A photograph of two blind catfish (Pimelodella kronei) in a shallow, rocky stream. The fish are pale yellowish-brown with long, thin whiskers. They are positioned one above the other, facing right. The stream bed is covered with small, smooth, brown and tan pebbles. A large, dark, wet rock is visible in the upper left corner. The background is slightly blurred, showing more of the stream bed and some dark, leafy debris.

ANA LUIZA FEIGOL GUIL

Ecologia populacional do bagre cego de Iporanga,
Pimelodella kronei (Siluriformes: Heptapteridae), do Vale do
Alto Ribeira, Iporanga – SP: uma comparação com Trajano,
1987

São Paulo

2011

ANA LUIZA FEIGOL GUIL

Ecologia populacional do bagre cego de Iporanga, *Pimelodella kronei* (Siluriformes: Heptapteridae), do Vale do Alto Ribeira, Iporanga – SP: uma comparação com Trajano, 1987

Population ecology of blind catfish from Iporanga, *Pimelodella kronei* (Siluriformes: Heptapteridae), in the Upper Ribeira Valley, Iporanga – SP: a comparison with Trajano, 1987

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Mestre em Ciências, na Área de Zoologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Eleonora Trajano

São Paulo

2011

Ficha Catalográfica

Guil, Ana Luiza Feigol

Ecologia populacional do bagre cego de Iporanga, *Pimelodella kronei* (Siluriformes: Heptapteridae), do Vale do Alto Ribeira, Iporanga – SP: uma comparação com Trajano, 1987

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia, 2011.

1. Peixes subterrâneos 2. Ecologia populacional 3. Marcação e recaptura 4. *Pimelodella kronei*

I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Maria Elina Bichuette

Prof. Dr. Heraldo Antônio Britski

Profa. Dra. Eleonora Trajano
Orientadora

Dedico este trabalho aos meus pais, por sua força, dedicação e carinho, e às minhas avós, que sempre me ensinaram com sua simplicidade, humildade.

Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende. Por que é que todos não se reúnem, para sofrer e vencer juntos, de uma vez? ¹

Amo os grandes rios, pois são profundos como a alma do homem. Na superfície são muito vivazes e claros, mas nas profundezas são tranquilos e escuros como os sofrimentos dos homens. Amo ainda mais uma coisa de nossos grandes rios: sua eternidade. Sim, rio é uma palavra mágica para conjugar eternidade. (...) rio abaixo, rio adentro, rio afora. O rio. ¹

O senhor... Mire e veja: o mais importante e bonito, do mundo, é isto: que as pessoas não estão sempre iguais, ainda não foram terminadas – mas que elas vão sempre mudando. Afinam ou desafinam. Verdade maior. É o que a vida me ensinou. Isso que me alegra, montão. ¹

O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. ¹

Sigo à risca. Me descuido e vou... Quebro a cara. Quebro o coração. Tropeço em mim. Me atolo nos cinco sentidos. Viver não é perigoso? Então, com sua licença! Não tenho medo. Nasci assim. Encantado pela vida. O sertão é dentro da gente. Ah, como não? Aqui tudo é achado. Somos ferro e fogo. Perigo nunca falta! Sertão é igual coração. Se quiser, que venha armado! Tudo é igual. Aqui se vive. Aqui se morre. Dentro e fora da gente. Confusão demais em grande demasiado sossego. ²

JOÃO GUIMARÃES ROSA. ¹Frases extraídas do livro Grande Sertão: Veredas, ² Citado em fonte desconhecida. Uma homenagem ao meu grande mestre, o JOÃOZITO, que me inspira e ensina... “dia mais dia”.

Agradecimentos

Durante toda a pós-graduação e principalmente nos trabalhos de campo, contei com a ajuda e incentivo de muitas pessoas, família, amigos, colegas de trabalho, grupos de espeleologia, enfim, sem a ajuda de vocês esse trabalho seria muito mais difícil.

Agradeço à Eleonora Trajano pela orientação eficiente e segura, por ensinar-me a ser uma pesquisadora desde os tempos da graduação e por ser uma das grandes responsáveis pela minha formação profissional.

À minha família, Mãe, Pai, Marcelle e Vânia, que sempre foram pacientes e que de maneira indireta possibilitaram a realização deste estudo, me proporcionando condições para concluí-lo e à Suzi, amiga querida presente em todos os momentos.

À amiga Kate Maia, por me ajudar em todas as coletas, por disponibilizar o seu carro para a realização de algumas viagens, pelo auxílio nas análises estatísticas e também por me ouvir, aconselhar e me dar ânimo para continuar nos momentos mais difíceis.

Aos colegas de laboratório e de pós-graduação, que me auxiliaram em uma ou mais viagens. Em especial agradeço a Ana Paula Gonçalves, Bruno Takano, Sandro Secutti, Livia Cordeiro, Rodrigo Borghezán, José César (Prep's), Maurício (Nada Mau), Laura (Errorex), Marlos Sampaio e Vanessa Felice. Sem a colaboração de vocês esse trabalho não seria concretizado.

À Lina, que me auxiliou na realização das análises estatísticas e que me aconselhou por diversas vezes.

Ao Ferrari, por ceder o mapa de distribuição das cavidades e os dados pluviométricos.

Aos colegas do departamento de Fisiologia – IB/USP, Profa. Maria Aparecida Visconti e Renato Grempel, pelo auxílio em campo e por financiarem uma das coletas, na qual nosso objeto de estudo era o mesmo.

À colega Marilena Peixoto, Caroline Garcia e à Profa. Lourdes de Toledo, por realizarem os experimentos de citogenética e biologia molecular.

Ao guia Jura e ao Seu Catarino (em memória), que me auxiliaram em diversas coletas, principalmente no longo e árduo caminho à comunidade quilombola de Bombas e ao Guia Nico, que me ajudou a conseguir a permissão para o acesso ao Abismo do Gurutuva.

Ao Seu Jamar e sua família, que sempre me receberam com um café quentinho e os braços abertos.

À amiga Ercília, pelos deliciosos jantares e por acolher a mim e a minha equipe com tanto zelo e carinho.

Ao amigo Carlos Leonardo Giunco e aos demais integrantes da “Trupe Vertical”, que me auxiliaram nas coletas mais difíceis, no Abismo do Gurutuva sem medir esforços. Léo, você literalmente, salvou a minha vida. E também ao Ricardo Martinelli, Marcelo (Lagosta), Fábio Geribello, pela confecção dos mapas do Abismo e por se prontificarem a me ajudar em tudo o que precisei.

Aos integrantes do Grupo Pierre Martin de Espeleologia, pela confecção dos mapas das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo, e por serem sempre solícitos em me ajudar.

Ao Zé-zim, que nunca mediu esforços para me auxiliar, que sempre me incentivou, que não me deixou desistir e que sempre me trouxe a calma nos momentos de desespero. Você é um dos grandes responsáveis pela concretização deste trabalho. Jamais esquecerei nossas horinhas de descuido.

Aos professores André Carvalho, Eduardo Mizuno e Armando Serra, pelo incentivo durante a graduação e pelo exemplo profissional que sempre foram pra mim. Por causa de vocês, esse trabalho se concretizou.

Ao IBAMA-CECAV e ao COTEC-IF, por fornecerem as licenças de coleta e transporte.

Ao Fábio e ao Tadeu que autorizaram a realização do trabalho e que possibilitaram a minha estadia nas casas de pesquisa, e aos demais funcionários do PETAR, que sempre foram prontos em ajudar no que fosse preciso.

A ajuda de cada um de vocês foi essencial para a realização e finalização deste trabalho. Muito Obrigada!

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	11
3. OBJETIVOS.....	18
4. MÉTODOS.....	19
4.1. Captura de exemplares de <i>Pimelodella kronei</i>	20
4.2. Marcação.....	22
4.3. Análise de dados.....	23
5. RESULTADOS.....	27
5.1. Distribuição de frequência de comprimento, peso e fator de condição.....	27
5.2. Deslocamentos e estimativa do tamanho da população.....	50
5.3. Crescimento individual.....	55
5.4. Olhos e pigmentação.....	62
5.5. Morfometria.....	65
6. DISCUSSÃO.....	74
6.1. Ecologia populacional de <i>Pimelodella kronei</i>	74
6.2. Morfologia.....	82
7. CONCLUSÕES.....	85
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
9. ANEXOS.....	94

RESUMO

O bagre cego de Iporanga, *Pimelodella kronei*, da região do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, SP, foi o primeiro peixe troglóbio descoberto e descrito no Brasil e um dos mais estudados até hoje. Populações de bagres cegos atribuídas a essa espécie foram encontradas, até o momento, em cavernas do Sistema das Areias (Areias de Cima – localidade-tipo e abrigando a maior população conhecida –, Areias de Baixo e Ressurgência das Areias da Água Quente, esta aparentemente com uma população periférica), na Caverna Córrego Seco, na Ressurgência de Bombas e em cavernas do Sistema Alambari (caverna Alambari de Cima – população aparentemente extinta –, e Abismo do Gurutuva). Os bagres cegos do Sistema Areias foram excessivamente coletados na década de 1970, o que teria provocado um declínio populacional acentuado, registrado por Trajano (1987) 10 anos mais tarde. O presente estudo aborda a ecologia de *P. kronei*, com ênfase na população das Areias, utilizando métodos comparáveis aos de Trajano (*op. cit.*), para fins de monitoramento. Os aspectos analisados nas Areias foram: tamanho da população, crescimento individual e deslocamentos no habitat, a partir de marcação e recaptura individual; estrutura da população em termos de distribuição das freqüências de tamanhos (comprimento-padrão), peso e fator de condição (isométrico e alométrico); troglomorfismos (graus de redução de olhos e de pigmentação melânica). Complementarmente, exemplares das Areias, Bombas, Córrego Seco e Gurutuva foram comparados quanto à morfometria. A população de *P. kronei* das Areias mostrou evidências de estabilidade através da recuperação da estrutura de peso e comprimento-padrão. Assim como observado para outras espécies de siluriformes troglóbios, o crescimento individual é altamente heterogêneo, com casos de crescimento negativo. Os parâmetros da equação de Von Bertallanfy revelaram valores superiores aos de Trajano (1987), resultando em uma longevidade média de 15-20 anos. Os bagres estudados na Areias de Cima mostraram tendência de deslocamentos rio acima, em direção ao ponto mais distal no Córrego Grande (mais próximo à entrada de alimento externo), provavelmente para alimentação e reprodução. É possível que existam diferenças entre a população de Bombas e as demais localidades, sendo necessária uma investigação mais aprofundada, com métodos mais discriminatórios.

ABSTRACT

The blind catfish from Iporanga, *Pimelodella kronei*, from Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira- PETAR, SP, was the first troglobitic fish discovered and described in Brazil. It is also one of the most investigated species so far. Populations of blind catfish attributed to this species have been found in caves belonging to the Areias System (Areias de Cima – type-locality, sheltering the largest known population - , Areias de Baixo and Ressurgence of Areias of Águas Quente, which apparently shows a peripheral population), besides Córrego Seco Cave, Bombas Ressurgence and caves of the Alambari System (Alambari de Cima – an apparently extinct population - , and Gurutuva). The blind catfish of Areias system were over-collected during the 1970s, which may have led to an accentuated population decline, as recorded by Trajano (1987) ten years later. The present study focus on the ecology of *P. kronei*, with emphasis on the Areias population, by using methods comparable to those by Trajano (*op. cit.*) for monitoring purposes. The aspects studied in the Areias caves were: population size, individual growth and movements in the habitat, based on individual marking and recapture; population structure in terms of distribution of size (standard length), weight and condition factor (isometric and allometric) frequencies; troglomorphism (levels of eye reduction and melanistic pigmentation). In addition, samples from Areias, Bombas, Córrego Seco and Gurutuva were morphometrically compared. The *P. kronei* population of Areias showed evidence of stability through the regain of the size and weight structure. Like the observed for other troglobitic siluriforms, the individual growth in *P. kronei* is highly heterogeneous, with frequent cases of negative growth. The parameters of the Von Bertalanffy equation calculated were higher than those by Trajano (1987), resulting in a higher expected longevity – 15 to 20 years. The blind catfish from Areias presented a tendency to move upstream, approaching the distal end of Córrego Grande (closer to the input of epigeal nutrients), probably for feeding and reproduction. There may be some differences in the Bombas populations of other locations, to be investigated using more discriminatory methods.

1. INTRODUÇÃO

O meio subterrâneo, também denominado hipógeo, compreende o conjunto de espaços interconectados da subsuperfície (os acessíveis aos humanos são denominados cavernas), formados em rocha maciça, especialmente as solúveis (como o calcário), ou em depósitos de sedimentos clásticos (Juberthie, 2000).

Em contraste com o ambiente superficial ou epígeo, que apresenta ciclos ambientais (como os de claro/escuro e temperatura) diários e sazonais bem definidos, o meio subterrâneo, representado, entre outros pelo ambiente cavernícola, apresenta características físicas peculiares como ausência permanente de luz, estabilidade ambiental e umidade relativa do ar próxima da saturação (Moore & Sullivan, 1997).

Os animais que vivem exclusivamente nesses ambientes geralmente apresentam autapomorfias chamadas de troglomorфismos, que são especializações e adaptações morfológicas, ecológicas e fisiológicas relacionadas ao modo de vida subterrâneo, usualmente utilizadas para reconhecer seu *status* de troglóbio. Troglomorфismos podem aparecer das seguintes formas: redução até perda dos olhos e pigmentação melânica, redução das asas em insetos, alongamento dos apêndices, taxa metabólica mais baixa, maior longevidade, estratégia de vida do tipo K (menos ovos e maior quantidade de nutrientes), etc., quando comparados a aparentados epígeos (Holsinger & Culver, 1988; Christiansen, 1992; Trajano, 1995; Langecker, 2000; Trajano, 2001a; Trajano e Bichuette, 2006).

No meio hipógeo, a ausência permanente de luz impossibilita a existência de organismos fotoautotróficos, o que geralmente resulta em condições de escassez alimentar. Os nutrientes aí disponíveis normalmente têm origem epígea, incluindo detritos e matéria orgânica carregados através de enxurradas para dentro da caverna, guano de morcegos, que se alimentam no exterior da caverna e depositam suas fezes

ali dentro, animais mortos ou aqueles carregados pelos rios, esporos, pólen e bactérias que podem ser levados para dentro da caverna através do ar, etc. Os animais que têm maior probabilidade de colonizar esse ambiente são aqueles que não dependem primordialmente da visão para orientação topográfica e localização de alimento e de parceiros reprodutivos, nem tampouco de itens alimentares vegetais para sobreviver (Parzefal, 1986; Poulson & Lavoie, 2000).

A ausência de luz está diretamente ligada à escassez alimentar, por isso, os troglóbios precisam de alternativas para sobreviver com pouco alimento disponível. Os troglomorfismos nada mais são do que estados apomórficos de caracteres que se modificaram após o isolamento genético no meio subterrâneo e que podem ser relacionados ao seu novo modo de vida e os estados plesiomórficos podem ser considerados pré-adaptações ao ambiente cavernícola. Dentre estes estados, podemos citar: hábito alimentar onívoro, oportunista, e a orientação não baseada na visão. Existem diferentes tipos de troglomorfismos que podemos separar entre aqueles que ocorrem através da evolução regressiva de caracteres, como é o caso da redução dos olhos e da pigmentação e entre aqueles que apresentam caracteres construtivos e ocorrem através de um fenômeno denominado compensação sensorial, como é o caso dos sistemas sensoriais alternativos à visão (mecanorrecepção, quimiorrecepção e eletorrecepção) e que se apresentam de diversas formas (Howarth & Hoch, 2005; Trajano & Bichuette, 2006).

Nos invertebrados é comum observar o alongamento das antenas e pernas, aumentando assim, a superfície para uma maior inserção de sensilas (pêlos sensoriais), em alguns peixes como o Ambliopsídeo norte-americano é possível notar um maior desenvolvimento da linha lateral e da cabeça, com uma maior quantidade de neuromastos (células mecanorreceptoras), já nos lambaris mexicanos ocorre um

acréscimo de botões gustativos, que ao invés de ocorrer apenas em determinadas partes do corpo, como acontece nos animais epígeos, ocorre por todo o corpo. Uma outra forma de compensação sensorial pode ser observada na salamandra *Proteus anguinus*, que possui órgãos ampulares concentrados no focinho, que detectam campos eletromagnéticos gerados por ação muscular de presas vivas, facilitando assim a sua localização pela salamandra (Aden, 2005).

Todas essas modalidades sensoriais auxiliam os animais cavernícolas na captura de presas em baixa densidade. Sendo assim, no ambiente subterrâneo, os animais troglóbios são muito mais eficientes na captura de presas vivas do que os epígeos. Outro fator importante na especializações dos troglóbios é a economia de energia. Seu ciclo de vida é conhecido como K estrategista, ou seja, possuem um ciclo mais lento no qual consomem menos energia, o que ocorre através da produção de um pequeno número de ovos, porém em tamanho grande, baixa fecundidade e reprodução pouco freqüente, maturidade retardada, crescimento individual lento e alta longevidade. Além disso, os troglóbios apresentam uma redução das taxas metabólicas, consomem menos oxigênio e são mais tolerantes à hipoxia, desta maneira, esses animais conseguem sobreviver por mais tempo em épocas de escassez alimentar (Poulson & White, 1969; Culver, 1982)

Os organismos subterrâneos podem ser enquadrados em três categorias segundo a classificação de Schiner-Racovitza: 1. Troglóbios: espécies exclusivamente subterrâneas; 2. Troglófilos: cavernícolas facultativos, que podem formar populações tanto no meio hipógeo, como no meio epígeo. Os troglóbios aquáticos são denominados estigóbios por diversos autores; 3. Trogloxenos: organismos encontrados regularmente no ambiente subterrâneo, mas que, para completar seu ciclo

de vida, precisam retornar periodicamente ao meio epígeo (Mitchell & Reddell, 1971; Howarth, 1983; Holsinger & Culver, 1988; Trajano, 2005).

A fauna cavernícola derivou da epígea em algum momento de sua evolução. Em geral, essa fauna característica é proveniente de espécies ancestrais epígeas que apresentam modo de vida noturno, húmico e/ou criptobiótico, nas quais já existe uma tendência de utilização de outros órgãos sensoriais que não a visão para sobrevivência. Existem espécies que colonizaram recorrentemente e independentemente o ambiente subterrâneo, assim como linhagens inteiras que invadiram esse ambiente há muito, especializando-se nesse meio. Sendo assim, a fauna cavernícola é especialmente interessante para se efetuar uma análise evolutiva e temporal das modificações que ocorreram nesses organismos a partir da característica plesiomórfica epígea (Schemmel, 1973; Trajano, 1995).

Para se conhecer as características dos cavernícolas é necessário comparar populações epígeas e hipógeas aparentadas, sendo necessário o conhecimento sobre a biologia, morfologia e relações filogenéticas do grupo. Infelizmente, são poucas as espécies troglóbias que pertencem a grupos com filogenia bem estabelecida e consensual. O que aumenta ainda mais as dificuldades para este tipo de estudo é o alto grau de diferenciação de muitas espécies troglóbias, sendo comum o desaparecimento local ou total da espécie-irmã epígea (Trajano e Bichuette, 2006).

Cerca de 28.000 espécies de peixes foram descritas, sendo aproximadamente 16.000 de espécies marinhas e 12.000 de águas límnicas, um total de 164 espécies são peixes subterrâneos, representando pelo menos 10 ordens, 22 famílias e 38 gêneros (Proudlove, 2010). Os países que apresentam as maiores diversidades de peixes troglóbios são a China, com 42 espécies incluídas em 7 gêneros, seguindo-se pelo

Brasil, com 23 espécies de 12 gêneros. O Brasil apresenta uma diversidade taxonômica maior em relação a qualquer outro país (Trajano e Bichuette, 2010).

A região Neotropical, e o Brasil em particular, distinguem-se pela riqueza e diversidade de sua ictiofauna subterrânea. Quase um terço daquelas 164 espécies de peixes troglóbios conhecidas ocorrem na região neotropical. Destas, há registro de 23 no Brasil. Os peixes brasileiros são altamente heterogêneos quanto ao grau de pigmentação e redução de olhos. É possível encontrar variações dentro de uma mesma população ou entre populações distintas, porém mais homogêneas, sendo que algumas apresentam troglomorismos mais evidentes do que outras. Existe ainda uma grande diversidade de habitats, sendo encontradas espécies que vivem em riachos correntes, lençol freático, epicarste ou ambientes lênticos (Trajano e Bichuette, 2010).

Existe em nosso país um grande potencial para estudo de peixes subterrâneos e suas especializações a esse modo de vida (Trajano, 2000). Entre esses peixes, destacam-se os Siluriformes, que correspondem a quase um terço do total, sendo o segundo grupo melhor representado nas águas subterrâneas. Os Siluriformes tem geralmente hábitos noturnos, orientam-se por quimiorrecepção e sua dieta é freqüentemente generalista. Isso faz com que esses peixes tenham alto potencial para a colonização do meio subterrâneo, pois podem sobreviver com poucos recursos disponíveis nesse meio, além de se orientarem no escuro com mais facilidade que por exemplo, os characiformes, outro grupo dominante nas águas doces das regiões neotropicais. (Trajano *et al.*, 2007).

Um aspecto importante na evolução dos cavernícolas, com evidentes desdobramentos na área de conservação, é a ecologia populacional. Existe a noção de que as populações troglóbias seriam pequenas, devido à escassez alimentar, à distribuição geográfica restrita e à baixa tolerância a flutuações ambientais. Porém,

estudos atuais mostram que o tamanho das populações é altamente variável. Para a realização de estudos populacionais podem ser utilizados diferentes métodos, tais como o de marcação e recaptura (permite uma coleta de dados mais abrangente, mas requer mais tempo e visitas mais freqüentes ao local de estudo) e, censos visuais (estima-se diretamente a densidade populacional e não requer muitas visitas) (Trajano, 1991a; 1991b; 2001a).

No entanto, existem poucos estudos conclusivos e eficazes para a generalização acima. A maioria deles mostra que realmente as populações são muito pequenas, como é o caso de *Amblyopsis rosae*, que apresenta uma estimativa de 150 indivíduos/caverna (Willis & Brown, 1985), mas pode haver exceções, como é o caso da espécie *Rhamdia enfurnada*, da região da Serra do Ramalho, Bahia, que teve sua população estimada em 10.000 indivíduos (Trajano *et al.*, 2009) e o do lambari troglóbio mexicano, com uma população estimada em 8.500 ± 7.000 indivíduos (Michell *et al.*, 1977).

Portanto, percebe-se que existem poucos dados conclusivos e confiáveis para estudos populacionais, visto que os que indicam populações pequenas foram baseados em censos visuais (método que não permite estimativas totais, pois humanos não tem acesso a todos os habitats disponíveis aos peixes). De fato, estudos que apontaram para estimativas maiores foram baseados em marcação e recaptura (Trajano, 1997b; Trajano 2003).

A distância e dificuldade de acesso a muitas cavernas, a ausência de peixes troglóbios na Europa e a falta de incentivo a estudos naturalísticos explicariam esse número reduzido de trabalhos de campo sobre peixes em cavernas. Neste aspecto, destaca-se o Brasil, onde foi realizada, por pesquisadores autóctones, a maior parte dos estudos ecológicos sobre peixes subterrâneos. É necessário destacar a importância

de tais estudos para fins de conservação dos ecossistemas cavernícolas, visto que eles geram dados populacionais como tamanho e densidade populacional, e dados individuais, como estado nutricional, taxa de crescimento e deslocamentos, e que permitem fundamentar a elaboração de programas de proteção do patrimônio espeleológico (Trajano, 1987).

Dentre as várias espécies brasileiras cuja ecologia foi estudada podemos citar: *Pimelodella kronei*, com sua população estimada entre 900 e 1200 indivíduos, em *Trichomycterus itacarambiensis*, de 1500 à 2000 indivíduos, *Ancistrus cryptoptalmus*, 20.000 indivíduos estimados para a Lapa do Angélica e 1.000 indivíduos para a Lapa de Passa Três (Trajano, 2001b; Trajano e Bichuette, 2007), *Ituglanis* sp. e *Eigenmannia vicentespelaea* (Bichuette, 2003) e *Rhamdia enfiunada*, 10.000 indivíduos estimados (Trajano *et al.*, 2009). Ressalta-se que em todos os estudos citados, foi utilizado o método de marcação e recaptura.

Estudos sobre crescimento individual e fator de condição são importantes para verificar se nutrição, doenças e contaminantes podem estar diretamente relacionados ao desenvolvimento dos peixes. Entretanto, considerando-se a escassez alimentar nas cavernas em geral e considerando-se que a energia deve vir do meio epígeo, é importante relacionar o fator de condição à sazonalidade, visto que o aporte nutricional insuficiente nas estações secas pode alterar o fator de condição. Além disso, as estimativas das taxas de crescimento individual e dos fatores de condição permitem comparar populações submetidas a diferentes condições climáticas, temperatura e alimentação. Podemos observar diferentes padrões para algumas populações como é o caso de *Pimelodella spelaea* (Trajano *et al.*, 2004) e *Trichomycterus itacarambiensis* (Trajano, 1997b), que demonstraram variação no fator de condição e crescimento negativo em situações de escassez alimentar.

O bagre-cego de Iporanga (SP), *Pimelodella kronei* (Heptapteridae), primeiro troglóbio brasileiro registrado, foi coletado pela primeira vez pelo topógrafo alemão Ricardo Krone no final do século XIX, quando realizava explorações da área cárstica do Vale do Ribeira, no entanto, R. Krone não foi o descobridor dessa espécie, pois já existiam relatos sobre a existência desses peixes. Em 1907, foi descrito por Miranda-Ribeiro (1907) como *Typhlobagrus kronei*, Eigenmann (1917) destacou sua semelhança com *Rhamdia transitoria* (atualmente *Pimelodella transitoria*), o bagre epígeo encontrado na região do Vale do Ribeira (Trajano, 1987).

Em 1937, Leonardos publicou dados sobre o comportamento de *P. kronei* e *P. transitoria*. Pavan (1945), em sua tese de Doutorado, caracterizou duas populações de *P. kronei* conhecidas até então (Caverna Areias e Ressurgência de Bombas) e estudou o comportamento de reação à luz nesses bagres. Algumas publicações contendo informações sobre aspectos específicos da biologia, morfologia e habitat de *P. kronei* foram divulgadas na década seguinte. Lino e Allievi (1980) mencionam a ocorrência desses peixes em uma terceira localidade, o Abismo do Gurutuba. Trajano (1987), como tese de Doutorado, estudou a ecologia populacional, o comportamento e a morfologia do bagre-cego de Iporanga, comparando-o com sua provável espécie-irmã epígea, *P. transitoria*. Este foi o primeiro estudo detalhado sobre a biologia e ecologia de um troglóbio brasileiro. Décadas mais tarde, um livro de síntese do conhecimento sobre o Sistema Areias, foi organizado por Trajano *et al.* (2007), em comemoração aos 100 anos desde a descrição de *P. kronei*.

O estudo de Trajano (1991a), baseado principalmente em marcação e recaptura na Caverna Areias de Cima, confirmou o esperado para troglóbios, que são reconhecidos como espécies altamente vulneráveis em função de suas características ecológicas, com populações geralmente pequenas, endêmicas de áreas geográficas

restritas, sensíveis a flutuações ambientais, limitadas pela baixa disponibilidade de alimento no meio subterrâneo, com ciclo de vida típico de estrategistas K (baixa fecundidade, reprodução infrequente, maturidade retardada, crescimento lento e alta longevidade (Culver, 1982).

Foi então detectada uma acentuada queda populacional na Caverna Areias, que teria ocorrido na década de 1970, provavelmente devido à coleta excessiva por amadores, sem sinais evidentes de recuperação após mais de 10 anos (Trajano & Britski, 1992; Trajano, 1997a). Além disso, acrescentou-se uma nova localidade para *P. kronei*, a Gruta do Córrego Seco, na margem direita do rio Betari, e outra na margem esquerda, a Caverna Alambari de Cima. Não foi possível obter qualquer exemplar no Abismo da Gurutuva, parte do Sistema Alambari, onde um bagre cego havia sido coletado na década de 1970. Em meados da década de 1980, atividades de mineração à montante desse sistema resultou em grave evento de poluição, que pode ter levado à quase extinção dos bagres cegos na Alambari de Cima (Trajano, 1997a).

O Rio Betari, que separa o Sistema do Alambari das demais localidades, corre sobre um dique de diabásio, rocha insolúvel que, em princípio, isolaria as populações encontradas nos dois lados do rio. Portanto, é provável que os bagres cegos do Sistema Alambari constituam um táxon diferenciado, separado da espécie nominal *P. kronei*, cuja localidade-tipo é a Areias de Cima. Em 1945, Pavan já havia questionado as relações de parentesco entre as populações de *P. kronei* das Areias e das Bombas.

Posteriormente, Genthner *et al.* (2003) propuseram a existência de pelo menos três sistemas responsáveis pela drenagem subterrânea do planalto cárstico Lageado-Bombas, mostrando que os sistemas Córrego Seco, Areias e Bombas não possuem conexões hidrológicas detectáveis entre si, gerando mais uma dúvida acerca da origem e relações das diferentes populações de bagres cegos.

Assim, é necessário um estudo mais abrangente da população de cada sistema, a fim de se comparar dados morfológicos e genéticos e identificar se as populações dos diferentes sistemas surgiram a partir de evento único ou múltiplo de colonização, este último seguido de evolução convergente resultando em diferentes espécies fenotipicamente indistinguíveis (Trajano, *et al.*, 2007).

Justifica-se, portanto, o esforço realizado na tentativa de se obter exemplares nesses sistemas, além de se verificar se a população das Areias de Cima recuperou-se da queda provocada na década de 1970, o que só é possível através de um monitoramento quantificado, repetindo-se o estudo feito na década de 1980, e usando os mesmo métodos, o que possibilita comparações. O intervalo de monitoramento de duas décadas é adequado a populações troglóbias, que apresentam lento “turnover” devido às estratégias K de ciclo de vida.

No caso específico de *P. kronei*, observou-se efetivamente uma baixa proporção de indivíduos reprodutivos na natureza, e a longevidade máxima média foi estimada em 15 anos (Trajano, 1991a). Assim sendo, espera-se que, cessados os impactos, as populações levem no mínimo esse tempo para começar a se recuperar. Este é, portanto, o momento apropriado para se testar a eficácia das medidas de proteção à população da Caverna Areias de Cima, representada pela proibição da visitação turística determinada pela Resolução CONAMA N. 5, de 06/08/1987, e para verificar o status atual daquelas do Sistema Alambari. Além disso, um esforço concentrado de coletas nestas últimas é fundamental para se tentar elucidar suas relações taxonômicas com as do Sistema Areias.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Vale do Alto Ribeira, sul de São Paulo, situa-se na transição entre o Domínio Tropical Atlântico e o dos Planaltos de Araucárias, com clima tropical subequatorial superúmido, com subseca, e temperaturas médias anuais entre 18° e 19° C. Representa um dos últimos remanescentes expressivos da Mata Atlântica brasileira, coberto principalmente por mata úmida subtropical perene e caracterizado pela presença de riachos de cabeceira típicos, tanto epígeos como hipógeos (Nimer, 1979).

O ano de 2009 foi considerado um ano atípico, com um volume de chuvas bem maior do que os anos anteriores, inclusive na estação seca (<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu?lig=podfp>, Banco de dados pluviométricos DAEE, disponível em 21/04/2011). Por isso, em diversas ocasiões não foi possível realizar as coletas previstas.

Primeira área cárstica brasileira objeto de prospecção bioespeleológica intensiva, iniciada na década de 1970 (Dessen, 1980), o Vale do Ribeira insere-se na unidade geológica do Grupo Açungui, de idade Pré-Cambriana superior. A maioria dos rios forma cavernas e, quando os sistemas hidrológicos apresentam conexões, são formados sistemas espeleológicos de muitos quilômetros, podendo ocorrer a dispersão subterrânea de organismos cavernícolas dentro desses.

A Figura 1 mostra as cavernas monitoradas, aquelas em que se encontram populações do bagre cego *P. kronei*, situadas na região do PETAR, Iporanga, SP, entre as coordenadas geográficas 24° 35' S e 48° 35' W (Trajano, 1997a).

O monitoramento foi realizado através de marcação e recaptura, nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo. Na Ressurgência das Bombas foram tomados dados de peso e comprimento-padrão para se determinar o fator de condição. No

Abismo do Gurutuva e na Caverna Córrego Seco foram ainda coletados exemplares para estudos morfológicos.

O Sistema Areias (24° 35' S e 48° 42' W) localiza-se no sudoeste da área carbonática Lajeado-Bombas (Karman, 1994), à margem direita do Rio Betari, afluente do Alto rio Ribeira. Neste sistema encontram-se as Cavernas Areias de Cima (figura 2), Areias de Baixo (figura 3) e Ressurgência das Areias das Águas Quentes. Note-se, que a caverna Areias de Cima está entre os principais “hotspots” de diversidade de troglóbios no país, e o sistema Areias conta com aproximadamente 90 táxons de vertebrados e invertebrados, incluindo troglófilos, troglóbios e troglóxenos (Trajano, *et al*, 2007).

A Caverna Areias de Cima e a Ressurgência das Areias das Águas Quentes foram objeto da maior parte dos estudos espeleológico brasileiros, no entanto, a Caverna Areias de Baixo é muito menos estudada, provavelmente por ser uma caverna com riscos de inundação repentina e por apresentar um nível de dificuldade de caminhada muito maior do que as outras.

A Ressurgência de Bombas, situada no Bairro de Bombas (Iporanga, SP), é a ressurgência de um córrego subterrâneo, o qual, após seu percurso em superfície desemboca no rio Taquavira, afluente do rio Ribeira. Esta localidade dista cerca de três quilômetros do Bairro Betari e pode ser acessada por uma trilha que toma aproximadamente três horas de caminhada.

A Gruta do Córrego Seco (24° 33' S 48° 41' W) encontra-se no Bairro da Serra, Iporanga, SP, e possui 60 m de desenvolvimento e uma única entrada. A Gruta é totalmente inundada na época de cheia e o córrego deságua no Betari e, sendo que na época de seca, persistem na caverna apenas corpos d'água sem conexão com o meio externo.

O Abismo da Gurutuva ($24^{\circ} 32' S$ $48^{\circ} 39' W$) possui apenas uma entrada, o sumidouro do rio Gurutuva (afluente do rio Alambari), que forma cachoeiras em seu interior, com desnível total de 170 m e desenvolvimento de 800 m. O acesso é feito por escalada em rocha e uso de equipamentos e técnicas verticais (figura 4).

Figura 1: Área de estudo (Cavernas Areias , Córrego Seco, Gurutua e Bombas)

Figura 2: Mapa da Caverna Areias de Cima com pontos de coleta

Figura 3: Mapa da Caverna Areias de Baixo com pontos de coleta

Figura 4: Mapa do Abismo do Gurutuva

3. OBJETIVOS

- Monitorar a população de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e de Baixo, através da comparação com parâmetros populacionais estabelecidos por Trajano na década de 1980, incluindo tamanho e densidade populacional, taxa de crescimento individual, deslocamentos e fator de condição;

- Buscar exemplares de *P. kronei* nas cavernas do Sistema Alambari – Abismo da Gurutua, Ressurgência de Bombas e Caverna Córrego Seco, comparando-os taxonômica e ecologicamente com os do Sistema Areias.

4. MÉTODOS

Entre abril de 2008 e novembro de 2010 foram realizadas 10 viagens ao PETAR (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira), localizado no município de Iporanga, sul do Estado de São Paulo. As viagens ocorreram em 2008: 04 – 07/abril (Areias de Cima e Areias de Baixo), 18 – 20/julho (Abismo do Gurutuva), 12 – 15/setembro (Areias de Cima, Areias de baixo, Ressurgência das Águas Quentes II e Gruta Córrego Seco) 26 – 30/outubro (Areias de Cima, Areias de Baixo, Ressurgência das Águas Quentes I e Gruta Córrego Seco). Em 2009: 28 - 30/ março (Areias de Cima e coleta epígea), 08 – 12/maio (Areias de Cima e Ressurgência das Bombas), 28 – 31/junho (Areias de Cima), 13 – 17/ agosto (Areias de Cima, Areias de Baixo e Ressurgência das Bombas), 10 – 14/outubro (Areias de Cima e Areias de Baixo), 19 – 22/novembro (Areias de Cima e Areias de Baixo) e em 2010: 06 – 08/ maio (Areias de Cima) e 18 - 20/novembro (Areias de Cima). Durante a estação chuvosa, entre novembro de 2008 e março de 2009 não ocorreram viagens por medidas de segurança relacionadas às chuvas recorrentes na região.

Outras viagens já haviam sido realizadas anteriormente para a caverna Areias de Cima, em 14/outubro/2006 e 03/novembro/2007 nas quais foram marcados alguns exemplares de *P. kronei*.

DATA	LOCALIDADE
04 – 07 de abril de 2008	Areias de Cima e Areias de Baixo
18 – 20 de julho de 2008	Abismo do Gurutuva
12 – 15 de setembro de 2008	Areias de Cima, Areias de Baixo, Ressurgência das Areias das Águas Quentes II e Caverna Córrego Seco.
26 – 30 de outubro de 2008	Areias de Cima, Areias de Baixo, Ressurgência das Areias das Águas Quentes I e Caverna Córrego Seco.
28 – 30 de março de 2009	Areias de Cima e coleta epígea
08 – 12 de maio de 2009	Areias de Cima e Ressurgência das Bombas
28 – 31 de junho de 2009	Areias de Cima
13 – 17 de agosto de 2009	Areias de Cima, Areias de Baixo e Ressurgência das Bombas.
10 – 14 de outubro de 2009	Areias de Cima e Areias de Baixo
19 – 22 de novembro de 2009	Areias de Cima e Areias de Baixo.
06 – 08 de maio de 2010	Areias de Cima
04 – 06 de junho de 2010	Abismo do Gurutuva.
05 – 08 de maio de 2010	Ressurgência de Bombas, Gruta Córrego Seco e Caverna Areias de Cima.

O trabalho na Caverna Areias de Baixo não ocorreu em parte das viagens devido às fortes chuvas em diversas ocasiões, visto que o ano de 2009 foi um ano atípico com chuvas mesmo no período considerado de seca, sendo esta uma caverna com grandes riscos de inundação durante as chuvas.

4.1. Captura de exemplares de *Pimelodella kronei*

Seguindo o método utilizado por Trajano (1987), para a coleta dos peixes foram utilizados covos (armadilhas) com iscas (fígado de boi ou uma mistura de ração seca e úmida para gatos), embaladas em trouxas confeccionadas em meias de nylon, a

fim de evitar que os bagres ingerissem a isca, podendo alterar a medida de peso. Em seu trabalho, Trajano (*op. cit.*) deixava os covos armados por cerca de 6 horas, tempo máximo para a captura dos peixes, mas que não seria excedido para evitar a fuga dos animais capturados. O uso de redes de mão (puçás) também foi realizado, porém, Trajano (*op. cit.*) descreveu esse método como pouco eficiente, justificando que restringia as capturas a trechos de rio com corredeiras, onde os bagres, menos frequentes, teriam dificuldade em evitar a rede. No entanto, este método foi importante no presente trabalho, visto que as chuvas em quase todas as ocasiões de coletas provocaram um aumento na disponibilidade de alimento para os bagres, diminuindo a atratividade das iscas. Também foi utilizada a pesca com anzol, quando a coleta com armadilha não foi possível (caso da Ressurgência das Bombas), baseando-se na inspeção visual do habitat, possibilitada pela alta transparência da água.

Os pontos de coleta foram os mesmo descritos no trabalho de Trajano (1991a) e encontram-se indicados em mapa (Figura 2). Não foram realizadas coletas no conduto do rio Areias após a bifurcação pela dificuldade de acesso, incluindo trecho de natação em condutos estreitos que seriam facilmente sifonados em caso de chuva.

Na primeira viagem para a caverna Areias de Baixo, foram instalados dois covos nos primeiros 100 metros a partir da entrada, nos mesmos locais do estudo de Trajano (1991a), uma vez que a caverna também possui vários trechos de natação, com risco de inundação, sem alternativas para fuga. No entanto, no decorrer do trabalho, em algumas ocasiões de chuvas mais amenas conseguimos adentrar mais um quilômetro da caverna e instalamos mais um covo, além de alterar os pontos escolhidos por Trajano, na tentativa de melhorar a amostragem de bagres, que até então era muito pequena.

4.2. Marcação

Na literatura, é possível encontrar diversos métodos de marcação de peixes, podendo ocorrer através da implantação de etiquetas internas e externas, tatuagem combinando cores e posições diferentes, cortes codificados nas nadadeiras, etc. O método utilizado por Trajano (1991a) foi a tatuagem por injeção subcutânea de pigmentos acrílicos solúveis em água. Este método foi utilizado por questões de praticidade e disponibilidade à época e considerado satisfatório para estudo de médio prazo (uma única estação seca). No entanto, é importante que as marcas permaneçam nos peixes pelo máximo de tempo para que seja possível um monitoramento da população a médio e longo prazo.

Nas primeiras viagens do presente estudo, anteriores a 2008, o método utilizado foi o de injeção subcutânea de etiquetas permanentes, onde eram implantadas etiquetas coloridas com códigos binários (marca Northwestern Marine Technology, modelo soft VI alpha tags). No entanto, após a quarta viagem o equipamento não esteve mais disponível. Por este motivo, optou-se por seguir o mesmo método de Trajano (1991a), porém, durante o uso desse método houve pouquíssimas recapturas, por isso, consideramos que o método não era eficaz uma vez que os peixes poderiam estar absorvendo o pigmento com mais rapidez do que na época do estudo de Trajano (1991a). Dessa forma, a partir de junho/2009, tornamos a utilizar a marcação com etiquetas permanentes, considerando satisfatório o resultado obtido.

Para a marcação e tomadas de dados (Fig. 5.a – g), os peixes eram anestesiados em solução de benzocaína e, uma vez recuperados da anestesia, soltos no trecho de rio em que haviam sido capturados. Em cada recaptura foram anotados os seguintes dados: comprimento-padrão (medido com paquímetro de precisão de 1

mm), peso (medido com dinamômetros do tipo Pesola, respectivamente com precisão de 1 e 2 g) e características individuais, como grau de desenvolvimento de olhos e pigmentação. A frequência e extensão dos deslocamentos individuais foram inferidos a partir da anotação dos locais de coleta em capturas consecutivas.

Quanto ao grau de pigmentação, assim como em Trajano e Britski (1992), os animais foram classificados em três categorias: (1) claros, para os peixes totalmente despigmentados com coloração rósea ou róseo-amarelada; (2) semi-despigmentados, para os peixes de coloração cinza-claro; e (3) pigmentados, para os peixes escuros, com coloração semelhante à de *P. transitoria*, sendo sempre anotada qualquer observação, como faixa escura sobre a linha lateral, cicatrizes, manchas escuras no dorso, corpo amarelo, barbilhões quebrados, etc.

Nos casos em que os olhos eram visíveis externamente, foi anotado seu grau de redução através de números que representam o tamanho do olho direito e olho esquerdo de cada indivíduo: 0 (sem olho), 1 (muito pequeno), 2 (pequeno), 3 (médio) e 4 (grande = *P. transitoria*).

4.3. Análise de dados

O tamanho das populações foi estimado através de dois métodos, o de Jolly-Seber e Fisher-Ford, usados para ocasiões múltiplas de capturas e recapturas (Trajano 1991, 1997b; Trajano & Bichuette, 2006). O método de Fisher-Ford é um método mais restritivo, pois assume taxa de sobrevivência constante, mas funciona melhor com menos indivíduos recapturados, desde que haja recapturas múltiplas, uma vez que considera separadamente marcas que o indivíduo tenha recebido em diferentes ocasiões (Begon, 1979).

O método de Jolly-Seber *sensu stricto* é menos restritivo, pois pode ser aplicado nos casos de variações temporais na taxa de sobrevivência, porém, só considera a última recaptura de cada indivíduo, requerendo amostras maiores (Begon, 1979).

A partir dos dados de peso e comprimento-padrão, foram calculados os valores do fator alométrico de condição; para fins de comparação com Trajano (1991), foram também calculados os valores do fator de condição isométrico (Vazzoler, 1996). Os valores de fator de condição no presente estudo foram estimados a partir dos o comprimentos-padrão, que excluem a nadadeira caudal, pois esta estaria sujeita a variações acidentais decorrentes da quebra e desgastes, o que é frequente em peixes, além de seguir os mesmo critérios usados por Trajano (1987).

As frequências de distribuição, de comprimento-padrão e fator de condição em cada população e em cada estação do ano (Trajano & Bichuette, 2006). Serão igualmente comparados os dados populacionais para a Caverna Areias de Cima obtidos por Trajano (1987) com aqueles do presente estudo.

O fator de condição de Fulton, ou isométrico, utilizado por Trajano é expresso pela seguinte fórmula: Wt/Lt^b , sendo Wt = peso em gramas (g) e Lt = comprimento total em centímetros (cm) e b = coeficiente de regressão (valor fixo = 3).

A utilização do fator de condição de Fulton não é indicada, pois normalmente o crescimento de peixes não é isométrico, assim, o recomendado seria utilizar o fator de condição alométrico, que estima o valor de b (coeficiente de regressão entre Wt/Lt) para as diferentes populações, tornando os resultados mais confiáveis, ao contrário do método isométrico, que se baseia no valor fixo de $b = 3$ em todas as situações, assim, também foi realizada a análise pelo método alométrico, a fim de comparar os

resultados por diferentes métodos, além de se obter uma estimativa mais confiável (Vazzoler, 1996; Santos, 1978).

Para o cálculo do fator de condição alométrico da Caverna Areias de Cima foi estimado o valor de $b = 2,927$, para a Caverna Areias de Baixo o valor de b foi $2,915$ e para a Ressurgência de Bombas o valor para b foi de $2,870$. Para se obter uma estimativa do fator de condição segura, seria ideal que o peso do estômago fosse subtraído do peso total do indivíduo, excluindo o alimento ingerido recentemente e obtendo-se o grau de bem estar dos peixes a longo prazo e sem interferência do alimento ingerido no dia da pesagem. No entanto, não seria possível sacrificar todos os animais para se obter tal estimativa, optando-se por realizar o cálculo com o peso total de cada indivíduo.

Para estimar a taxa de crescimento individual, foi utilizada a equação de von Bertalanffy: $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-kt})$, onde L_t = comprimento relativo à idade t ; L_{∞} = comprimento médio máximo (assintótico); K = parâmetro de correlação (Santos, 1978; Trajano, 1987).

Fig. 5.a - Coleta manual com puçá
 Fig. 5.b - Coleta com armadilha (covo)
 Fig. 5.c - Anestesia com benzocaína
 Fig. 5.d - Injeção de etiqueta subcutânea
 Fig. 5.e - Peixes marcados ou recapturados
 Fig. 5.f - Pesagem
 5.g - Medida de comprimento-padrão

5. RESULTADOS

5.1. Distribuição de frequências de comprimento, peso e fator de condição

A fim de se analisar possíveis variações entre anos nas distribuições de frequências das variáveis consideradas para *P. kronei*, foram gerados gráficos para diferentes conjuntos de ocasiões de coleta (Figuras 6.a – 9d): todo o período do presente estudo, ou seja, 2006 a 2010; coletas entre 2006 e abril de 2008, ou seja, de indivíduos que passaram tanto por estações secas como chuvosas (excluindo 2009, que não teve uma estação tipicamente seca); coletas após 2008, de indivíduos que teriam passado apenas por períodos de cheia, devido às fortes chuvas recorrentes durante o ano de 2009; coletas entre outubro de 2008 e 2010; e coletas em 2009. Gráficos extraídos de Trajano (1987) foram colocados junto aos do presente estudo para fins de comparação. Em alguns gráficos do fator de condição foram considerados apenas animais maiores que 10 cm para fins de comparação com Trajano (*op cit.*).

Para as frequências de comprimento-padrão, foram considerados intervalos de 0,5 cm, assim como Trajano (1987). Variações nas modas de tamanho entre períodos de amostragem foram efetivamente observadas no Complexo das Areias: três modas nas faixas de 13,5 – 13,9; 14,0 – 14,4 e 15,0 – 15,4 cm para o ano de 2009 (figura 6.a), diferindo de Trajano (1987), que observou uma na faixa de 13,0 – 13,4 cm para o seu ano de estudo (figura 6.b). A figura 6.c, referente ao período de 2006 a 2008, revela uma moda na faixa de 10,5 – 10,9 cm ; a figura 6.d referente ao período entre 2008 - 2010, uma moda na faixa de 11,0 – 11,4 cm e a figura 6.e apresenta dados de 2006 - 2010 revela duas modas, uma na faixa de 11,0 – 11,4 e outra na faixa de 14,0 – 14,4 cm.

Para a Caverna Areias de Cima, a figura 6.f mostra uma moda na faixa de 11,0 – 11,4 cm. Para a Caverna Areias de Baixo, a Figura 6.g apresenta uma moda na

faixa de 14,0 – 14,4 cm, assim como o observado para a Areias de Cima na figura 6.g. Para a Ressurgência de Bombas, a Figura 6.h aponta apenas uma moda, na faixa de 12,5 - 12,9 cm.

Para os dados de peso, os animais também foram agrupados em faixas com intervalos de 5 g. Assim, na Figura 7.a, referente a 2009, são observadas duas modas, nas faixas de 3 – 7 g e 28 – 32 g, diferindo daquelas registradas por Trajano (1987) (Figura 7.b), também com duas modas, porém nas faixas de 8 – 12 g e outra 18 – 22 g. Tanto para 2006 – 2010 como 2006 – 2008 e 2008 - 2010, é observada uma moda na faixa de 3 – 7 g, havendo ainda duas modas adicionais para este último período, nas faixas de 8 – 12 g e de 13 – 17 g (figuras 7.e, 7.c e 7.d). Para a Caverna Areias de Cima, a figura 7.f mostra exatamente as mesmas três modas vistas na figura 7.d. A Figura 7.g, referente à Caverna Areias de Baixo, exibe uma moda na faixa de 33 – 37 g. Os dados da Ressurgência de Bombas são apresentados na figura 7.h, que mostra duas modas, nas faixas de 8 – 12 g e 13 – 17 g.

Com o intuito de avaliar o grau de bem estar da população de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima, Areias de Baixo e da Ressurgência de Bombas, foi calculado o fator de condição (relação peso/comprimento) de cada peixe em cada ocasião de coleta. As Figuras 8.a – 8.c mostram as distribuições de frequências do fator de condição isométrico e as Figuras de 9.a – 9.f, do fator de condição alométrico das localidades estudadas, calculado a partir de dados coletados entre 2006 e 2010. Trajano (1987) não incluiu tais gráficos.

As Figuras 8.a – 8.e representam as frequências dos fatores de condição isométrico, no complexo das Areias: tanto para o período de 2009 (Fig. 8.a) como de 2008 – 2010 e para o período de 2006 – 2010 da Caverna Areias de Cima (Fig. 8.d) e Caverna Areias de Baixo (Fig. 8.e), foi observada uma moda, na faixa de 11 – 11,9,

enquanto que, para o Complexo das Areias no período de 2006 – 2008 (Fig. 8.b) detectou-se também uma única moda, porém na faixa de 10 - 10,9. e na Ressurgência de Bombas, a moda é observada na faixa de 13 – 13,9 (Fig. 8.f).

As distribuições das frequências do fator de condição alométrico estão representadas nas Figuras 9.a – 9.g. Assim como para o fator de condição isométrico, coincidiram as modas dos períodos de 2009, 2008 – 2010 e 2006 – 2010 (Fig. 9.a, 9.c e 9.d) no Complexo das Areias, porém com valores superiores, na faixa de 13 – 13,9, o que ilustra bem as diferenças nos dois tipos de fator de condição; dentro do esperado, a moda das frequências do fator de condição alométrico para o período de 2006 - 2008 esteve em faixa inferior à dos dois períodos acima, de 12 – 12,9, acompanhando a tendência para os fatores de condição isométrico, porém igualmente com valores acima destes – pelo que os dados do presente estudo indicam, os valores alométricos tendem a ser consistentemente superiores aos isométricos. Dentro do esperado com base dos dados de comprimento-padrão e peso, a moda das frequências de fator de condição alométrico esteve em uma faixa de valores elevados, entre 20 – 20,9 para a Caverna Areias de Baixo (Figura 9.f) . Para a Ressurgência de Bombas, a moda encontrada foi entre 17 – 17,9.

Além dos gráficos de frequência de distribuição, foram elaborados gráficos com as médias mensais do fator de condição isométrico (Figs 5.a- 5.d) – para fins de comparação com Trajano (1987) e alométrico (Figs 6.a-c).

A Figura 10.a mostra que a menor média do fator de condição isométrico mensal foi de 10,27, em novembro de 2007, e a maior média mensal foi de 11,8, entre maio e junho de 2009; a Figura 10.b (extraída de Trajano, 1987) mostra valores mínimo e máximos superiores, respectivamente 11,6, em abril, e 13,7, em novembro. Já na Caverna Areias de Baixo (Fig. 10.c), não houve grandes variações, sendo 11,2 o

valor mínimo registrado, para novembro de 2009, e 11,9 o máximo registrado, para outubro de 2009. Com relação à Ressurgência de Bombas, a Figura 10.d mostra um valor mínimo de 11,4, em maio de 2008, e o máximo de 12,8, em maio de 2009.

As Figuras 11.a- 11.c trazem as médias mensais do fator alométrico de condição, com valores mínimos de 10,03, em outubro de 2006 na Caverna Areias de Cima (Fig. 11.a), 20,03 , em novembro de 2009 na Areias de Baixo (Fig. 11.b), e 15,55, em maio de 2008 na Ressurgência de Bombas (Fig. 11.c). Os valores máximos para cada localidade foram de 15,14 (maio de 2010 – Fig. 11.a), 20,74 (outubro de 2009 - Fig.6.b) e 17,54 (maio de 2009 – Fig. 6.c).

Baseado na Figura 12, é possível observar a esperada sazonalidade nos valores de fator de condição antes de 2009, dentro da hipótese de que, nos meses de cheia, a entrada de nutrientes na caverna é maior e, portanto, os animais podem alimentar-se mais e os valores do fator de condição ficam mais elevados – assim, o valor do fator de condição elevou-se se um pouco nos meses de cheia (outubro de 2006, e setembro e outubro de 2008), diminuindo em meses de seca (abril de 2008). Por outro lado, tal tendência não foi observada em 2009, com chuvas em todos os meses, não ocorrendo grandes flutuações de um mês para outro.

Os resultados das estimativas no modelo alométrico foram bastante distintos das do isométrico. Nota-se que o gráfico na Figura 10.a é mais linear, com seus valores muito acima dos da Figura 11.a. Na primeira, é possível observar três meses em destaque: em outubro de 2006 (final da estação seca), o valor do fator de condição apresentou-se muito baixo se comparado aos demais, em agosto de 2009 (estação seca) observa-se uma elevação do fator de condição, o que não condiz com o esperado, que seria uma queda acentuada e, em maio de 2010 (início da estação seca), quando também se esperaria o mesmo.

Figura 6.a - Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplares de *P. kronei* coletados em 2009 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo

Gráfico 6.b - Frequência de distribuição de comprimento padrão – Trajano (1987). Cavernas Areias de Cima e de Baixo.

Figura 6.c - Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2008 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo

Figura 6.d- Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2008 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 6.e - Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 6.f - Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2010 na Caverna Areias de Cima.

Figura 6.g - Distribuição de frequência de comprimento padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados na Caverna Areias de Baixo.

Figura 6.h - Distribuição de frequência de comprimento-padrão. Exemplos de *P. kronei* coletados na Ressurgência de Bombas.

Figura 7.a - Distribuição de frequência de peso. Exemplos de *P. kronei* coletados em 2009 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 7.b - Distribuição de freqüência de peso. Exemplares de *P. kronei* coletados nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo (Trajano, 1987).

Figura 7.c- Distribuição de frequência de peso. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2008 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 7.d - Distribuição de frequência de peso. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2008 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 7.e - Distribuição de frequência de peso. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 7.f - Distribuição de frequência de peso. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2010 na Caverna Areias de Cima.

Figura 7.g - Distribuição de frequência de peso. Exemplares de *P. kronei* coletados de 2006 a 2010 na Caverna Areias de Baixo.

Figura 7.h- Distribuição de frequência de peso. Exemplares de *P. kronei* coletados de 2006 a 2010 na Ressurgência de Bombas.

Figura 8.a - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados em 2009 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 8.b - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 e 2008 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 8.c - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2008 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 8.d - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 8.e - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados de 2006 a 2010 na Caverna Areias de Baixo.

Gráfico 8.f - Distribuição de frequência do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados de 2006 a 2010 na Ressurgência de Bombas.

Figura 9.a - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados em 2009 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 9.b - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados entre 2006 - 2008 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 9.c - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2008 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Gráfico 9.d - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 e 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 9.e - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 e 2010 na Caverna Areias de Baixo.

Figura 9.f - Distribuição de frequência do fator de condição alométrico. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 e 2010 na Ressurgência das Bombas.

Figura 10.a - Valores médios do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* maiores de 10 cm coletados entre 2006 - 2010 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de baixo.

Figura 10.b – Valores médios do fator de condição isométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo (Trajano, 1987).

**Figura 10.c - Valores médios do fator de condição isométrico .
Exemplares de *P. kronei* coletados na Caverna Areias de Baixo.**

**Figura 10.d - Valores médios do fator de condição isométrico.
Exemplares de *P. kronei* coletados na Ressurgência de Bombas**

Figura 11.a - Valores médios do fator de condição alométrico. Exemplares de *P. kronei* maiores de 10 cm coletados nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 11.b - Valores médios do fator de condição Exemplares de *P. kronei* coletados na Caverna Areias de Baixo.

Figura 11.c - Valores médios do fator de condição alométrico. Exemplos de *P. kronei* coletados na Ressurgência de Bombas.

Figura 12 - Índice pluviométrico da área de estudo - 1980 - 2010

5.2. Deslocamentos e estimativa do tamanho da população

O número de exemplares de *P. kronei* coletados e recapturados em cada ponto de coleta nas Cavernas Areias de Cima e de Baixo consta da Tabela 1 (em anexo). A Tabela 2 traz deslocamentos registrados nessas cavernas, ou seja, os casos de recapturas em ponto de coleta diferente do da captura imediatamente anterior; os exemplares coletados na Areias de Baixo estão destacados em vermelho. Nenhum indivíduo marcado em uma caverna foi recapturado na outra.

Na visita de novembro/2009 não foi marcado nenhum indivíduo, pois se tratava da última coleta planejada, portanto, os peixes foram apenas capturados, pesados e medidos, além de serem anotados o grau de desenvolvimento dos olhos e pigmentação, como em todos os outros eventos de coleta. No entanto, em maio/2010 e novembro/2010, acompanhando o trabalho de doutorado de Marilena Peixoto (orientado pela Profa. Dra. Lurdes Foresti do Laboratório de Ictiogenética – IB/USP) na Gruta da Areias de Cima, tive a oportunidade de realizar uma coleta adicional, na tentativa de melhorar a amostragem de *P. kronei*; nessa ocasião também não foi marcado nenhum exemplar.

Na Caverna Areias de Cima e 600 primeiros metros da de Baixo foi coletado um total de 167 peixes, sendo 148 exemplares de *P. kronei* e sete de *P. transitoria* na Areias de Cima e 12 exemplares de *P. kronei* na de Baixo.

Dentre os 148 bagres cegos coletados na Areias de Cima, 111 exemplares foram marcados. A maior parte dos peixes estava no Córrego Grande, com cerca de 40% dos exemplares de *P. kronei* e 37,5% dos exemplares de *P. transitoria* capturados durante todo o estudo, o que representa uma abundância muito maior que em todos os outros pontos de coleta. Dentre aqueles 111 bagres cegos marcados, 24 foram recapturados uma vez e cinco, duas vezes, perfazendo um total de 34

recapturas. Não foi recapturado nenhum exemplar de *P. transitoria*. Dessas 34 recapturas, em 14 o exemplar havia se deslocado em relação à captura anterior, sendo que cinco indivíduos mudaram de um rio para o outro, sendo um (indivíduo F31) do Córrego Grande para o Rio das Areias e quatro (indivíduos D59, D90, F38 e F03) na direção oposta. Dos peixes coletados no Rio das Areias, oito foram recapturados rio acima (sentido Córrego Grande); entre aqueles exemplares coletados no Córrego Grande, dois foram recapturados à jusante da primeira coleta e os demais não se deslocaram. Em apenas três casos, os bagres cegos coletados no Rio das Areias foram recapturados rio abaixo em relação à captura anterior, nos outros oito casos, os peixes foram recapturados à montante da primeira captura.

Nota-se, na tabela 2, que todos os exemplares que mudaram de um rio para o outro se deslocaram entre setembro de 2008 e outubro de 2009, aproveitando o alto índice pluviométrico que possibilitou a conexão entre os rios durante quase todo o ano. O exemplar D90 foi marcado em 2007 no ponto do Chuveirinho, já em setembro de 2008 este mesmo indivíduo foi recapturado no Córrego Grande e no mês seguinte foi novamente recapturado em sua base inicial, indicando comportamento de “homing”.

Na Caverna Areias de Baixo, foram marcados 12 exemplares de *P. kronei* e nenhum de *P. transitoria*. Recapturas ocorreram para cinco indivíduos, sendo quatro recapturas únicas e uma dupla. Desses cinco exemplares de *P. kronei*, apenas quatro deslocaram-se em relação à primeira captura, sendo que dois deles deslocaram-se à montante no rio e dois deles, à jusante. Dentre os animais marcados, apenas cinco exemplares foram recapturados, sendo que um deles não se deslocou, um se deslocou para um local à jusante de onde havia sido capturado inicialmente e os outros três indivíduos se deslocaram à montante do primeiro registro.

Nos cálculos de estimativa populacional, foram consideradas as coletas de 2007 a 2010 nas Areias. Os animais marcados em 2006 só foram incluídos na estimativa quando recapturados, por isso, dos 12 exemplares coletados em 2006, apenas quatro foram considerados nas estimativas, sendo estes incluídos entre os animais marcados em 2007. Essa decisão foi tomada, baseada no fato de que o grande intervalo entre as coletas interferiria no resultado, impossibilitando os cálculos, mas, devido à baixa quantidade de recapturas, foi necessária a inclusão dos peixes recapturados mais tarde.

As estimativas populacionais pelos métodos de Fisher-Ford e de Jolly-Seber para os 800 m de rios permanentes constam, respectivamente, das Tabelas 3.a – 4.b.

Na análise de Jolly-Seber, observa-se que o tamanho da população foi discrepante nas diferentes ocasiões de coleta, o que pode ser um artefato devido às baixas taxas de recaptura. Prevvia-se que o desvio padrão fosse grande, pois a utilização de dados esparsos pode prejudicar a precisão dos resultados. Na análise de Fisher-Ford, observa-se a mesma irregularidade de Jolly-Seber nos valores do tamanho da população, no entanto, não houve grandes variações de um método para outro. Os valores encontrados foram relativamente baixos e a oscilação desse valor nas diferentes ocasiões de coleta não nos permitiu fazer qualquer correlação sazonal.

Através da utilização dos métodos acima citados, estimou-se o tamanho da população para os 800 m de rios estudados em 100 – 125 indivíduos, extrapolando esse valor para os 4800 metros de rio acessíveis aos peixes, a população das Areias seria em torno de 600 – 750 indivíduos, o que nos parece uma população muito pequena.

Tabela 3.a.: Número de capturas e recapturas dos exemplares dos exemplares de *P. kronei* coletados nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo – Método de Fisher-Ford

	1	154	337	555	627	684	723	888	1080
	nov.2007	abr.2008	set./out. 2008	mar./mai./jun. 2009	ago. 2009	out. 2009	nov. 2009	mai. 2010	nov. 2010
Time of last capture									
1		0	8	1	1	0	0	3	0
154			2	2	0	2	0	0	0
337				1	0	3	1	0	0
555					1	0	0	0	0
627						5	2	1	1
684							4	0	0
723								0	0
888									0
1080									
Total marked	0	0	10	4	2	10	7	4	1
Total unmarked	32	10	38	25	10	12	12	15	1
Total caught	32	10	48	29	12	22	19	19	2
Total released	31	10	47	23	11	18	0	0	0

Tabela 3.b: Estimativas do tamanho da população de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo – Método de Fisher-Ford.

Dia	População estimada (Ni)	Perda (Li)	Nascimento (Bi)	Desvio padrão (SENi)
1	0	0	10,997	NA
154	10,997	8,515	28,857	1,379
337	31,339	24,264	165,077	8,91
555	172,152	133,288	-28,746	67,57
627	10,118	7,834	17,222	11,32
684	19,506	15,102	96,014	25,44
723	100,418	77,748	0,000	NA
888	22,670	17,552	-4,862	NA
1080	0,256	0,198	-0,058	NA

Tabela 4.a.: Número de capturas e recapturas dos exemplares dos exemplares de *P. kronei* coletados nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo – Método de Jolly-Seber.

	Time of Capture								
	nov.2007	abr.2008	set./out. 2008	mar./mai./jun. 2009	ago. 2009	out. 2009	nov. 2009	mai. 2010	nov. 2010
Time of last capture									
1		0	6	1	1	0	0	3	0
154			1	1	0	2	0	0	0
337				1	0	3	1	0	0
555					1	0	0	0	0
627						3	2	1	1
684							2	0	0
723								0	0
888									0
1080									
Total marked	0	0	7	3	2	8	5	4	1
Total unmarked	32	10	41	26	10	14	12	15	1
Total caught	32	10	48	29	12	22	19	19	2
Total released	31	10	47	23	11	18	0	0	0

Tabela 4.b.: Estimativas do tamanho da população de *P. kronei* da caverna Areias de Cima e Areias de Baixo – Método de Jolly-Seber.

Dia	Prporção de marcas (α_t)	Tamanho da população marcada (M_t)	População estimada (N_t)	Taxa de sobrevivência (ϕ_t)	Nascimento (B_t)
1	0,000	32,0	NA	0,543	NA
154	1,000	34,2	34,2	2,376	38,8
337	0,875	105,0	120,0	1,007	10,0
555	1,125	146,0	129,8	0,142	8,1
627	0,917	23,5	25,6	1,990	32,9
684	0,789	64,7	81,9	0,228	-16,4
723	13,000	17,0	1,3	1,333	24,6
888	16,000	16,0	1,0	NA	NA
1080	2,000	NA	NA	NA	NA

5.3. Crescimento individual

A Tabela 5 apresenta o comprimento-padrão (Lt) na primeira e última capturas, em ordem cronológica, para *P. kronei* nas Cavernas Areias de Cima e de Baixo, no período de 2006 a 2010. As recapturas na Areias de Baixo estão destacadas em vermelho.

As figuras 13.a (Areias de Cima e de Baixo, coletas de 2006 – 2010) e 13.b (Areias de Cima e de Baixo, coletas de 2009), revelam um crescimento heterogêneo da população referida, onde é possível notar que dentre os animais que apresentaram valores de L^*t positivo, 25 exemplares foram coletados na Caverna Areias de Cima e um na Caverna Areias de Baixo, mostrando valores de L^*t inferiores a 0,0120, equivalendo a taxas de crescimento de, no máximo, 0,036 mm/mês. Para os outros dois exemplares recapturados na Caverna Areias de Cima, foram verificados valores de L^*t entre 0,0175 e 0,0243, o que representaria um taxa de crescimento entre 0,0525 e 0,729 mm/mês.

Os valores negativos representam animais que tiveram o comprimento-padrão da segunda captura menor do que o registrado na primeira captura. Dentre os 29 bagres cegos recapturados na Areias de Cima, foram registrados apenas dois exemplares com crescimento negativo, representando cerca de 7% do total recapturado. Já na Caverna Areias de Baixo, dentre os cinco exemplares recapturados, quatro apresentaram taxas de crescimento com valores negativos.

Os dois peixes da Caverna Areias de Cima que apresentaram crescimento negativo tiveram seus valores de L^*t registrados entre -0,0062 e -0,0001, representando “crescimento” mensal entre -0,186 mm e -0,003 mm. Já os quatro exemplares de *P. kronei* da Caverna Areias de Baixo tiveram os valores de L^*t

variando de -0,004 e -0,0007, correspondendo à uma taxa mensal entre -0,12 mm e -0,021 mm.

Separando-se os dados da Caverna Areias de Cima da Caverna Areias de Baixo, obteve-se uma média de crescimento diário para cada uma dessas localidades. No caso da Areias de Cima, o valor encontrado foi de 0,00613 cm/dia e, conseqüentemente, 0,183 cm/mês e 2,23 cm/ano. Já no caso da Areias de Baixo, a média de crescimento diário foi de -0,00057, por isso, não foi possível estimar o crescimento mensal e anual, visto que os valores seriam apenas de crescimento negativo.

No presente estudo, verificou-se que todos os bagres cegos das Areias apresentaram valores de L^*t altamente flutuantes (tabela 5 e figuras 13.a e 13.b), variando de -0,0062 a 0,0243, o que equivaleria a um crescimento médio diário de 0,00286 cm e variando de -0,186 a 0,729 mm/mês, ou ainda, um crescimento anual entre -2,263 e 8,869 mm/mês. Assim, o crescimento mensal médio estimado para *P. kronei* com base nas diferenças de comprimento entre capturas é de 0,0858 cm, correspondendo a um crescimento anual de 1,04 cm.

Para certificação da validade da equação de Von Bertalanffy ao presente estudo, foram geradas as figuras 14.a – 14.d, agrupando-se as diferentes ocasiões de coleta citadas abaixo, onde os pontos azuis representam exemplares da Caverna Areias de Cima e os pontos vermelhos representam exemplares da Areias de Baixo:

- a. Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo (todos os eventos de coleta, 2006 – 2010);
- b. Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo (apenas coletas do ano de estudo, 2009);
- c. Caverna Areias de Cima (todos os eventos de coleta);

d. Caverna Areias de Baixo (todos os eventos de coleta), e

Desta forma, é possível relacionar o crescimento individual às flutuações ambientais das populações de bagres cegos das diferentes cavernas, pois estas sofrem influência desigual do ambiente externo, sendo que a Caverna Areias de Cima está à montante no trecho de rio epígeo, que liga à caverna Areias de Baixo. Assim, esta última receberia um maior aporte nutricional vindo de fora, mas também sofreria diretamente os impactos decorrentes de outros produtos que podem ser prejudiciais, como lixo e dejetos de animais domésticos (de moradores da região da dolina que separa as cavernas), carreados pela chuva e entrando diretamente na Areias de Baixo, à jusante no trecho de rio epígeo.

Os parâmetros da equação de Von Bertalanffy para as diferentes situações são os seguintes: **a** (total 2006-2009): $L_{\infty} = 15,88$ cm (comprimento médio máximo) e $K = 0,176$ (parâmetro relacionado à taxa de crescimento anual), equivalendo a um crescimento diário de aproximadamente 0,000482 cm; **b** (total 2009): $L_{\infty} = 14,04$ cm e $K = 0,0519$, crescimento diário ~ 0,000142 cm; **c** (Areias de Cima, total): $L_{\infty} = 16,72$ cm e $K = 0,159$, crescimento diário ~ 0,000435 cm; **d** (Areias de Baixo, total): $L_{\infty} = 13,49$ e $K = 0,105$, crescimento diário ~ 0,000287 cm.

A partir da Figura 15, que mostra a curva de crescimento para a situação **a** presume-se que peixes com 15,88 cm teriam aproximadamente 30 anos de idade. No entanto, se observarmos os valores de L_t e de $L_{t+\Delta t}$, nota-se que, como o crescimento dos indivíduos é heterogêneo, a longevidade média estimada pelo modelo de Von Bertalanffy deve estar superestimada.

Figura 13.a - Crescimento individual diário de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo. Exemplos coletados e recapturados entre 2006 e 2010.

Figura 13.b - Crescimento individual diário de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo. Exemplos coletados e recapturados em 2009

Figura 14.a - Gráfico de validade da equação de Von Bertalanffy. Exemplares de *P. kronei* coletados entre 2006 e 2010 nas Cavernas Areias de Cima e de Baixo.

Figura 14.b - Gráfico de validade da equação de Von Bertalanffy. Exemplares de *P. kronei* coletados em 2009 nas Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

Figura 14.c - Gráfico de validade da equação de Von Bertalanffy.
Exemplares de *P. kronei* coletados na Caverna Areias de Cima.

Figura 14.d - Gráfico de validade da equação de Von Bertalanffy.
Exemplares de *P. kronei* coletados na Caverna Areias de Baixo.

Figura 15 - Curva de crescimento estimada pelo modelo de Von Bertalanffy. Exemplares de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e de Baixo coletados entre 2006 e 2010.

5.4. Olhos e pigmentação

Em relação à pigmentação (Figura 16), observou-se que, dos 161 indivíduos coletados na caverna Areias de Cima, foram encontrados 54 exemplares de *P. kronei* e um de *P. transitoria* (assim identificado por ter olhos com desenvolvimento normal, ou seja, como nos epígeos) que se enquadraram entre os despigmentados (1); na categoria dos semi-pigmentados (2), foram encontrados 78 exemplares *P. kronei* e cinco de *P. transitoria*; e dentre os pigmentados (3), 21 exemplares eram de *P. kronei* e dois de *P. transitoria*.

Dentre os 12 exemplares coletados na Caverna Areias de Baixo, todos foram considerados como de *P. kronei*, sendo que dois peixes foram enquadrados entre os despigmentados (1), nove entre os semi-pigmentados (2) e um entre os pigmentados (3).

Quanto ao tamanho dos olhos (Figs. 17.a-b), dos 153 exemplares de *P. kronei* capturados na caverna Areias de Cima, 135 não apresentavam nenhum dos olhos visíveis externamente e apenas um indivíduo apresentou apenas o olho esquerdo. Os exemplares de *P. kronei* da Areias de Cima sem olhos visíveis representam cerca de 90% do total capturado. Além destes, foram observados 11, dos 12 capturados na Areias de Baixo que também não possuíam nenhum dos olhos e apenas um deles possuía o olho direito na categoria 3 de desenvolvimento ocular. Dos 15 exemplares de *P. kronei* com olhos visíveis externamente, sete apresentaram olhos assimétricos, com graus de desenvolvimento diferente: seis exemplares possuíam o olho direito e cinco, o olho esquerdo, na categoria 1; três tinham o olho direito e seis, o esquerdo, na categoria 2; na categoria 3, dois com o olho direito e dois com o esquerdo; e, na categoria 4, quatro com o olho direito e três com o esquerdo. Os exemplares aqui atribuídos à espécie *P. transitoria*, foram identificados com base no tamanho dos

olhos quando semelhantes aos epígeos. Entre eles um indivíduo possuía o olho direito na categoria 3 e o esquerdo na categoria 4, assim como os demais exemplares dessa espécie.

Figura 16 - Distribuição de frequência de pigmentação de *P. kronei* e *P. transitoria* das Cavernas Areias de Cima e de Baixo.

Figura 17.a - Distribuição de frequência de olho direito de *P. kronei* e *P. transitoria* das Cavernas Areias de Cima e de Baixo.

Figura 17.b - Distribuição de frequência de olho esquerdo de *P. kronei* e *P. transitoria* das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo.

5.5. Morfometria

As análises morfológicas foram realizadas seguindo as mesmas medidas utilizadas por Trajano & Britski (1992). No entanto, Trajano estudou apenas exemplares de *P. transitoria* e *P. kronei* da Ressurgência de Bombas e do Sistema das Areias (Areias de Cima e 200 primeiros metros da Areias de Baixo), ao passo que os exemplares estudados no presente estudo incluem mais duas localidades, a Caverna Córrego Seco e o Abismo do Gurutuva.

As medidas tomadas para a realização de tal análise constam na tabela 6 e a regressão dos dados morfométricos estão mostradas nas Figuras 18.a-m, sendo a regressão da boca, focinho e diâmetro da órbita no comprimento da cabeça, e as demais, no comprimento-padrão.

Em diferentes gráficos (Figuras 18.a-c,j,l), nota-se que a população de Bombas mostrou diferenças em relação às da Caverna Areias e do Abismo do Gurutuva, principalmente nos barbilhões (mentonianos, pós-mentonianos e maxilares): na primeira, indivíduos menores tenderam a ter o barbilhão proporcionalmente maior em relação ao comprimento-padrão. O mesmo foi observado para o pedúnculo caudal e altura do corpo que também mostraram-se maiores do que as demais localidades, além do diâmetro da órbita, base da adiposa e base da dorsal que mostraram-se menores. Acredita-se que os bagres cegos da Ressurgência de Bombas tenham o corpo um pouco mais alongado e tenham o crescimento diferente das outras populações. Por outro lado, embora o Abismo do Gurutuva pertença a um sistema hidrológico aparentemente isolado das demais localidades, foram notadas apenas algumas diferenças pequenas com relação às demais cavernas, nos barbilhões que mostraram-se menores do que as demais

cavernas e diâmetro da órbita que revelou-se maior (Figs. 18.a – c, l), enquanto que as medidas seguiram a linha de tendência das Areias.

A única diferença entre a população das Areias e as demais se refere ao comprimento do espinho dorsal, maior na primeira.

Os poucos exemplares da Caverna Córrego Seco medidos apresentaram pequenas diferenças no comprimento dos barbilhões (Fig. 18 a – c), que apresentam a linha de tendência em posição transversal à linha de tendência das Areias e do Gurutuva, mostrando-se sem um padrão detectável, além do espinho dorsal, altura do corpo, pedúnculo caudal, comprimento da cabeça e diâmetro da órbita (Figs 10.a-d, j-l), no entanto, o número de exemplares coletados e analisados deste local foi muito pequeno, o que prejudica as comparações.

Figura 18.b - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.c - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.d - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.e - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.f - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.h - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.i - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.j - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.k - Regressões dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.l - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.m - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

Figura 18.n - Regressão dos dados morfométricos em *P. kronei*

6. DISCUSSÃO

6.1. Ecologia populacional de *Pimelodella kronei*

A distribuição de frequências do comprimento-padrão em Pavan (1945) mostra uma moda bem destacada na faixa de 10,0-11,0 cm, a qual não apareceu no estudo de Trajano (1987). Esta autora obteve uma distribuição de comprimentos tipicamente unimodal, com moda na faixa de 13,0 a 13,4 cm (fig. 6.b), coincidindo com a segunda moda (menos frequente) de Pavan (*op. cit.*). Associada às coletas excessivas de bagres cegos testemunhada por E.Trajanho na década de 1970, a ausência da primeira moda de Pavan levou essa autora a concluir que tais coletas teriam provocado um declínio populacional acentuado, com prejuízo aos bagres que teriam nascido naquele período (e que, na década de 1980, estariam com 10,0 – 11,0 cm de comprimento).

No presente trabalho, observamos duas modas em faixas diferentes de comprimento (Figs. 6a, c-f), sendo a principal (11,0 – 11,4 cm) na faixa da de Pavan e uma secundária (14,0 – 14,5 cm) próxima, porém com valores 1 cm superiores, à moda de Trajano. A diferença com relação a Pavan pode dever-se ao fato deste autor ter tomado as medidas em peixes mortos e fixados, o que causa desidratação e encolhimento do animal, alterando as medidas de comprimento de 1 a 6,8% (Trajano, *op cit*). Uma terceira moda foi, ainda, detectada no presente trabalho, na faixa de 7,0-8,0 cm (Figs. 6a,c,e), possivelmente correspondendo a animais recrutados nos últimos 5-10 anos.

Note-se que peixes com 9 a 10 cm de comprimento-padrão representam indivíduos que estão entrando na fase adulta e provavelmente são mais ativos, buscando parceiros reprodutivos e alimento, ao contrário dos animais maiores, que costumam ser mais territoriais e sedentários, portanto menos susceptíveis às coletas.

Isto poderia explicar, ao menos em parte, a predominância dessa faixa de tamanho nas nossas amostras e na de Pavan, de tal modo que sua ausência nas de Trajano seria ainda mais indicativa de perturbação.

O presente estudo indica que, mais de 20 décadas após seu declínio, a população de bagres cegos das Areias recuperou a estrutura de distribuição de tamanhos (é difícil correlacionar com estrutura etária em virtude do crescimento heterogêneo) e vem se reproduzindo em taxas superiores às das décadas de 1970-1990.

Quando analisados separadamente, vê-se que indivíduos maiores foram os mais frequentes na Caverna Areias de Baixo (Figura 6.g). É possível que isso seja decorrente da entrada de alimento maior que na Areias de Cima, ou pelo fato de que animais maiores e mais velhos tendem a ser mais territoriais, evitando áreas onde ocorra maior concentração de indivíduos, como na Areias de Cima.

Na Ressurgência de Bombas, Pavan (1945) registrou uma moda principal na faixa de 13 – 14 cm e uma secundária na de 11 – 12 cm, enquanto os bagres medidos por Heonen na década de 1990 eram em geral menores, com moda na faixa de 10,5 – 10,9 cm (Hoenen, 1995). Os exemplares medidos para o presente estudo distribuíram-se mais equitativamente em termos de tamanho (fig. 6.h). Note-se que a densidade de bagres cegos na porção acessível de Bombas (sua ressurgência) é bem superior à das Areias, mas não se sabe ao certo qual é o espaço total ocupado por essa população, nem quais são os parâmetros populacionais na zona afótica, pois o acesso só pode ser feito através de espeleomergulho. Em todas as ocasiões de coleta, observamos indivíduos insaciáveis e que eram facilmente pescados com linha e anzol, além de serem animais com comportamento muito mais agressivo do que os peixes

das Areias, o que também nos permite supor que a competição nesse ambiente é relativamente grande.

Trajano registrou duas modas para frequência de peso, nas faixas de 8 – 12 g e 18 – 22 g; esta segunda aproxima-se de uma das modas do presente estudo (Fig. 7.d – f). Nesta faixa de peso, estão indivíduos com comprimento-padrão na moda de 9-10 cm, e aqueles com peso entre 28 e 32 g (Fig. 7.a,d - f) tem tamanho na moda de 13,5 – 13,9 cm (Fig. 6.a). Por outro lado, em geral animais pesando entre 3 e 7 g tem cerca de 7 cm, que não corresponde a nenhuma moda de comprimento observada neste estudo. Isto é consistente com a alometria no crescimento em peso, que tende a acelerar ao longo da vida.

Na Areias de Baixo, a moda de mais observada foi na faixa de 33 – 37 g (Fig. 7.g), correspondendo à moda da frequência de comprimento-padrão detectada (Fig. 6.g). Na Ressurgência de Bombas a maior frequência de peso foi encontrada em uma faixa muito próxima à observada por Hoenen (1995), que registrou um pico de frequência na faixa de 8 – 12 g.

Foram observadas diferenças importantes entre os valores dos fatores de condição calculados pelo modelo de crescimento isométrico e pelo alométrico (que, como visto acima, é mais próximo da realidade). Pelos valores isométricos, a moda nas Areias esteve entre 11 – 11,9, ao passo que, pelos alométricos correspondentes, a faixas mais freqüentes foram de 12 – 12,9 e de 20 – 20,9, respectivamente. Na Ressurgência de Bombas, uma grande diferença igualmente foi notada, estando os isométricos na faixa de 13 – 13,9 e os alométricos, na de 17 – 17,9.

Visto que Trajano (1987) só calculou valores para crescimento isométrico, são utilizados, para fins de comparação, os dados isométricos do presente estudo. Essa autora apresenta valores médios mensais, com o máximo (13,7) para o

mês de novembro e o mínimo (11,6) no final de abril, mostrando assim uma tendência sazonal, no qual os animais apresentavam-se em melhor estado de nutrição nos meses de cheia do que nos meses de seca, conforme o esperado. Tal influência climática, no entanto, não pode ser observada no presente estudo, uma vez que o índice pluviométrico no período, particularmente no ano de 2009, não teve grandes variações entre os meses de cheia e de seca. Assim, registramos um valor mínimo de 10,27 no mês de novembro de 2007, mês em que Trajano havia detectado a maior média do fator de condição do seu estudo. Além disso, o maior valor médio do presente trabalho foi registrado no mês de maio/junho de 2009, quando se esperava que fosse mais baixo. Note-se que a maior média do fator de condição isométrico aproxima-se do valor mais baixo observado por Trajano, porém isto pode ser devido ao menor tamanho médio dos indivíduos medidos no presente estudo. Na Areias de Baixo, os valores médios do fator de condição isométrico também se mantiveram com pouca variação e os valores mensais mais altos foram detectados em agosto e outubro de 2009.

Na Ressurgência de Bombas, houve apenas dois eventos de coleta em que foi possível coletar dados para o fator de condição: na primeira coleta, em maio de 2008, o valor médio foi de 11,4, ao passo que no mesmo mês do ano seguinte (índice pluviométrico acima do normal), esse valor médio foi de 12,8, aparentemente em decorrência das fortes chuvas que possibilitaram um maior aporte nutricional. Tais valores estão nas faixas superiores dos presentemente calculados para as Areias, o que é esperado em vista da maior disponibilidade de alimento no local de coleta em Bombas.

No caso dos fatores de condição alométricos na população da Areias de Cima, o valor médio mensal mais baixo foi de 10,03, em outubro de 2006, e o mais

alto foi de 15,11, para agosto de 2009, consistentemente com a ausência de sazonalidade nesse ano. Para a Caverna Areias de Baixo, estudada basicamente em 2009, também não houve grande variação (20,2 – 20,7). Na Ressurgência de Bombas, os valores encontrados foram entre 15, 5 (maio/2008) e 17,5 (maio/2009), confirmando a hipótese de que as chuvas recorrentes do ano de 2009 influenciaram a relação peso/comprimento dos bagres cegos. Nota-se aqui que o efeito da maior disponibilidade de alimento sobre o fator de condição demora certo tempo para se manifestar – após um período de cheia com alimento abundante, os animais levariam alguns meses para engordar. Por outro lado, o aumento no grau de engorda (refletido no fator de condição), pode manter-se nos primeiros meses da estação seca, como observado para o mês de maio.

Em resumo, acredita-se que, após mais de 25 anos do estudo de Trajano, a população esteja mais estável e mostrando sinais de recuperação, conforme indicado pelo reaparecimento das faixas de distribuição de peso e de comprimento-padrão que haviam sido registradas por Pavan (1945).

Mesmo considerando-se as diferenças de tamanho, os valores do fator de condição em *P. kronei* estão bem acima dos observados para a outra espécie de *Pimelodella* troglóbia, *P. spelaea*, da área cárstica de São Domingos, Alto Tocantins, GO. Esta última apresentou modas de comprimento-padrão entre 60 e 75 cm, correspondendo a valores de fator de condição alométrico entre 3,5 e 4,5 (Trajano, 2004), bem abaixo dos menores valores para os menores exemplares de *P. kronei* examinados, os quais estão na faixa de tamanho de *P. spelaea*. Ou seja, estes últimos são bagres muito mais delicados, possivelmente em função da maior escassez alimentar, com períodos de extrema carência. Por outro lado, os valores de fator de condição calculados para outro heptapterídeo troglóbio, *Rhamdia enfurnada*

(E.Traiano, dados não publicados), do sul da Bahia, também sujeita a forte sazonalidade climática, estão apenas um pouco abaixo dos de *P. kronei*, talvez refletindo a maior robustez dos bagres desse gênero.

Traiano (1987) observou que cerca de 20% dos animais recapturados foram registrados em locais diferentes da captura anterior, enquanto que, no presente estudo, essa porcentagem esteve em torno de 50%. Esta maior porcentagem pode ser explicada, novamente, pelo fato de 2009 ter sido um ano particularmente chuvoso, favorecendo deslocamentos pela conexão de corpos d'água que ficam isolados a maior parte do tempo em épocas normais – devido às fortes chuvas frequentes durante todo o ano de 2009 e, conseqüentemente a elevação do nível dos rios Areias e Córrego Grande, houve a conexão entre os rios existentes na Caverna Areias de Cima, o que possibilitou o deslocamento de vários peixes de um rio para o outro em algumas ocasiões. Assim, tanto neste estudo como no de Traiano (1987), foram registrados cinco indivíduos que mudaram de um rio para o outro, no entanto, a proporção observada por Traiano em relação ao total capturado foi muito menor do que no estudo atual.

As recapturas registradas à jusante da captura anterior incluem animais carregados de forma passiva pelo arrasto da correnteza, ou ainda animais ativos, mas que dispõem de pouco gasto energético para esse deslocamento, ao passo que recapturas à montante sempre denotam um deslocamento ativo. Portanto, acredita-se que esses peixes tenham uma forte tendência a subir o rio, provavelmente para reprodução, uma vez que observei um poço bem a montante no Córrego Grande com muitos exemplares pequenos (1 – 2 cm); e/ou talvez, por existir uma maior disponibilidade de alimento, uma vez que, quanto mais os animais subam o rio, mais próximos eles ficam do sumidouro externo, entrada de alimento alóctone na caverna.

O grande número de exemplares pequenos nos dá evidências de reprodução freqüente, fato não observado pela autora na década de 1980, provavelmente em consequência do impacto detectado na época.

Não foi registrada a passagem de peixes entre as Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo, que são conectadas por aproximadamente 30 metros de rio epígeo, ao contrário de Trajano, que detectou pelo menos um indivíduo se deslocando de uma caverna para a outra.

As baixas taxas de recaptura, ao contrário do observado por Trajano (1987), demonstram que a população não é pequena para uma cavernícola. Ou seja, se compararmos a quantidade de recapturas de 1987 e de 2009, observamos que as taxas de recaptura em 2009 são muito menores que em 1987, permitindo-nos supor que a população recuperou-se e cresceu em relação ao primeiro estudo. No entanto, o número de exemplares coletados em todas as visitas de 2009 foi pequeno se comparado aos anos anteriores, novamente devido ao fato de ter sido um ano particularmente chuvoso, dificultando as coletas, pois, em ocasiões de chuva, a entrada de alimento é mais abundante e é possível que os animais estivessem saciados e, portanto, não se sentissem atraídos pela isca. De fato, a maior parte dos indivíduos marcados foi capturada através de coleta manual, diminuindo expressivamente o número de indivíduos marcados em 2009.

Tanto pelo método de Jolly-Seber como de Fisher-Ford, os tamanhos de população estimados no presente estudo não diferiram muito dos resultados de Trajano (1987). Em ambos, os resultados para cada ocasião de coleta foram flutuantes, no entanto, em faixas próximas de valores. Todavia, existem restrições para a aplicação dos dois métodos de estimativa populacional. Um dos motivos de

restrição e imprecisão dos resultados foi a oscilação no número de capturas nas diferentes ocasiões de coleta (problema também enfrentado por Trajano).

O tamanho da população estimado por Trajano (1987) foi de 900 – 1200 indivíduos para o Complexo das Areias, enquanto no estudo atual a estimativa foi de 600 – 750 indivíduos. Acreditava-se que, após mais de 25 anos do estudo de Trajano, a estimativa do tamanho populacional fosse bem maior do que o observado pela autora, pois, uma vez cessados os impactos da coleta excessiva, a população poderia se recuperar e, conseqüentemente, crescer. No entanto, as estimativas populacionais baseadas em marcação e recaptura não apontam para isso. Acreditamos que a população de bagres cegos das Areias de Cima recuperou a estrutura de tamanho e peso, porém não necessariamente cresceu, mas que ela esteja estável.

Quanto ao crescimento individual, Trajano (1987) observou que, em 79,5% dos casos, foram obtidos valores de L^*t inferiores a 0,0170 cm. Para seis peixes (8,2%), esse crescimento foi superior a 1 mm/mês (sendo que três deles frequentaram a região da entrada, onde há maior disponibilidade de alimento). No presente estudo, verificou-se que apenas dois indivíduos apresentaram valores superiores a 0,0170 cm, não tendo sido observado nenhum exemplar com crescimento superior a 1 mm/mês. A autora supôs que os valores negativos em 10 exemplares, variando entre $-0,667$ e $-0,019$, correspondiam a erros de medida. Estudos posteriores abordando outras espécies troglóbias mostraram que crescimento negativo é um fato, que pode ser comum durante estações secas com grande limitação de alimento, como observado para *Trichomycteruis itacarambiensis* (Trajano, 1997) e *R. enfurnada* (E.Trajano, dados não publicados).

Aplicando a equação de Von Bertalanffy, Trajano (1991) encontrou os seguintes valores: $L = 15,4$ cm e $K = 0,0898$, os quais se aplicam para crescimento na

estação seca. Os valores presentemente obtidos – $L = 15,88$ cm e $K = 0,176$ – estão mais próximos à realidade, pois o estudo abrangeu indivíduos que passaram por uma ou mais estações chuvosas, além de terem sido marcados exemplares menores do que Trajano. Por outro lado, quase todos os exemplares coletados na Areias de Baixo apresentaram crescimento diário negativo, possivelmente por tratarem-se de bagres relativamente grandes, que estariam no limite de desenvolvimento, onde a curva de crescimento de Von Bertalanffy tende à assíntota.

O modelo de Von Bertalanffy deve ser tomado com certas restrições em virtude de crescimento tão heterogêneo, com muitos casos de crescimento negativo, que parece ser comum em populações de peixes troglóbios; conseqüentemente há uma dispersão muito grande dos pontos em torno da curva média. A equação de Von Bertalanffy aplicada à população de *P. kronei* presentemente estudada nos levaria a uma longevidade média de 30 anos, considerando-se que o crescimento seria homogêneo. No entanto, encontramos animais com mais de 18 cm de comprimento-padrão e, essa mesma equação nos levaria a uma longevidade de mais de 100 anos, o que não nos parece adequada. A estimativa de 30 ou mais anos se aplicaria a exemplares com taxas de crescimento acima da média. Acreditamos que uma longevidade média na faixa de 15-20 anos (de qualquer modo, acima da estimada por Trajano, 1991 – 10-15 anos) esteja mais próxima da realidade.

6.2. Morfologia

Pavan (1945) não registrou nenhum exemplar de *P. kronei* tão pigmentado como bagres *P. transitoria*, enquanto Trajano (1987) classificou 13% do total capturado com esse padrão de pigmentação, similarmente à porcentagem do presente estudo. Nos três estudos, os peixes semi-pigmentados foram o padrão mais

visualizado, sendo que, para Pavan, 88% dos animais enquadraram-se nesta categoria, mas porcentagens menores foram anotadas por Trajano (53,5%) e presente estudo (52,7%). Tais diferenças provavelmente se devem a diferenças de critério de classificação, e, ainda, ao fato de Pavan ter examinado animais fixados.

Com relação ao grau de desenvolvimento ocular, Pavan (1945) descreveu apenas 1,5% dos exemplares com olhos vestigiais, os demais não possuíam olhos; Trajano (1987) registrou, para essas categorias, respectivamente 9,4%, e 90,6%. No presente estudo, 10% possuíam olhos com diferentes graus de desenvolvimento a assimetria, os outros 90% não possuíam olhos nem mesmo vestigiais. Portanto, nota-se que as porcentagens dos padrões pigmentares e oculares deste estudo foram praticamente idênticas às porcentagens registradas por Trajano (1987), refletindo similaridade de critérios.

Excluindo olhos (e estruturas associadas) e pigmentação, Trajano não encontrou um conjunto consistente de diferenças morfológicas separando as populações de bagres cegos de Bombas, Areias e de *P. transitoria*, apenas algumas tendências, por exemplo, o espinho dorsal maior na amostra das Areias que nas de Bombas e de *P. transitoria* (Trajano & Britski, 1992; confirmado no presente estudo), o mesmo para a porção anterior do telencéfalo (Trajano, 1994). As diferenças presentemente observadas referem-se principalmente aos barbilhões e diâmetro orbital, no entanto essas diferenças não são consistentes a ponto de diferenciar as populações, uma vez que todas elas apresentam um alto grau de variação intraespecífico.

Quanto à população da Córrego Seco, não seria seguro afirmarmos que exista uma diferenciação morfológica dessa população, pois o número de exemplares coletados e analisados foi pequeno. No caso da população de Bombas, diferentemente

do registrado pelos autores anteriores, observamos algumas diferenças de proporções corporais distinguindo-a das demais populações estudadas; por ora, não temos explicação para isto. Esperava-se que nos exemplares coletados no Abismo do Gurutuva fossem encontradas as diferenças mais marcantes entre as populações, contudo não foram detectadas diferenças notórias. Estudos mais aprofundados, incluindo morfometria geométrica e biologia biomolecular, poderão trazer luz ao problema das relações entre as populações de *P. kronei*.

7. CONCLUSÕES

1. A população de bagres cegos, *Pimelodella kronei*, do Sistema das Areias mostra sinais de estabilidade e recuperação da estrutura populacional após eventos de perturbação na década de 1970, porém sem crescimento numérico.
2. As medidas de proibição da visitação turística foram essenciais para a conservação da população de bagres cegos das Areias e devem permanecer para que a população se recupere efetivamente.
3. Ao menos na Caverna Areias de Cima, os bagres cegos tendem a deslocar-se ativamente, preferencialmente rio acima, aproveitando épocas de conexão dos corpos d'água devido a cheias para aproximar-se do trecho próximo ao sumidouro externo do Córrego Grande, um dos pontos de entrada de nutrientes alóctones na caverna; este parece ser um local de reprodução para esses bagres, a partir do qual ocorreria recrutamento rio abaixo.
4. Assim como em outras espécies de peixes troglóbios estudadas, tais como os heptapterídeos *Pimelodella spelaea* a *Rhamdia enfurnada*, o crescimento individual em *P. kronei* é altamente heterogêneo, com muitos casos de crescimento negativo, mesmo após longos períodos.
5. O estudo de longo prazo, cobrindo vários ciclos anuais, permitiu estimativas mais realistas das taxas de crescimento individuais, com média anual em torno de 2,23 cm para indivíduos com mais de 7 cm de comprimento-padrão; a estimativa de longevidade média na população foi de 15-20, portanto superior à estimada anteriormente por Trajano (10-15 anos).

6. A já demonstrada influência da sazonalidade no fator de condição dos bagres cegos foi confirmada a partir da ausência de variação ao longo de 2009, um ano excepcional, continuamente chuvoso.
7. Os resultados obtidos neste estudo nos induzem a acreditar que possam existir diferenças entre os bagres de Bombas e as demais populações, a serem investigadas com métodos mais discriminatórios, como morfometria geométrica e a biologia molecular.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aden, E., 2005: Adaptation to darkness. In Culver, D.C., & White, W.B., (eds.), *Encyclopedia of Caves, Elsevier Academic Press*, pp.1-3.
- Begon, M., 1979. Investigating animal abundance: capture-recapture for biologists. Edward Arnold, London. 97pp.
- Bichuette, M. E., 2003. Distribuição, biologia, ecologia populacional e comportamento de peixes subterrâneos, gêneros *Ituglanis* (Siluriformes: Trichomycteridae) e *Eigenmannia* (Gymnotiformes: Sternopygidae) da área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás. São Paulo, 330 p. Tese (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Christiansen, K. A., 1992. Biological processes in space and time: cave life in the light of modern evolutionary theory. In: A. I. Camacho (ed.). *The Natural History of Biospeleology*. National Museum of Natural Sciences, Madrid, p. 453-478.
- Culver, D. C. 1982. *Cave life: Evolution and Ecology*. Harvard University Press, Cambridge.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo). Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu> - [21.03.2011].
- Dessen, E.M.B., Eston, V.R., Silva, M.S., Temperini-Beck, M.T. & Trajano, E., 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência & Cultura*, 32(6): 714-25.
- Eingenmann, C.H., 1917. *Pimelodella and Typhlobagrus*. *Mem. Carnegie Mus.* 7 (4): 229-58.

- Genthner, C.; Ferrari, J. A. & Karmann, I., 2003. Identificação das áreas de recarga de fontes cársticas com o uso do traçador rodamina FWT (Área carbonática Lajeado – Bombas, Iporanga-SP). *Revista do Instituto Geológico*, 24 (1/2), 11-23.
- Hoenen, S. M. M., 1995. Estudos ecológicos e comportamentais do bagre cego, *Pimelodella kronei*, na Ressurgência das Bombas, Iporanga, SP (Siluriformes, Pimelodidae). São Paulo, 71 p. Dissertação (mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Holsinger, J. R. & Culver, D. C., 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. *Brimleyana*, 14:1-162.
- Howarth, F. G. 1983. Ecology of cave arthropods. *Annual Review of Entomology*, 28: 365 - 389.
- Howarth, F. G. & Hoch, H., 2005: Adaptive shifts. In: Culver, D. C. & White, W. B., eds.: *Encyclopedia of caves*. - Elsevier Academic Press, 17-24, Amsterdam.
- Juberthie, C., 2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world, p. 17-39. In: Wilkens, H., Culver D. C. & Humphreys, W. F. (eds.). *Ecosystems of the World 30. Subterranean Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam.
- Karmann, I. 1994. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do rio Ribeira de Iguape, Sudeste do estado de São Paulo. São Paulo, 241 p. Tese (doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Langecker, T. G., 2000. The effects of continuous darkness on cave ecology and cavernicolous evolution, p. 135-157. In: Wilkens, H., Culver, D.C. & Humphreys,

W.F. (eds.). *Ecosystems of the World 30. Subterranean Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam.

Leonardos, O. H., 1937. O bagrinho sem olhos das grutas de Iporanga. *Uiára*, 1(1):30-2.

Lino, C. F. & Allievi, J., 1980. Cavernas brasileiras. Ed. Melhoramentos, São Paulo, 168 p.

Miranda-Ribeiro, A., 1907. Uma novidade ichthyologica. *Kosmos*, 4 (1).

Mitchell, R.W., Russell, W.H. & Elliott, W.R. (1977). Mexican eyeless characin fishes, genus *Astyanax*: environment, distribution and evolution. *Special Publication Museum Texas Technological University* 12:1-89.

Mitchell, R. W., & Reddell, J. R., 1971. The invertebrate fauna of Texas caves. Pp. 35-90 in: E. L. Lundelius, Jr., and B.H. Slaughter, eds., *Natural History of Texas Caves*. Dallas: Gulf Natural History.

Moore, G.W., & Sullivan, N., 1997, *Speleology - Caves and the cave environment*: St. Louis, Cave Books, 176 p.

Nimer, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE, 421p.

Parzefall, J., 1986. Behavioral ecology of cave-dwelling fishes. In: Pitcher, T. J. (ed.) *The behavior of teleost fishes*. Croom Helm, Lond. & Sydney. P. 433-58.

Pavan, C., 1945. Os peixes cegos das cavernas de Iporanga e a evolução. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Biologia Geral* 6, 79: 1-104.

- Poulson, T. L. & Lavoie, K. H., 2000. The trophic basis of subterranean ecosystems. In: Ecosystems of the World, Vol. 30, Subterranean Ecosystems. H. Wilkens, D. C. Culver e W. F. Humphreys (eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 118-136.
- Poulson, T. L. & White, W. B., 1969. The cave environment. *Science* 165:971-981.
- Romero, A. & Poulson, K. M., 2001. It's a wonderful hypogean life: a guide to the troglomorphic fishes of the world, p. 13-41. In: Romero, A. (ed.). *The biology of hypogean fishes*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Santos, E.P. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo, HUCITEC/EDUSP. 129.
- Schemmel, C., 1973. Les organes sensoriels cutanés Du genre *Astyanax* (Pisces, Characidae) chez les formes occupant des biotopes souterraines. *Annls Spéleologie*, 28 (2): 209-19.
- Trajano, E., 1987. Biologia do bagre cavernícola, *Pimelodella kronei*, e de seu provável ancestral, *Pimelodella transitoria* (Siluriformes, Pimelodidae). São Paulo. Tese (doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Trajano, E., 1991a. Populational ecology of *Pimelodella kronei*, troglobitic catfish from southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes*, 30: 407-21.
- Trajano, E., 1991b. The agonistic behavior of *Pimelodella kronei*, a troglobitic catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). *Behavioral Processes* 23:113-124.
- Trajano, E., 1994. Comparative study on the brain and olfactory organ of the troglobitic catfish, *Pimelodella kronei* (Ribeiro, 1907), and its putative ancestor, *P. transitoria*

(Ribeiro, 1912) (Siluriformes, Pimelodidae). *Tropical Zoology*, Firenze, v. 7, n. 1, p. 145-160, 1994.

Trajano, E., 1995. Ecologia, comportamento e evolução de peixes subterrâneos. Estudo de caso: *Trichomycterus* sp. da Caverna Olhos d'Água, Itacarambi, MG. São Paulo, 83 p. Tese (livre docência). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

Trajano, E., 1997a. Threatened fishes of the World: *Pimelodella kronei* (Ribeiro, 1907) (Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes*, 49: 332

Trajano, E., 1997b. Population ecology of *Trichomycterus itacarambiensis*, a cave catfish from eastern Brazil (Siluriformes, Trichomycteridae). *Environmental Biology of Fishes*, 50: 357-369.

Trajano, E., 2000. Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: Composition, ecology and conservation. *Biotropica*, 32(4):882-893.

Trajano, E., 2001a. Ecology of subterranean fishes: an overview. *Environmental Biology of Fishes*, 62(1-3): 133-160.

Trajano, E., 2001b. Habitat and population data of troglobitic armoured cave catfishes, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987, from Central Brazil (Siluriformes: Loricariidae). *Environmental Biology of Fishes*, 62(1-3): 195-200.

Trajano, E., 2003. Ecology and ethology os subterranean fishes. In: Catfishes, V. 2. Arratia, G.; Kapoor, B. G.; Chardon, M. e Diogo, R. (Eds.). *Science Publs.*, Enfield, 812 p.

- Trajano, E. & Bichuette, M.E. 2005. Diversity of subterranean fishes in Brazil. In World Subterranean Biodiversity (J. Gibert, ed.). Proceedings of an International Symposium held on 8-10 December 2004, Villeurbaine, p. 161-163.
- Trajano, E. & Bichuette, M. E., 2006. *Biologia Subterrânea - Introdução*. Redespeleo Brasil, São Paulo. 92 p.
- Trajano, E. & Bichuette, M. E., 2007. Population ecology of cave armored catfishes, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987, from Central Brazil (Siluriformes: Loricariidae). *Ecology of Freshwater Fish*. 16: 105 – 115.
- Trajano, E. & Bichuette, M. E., 2010. Subterranean Fishes of Brazil. In: Trajano, E. Bichuette, M. E. & Kapoor, B. G. . (Org.). *Biology of Subterranean Fishes*. 1 ed. Enfield: Science Publishers, v. 1, p. 331-355.
- Trajano, E., & Britski, H. A. 1992. *Pimelodella kronei* (Ribeiro, 1907) e seu sinônimo *Caecorhamdella brasiliensis* Borodin, 1927: Morfologia externa, taxonomia e evolução (Teleostomi, Siluriformes). *Boletim de Zoologia*, (São Paulo) 12, 53-89.
- Trajano, E; Guil, A.L.F. & Silva, A. M. 2007. O bagre cego de Iporanga, *Pimelodella kronei*, p. 55 – 68. In: Trajano. E. (org) *Sistema Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo Brasil, 125p.
- Trajano, E., Reis, R.E. & Bichuette, M.E. 2004. *Pimelodella spelaea*, a new cave catfish from Central Brazil, with data on ecology and evolutionary considerations (Siluriformes: Heptapteridae). *Copeia*. 2004(2):315-325.

Trajano, E. T.; Secutti, S. & Bichuette, M. E., 2009. Natural history and population data of fishes in caves of the Serra do Ramalho karst area, Middle São Francisco basin, northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 9, p. 129-133, 2009.

Vazzoler, A. E. A., 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM/CNPq/*Nupelia*, Maringá, 169 p.

Willis, L.D. & Brown, A. V., 1985. Distribution and habitat requirements of the Ozark cavefish, *Amblyopsis rosae*. *American Midland Naturalist*. 114(2):311—317.

9. ANEXOS

Tabela 1: Número de capturas e recapturas de *P. kronei* do Complexo Areias

Data Captura	Ponto 1a. Coleta	Marca	Data 1a. Recaptura	Ponto 1a. Recaptura	Data 2a. Recaptura	Ponto 2a. Recaptura
14.10.06	4	T(80)				
14.10.06	4	T8(1)	27.10.08	4		
14.10.06	4	T82	07.05.10	2		
14.10.06	4	T83	13.09.08	4		
14.10.06	4	T84				
14.10.06	4	T85				
14.10.06	Após 4	T86				
14.10.06	Após 4	T87				
14.10.06	2	T88				
14.10.06	2	T89	03.11.07	4		
14.10.06	2	(T)60				
14.10.06	2	T61				
03.11.07	2º poço	D5(8)				
03.11.07	2º poço	D59	14.08.09	5		
03.11.07	2º poço	Solto				
03.11.07	4	D56				
03.11.07	4	D57				
03.11.07	4	D74	07.05.10	Chuveirinho		
03.11.07	3 – 4	D70				
03.11.07	3 – 4	D71				
03.11.07	3 – 4	D72	07.05.10	Após 4		
03.11.07	3 – 4	D73	13.09.08	4	27.10.08	4
03.11.07	1ª poça	D75				
03.11.07	1ª poça	D76	13.09.08	4		
03.11.07	5	(D92)				
03.11.07	5	D93	28.06.09	6		
03.11.07	5	D95				
03.11.07	5	D96				
03.11.07	5	D97				
03.11.07	5	D98				
03.11.07	5	D99				
03.11.07	5	D60				
03.11.07	5	D61				
03.11.07	5	D62				
03.11.07	5	D63				
03.11.07	5	D77	13.09.08	5 – 6		
03.11.07	5	D7(8)				
03.11.07	5	D79				
03.11.07	Poça entre Córrego Grande e bifurcação	D90	13.09.08	5 – 6	27.10.08	Chuveirinho

03.11.07	Poça entre Córrego Grande e bifurcação	D91				
05.04.08	5	D80				
05.04.08	5	D8(1)				
05.04.08	5	D82				
05.04.08	Poça entre Córrego Grande e Rio Areias	D85				
05.04.08	4	D84	09.05.09	4	28.06.09	4
05.04.08	4	D83	11.10.09	6		
05.04.08	4	D86				
05.04.08	4	D88				
05.04.08	4	D89	13.09.08	4	11.10.09	5
05.04.08	4	D64				
05.04.08	4	D76	27.10.08	4		
13.09.08	5	F11				
13.09.08	5	F13				
13.09.08	5	F14				
13.09.08	2	F15				
13.09.08	2	F16				
13.09.08	2	F33				
13.09.08	5	F17	11.10.09	5		
13.09.08	5	(F18)	27.10.08	5		
13.09.08	5	F19				
13.09.08	5	F30				
13.09.08	5	F31	09.05.09	4		
13.09.08	5	F32				
13.09.08	1 – 2	F34				
13.09.08	3	F35				
13.09.08	3	F36				
13.09.08	4	F37				
13.09.08	4	F38	11.10.09	5		
13.09.08	4	F39				
13.09.08	4	F00				
13.09.08	4	F01				
13.09.08	4	F02	27.10.08	4	20.11.09	Chuveirinho
13.09.08	4	F03	11.10.09	5		
13.09.08	4	F04				
27.10.08	2	1E				
27.10.08	2	2E				
27.10.08	2	3E				
27.10.08	5	1D				
27.10.08	5	2D				
27.10.08	5	3D				
27.10.08	5	1D1E				
27.10.08	5	2D2E				
27.10.08	5	3D3E				

27.10.08	5	1E2D				
27.10.08	4	1E3D				
27.10.08	5	1D2E				
27.10.08	2	1E				
27.10.08	2	2E				
27.10.08	2	3E				
29.03.09	6	1E				
29.03.09	3	2E				
29.03.09	3	D37				
29.03.09	4	Sem marca				
29.03.09		Sem marca				
29.03.09		Sem marca				
29.03.09		Sem marca				
29.03.09		Sem marca				
29.03.09		Sem marca				
09.05.09	5	1E				
09.05.09	5	1E				
09.05.09	5	2E				
09.05.09	5	3E (T57)	14.08.09	5		
09.05.09	6	1D				
09.05.09	6	2D				
09.05.09	6	3D				
09.05.09	6	1E1D				
09.05.09	5	2E2D				
09.05.09	5	3E3D				
09.05.09	2	1E2D				
09.05.09	2	2D1D				
09.05.09	4	2E3D				
28.06.09	6	F88				
28.06.09	5	F87				
28.06.09	2	F85				
28.06.09	1	F64				
28.06.09	1	F84				
14.08.09	2	T5(5)	11.10.09	2		
14.08.09	5	T56				
14.08.09	5	T58	11.10.09	5		
14.08.09	5	T59	11.10.09	5		
14.08.09	5	Sem marca				
14.08.09	5	O55	07.05.10	5		

15.08.09	1º corredor	F41	20.11.09	3		
15.08.09	1º corredor	F40	10.10.09	4	20.11.09	3
15.08.09	1	O57				
15.08.09	1	O5(8)	10.10.09	2		
15.08.09	1	O59				
10.10.09	4	F80	20.11.09	3		
10.10.09	4	F82	20.11.09	3		
11.10.09	5	F83	20.11.09	5		
11.10.09	5	F63				
11.10.09	5	Sem marca				
11.10.09	1	F6(2)	20.11.09	1		
11.10.09	5	F61				
11.10.09	5	F60				
11.10.09	5	O7(0)				
11.10.09	5	O(71)				
11.10.09		Sem marca				
11.10.09		Sem marca				
11.10.09		Sem marca				
20.11.09	Teto baixo	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	1	Sem marca				
20.11.09	1	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	5	Sem marca				
20.11.09	3	Sem marca				
20.11.09	3	Sem marca				
07.05.10	2	Sem marca				
07.05.10	4	Sem marca				
07.05.10	1 poço depois da base	sem marca				
07.05.10	1 poço depois da base	Sem				

		marca				
07.05.10	1 poço depois da base	Sem marca				
07.05.10	Chuveirinho	Sem marca				
07.05.10	Chuveirinho	Sem marca				
07.05.10	5	Sem marca				
07.05.10	5 pós teto baixo	Sem marca				
07.05.10	4	Sem marca				
07.05.10	3	Sem marca				
07.05.10	3	Sem marca				
07.05.10	3	Sem marca				
07.05.10	3	Sem marca				
07.05.10	5	Sem marca				

- Legenda:

<i>P. kronei</i> – Areias de Cima
<i>P. transitoria</i> – Areias de Cima
<i>P. kronei</i> – Areias de Baixo

Tabela 2.: Deslocamentos de *P. kronei* das Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo

Marca	Data captura	Base captura	Data recaptura	Base recaptura	Data recaptura 2	Base recaptura 2	OBS
T8(1)	14.10.06	4	27.10.08	4			Não se deslocou
T82	14.10.06	4	07.05.10	2			Deslocou-se da base 4 para base 2
T83	14.10.06	4	13.09.08	4			Não se deslocou
T89	14.10.06	2	03.11.07	4			Deslocou-se da base 2 para base 4
D59	03.11.07	Base de marcação	14.08.09	5			Deslocou-se da base de marcação para base 5
D74	03.11.07	4	07.05.10	Chuveirinho			Deslocou-se da base 4 para Chuveirinho
D72	03.11.07	3 - 4	07.05.10	1 poço depois da base marcação			Deslocou-se da base 4 para após base de marcação
D73	03.11.07	3 - 4	13.09.08	4	27.10.08	4	Não se deslocou
D76	03.11.07	Após 4	13.09.08	4			Deslocou-se pouco da 1ª Poça após base 4 para base 4
D93	03.11.07	5	28.06.09	6			Deslocou-se da base 5 para base 6

D77	03.11.07	5	13.09.08	5 - 6			Deslocou-se da base 5 para um pouco adiante
D90	03.11.07	Chuveirinho	13.09.08	5 – 6	27.10.08	Chuveirinho	Deslocou-se do chuveirinho para poça entre 5 e 6 e depois retornou para chuveirinho
D84	05.04.08	4	09.05.09	4	28.06.09	4	Não se deslocou
D83	05.04.08	4	11.10.09	6			Deslocou-se da base 4 para base 6
D89	05.04.08	4	13.09.08	4	11.10.09	5	Manteve-se na base 4 por um certo período e deslocou-se da base 4 para 5
D76	05.04.08	4	27.10.08	4			Não se deslocou
F17	13.09.08	5	11.10.09	5			Não se deslocou
(F18)	13.09.08	5	27.10.08	5			Não se deslocou
F31	13.09.08	5	09.05.09	4			Deslocou-se da base 5 para 4
F38	13.09.08	4	11.10.09	5			Deslocou-se da base 4 para 5
F02	13.09.08	4	27.10.08	4	20.11.09	Chuveirinho	Não se deslocou
F03	13.09.08	4	11.10.09	5			Deslocou-se da base 4 para 5
3E (T57)	09.05.09	5	14.08.09	5			Não se deslocou
T5(5)	14.08.09	2	11.10.09	2			Não se deslocou

T58	14.08.09	5	11.10.09	5		Não se deslocou
T59	14.08.09	5	11.10.09	5		Não se deslocou
O55	14.08.09	5	07.05.10	5		Não se deslocou
F41	15.08.09	1º corredor 3 - 4	20.11.09	3		Não se deslocou
F40	15.08.09	1º corredor 3 - 4	10.10.09	4	20.11.09	3 Capturado entre base 3 e 4, deslocando-se para ambas
O5(8)	15.08.09	1	10.10.09	2		Deslocou-se da base de marcação para 2
F80	10.10.09	4	20.11.09	3		Deslocou-se da base 4 para 3
F82	10.10.09	4	20.11.09	3		Deslocou-se da base 4 para 3
F83	11.10.09	5	20.11.09	5		Não se deslocou
F6(2)	11.10.09	1	20.11.09	1		Não se deslocou

Legenda:

<i>P. kronei</i> – Areias de Cima
<i>P. kronei</i> – Areias de Baixo

Tabela 5: Crescimento individual no habitat (Cavernas Areias de Cima e Areias de Baixo).

Indivíduo	Lt (cm)	Δt (Dias)	Lt + Δt (cm)	$L\Delta^*t$ (cm x 10-2)	L- Δt
1	11,69	715	13,28	0,002224	12,49
2	15,10	690	15,40	0,000435	15,25
3	9,30	380	10,09	0,002079	9,70
4	7,40	1020	10,74	0,003275	9,07
5	10,52	915	13,14	0,002863	11,83
6	10,89	915	11,43	0,00059	11,16
7	10,90	735	11,23	0,000449	11,07
8	10,01	310	10,20	0,000613	10,11
8	13,78	580	14,45	0,001155	14,12
10	14,18	310	14,40	0,00071	14,29
11	13,23	355	14,20	0,002732	13,72
12	7,64	390	8,51	0,002231	8,08
13	16,45	540	16,95	0,000926	16,70
14	11,45	545	11,76	0,000569	11,61
15	10,19	200	10,48	0,00145	10,34
16	14,50	390	14,46	-0,0001	14,48
17	15,30	45	15,02	-0,00622	15,16
18	6,70	240	9,00	0,009583	7,85
19	11,85	390	12,55	0,001795	12,20
20	12,40	75	12,87	0,006267	12,64
22	8,50	390	10,25	0,004487	9,38
22	15,00	95	15,07	0,000737	15,04
23	10,82	60	12,28	0,024333	11,55
24	7,14	60	7,21	0,001167	7,18
25	6,05	60	6,78	0,012167	6,42
26	15,91	95	15,73	-0,00189	15,82
27	14,28	95	14,00	-0,00295	14,14
28	10,74	55	11,11	0,006727	10,93
29	15,44	40	15,41	-0,00075	15,43
30	13,89	40	13,73	-0,004	13,81
31	15,21	40	15,43	0,0055	15,32
32	11,14	40	11,84	0,0175	11,49
33	11,69	1290	11,94	0,000194	11,82
34	14,76	300	15,16	0,001333	14,96

Legenda:

P. kronei – Areias de Cima

P. kronei – Areias de Baixo

Tabela 6: Grau de desenvolvimento ocular e pigmentação

Base	Marca	Pigmentação	Olho Direito	Olho Esquerdo
4	T(80)	1	0	0
2 poço	Sem marca	1	0	0
Rio areias bif e entr.	D72	1	0	0
5	D8(1)	1	0	0
5	F11	1	0	4
5	F13	1	0	0
5	F14 †	1	0	0
5	F17	1	0	0
5	(F18)	1	0	0
5	F19	1	0	0
5	F31	1	0	0
5	F32	1	0	0
½	F34	1	0	0
3	F36	1	0	0
4	F39	1	0	0
4	F00	1	0	0
4	F02	1	1	1
2	2E	1	0	0
2	3E	1	0	0
5	2D	1	0	0
5	2D2E	1	0	0
4	1E3D	1	0	0
2	3E	1	0	0
3	D37	1	0	0
4	Sem marca	1	0	0
4	Sem marca	1	0	0
4	Sem marca	1	0	0
4	Sem marca	1	0	0
6	Sem marca	1	0	0
3	Sem marca	1	0	0
5	1E	1	0	0
5	3E (T57)	1	0	0
6	1D	1	0	0
6	3D	1	0	0
5	2E2D	1	0	0
2	2D1D	1	1	0
2	F85	1	0	0
2	T5(5)	1	0	0
5	T56	1	0	0
5	T58	1	0	0
1º corredor	F41	1	0	0
1	F6(2)	1	0	0
1	Sem marca	1	0	0

5	Sem marca	1	0	0
5	Sem marca	1	0	0
5	Sem marca	1	0	0
1	Sem marca	1	0	0
5	Sem marca	1	0	0
5	Sem marca	1	0	0
Após 4	Sem marca	1	0	0
Após 4	Sem marca	1	0	0
Chuveirinho	Sem marca	1	0	0
5 pós Teto Baixo	Sem marca	1	0	0
3	Sem marca	1	0	0
2	Sem marca	1	4	4
4	T82	2	2	2
4	T83	2	0	0
4	T85	2	0	0
Poça após 4	T86	2	3	3
Poça após 4	T87	2	0	0
2	T88	2	0	0
2	T89	2	0	0
2	(T)60	2	0	0
2	T61	2	0	0
2 poço	D5(8)	2	0	0
2 poço	D59	2	0	0
4	D56	2	0	0
4	D57	2	0	0
4	D74	2	0	0
3 - 4	D73	2	0	0
1a. Poça	D75	2	0	0
1a. Poça	D76	2	0	0
5	(D92)	2	0	0
5	D95	2	0	0
5	D96	2	0	0
5	D97	2	0	0
5	D98	2	0	0
5	D99	2	0	0
5	D60	2	0	0
5	D61	2	0	0
5	D63	2	0	0
5	D77	2	0	0
Poça isolada 4 – 5	D90	2	0	0
Poça isolada 4 – 5	D91	2	0	0
5	D80	2	0	0
5	D82	2	0	0
Poça isolada 4 - 5	D85	2	0	0
4	D84	2	0	0
4	D83	2	0	0

4	D86	2	0	0
4	D88	2	0	0
4	D89	2	0	0
4	D64	2	0	0
4	D76	2	0	0
2	F15	2	0	0
3	F35	2	3	3
4	F38	2	0	0
4	F01	2	0	1
4	F03	2	0	0
4	F04	2	4	4
2	1E	2	0	0
5	1D1E	2	1	1
5	3D3E	2	0	0
5	1E2D	2	4	4
5	1D2E	2	0	0
2	1E	2	0	0
2	2E	2	0	0
6	1E	2	0	0
5	1E	2	0	0
6	2D	2	0	0
6	1E1D	2	0	0
2	1E2D	2	4	4
4	2E3D	2	0	0
6	F88	2	0	0
5	F87	2	0	0
1	F64	2	4	4
1	F84	2	2	1
5	T59	2	0	0
5	Sem marca	2	0	0
5	O55	2	0	0
1º corredor	F40	2	0	0
1	O57	2	4	4
1	O5(8)	2	1	0
4	F80	2	0	0
4	F82	2	4	4
5	F63	2	0	0
5	Sem marca	2	4	0
5	O(71)	2	0	0
5	Sem marca	2	1	1
5	Sem marca	2	0	0
Teto baixo	Sem marca	2	0	0
5	Sem marca	2	0	0
5	Sem marca	2	0	0
3	Sem marca	2	4	3
3	Sem marca	2	0	0

2	Sem marca	2	0	0
4	Sem marca	2	0	0
Após 4	sem marca	2	0	0
Chuveirinho	Sem marca	2	0	0
5	Sem marca	2	0	0
4	Sem marca	2	0	0
3	Sem marca	2	0	0
3	Sem marca	2	0	0
3	Sem marca	2	0	0
5	Sem marca	2	0	0
2	Sem marca	2	4	4
1 – 2	Sem marca	2	0	0
4	T8(1)	3	0	0
4	T84	3	0	0
3 – 4	D70	3	0	0
3 – 4	D71	3	0	0
5	D93	3	0	0
5	D62	3	4	2
5	D7(8)	3	0	0
5	D79	3	0	0
2	F16	3	0	0
2	F33	3	0	0
5	F30	3	0	0
4	F37	3	0	0
5	1D	3	1	2
5	3D	3	0	0
3	2E	3	2	2
5	2E	3	0	0
5	3E3D	3	0	0
1	O59	3	4	4
5	F83	3	0	0
5	F61	3	4	4
5	F60	3	1	2
5	O7(0)	3	0	2
1	Sem marca	3	0	0
2	Sem marca	3	4	4

- Legenda:

<i>P. kronei</i> – Areias de Cima
<i>P. transitoria</i> – Areias de Cima
<i>P. kronei</i> – Areias de Baixo