodes*; Weygoldt & Carvalho e Silva 1992, Haddad & Giaretta 1999).

Modo 4: Ovos e estágios larvais em bacias naturais ou; após inundação, girinos exotróficos em poças ou riachos (*Hyla circumdata*, *Hyla faber*, *Hyla lundii*, *Hyla pardalis*).

Modo 5: Ovos e estágios larvais em ninhos construídos subterrâneos; após inundação, girinos exotróficos em poças ou riachos (*Aplastodiscus perviridis*, *Hyla albofrenata*, e *Hyla albosignata* complexos; Haddad et al. 2005).

Modo 6: Ovos e estágios larvais em corpos d'água em buracos em árvores ou plantas aéreas (*Phyllodytes*, grupo *Scinax perpusillus*, *Scinax alcatraz*, *Crossodactylodes*).

Modo 7: Ovos e girinos endotróficos em depressões cheias de água.

Modo 8: Ovos e girinos endotróficos na água em buracos de árvores ou plantas aéreas (*Dendrophryniscus*, *Frostius pernambucensis*).

Modo 9: Ovos depositados em um córrego e ingeridos por fêmea; ovos e girinos completam o desenvolvimento no estômago.

Ovos em ninhos de bolhas

Modo 10: Ninho de bolhas flutuando em poças; girinos exotróficos em poças (*Chiasmocleis leucosticta*; Haddad and Hödl 1997).

Ovos em ninhos de espuma (aquáticos)

Modo 11: ninho de espuma flutuando em poças; girinos exotróficos em poças (*Scinax rizibilis*, genus *Physalaemus*, grupo *Leptodactylus ocellatus*).

Modo 12: ninho de espuma flutuando em poças; girinos exotróficos em riachos.

Modo 13: ninho de espuma flutuando na água acumulada nas bacias construídas; girinos exotróficos em poças (*Leptodactylus labyrinthicus* e *Leptodactylus podicipinus*; Prado et al. 2002, Rodrigues Silva et al. 2005).

Modo 14: ninho de espuma flutuando na água acumulada nas axilas das bromélias terrestres; girinos exotróficos em poças (*Physalaemus spiniger*; Haddad and Pombal 1998).

Ovos incorporado no dorso da fêmea aquática

Mode 15: Ovos eclodem em girinos exotróficos (*Pipa carvalhoi*).

Modo 16: Ovos eclodem em jovens.

Ovos terrestres ou arbóreos (fora da água)

Ovos no solo, rochas ou em tocas

Modo 17: Ovos e início dos girinos em ninhos escavados; após inundações, girinos exotróficos em poças ou riachos

Mode 18: Ovos no solo ou rochas acima da água; após eclosão, girinos exotróficos movem-se para a água (*Phrynomedusa appendiculata*, *Phrynomedusa marginata*, *Paratelmatobius poecilogaster*).

Modo 19: Ovos em rochas úmidas, em fendas de rochas, ou sobre as raízes das árvores acima da água; girinos exotróficos semiterrestres vivendo em películas de água de rochas ou cavidades nas rochas (maioria das espécies do gênero *Cycloramphus* e *Thoropa*; Lutz 1947, Wassersug and Heyer 1983).

Modo 20: Ovos eclodem em girinos exotróficos que são carregados pelo adulto para a água (*Colostethus*).

Modo 21: Ovos eclodem girinos endotróficos que completam o desenvolvimento no ninho (*Zachaenus parvulus*).

Modo 22: Ovos eclodem girinos endotróficos que completam o desenvolvimento no dorso ou bolsa dos adultos (*Cycloramphus stejnegeri*).

Modo 23. Desenvolvimento direto de ovos terrestres (*Brachycephalus*, *Eleutherodactylus*, *Myersiella microps*).

Ovos arbóreos

Modo 24: Ovos eclodem girinos exotróficos que caem em corpo d'água lântico (e.g., *Hyla berthallutzae*, *Hyla decipiens*, *Phyllomedusa*).

Modo 25: Ovos eclodem girinos exotróficos que caem em corpo d'água lótico (e.g., *Hyalinobatrachium*, *Hyla ruschii*, *Phasmahyla*).

Modo 26: Ovos eclodem girinos exotróficos que se desenvolvem em cavidades cheias de água nas árvores.

Modo 27: Ovos eclodem jovens (*Eleutherodactylus nasutus*, *Eleutherodactylus venancioi*).

Ovos em ninhos de espuma (terrestre ou arbóreo)

Modo 28: Ninho de espuma no chão úmido da floresta; após inundação, girino exotrófico em poças (espécies no grupo *Physalaemus signifer*; Haddad & Pombal 1998).

Modo 29: Ninho de espuma com ovos e estágios larvais em bacias; após inundação, girinos exotróficos em poças ou riachos.

Modo 30: Ninho de espuma com ovos e estágios larvais em bacias; após inundação, girinos exotróficos em poças (*Adenomera bokermanni*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus mystacinus*, *Leptodactylus notoaktites*).

Modo 31: Ninho de espuma com ovos e estágios larvais em bacias; após inundação, girinos exotróficos em riachos. (*Leptodactylus cunicularius*).

Modo 32: Ninho de espuma em câmaras construídas subterrâneas; girinos ednotróficos completam o desenvolvimento no ninho (algumas espécies no gênero *Adenomera*).

Modo 33: Ninho de espuma arbóreo; girinos eclodem e caem em poças ou riachos.

Ovos carregados por adultos

Modo 34: Ovos carregados nas pernas do macho; girino exotrófico em poças.

Modo 35: Ovos carregados na bolsa dorsal da fêmea; girino exotrófico em poças.

Modo 36: Ovos carregados no dorso ou na bolsa dorsal da fêmea; girino endotrófico em bromélias ou bambu (*Flectonotus*).

Modo 37: Ovos carregados no dorso ou bolsa dorsal da fêmea; desenvolvimento direto em jovens (*Gastrotheca*).

Ovos retidos nos ovidutos

Modo 38. Ovoviviparidade; nutrição provida pela gema.

Modo 39. Viviparidade; nutrição provida por secreções do oviduto.

7.2 ANEXO II

Script utilizado na análise de rede:

```

dados <- read.table("dados.finais.txt",header=T,dec=",")
library(igraph)
#aggregate
ag<-aggregate(dados$abundancia, list(especie=dados$especie,local=dados$local), mean)
g<-graph_from_data_frame(ag) ### Media por meses de ocorrencia

##Grafo
com <- spinglass.community(g, weights=ag$x) #media por ocorrencia
V(g)$color <- com$membership+1
g <- set_graph_attr(g, "layout", layout_with_kk(g))
tkplot(g, vertex.size=r*5,edge.width=ag$x)

sigModulo<-function(dados,weights=NULL,nsim,...){
  grafo<-graph_from_data_frame(dados)
  mOb<-modularity(spinglass.community(grafo, weights=weights,...))
  for(i in 1:nsim){
    dadosT<-dados
    for(j in ncol(dadosT)){
      dadosT[,j]<-dadosT[sample(1:nrow(dadosT),nrow(dadosT),replace=F),j]
    }
    if(!is.null(weights)){
      weights<-weights[sample(1:nrow(dadosT),nrow(dadosT),replace=F)]
    }
    grafoT<-graph_from_data_frame(dadosT)
    mOb<-c(mOb,modularity(spinglass.community(grafoT, weights=weights,...)))
  }
  return(mOb)
}
set.seed(1991)#
modulos<-sigModulo(ag,ag$x,5000)#
hist(modulos)#

```

```

abline(v=modulos[1])#
p<-length(modulos[modulos>=modulos[1]])/length(modulos)#probabilidade
p

```

```

roles<-function(grafo,comunidade){
}
source("roles.R")

```

```
r<-roles(com,g)
```

Script função "roles":

```

roles<-function(comunidade,grafo){
  Z<-function(comunidade,grafo){
    modulos<-unique(comunidade$membership)
    graus<-rep(NA,length(V(grafo)))
    for(i in 1:length(modulos)){
      onde<-which(comunidade$membership==modulos[i])
      grafoT<-grafo
      grafoT<-delete.vertices(grafoT,V(grafoT)[comunidade$membership!=modulos[i]])
      graus[onde]<-degree(grafoT)
    }
    z<-rep(NA,length(graus))
    for(i in 1:length(graus)){
      media<-mean(graus[comunidade$membership==comunidade$membership[i]])
      desvio<-sd(graus[comunidade$membership==comunidade$membership[i]])
      z[i]<-(graus[i]-media)/desvio
    }
    #z<-tapply(graus,comunidade$membership,FUN=function(x){(x-mean(x))/sd(x)})
    return(z)
  }
  Pi<-function(comunidade,grafo){
    modulos<-unique(comunidade$membership)
    graus<-degree(grafo)
    vert<-V(grafo)
    if(is.null(vertex.attributes(grafo)$name)){vertex.attributes(grafo)$name<-
as.character(vert)}

```

```

vert<-V(grafo)
part<-NULL
for(i in 1:length(graus)){
  temp<-NULL
  for(j in 1:length(modulos)){
    grafoT<-grafo
    remove<-vert[comunidade$membership!=modulos[j] & vert!=vert[i]]
    grafoT<-delete.vertices(grafoT,remove)
    gM<-degree(grafoT)
    temp<-c(temp,gM[names(V(grafoT))==names(vert[i])])
  }
  #part<-rbind(part,temp)
  temp<-temp/graus[i]
  temp<-temp^2
  temp<-1-sum(temp)
  part<-c(part,temp)
}
return(part)
}
Z1<-function(comunidade,grafo){
  modulo<-unique(comunidade$membership)
  graus<-degree(grafo)
  medias<-tapply(graus,comunidade$membership,mean)
  desvio<-tapply(graus,comunidade$membership,sd)
  z1<-rep(NA,length(graus))
  for(i in 1:length(graus)){
    j<-comunidade$membership[i]
    z1[i]<-(graus[i]-medias[j])/desvio[j]
  }
  return(z1)
}

#z<-Z(comunide,grafo)
part<-Pi(comunidade,grafo)

```

```
z1<-Z1(comunidade,grafo)
part[is.na(part)]<-0
z1[is.na(z1)]<-0
rule<-rep(NA,length(z1))
for(i in 1:length(rule)){
  if(z1[i]>=2.5){ #maior que 2.5 hubs
    cortes<-c(0.3,0.75,1)
    rule[i]<-4+which(cortes>part[i])[1]
  }else{
    cortes<-c(0.05,0.625,0.8,1)
    rule[i]<-which(cortes>part[i])[1]
  }
}
return(rule)
}
```