



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE DOUTORADO EM ZOOLOGIA

“MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS DE DOURADA (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (CASTELNAU, 1855) E DE PIRAMUTABA (*B. vaillantii*) (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) E VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA NA ILHA DE COLARES - BAÍA DE MARAJÓ-PA”.

LILIANNE ESTHER MERGULHÃO PIRKER



Tese apresentada ao Curso de Pós Graduação em Zoologia, Curso de Doutorado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem

BELÉM - PA

2008

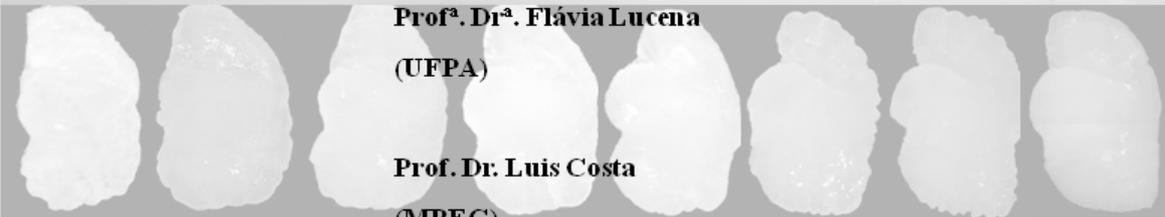


LILIANNE ESTHER MERGULHÃO PIRKER

“MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS DE DOURADA (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (CASTELNAU, 1855) E DE PIRAMUTABA (*B. vaillantii*) (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) E VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA NA ILHA DE COLARES - BAÍA DE MARAJÓ-PA”.

Tese aprovada como requisito para a obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós Graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Universidade Federal do Pará, pela Comissão formada pelos Professores Doutores:

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem



Prof^a. Dr^a. Flávia Lucena
(UFPA)

Prof. Dr. Luis Costa
(MPEG)



Prof. Dr. Miguel Petre Jr.
(UNESP)

Prof^a. Dr^a. Nidia Naomi Fabr 
(UFAL)

Prof. Dr. Vandick Batista
(UFAL)

Belém, 09 de outubro de 2008

“Felizmente a Ciência, como a natureza à qual pertence, não é limitada pelo tempo ou pelo espaço. Ela pertence ao mundo, e não a um país ou época. Quanto mais sabemos, mais percebemos nossa ignorância e o quanto ainda temos por descobrir. Portanto, o sentimento do herói macedônio (Alexandre, o Grande) nunca pode ser aplicado, pois haverá sempre novos mundos a serem conquistados”.

Sir Humphry Davy (30/11/1825).

DEDICATÓRIA

Nunca fui aluna nota dez. Minha mãe sempre teve trabalho comigo em relação aos estudos. Ela vivia dizendo: "Deixa de ser vadia, vai estudar menina!" Eu só queria mesmo era me divertir. Fui o tipo daquelas crianças "terríveis", aquelas de dar dor de cabeça de tão levada que era. Gostava de subir em árvores, telhados de vizinhos e por aí vai. Adorava uma brincadeira de moleque, como pipas e papagaios, peteca, bola, etc. Era boa nos esportes, na escola as medalhas de ouro eram sempre minhas, qualquer que fosse o esporte em que me metia, como natação, corrida, salto em altura e distância e os demais também. Não tinha pra ninguém, só dava Lilianne. Levei uma infância muito bem vivida, aquela que toda criança deveria ter. Estudos, nessa época, não eram o meu forte! Fui crescendo e mudando, mas ainda não gostava muito de estudar. Minha mãe continuava a ter preocupação comigo neste quesito. Era o tipo de aluna que comemorava quando não vinha uma nota vermelha no boletim. Cheguei a perder um ano no colégio (5ª Série do 1º Grau), exatamente no ano de mudança de colégio. Foi grande a decepção que dei a minha mãe naquele ano de 1985. Meu pai me deu a maior força, nunca vou esquecer suas palavras: "Minha filha, você não foi a primeira e nem vai ser a última!" Mas apesar disso não poderia deixar de não chorar muito por saber o quanto que minha mãe estava decepcionada comigo.

O tempo foi passando, fui crescendo, terminei todo o primeiro grau, passei para o segundo grau e nova mudança de colégio. Tive um novo impacto com a mudança, no primeiro ano do segundo grau, só que desta vez contornei com êxito. No último ano (Convênio) adoeci e fiquei alguns meses sem frequentar o colégio, depois senti na pele as conseqüências de minhas ausências. Levei "pau" em muitas disciplinas (Física, Química,

Matemática, História, e até Biologia!). Foi difícil me recuperar. Meu pai teve até que conversar com a coordenadora do colégio. Achei que pudesse até perder aquele ano, justo o último, e daí não poder prestar o vestibular. Tive que estudar muito, principalmente as matérias que odiava, e com a graça divina consegui passar. Não seria mais a segunda grande decepção que daria a minha mãe! Entretanto, alguns meses depois já vinha o vestibular. Sempre gostei de animais, sabia que o curso pretendido teria que ser voltado para eles. Minha mãe me incentivava muito para os estudos, ela sabia e desejava que meu futuro fosse com os estudos, para ela não havia a hipótese de eu seguir outra linha, como os esportes ou os negócios, teria que ser os estudos mesmo. Decidi, então, ser Bióloga, achei que devia ser legal ficar observando e estudando os animais. Prestei vestibular e levei "bomba", e daí veio a segunda grande decepção que dei a minha mãe. Achei que seria fácil passar em Biologia, afinal naquela época, todo mundo da área de Biológicas só pensava em medicina! Mais um ano perdido! Apesar disso, não desisti do curso almejado, segui em frente. Minha mãe me matriculou em um curso preparatório de vestibular (na época um dos mais famosos e caros de Belém). Fiz também cursos à parte, o investimento foi alto! Até que chegou o grande dia, não poderia decepcionar minha mãe novamente. E por mais que eu chegue aos cem anos de idade, acho que nunca vou ter um dia (na verdade uma noite) tão feliz como aquela. Estava com a cabeça cheia de bobis, era o dia do casamento de uma prima, quando a UFPA divulgou o resultado do vestibular, naquele ano (1994), excepcionalmente, não teve a Voz do Brasil e o listão dos aprovados foi transmitido exatamente na hora da Voz do Brasil. Estava escutando o resultado sozinha em meu quarto, quando minha mãe entrou muito triste, pois havia escutado o resultado de Biomedicina e não o de Biologia e achou que eu não tivesse passado novamente. Expulsei-a do meu quarto e disse que o resultado ainda não havia saído, então, ela voltou toda contente para ouvir na sala com o meu pai. Quando ouvi meu nome

nem pude acreditar! Realmente, passar no vestibular era bom demais! Minha mãe, meu pai e eu choramos e nos abraçamos juntos. Finalmente pude proporcionar uma alegria enorme à minha mãe. Nunca a tinha visto tão feliz na vida. Pude perceber que estava realizando não somente um sonho meu, mas principalmente o sonho de minha mãe para comigo. Afinal de contas, minha mãe sempre deu muito valor aos estudos e continua dando até hoje.

Minha nova vida, na universidade, foi muito boa. Acredito que tenha sido os melhores anos de minha vida de estudo. Mudei totalmente, aliás, finalmente estava estudando assuntos de meu total interesse. Fui uma aluna exemplar, tirava boas notas, passei em todas as disciplinas sem nenhum problema. E, é claro, minha mãe sempre do meu lado, me apoiando e me ajudando (em trabalhos e seminários). Junto com a universidade comecei a estagiar no Museu Paraense Emílio Goeldi em setembro de 1996 no Setor de Ictiologia, tendo como orientador o doutor Ronaldo Barthem. Para alguém que era apaixonada por baleias, botos e golfinhos, o mais próximo para se estudar em Belém ainda parecia ser os peixes, afinal, na época ninguém trabalhava com cetáceos no Museu. No início sofri muito. Para alguém que só conhecia peixe cozido, frito ou assado, foi difícil manuseá-los frescos. Enjoei demais. Depois de dissecar certa quantidade de peixes, tinha que sair correndo para o banheiro, pois o cheiro me enjoava demais. Parecia uma mulher grávida. Vomitei demais naquele banheiro da Ictiologia! Quando chegava em minha casa para almoçar a comida tinha gosto de peixe, a água também, na verdade o cheiro não saía do meu nariz e tudo para mim tinha aquele gosto e cheiro horrível de "pitiú". Emagreci bastante, mas como tudo na vida é apenas uma questão de adaptação, fui aos poucos me acostumando, até achar aquele cheiro "normal" e não sentir mais nenhum enjoô. Hoje eu já acho até que é "frescura" das pessoas ter aversão pelo cheiro dos peixes.

Bem, me formei em Ciências Biológicas (Bacharelado em Biologia) em novembro de 1998. As pessoas me diziam que difícil era sair da Universidade e não entrar, mas eu não concordo com isso não. Achei muito fácil sair da Universidade, não tive grandes problemas para me formar. Meus pais sempre ao meu lado me incentivando e me dando forças, e é claro, minha mãe participando de minhas atividades acadêmicas, na medida do possível! A formatura foi especial, meu pai de paraninfo e a minha mãe toda orgulhosa me vendo receber o canudo. Seus olhos brilhavam e os meus também, pois acima de tudo estava novamente proporcionando uma grande alegria a ela.

Logo no ano seguinte, em março de 1999, fui aprovada para o curso de Mestrado em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi. Fiquei muito feliz, é claro, mas nada comparado à felicidade que tive com o vestibular! Os anos se passaram e em maio de 2001 defendi minha Dissertação, sob a orientação do Dr. Ronaldo Barthem. Foi legal ter um diploma de Mestre, mas sempre fui muito prática e queria era mesmo saber o quanto que esse diploma iria mudar a minha vida! Continuei na Ictiologia do Museu Paraense Emílio Goeldi participando de projetos sob a orientação do Dr. Ronaldo Barthem, mas sem bolsas, foi uma época difícil. Recebia um "dinheirinho" só quando havia trabalho de campo no projeto, e com dois períodos de coleta no ano (safra e entressafra) o pagamento era duas vezes ao ano. Nossa! Que dureza que foi! Era formada, com o título de Mestre e sustentada pelos pais. Até que...

Em outubro de 2003 entrei para o curso de Doutorado em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi. Foi uma dádiva para mim, afinal de contas, fazer Doutorado dá um certo "status" e além do mais tinha bolsa, então iria ter um dinheiro garantido na conta por até 48 meses. Durante o curso tive a sorte de ter o meu projeto aprovado e financiado pelo Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia, não precisaria tirar do próprio

bolso (a bolsa) o dinheiro para as coletas. Também consegui dar umas aulas, apesar da experiência não ter sido muito boa. Parecia que as coisas estavam mudando, principalmente financeiramente. O tempo foi passando, e meus pais sempre ao meu lado participando da minha trajetória acadêmica, principalmente minha mãe, que me ajudou nas coletas, no processamento do material, na pesquisa bibliográfica e em muito mais. Um curso de Doutorado parece ser muito longo (48 meses), mas na verdade é muito rápido, o tempo corre e acaba te atropelando e quando você menos espera a "corda já está no pescoço!".

Ao longo do curso de Doutorado muita coisa aconteceu na minha vida, coisas boas e ruins. Posso dizer que do momento que entrei no curso até agora (saída do curso), minha vida deu um giro de 360°. Mas de todas as coisas boas que aconteceram, a melhor, sem sombra de dúvida, foi ter sido aprovada em um ótimo concurso público, o qual nem pensava em fazer. Minha amiga (Patrícia Charvet-Almeida) acabou me convencendo a fazer a inscrição e pro cargo ainda mais alto do concurso, o que não era a minha pretensão. Bem, o concurso foi em abril de 2006, confesso que fui fazer a prova sem muita confiança, afinal não tinha estudado o suficiente. Mais uma vez minha mãe estava ao meu lado, foi comigo até o local da prova. Eu estava muito tranqüila, pois já tinha dito a minha mãe que não esperasse nada, pois estava lá apenas para ganhar experiência em mais um concurso público federal. Eram apenas cinco vagas, e quando saiu o resultado final, estava em sexto lugar! Apesar de não estar levando muita fé no concurso, pois não tinha me preparado o suficiente para passar, foi uma dor para mim ter "chutado na trave". Afinal, estava querendo e precisando mudar de ambiente de trabalho. E é claro, o salário era ótimo, mais de três vezes o valor da minha bolsa! Minha vida iria mudar totalmente, pra melhor, é claro!

Alguns meses se passaram e quando foi em novembro de 2006, lembro que estava em casa correndo na esteira ergométrica, por volta das 16:00 h. O telefone tocou,

meu pai atendeu, era pra mim, então disse a meu pai que falasse para a pessoa ligar mais tarde, cerca de dez minutos depois, pois não queria interromper com o meu exercício físico. Então, dez minutos depois, terminei a minha corrida e aguardei o telefonema. E nada do telefone tocar. Desisti de esperar e fui tomar banho. Disse ao meu pai que se fosse realmente importante, de interesse da pessoa, ela ligaria novamente. Minha mãe estava ao lado, e não sei como explicar, ela disse que era importante para mim, que achava que fosse referente a algum concurso público. Mesmo assim, resolvi ir tomar banho. Quando estava no banheiro, com a cabeça cheia de xampu, o telefone tocou. Minha mãe atendeu, e era pra mim, era novamente a pessoa que já havia ligado. E exatamente como minha mãe pressentiu, era referente ao concurso público que fiz no início do ano. Estava sendo chamada para a apresentação de toda a documentação. Parecia um sonho, era bom demais para ser verdade! Entretanto, era mais uma etapa do concurso, afinal de contas, toda a documentação ainda seria enviada para Brasília, depois de uma rápida entrevista, para então, ser chamada ou não. No dia de ir buscar os documentos para providenciar os exames e tal, quem foi comigo? Minha mãe, é claro! Afinal, ela para mim não é um "pé de coelho", é o "coelho inteiro!" E para este concurso, finalmente o meu diploma de Mestre serviu, não era apenas mais um papel! Tudo acabou dando certo e em janeiro de 2007 comecei a trabalhar, num regime de quarenta horas semanais. Com isso, tive que me ausentar fisicamente do Museu Paraense Emílio Goeldi, minhas idas lá eram rápidas, apenas na hora do almoço, e quando dava, ou melhor, quando tinha disposição ou alguma coisa para resolver. O Doutorado teria que ser finalizado naquele ano, em outubro. E antes de chegar à época da entrega da Tese pedi uma prorrogação de seis meses, com isso o meu novo prazo de defesa seria abril de 2008, com a entrega da Tese em fevereiro (60 dias de antecedência para a banca).

Achei que com esse novo prazo conseguiria, mas não consegui. Atrasei novamente. Tive que pedir novamente um novo prazo, de mais dois meses. Não vale a pena enumerar todos os motivos do atraso, mas houveram, e bem plausíveis. Nesses momentos finais, minha mãe não poderia estar em outro lugar, a não ser perto de mim, abri mão de muita coisa para terminar a "bendita" e minha mãe também. Mas o que importa é que finalmente acabou e já sou quase uma Doutora! Quem diria? Uma vez assisti um filme (Uma linda mulher) e uma cena me marcou. A personagem interpretada pela Julia Roberts pergunta ao empresário (Richard Gere) até onde ele foi nos estudos, e ele responde que foi até o final. Acho que futuramente poderei o mesmo aos meus filhos! Legal, não? Portanto, se eu consegui, qualquer um consegue, é claro que poderá ser um pouco mais difícil, pois minha mãe é única e só minha!!!

Mamãe, muito obrigada por estar sempre ao meu lado, atravessando as barreiras impostas pela vida e conquistando as oportunidades surgidas junto comigo. Você ao meu lado é tudo que necessito para continuar vencendo e sendo feliz.

ESTA TESE É TODA SUA!!!

AGRADECIMENTOS

Espero poder agradecer a todos que ajudaram, apoiaram, criticaram e contribuíram para o desenvolvimento dessa Tese, mas se esquecer de alguém, peço desculpas.

Meus pais, vocês estão acima de tudo e todos, desde o ingresso no curso de Doutorado muita coisa aconteceu em nossas vidas. E vocês estavam sempre presentes, passamos juntos por muitas coisas, boas e ruins. Obrigada por estarem sempre ao meu lado. Minha mãe, obrigada por ter me acompanhado em algumas coletas, por não ter se importado de eu ter deixado a sua casa com "cheiro de peixe" e por ainda ter me ajudado em várias etapas da Tese, obrigada também por ter cuidado do meu "bebê" (meu cachorro Brucinho) durante as minhas ausências;

Dr. Ronaldo Borges Barthem, foi você que me apresentou ao "pitiú" dos peixes! Mas não me arrependo, pelo contrário, foi através deles que consegui muito do que tenho hoje. Você fez parte da minha Graduação, da minha participação em projetos, do meu Mestrado e por fim do meu Doutorado, e lá se vão mais de doze anos de convivência. Muito obrigada pela confiança, amizade, apoio, críticas, sugestões valiosíssimas e muito mais. Te admiro muito, como pessoa e profissional;

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e a Universidade Federal do Pará (UFPA) pelo ingresso no curso de Doutorado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas 17 bolsas concedidas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelas 23 bolsas concedidas;

Ao Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia - FUNTEC pelo financiamento do projeto "Crescimento e avaliação dos estoques de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e dourada (*B. rousseauxii*) visando o desenvolvimento sustentável de sua pesca no estuário amazônico";

Ao Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM, pelos dados dos mapas do Município de Colares;

À amiga, colega de serviço e Doutora Marisa Gesteira Fonseca (Marisinha), pela ajuda com o abstract;

Ao amigo e colega de serviço Luis Waldyr Rodrigues Sadeck (Sadeck) pelo mapa dos locais de coleta;

Ao amigo e colega de serviço Aderson Avelar (Aderson) pela ajuda com os gráficos;

Ao servidor da Ictiologia - MPEG, Raimundo Aragão (Seu Aragão) por todos os "galhos quebrados" e pela amizade;

Às secretárias da Pós-Graduação do MPEG, Dorotéia Albuquerque e Anete Marques, por todos os favores, pelos serviços prestados, pela ótima convivência e acima de tudo pela amizade;

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zoologia do MPEG, Dr. José Antônio Fernandes e a vice-coordenadora Dra. Teresa Cristina de Ávila Pires, pela compreensão do atraso da Tese (1º versão);

A nova coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Zoologia do MPEG, Dra. Maria Cristina Costa, pela compreensão do atraso da versão final (corrigida) da Tese;

À Dra. Rosângela Lessa, por ter me recebido muito bem em seu laboratório de dinâmica populacional da Universidade Federal Rural de Pernambuco e pelos papers cedidos;

Aos Doutores: Flávia Lucena Frédou, Luis Rodolfo Costa, Miguel Petreire Júnior, Nídia Noemi Fabr e e Vandick Batista, pelas avalia es da Tese, com críticas e sugestões valiosíssimas;

Ao casal de amigos doutores, Patrícia Charvet-Almeida e Mauricio Almeida pelas sugestões, confiança, companheirismo, confiança e acima de tudo pela grande amizade por todos os anos de convivência, obrigada;

  família de pescadores de Colares: Ivan Oliveira (Seu Perema), Ivanilton Oliveira (Nilton), Ivonaldo Oliveira (Naldo) e A lton Oliveira; ao pescador também de Colares Seu "Zic o" e ao pescador Levi, do Distrito de Mosqueiro; pois sem vocês eu não teria tido os "meus peixinhos";

Aos estagiários e hoje profissionais que me ajudaram em campo e em laboratório sob a minha co-orienta o: Shirley Leão, Priscilla Teshima, Kelsiane e  tila Brandão;

Ao meu primo Anderson Ricardo Mergulhão pela ajuda com a merística dos otólitos;

Aos proprietários do hotel "Solar da Ilha" em Colares, por me deixarem fazer de seu hotel um "verdadeiro laboratório" de campo;

A toda minha família e amigos por ter compreendido minhas ausências;

A todos que não citei que contribuíram de forma direta ou indireta para a realiza o desta Tese;

E acima de tudo, ao meu pai do céu, por ter me dado saúde, coragem, ânimo, vontade e forças para prosseguir com este trabalho e não ter desistido nos momentos mais difíceis.

MUITO OBRIGADA PESSOAL!!!

SUMÁRIO

EPÍGRAFE	i
DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	ix
LISTA DE TABELAS	xviii
LISTA DE FIGURAS	xxii
RESUMO	xxvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. REVISÃO TAXONÔMICA DO GRUPO DE ESTUDO.....	1
1.2. PESCA, IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E ESTADO ATUAL DE EXPLORAÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS GERAL	7
2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA.....	7
2.1.1. Geomorfologia.....	7
2.1.2. Geologia.....	8
2.1.3. Vegetação.....	8
2.1.4. Hidrografia.....	9
2.1.5. Clima.....	9
2.2. COLETA DAS ESPÉCIES EM CAMPO.....	16
2.2.1. Periodicidade das coletas e captura dos espécimes.....	16
2.2.2. Biometria e conservação do material para posterior análise.....	16
3. OBJETIVOS	17

3.1. OBJETIVO GERAL.....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17

**CAPÍTULO I – MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS *LAPILLUS*
DE DOURADA E DE PIRAMUTABA**

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. OBJETIVOS.....	22
2.1. OBJETIVO GERAL.....	22
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. RELAÇÃO PESO TOTAL X COMPRIMENTO FURCAL.....	24
3.2. OBTENÇÃO DOS OTÓLITOS.....	25
3.2.1. Coleta de Otólitos de Indivíduos Juvenis na Baía de Marajó (Colares).....	25
3.2.2. Coleta de Otólitos de Indivíduos Sub-adultos e Adultos na Baía de Marajó (Mosqueiro).....	26
3.2.3. Coleta de Otólitos de Indivíduos Sub-adultos e Adultos no rio Solimões- Amazonas (ProVárzea).....	26
3.2.4. Coleta de Otólitos de Indivíduos Juvenis, Sub-adultos e Adultos na foz do rio Amazonas (Projeto JICA).....	28
3.3. NÚMERO TOTAL DE OTÓLITOS ANALISADOS.....	28
3.4. PROCESSAMENTO LABORATORIAL.....	29
3.4.1. Morfometria dos Otólitos.....	29
3.4.2. Descrição dos Otólitos.....	30

3.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	36
3.5.1. Morfometria dos Otólitos.....	36
<i>3.5.1.1. Comprimento furcal do espécime (CF) x comprimento máximo do otólito (CMO).....</i>	<i>36</i>
<i>3.5.1.2. Comprimento furcal do espécime (CF) x largura máxima do otólito (LMO).....</i>	<i>36</i>
<i>3.5.1.3. Comprimento furcal do espécime (CF) x peso total do otólito (PTO).....</i>	<i>37</i>
<i>3.5.1.4. Peso total do espécime (PT) x comprimento máximo do otólito (CMO).....</i>	<i>37</i>
<i>3.5.1.5. Peso total do espécime (PT) x largura máxima do otólito (LMO).....</i>	<i>37</i>
<i>3.5.1.6. Peso total do espécime (PT) x peso total do otólito (PTO).....</i>	<i>38</i>
3.5.2. Descrição dos Otólitos.....	38
4. RESULTADOS.....	39
4.1. RELAÇÃO PESO TOTAL X COMPRIMENTO FURCAL.....	39
4.2. MORFOMETRIA DOS OTÓLITOS.....	43
4.2.1. Divisões por Classes de Comprimento.....	43
4.2.2. Resultados das Medidas Morfométricas.....	43
4.2.3. Resultados das Regressões.....	47
<i>4.2.3.1. Relação Comprimento Furcal X Comprimento Máximo do Otólito.....</i>	<i>48</i>
<i>4.2.3.2. Relação Comprimento Furcal X Largura Máxima do Otólito.....</i>	<i>49</i>
<i>4.2.3.3. Relação Comprimento Furcal X Peso Total do Otólito.....</i>	<i>50</i>
<i>4.2.3.4. Relação Peso Total X Comprimento Máximo do Otólito.....</i>	<i>52</i>
<i>4.2.3.5. Relação Peso Total X Largura Máxima do Otólito.....</i>	<i>53</i>
<i>4.2.3.6. Relação Peso Total X Peso Total do Otólito.....</i>	<i>54</i>
4.3. DESCRIÇÃO DOS OTÓLITOS.....	56
5. DISCUSSÃO.....	66

6. CONCLUSÕES.....	71
---------------------------	-----------

**CAPÍTULO II – VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM
OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA**

1. INTRODUÇÃO.....	77
2. OBJETIVOS.....	84
2.1. OBJETIVO GERAL.....	84
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	84
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	84
3.1. PROVENIÊNCIA PERIODICIDADE E COLETA DOS OTÓLITOS.....	84
3.2. ESCOLHA DO OTÓLITO.....	85
3.3. PREPARAÇÃO DOS OTÓLITOS PARA A VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	87
3.3.1. Limpeza dos otólitos.....	87
3.3.2. Emblocamento.....	87
3.3.3. Corte dos otólitos.....	87
3.3.4. Polimento dos otólitos e montagem em lâminas.....	88
3.4. VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	90
3.5. PADRÃO DE MARCAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	92
3.6. POSSÍVEL DATA DE NASCIMENTO DA DOURADA E DA PIRAMUTABA	92
3.7. CONVERSÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO EM ESTIMATIVA DA IDADE	92

3.8. RELAÇÃO ENTRE O RAIO TOTAL DO OTÓLITO (RT) E O COMPRIMENTO FURCAL (CF) DO PEIXE.....	93
4. RESULTADOS.....	94
4.1. TOTAL DE OTÓLITOS COLETADOS E ANALISADOS.....	94
4.2. RELAÇÃO ENTRE O RAIO TOTAL (RT) DO OTÓLITO E O COMPRIMENTO FURCAL (CF).....	95
4.3. VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	97
4.4. IDADE ATRIBUÍDA ÀS ESPÉCIES E SEU COMPRIMENTO.....	100
4.5. IDADE / COMPRIMENTO DA DOURADA E DA PIRAMUTABA JUVENIS.....	103
5. DISCUSSÃO.....	105
6. CONCLUSÕES.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS *LAPILLUS* DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

- Tabela 01. Resultados das regressões entre o ln do peso total e o ln do comprimento furcal dos espécimes de dourada (*B. rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*). Onde: AX = amplitude da variável independente (comprimento furcal); b = coeficiente de regressão; ln a = valor da constante de regressão logaritimizada; r = coeficiente de correlação e n = número de espécimes utilizados na regressão.....40
- Tabela 02. Equações que descrevem a relação entre o peso total e o comprimento furcal da dourada e da piramutaba.....41
- Tabela 03. Resumo da estatística descritiva das medidas morfométricas registradas dos otólitos *lapillus* de dourada (*B. rousseauxii*) por área de coleta. Legenda: n CM = número de otólitos com o comprimento máximo medido; n LM = número de otólitos com a largura máxima medida e n PT = número de otólitos com o peso total estimado. Baía de Marajó: Colares e Mosqueiro; Foz do rio Amazonas: JICA.....45
- Tabela 04. Resumo da estatística descritiva das medidas morfométricas registradas dos otólitos *lapillus* de piramutaba (*B. vaillantii*) por área de coleta. Legenda: n CM = número de otólitos com o comprimento máximo medido; n LM = número de otólitos com a largura máxima medida e n PT = número de otólitos com o peso total estimado. Baía de Marajó: Colares e Mosqueiro; Foz do rio Amazonas: JICA; rio Solimões-Amazonas: ProVárzea.....46

Tabela 05. Resumo estatístico do teste-t para os otólitos *lapillus* direito e esquerdo de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*). AX = Amplitude do comprimento furcal; CMO = Comprimento máximo do otólito; LMO = largura máxima do otólito; PTO = Peso total do otólito.....47

Tabela 06. Resumo das regressões entre as medidas morfométricas dos otólitos com o comprimento furcal (CF) e o peso total (PT) das espécies em estudo. O coeficiente de determinação (R^2) e o tamanho da amostra (n) estão indicados. CMO: comprimento máximo do otólito, LMO: largura máxima do otólito, PTO: peso total do otólito.....56

CAPÍTULO II - VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

Tabela 01. Parâmetros de crescimento da piramutaba estimados por diferentes autores e diferentes métodos de determinação da idade: contagem dos anéis (Ca), retrocálculo (Rc), decomposição dos anéis (Da) e distribuição de frequências (Df) e índice de performance de crescimento (ϕ). Cf = comprimento furcal; L_{∞} = comprimento médio que o peixe teria se vivesse indefinidamente; W_{∞} = peso máximo teórico do peixe; k = coeficiente de crescimento; t_0 = idade teórica do peixe quando seu comprimento é zero.....83

Tabela 02. Parâmetros populacionais da dourada estimados por diferentes autores e diferentes métodos de determinação da idade. Cf = comprimento furcal; Cp = comprimento padrão; Ct = comprimento total; k = coeficiente de crescimento; t_0 = idade teórica do peixe quando seu comprimento é zero; M = mortalidade natural e Z = mortalidade total.....83

Tabela 03. Total de espécimes de dourada e de piramutaba coletados, conforme o período do ano, com comprimento furcal igual ou inferior a 200 mm que tiveram seus otólitos <i>lapillus</i> analisados.....	95
Tabela 04. Resumo dos resultados da relação entre o raio total do otólito <i>lapillus</i> da dourada e da piramutaba com o seu comprimento furcal. n = número de observações; a = intercepto da regressão; b = coeficiente de regressão; r = coeficiente de correlação de Pearson; r^2 = coeficiente de determinação. Para dados logaritmizados.....	96
Tabela 05. Resumo dos resultados da merística do comprimento furcal (CF), do primeiro anel translúcido observado (R1) e do raio total do corte transversal (Rt) nos otólitos <i>lapillus</i> de dourada e de piramutaba.....	100
Tabela 06. Idade assumida da dourada coletada na ilha de Colares, de acordo com o período do ano amostrado e da data de nascimento atribuída à espécie. AX = amplitude do comprimento furcal.....	101
Tabela 07. Idade assumida da piramutaba coletada na ilha de Colares, de acordo com o período do ano amostrado e da data de nascimento atribuída à espécie. AX = amplitude do comprimento furcal.....	101
Tabela 08. Frequência dos espécimes de dourada coletados na ilha de Colares que tiveram seus otólitos analisados conforme o mês de amostragem e sua classe de comprimento furcal (CF). AX = amplitude do CF.....	102
Tabela 09. Frequência dos espécimes de piramutaba coletados na ilha de Colares que tiveram seus otólitos analisados conforme o mês de amostragem e sua classe de comprimento furcal (CF). AX = amplitude do CF.....	103
Tabela 10. Idade / comprimento furcal da dourada juvenil.....	104

Tabela 11. Idade / comprimento furcal da piramutaba juvenil.....	105
Tabela 12. Comprimentos furcais dos espécimes juvenis de dourada e de piramutaba conforme sua classificação em categorias, e de acordo com o desenvolvimento anatômico dos otólitos <i>lapillus</i> analisados.....	105

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 01. Espécime juvenil de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*).....5
- Figura 02. Espécime juvenil de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*).....5
- Figura 03. Modelo de migração da piramutaba e da dourada. Onde: (1) Área e desova; (2) Área de alimentação e (3) Área de crescimento. (Barthem & Goulding, 1997).....6

2. MATERIAL E MÉTODOS GERAL

- Figura 04. Mapa de localização do Município de Colares – PA.....11
- Figura 05. Mapa geomorfológico do Município de Colares - PA.....12
- Figura 06. Mapa geológico do Município de Colares - PA.....13
- Figura 07. Mapa da vegetação do Município de Colares - PA.....14
- Figura 08. Mapa do Município de Colares - PA.....15

CAPÍTULO I - MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS *LAPILLUS* DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

- Figura 01. Estrutura do ouvido interno de um teleósteo, onde se observam suas divisões na parte superior e inferior, os três canais semicirculares e os sacos óticos com seus respectivos otólitos.....21
- Figura 02. Mapa ilustrando os locais onde foram realizadas as coletas biológicas.....27

- Figura 03. Vista do lado interno de um par de otólitos *lapillus* de um espécime de *B. rousseauxii* de 510 mm de comprimento furcal. A foto mostra as medidas morfométricas que foram registradas: CMO (comprimento máximo do otólito) e LMO (largura máxima do otólito). No lado direito da foto o otólito *lapillus* direito cujas medidas foram CMO = 11,36 mm e LMO = 6,82 mm.....30
- Figura 04. Cabeça de um espécime de dourada (*B. rousseauxii*) de 510 mm de comprimento furcal mostrando as regiões anterior e posterior e a posição dos otólitos *lapillus* no interior do ouvido interno na caixa craniana (A e B). C, D, E e F – posição dos otólitos *lapillus*, otólito direito no lado direito da foto mostrando o seu lado externo e otólito esquerdo no lado esquerdo também mostrando o seu lado externo.....33
- Figura 05. Otólito *lapillus* direito de *B. rousseauxii* de 510 mm de comprimento furcal. Otólito com dimensões de 11,36 mm (CMO) e 6,82 mm (LMO). A foto direita mostra o lado externo do otólito direito e a foto esquerda mostra o lado interno do mesmo. As estruturas são evidenciadas pelas setas conforme o lado observado.....34
- Figura 06. Lupa biológica, sistema de vídeo e computador utilizados na descrição dos otólitos.....35
- Figura 07. Otólito *lapillus* direito de um espécime de piramutaba de 126 mm de comprimento furcal mostrando o seu lado externo utilizado na descrição morfológica. Dimensões do otólito: 3,15mm (CMO) e 2,00 mm (LMO).....39
- Figura 08. Relação entre o peso corporal total e o comprimento furcal de 1.483 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).....41
- Figura 09. Ajuste da reta de regressão dos dados logaritmizados do peso corporal total e do comprimento furcal de 1.483 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).....41

Figura 10 Relação entre o peso corporal total e o comprimento furcal de 2.473 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	42
Figura 11. Ajuste da reta de regressão dos dados logaritmizados do peso corporal total e do comprimento furcal de 2.473 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	42
Figura 12. Relação entre o comprimento furcal e o comprimento máximo do otólito <i>lapillus</i> de 853 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	48
Figura 13. Relação entre o comprimento furcal e o comprimento máximo do otólito <i>lapillus</i> de 1.024 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	49
Figura 14. Relação entre o comprimento furcal e a largura máxima do otólito <i>lapillus</i> de 853 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	50
Figura 15. Relação entre o comprimento furcal e a largura máxima do otólito <i>lapillus</i> de 1.025 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	50
Figura 16. Relação entre o comprimento furcal e o peso total do otólito <i>lapillus</i> de 808 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	51
Figura 17. Relação entre o comprimento furcal e o peso total do otólito <i>lapillus</i> de 972 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	51
Figura 18. Relação entre o peso corporal total e o comprimento máximo do otólito <i>lapillus</i> de 701 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	52
Figura 19. Relação entre o peso corporal total e o comprimento máximo do otólito <i>lapillus</i> de 979 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	53
Figura 20. Relação entre o peso corporal total e a largura máxima do otólito <i>lapillus</i> de 701 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	54
Figura 21. Relação entre o peso corporal total e a largura máxima do otólito <i>lapillus</i> de 980 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	54

Figura 22. Relação entre o peso corporal total e o peso total do otólito <i>lapillus</i> de 663 espécimes de dourada (<i>B. rousseauxii</i>).....	55
Figura 23. Relação entre o peso corporal total e o peso total do otólito <i>lapillus</i> de 929 espécimes de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>).....	55
Figura 24. Categorias de otólitos <i>lapillus</i> de dourada identificadas de acordo com o desenvolvimento anatômico dos mesmos. Legenda: I (60-80): A (esquerda) – lado externo e interno de um espécime de 65 mm (CF) e B (direita) – lado externo e interno de um espécime de 76 mm (CF); II (80-110): A – 91 mm (CF) e B – 107 mm (CF); III (110-210): A – 137 mm (CF) e B – 196 mm (CF); IV (210-350): A – 228 mm (CF) e B – 305 mm (CF); V (>350): A – 362 mm (CF) e B – 460 mm (CF).....	64
Figura 25. Categorias de otólitos <i>lapillus</i> de piramutaba identificadas de acordo com o desenvolvimento anatômico dos mesmos. Legenda: I (65-80): A (esquerda) – lado externo e interno de um espécime de 70 mm (CF) e B (direita) – lado externo e interno de um espécime de 79 mm (CF); II (80-110): A – 83 mm (CF) e B – 97 mm (CF); III (110-190): A – 114 mm (CF) e B – 182 mm (CF); IV (190-390): A – 250 mm (CF) e B – 390 mm (CF); V (>390): A – 410 mm (CF) e B – 610 mm (CF).....	65

CAPÍTULO II - VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

Figura 01. Espécimes de juvenis de dourada (<i>B. rousseauxii</i>) e de piramutaba (<i>B. vaillantii</i>). A - douradas e B - piramutabas.....	86
--	----

Figura 02. Balança, molde e resina utilizados para o emblocamento dos otólitos.....	88
Figura 03. Micrótomo com serra de diamante (<i>Buehler Isomet</i>) utilizado para cortar os otólitos.....	89
Figura 04. Desenho do corte no sentido transversal dos otólitos.....	89
Figura 05. Aparelho utilizado para o polimento dos cortes dos otólitos.....	90
Figura 06. Lâmina com os cortes dos otólitos prontas para a verificação dos anéis de crescimento.....	90
Figura 07. Equipamento utilizado para a verificação dos anéis de crescimento.....	91
Figura 08. Corte transversal de um otólito <i>lapillus</i> de dourada mostrando o ângulo de 110° utilizado na medição dos anéis de crescimento.....	91
Figura 09. Relação entre o raio total do corte transversal do otólito <i>lapillus</i> de dourada com seu comprimento furcal.....	96
Figura 10. Relação entre o raio total do corte transversal do otólito <i>lapillus</i> de piramutaba com seu comprimento furcal.....	97
Figura 11. Distribuição dos raios do primeiro anel translúcido observado nos cortes transversais dos otólitos <i>lapillus</i> de dourada de acordo com o comprimento furcal dos espécimes.....	99
Figura 12. Distribuição dos raios do primeiro anel translúcido observado nos cortes transversais dos otólitos <i>lapillus</i> de piramutaba de acordo com o comprimento furcal dos espécimes.....	99

RESUMO

A dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*), são dois bagres migradores de água doce, exploradas pela pesca comercial artesanal e industrial na Amazônia. São de grande importância para a pesca comercial nesta região e atualmente seus estoques estão em estado de sobreexploração. A literatura científica não registra trabalhos sobre a biologia e ecologia referentes aos estágios juvenis destes bagres. Em estudos de dinâmica populacional, a correta estimação da idade é essencial na estimativa dos parâmetros de crescimento, que são essenciais para a avaliação dos estoques. Os estudos de determinação de idade geralmente são feitos em espécimes sub-adultos e adultos e a idade dos juvenis é retrocalculada. O que pode levar aos erros de avaliação. A presente pesquisa teve como objetivos: (1) descrever e estimar as relações entre as medidas morfométricas dos otólitos *lapillus* com as medidas corporais de dourada e de piramutaba, e (2) verificar o surgimento dos primeiros anéis de crescimento nos espécimes juvenis. Para o estudo da morfometria e descrição foram utilizados otólitos de dourada e de piramutaba juvenis, sub-adultos e adultos provenientes dos Municípios de Colares (PA), Almeirim (PA), Santarém (PA), Manaus (AM), do Distrito de Mosqueiro (PA), e do estuário amazônico. O período de coletas foi diferente para cada local, e de setembro de 1996 a janeiro de 2006. As seguintes relações foram estimadas: comprimento furcal dos espécimes (CF) x peso total dos espécimes (PT); CF x comprimento máximo do otólito (CMO); CF x largura máxima do otólito (LMO); CF x peso total do otólito (PTO); PT x CMO; PT x LMO e PT x PTO. E as equações estimadas foram: Dourada: $PT = 9,5 \times 10^{-6} \times Cf^{3,0279}$, $CF = 25,259 * CMO^{1,1571}$, $CF = 40,626 * LMO^{1,2127}$, $CF = 840,419 * PTO^{0,4077}$, $PT = 0,125 *$

$CMO^{3,6547}$, $PT = 0,568 * LMO^{3,8294}$, $PT = 7549,98 * PTO^{1,2651}$; Piramutaba: $PT = 5,4 * 10^{-6} * Cf^{3,1441}$, $CF = 31,871 * CMO^{1,3381}$, $CF = 55,852 * LMO^{1,3722}$, $CF = 1641,064 * PTO^{0,4686}$, $PT = 0,3127 * CMO^{4,1857}$, $PT = 1,823 * LMO^{4,2788}$, $PT = 66675,977 * PTO^{1,4508}$. A descrição dos otólitos classificou os *lapilli* de dourada e de piramutaba em três categorias conforme seu desenvolvimento e CF dos espécimes: dourada I (60 a 80 mm), dourada II (80 a 110 mm), dourada III (110 a 210 mm), piramutaba I (65 a 80 mm), piramutaba II (80 a 110 mm), e piramutaba III (110 a 190 mm). E no estudo da verificação de anéis de crescimento em *lapillus* foram utilizados somente os juvenis, com $CF \leq 200$ mm. Na baía de Marajó, a dourada e a piramutaba forma o primeiro anel de crescimento com CF médio de 175,03 mm e 171,03 mm, respectivamente. E as duas espécies têm entre nove e doze meses de idade quando formam o primeiro anel de crescimento. Os raios médios do primeiro anel hialino do corte transversal do *lapillus* de dourada e de piramutaba foram 0,36 mm ($\pm 0,03$) e 0,33 mm ($\pm 0,01$), respectivamente. O raio total médio do corte transversal do *lapillus* de dourada foi de 0,64 mm ($\pm 0,14$) e o da piramutaba foi de 0,53 mm ($\pm 0,09$). A equação obtida entre o raio total do corte transversal do *lapillus* de juvenis de dourada com seu CF foi $CF = 248,589 * Rt^{1,1901}$. E a equação estimada para a piramutaba foi $CF = 400,494 * Rt^{1,7178}$. Douradas e piramutabas com CF de 60-70 mm têm idade de três a seis meses, com CF de 70-110 mm têm de seis a nove meses e com CF de 110-200 mm têm de nove a doze meses.

ABSTRACT

The dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) and the piramutaba (*B. vaillantii*), two migratory freshwater catfishes, are exploited by both traditional and industrial fishery in the Amazonian. They are very important for the commercial fishery in this region and their stocks are currently sobrexplotted. However there is a lack of information concerning the biology and ecology of juvenile stages of these catfishes in the scientific literature. In population dynamics studies, the correct age estimate influences the growth parameters, which are important to evaluate stocks. The studies of age determination are usually made using sub-adults and adults specimens. The juveniles are not analyzed and their age is back-calculated. Which could result in an error estimate. The aims of the present research were: (1) to describe and estimate the relation between the *lapilli* otoliths morfometric measurements and the body measurements of dourada and piramutaba, and (2) to examine the occurrence of the first growth rings in the juvenile specimens. The morfometric and descriptive studies were carried out using otoliths from dourada and piramutaba juveniles, sub-adults and adults collected in the municipalities of Colares (PA), Almeirim (PA), Santarém (PA), and Manaus (AM), in the District of Mosqueiro (PA), and in the Amazon estuary. The period of collection was different for each local, to September of 1996 to January of 2006. The following relations were estimated: furcal length from specimens (LF) x total weight from specimens (WT); LF x maximum otolith length (MOL); LF x maximum otolith width (MOW); LF x otolith total weight (OWT); WT x MOL; WT x MOW and WT x OWT. The estimated equations were: Dourada: $WT = 9.5 \times 10^{-6} \times LF^{3.0279}$, $LF = 25.259 \times MOL^{1.1571}$, $LF = 40.626 \times MOW^{1.2127}$, $LF = 840.419 \times OWT^{0.4077}$, $WT = 0.125 \times MOL^{3.6547}$, $WT = 0.568 \times MOW^{3.8294}$, $WT = 7549.98 \times OWT^{1.2651}$; Piramutaba: $WT =$

$5.4 \times 10^{-6} \times \text{LF}^{3.1441}$, $\text{LF} = 31.871 * \text{MOL}^{1.3381}$, $\text{LF} = 55.852 * \text{MOW}^{1.3722}$, $\text{LF} = 1641.064 * \text{OWT}^{0.4686}$, $\text{WT} = 0.3127 * \text{MOL}^{4.1857}$, $\text{WT} = 1.823 * \text{MOW}^{4.2788}$, $\text{WT} = 66675.977 * \text{OWT}^{1.4508}$. In the descriptive study, the *lapilli* of dourada and piramutaba were classified in the following categories according to their development and specimens LF: dourada I (60 a 80 mm), dourada II (80 a 110 mm), dourada III (110 a 210 mm), piramutaba I (65 a 80 mm), piramutaba II (80 a 110 mm), and piramutaba III (110 a 190 mm). In the *lapillus* ring reading study, only the juveniles specimens ≤ 200 mm LF were used. In the Marajó bay, douradas and piramutabas with 175.03 mm and 171.03 mm mean LF, respectively, showed the first growth ring. Both species were between nine and twelve months old when they showed the first growth ring. The mean rays of the first hyaline ring in the transversal cut of dourada's and piramutaba's *lapillus* were 0.36 mm (± 0.03) and 0.33 mm (± 0.01), respectively. The mean total ray of the *lapillus* transversal cut was 0.64 mm (± 0.14) in dourada and 0.53 mm (± 0.09) in piramutaba. The estimated equation relating the total ray of the *lapillus* transversal cut of douradas juveniles with its LF was $\text{LF} = 248.589 * \text{Rt}^{1.1901}$. The estimated equation for piramutaba was $\text{LF} = 400.494 * \text{Rt}^{1.7178}$. Douradas and piramutabas 60-70 mm LF were three to six months old, 70-110 mm LF were six to nine months old, and 110-200 mm LF were nine to twelve months old.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. REVISÃO TAXONÔMICA DO GRUPO DE ESTUDO

Os peixes conhecidos como bagres pertencem à ordem dos Siluriformes, a mais diversa ordem do grupo Ostariophysi, representada por mais de 30 famílias, aproximadamente 412 gêneros e mais de 2.400 espécies (Nelson, 1994). Distribuem-se em todos os continentes, incluindo a Antártida (Grande & Eastman, 1986).

A grande maioria dos Siluriformes habita ambientes de água doce, apenas duas famílias apresentam espécies de água salgada: as famílias Ariidae e Plotosidae (Burgess, 1989; de Pinna, 1998). Dentro da ordem dos Siluriformes, merece destaque a família Pimelodidae, na qual pertencem as espécies de importância comercial alvo do presente estudo: a piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) e a dourada *Brachyplatystoma rousseauxii* (Castelnau, 1855).

A família Pimelodidae apresenta a maior diversidade de espécies neotropicais dentro da ordem dos Siluriformes, com mais de 300 espécies distribuídas entre 50 e 60 gêneros (Mees, 1974) e não é considerada como sendo um grupo monofilético (de Pinna, 1998). Atualmente, esta família é subdividida em três subfamílias: Heptapterinae (= Rhamdiinae), Pimelodinae e Pseudopimelodinae (de Pinna, 1998). Os representantes desta família não apresentam características externas únicas que possam distingui-los dos outros siluriformes, mas uma série de combinações de várias características. Dentre as quais, merecem destaque: três pares de barbilhões (um maxilar e dois mentonianos); o corpo nu, sem placas; nadadeira adiposa bem desenvolvida; nadadeira caudal fortemente emarginada ou furcada; narinas bem separadas e sem barbilhões; acúleos das nadadeiras peitorais e dorsal podem estar presentes ou não e quando existem são moderadamente rígidos, nunca flexíveis

(Burgess, 1989; Nelson, 1994; Lundberg & Littmann, 2003). A subfamília Pimelodinae é a mais expressiva dentro dos Pimelodídeos, apresenta as espécies de maior interesse para a pesca amazônica, seus representantes são de médio e grande porte, a maioria predadores, e segundo Lundberg *et al.*(1988 e 1991), esta subfamília apresenta atualmente 32 gêneros, sendo considerada um grupo monofilético, o que levou a entender melhor a estrutura filogenética da família Pimelodidae. Dos 32 gêneros reconhecidos da subfamília Pimelodinae, o gênero *Brachyplatystoma* Bleeker (1862), é o de grande interesse na presente pesquisa, pois abriga as duas espécies em estudo.

Este gênero se distribui no Brasil, no leste da Colômbia, na Venezuela, nas Guianas, no Peru e na Bolívia (Burgess, 1989), e, atualmente, compreende sete espécies descritas: *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840), *B. tigrinum* (Britski, 1981), *B. platynemum* Boulenger (1898), *B. juruense* (Boulenger, 1898), *B. rousseauxii* (Castelnau, 1855), *B. filamentosum* (Lichtenstein, 1819) e *B. capapretum* (Lundberg & Akama, 2005). Em recente revisão taxonômica, o gênero *Brachyplatystoma* juntamente com o gênero *Platynematichthys* foram postos na tribo Brachyplatystomatini, onde as espécies *B. rousseauxii*, *B. filamentosum* e *B. capapretum* fazem parte do subgênero *Malacobagrus* (Lundberg & Akama, 2005). Atualmente as duas espécies em estudo apresentam a seguinte classificação taxonômica:

Superclasse: Gnathostomata

Classe: Teleostomi

Subclasse: Osteichthyes

Infraclasse: Actinopterygii

Divisão: Teleostei

Superordem: Ostariophysi

Ordem: Siluriformes

Subordem: Siluroidei

Família: Pimelodidae

Tribo Brachyplatystomatini

Gênero: *Brachyplatystoma*

Espécies: *Brachyplatystoma vaillantii*

Brachyplatystoma tigrinum

Brachyplatystoma platynemum

Brachyplatystoma juruense

Subgênero Malacobagrus

Espécies: *Brachyplatystoma rousseauxii*

Brachyplatystoma filamentosum

Brachyplatystoma capapretum

1.2. PESCA, IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E ESTADO ATUAL DE EXPLOTAÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) (Figura 01) e a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (Figura 02) são espécies de bagres de água doce, migradores e de grande importância para a pesca na bacia amazônica. Realizam migrações de milhares de quilômetros a partir do estuário, sendo esta região considerada sua área de criação, em direção à Amazônia Ocidental, considerada sua área de reprodução (Figura 03) (Barthem & Goulding, 1997). Ambas são exploradas comercialmente na Amazônia brasileira e exportadas tanto para outras regiões do Brasil

quanto para outros países, tendo este comércio já movimentado cifras de dezenas de milhões de dólares ao ano (BANCO DO BRASIL - CACEX 1980).

Estas duas espécies estão entre as cinco mais importantes espécies de peixes comerciais da bacia amazônica, sendo a piramutaba o segundo produto de exportação do Pará, ficando atrás apenas do camarão rosa. Em Belém, representaram 25% do total de peixes comercializados nos mercados para o consumo local em 1994. Entretanto, estes dois bagres têm sido explorados comercialmente de forma intensa e não controlada desde a década de 70 (IBAMA, 1999). São exploradas por dois tipos de frotas pesqueiras: a artesanal difusa e a industrial (Barthem, 1990a e b). A artesanal difusa atua tanto em águas continentais quanto estuarinas e explora as duas espécies, sendo a dourada a mais procurada em águas continentais. A frota industrial atua exclusivamente no estuário amazônico, sendo a piramutaba o seu alvo principal (Barthem, 1990a e b; Barthem *et al.*, 1995; Barthem, 2000).

Na década de 90 Barthem & Petrere (1995) avaliaram para os anos de 1984 e 1985 que a piramutaba explorada no estuário amazônico estava sob risco de sobrepesca de crescimento, que a tornaria o primeiro bagre sobreexplorado da Amazônia. Já a dourada foi considerada em estado de sobrepesca no ano de 2002 (Alonso, 2002). Em recente estudo, Alonso & Pirker (2005) determinaram o estado atual de exploração da piramutaba e da dourada no eixo Solimões-Amazonas, e constataram que estes dois bagres ainda se encontram em estado de sobrepesca de crescimento. Em 2004, as duas espécies fizeram parte da Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexploradas ou Ameaçadas de Sobreexploração do Anexo II (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2004). Desse modo, estudos sobre a biologia e dinâmica da

pesca destes dois bagres se tornam essenciais para o seu correto manejo, caso contrário poderão chegar a uma extinção comercial.



Figura 01. Espécime de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*).



Figura 02. Espécime de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*).

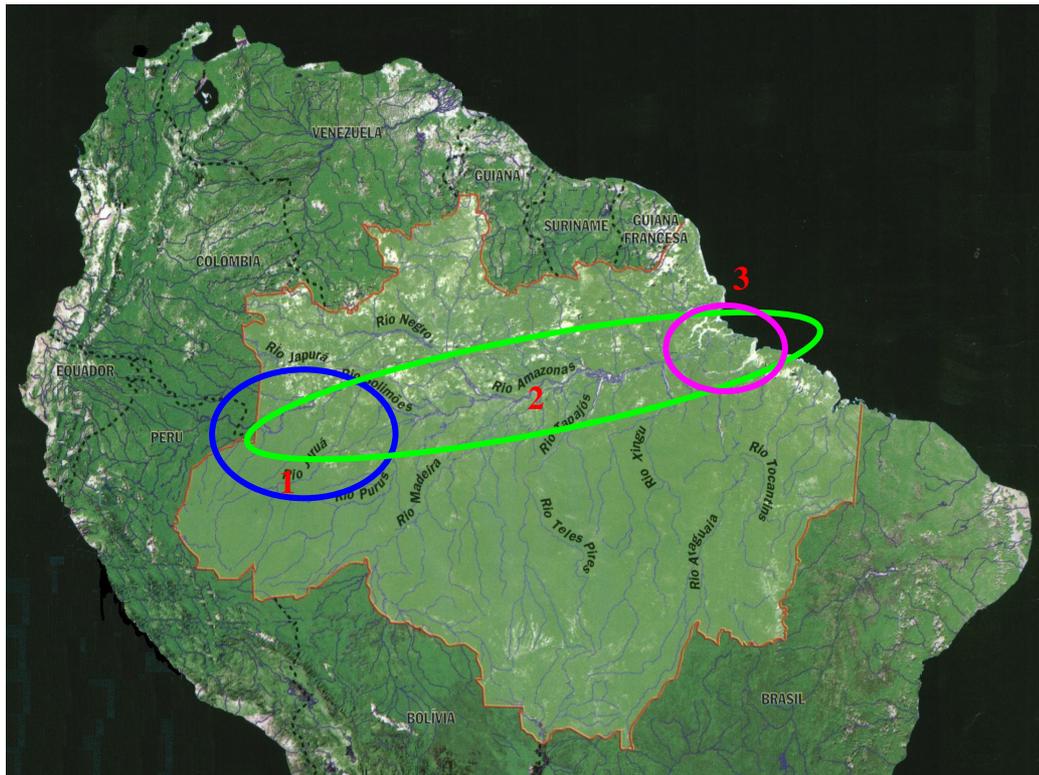


Figura 03. Modelo de migração da piramutaba e da dourada. Onde: (1) Área e desova; (2) Área de alimentação e (3) Área de crescimento. (Barthem & Goulding, 1997).

2. MATERIAL E MÉTODOS GERAL

2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA

O Município de Colares pertence à Mesorregião Nordeste Paraense e a Microrregião do Salgado, e localiza-se a aproximadamente 100 km de Belém. Apresenta uma área territorial de 609.776 km² e tem como limites geográficos: ao norte a Baía de Marajó e o Município de Vigia; ao sul o Município de Santo Antônio de Tauá; ao leste o Município de Vigia; e ao oeste a Baía de Marajó (Figura 04) (Ferreira, 2003). A Baía de Marajó é limitada pelo farol de São Caetano a leste e pelo Cabo Maguari a noroeste, e é formada pelas descargas dos rios Tocantins e Pará e em parte pela descarga do rio Amazonas (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989)

Este Município foi escolhido para a realização do estudo devido a algumas facilidades, como: rápido acesso por estrada, facilidade de relacionamento com pescadores (a maioria já era conhecida de outros trabalhos), e principalmente por ser um local de ocorrência dos espécimes juvenis das espécies envolvidas no estudo.

2.1.1. Geomorfologia

Quanto à geomorfologia da região, a ilha apresenta todo o seu litoral formado por mangues e rias e o seu interior é formado pelos chamados tabuleiros paraenses (Figura 05). O litoral é constituído por uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita ou não a inundações periódicas, podendo comportar rios, mangues, deltas, diques marginais e lagunas. Apresenta material arenoso de origem marinha nas praias e restingas e nas embocaduras dos rios os sedimentos típicos dos manguezais. Os chamados tabuleiros paraenses constituem um conjunto de formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de

rampas suavemente inclinadas e lombas esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas, denotando eventual controle estrutural. Resultam da instauração de processos de dissecação. Os sedimentos da cobertura terciário-quadernária deram origem a pacote de solos do tipo latossolo amarelo distrófico de textura argilosa (Base de Dados SIPAM – IBGE).

2.1.2. Geologia

A ilha de Colares é formada basicamente por dois tipos de sedimentos: os depósitos Fluvio-Marinhos Holocênicos e a Cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica (Figura 06). Os depósitos fluvio-marinhos holocênicos constituem acumulações de areia, silte, argila e cascalho feitas em planícies de foz de rios na região costeira, em áreas sujeitas à influência de marés, podendo incluir terraços pré-holocênicos. A cobertura detrito-laterítica pleistocênica é formada por sedimentos argilo-arenosos amarelados, caoliníticos, alóctones, parcial a totalmente pedogeneizados (latossolos argilo-arenosos), gerados por processos alúvio-colúviais (Base de Dados SIPAM – IBGE).

2.1.3. Vegetação

Em relação à vegetação, a ilha de Colares apresenta principalmente dois tipos de vegetação: Formações Pioneiras com influência Fluviomarinha e Floresta Ombrófila densa fluvial, sendo a ilha também influenciada por um intenso antropismo por meio da pecuária (Figura 07). As formações pioneiras com influência fluviomarinha são constituídas por fitofisionomias de áreas pioneiras características dos ambientes salobros das fozes dos cursos d'água, conhecidas como manguezais. A floresta ombrófila densa fluvial é constituída por formação que ocupa os terrenos sedimentares

das planícies e terraços recentes, ao longo dos cursos d'água. Na região da Amazônia é conhecida como matas de várzea (periodicamente inundadas) e matas de igapó (Base de Dados SIPAM – IBGE).

2.1.4. Hidrografia

O principal acidente hidrográfico do Município de Colares é o Furo da Laura ou Guajará-Miri, que faz limite a leste com o Município de Vigia e ao sul com o Município de Santo Antônio do Tauá (Figura 08). Para o Guajará-Miri convergem vários rios e igarapés, como: o Tauápará, Itajurá, Mariteua, Fazenda e Maracajá, além do Furo Itaqueçaua. Fazem parte também da hidrografia de Colares o rio Tupinambá e os igarapés Tauandeua, Chácara, Arari, Boca Larga e outros, que deságuam no Oceano Atlântico (Ferreira, 2003).

2.1.5. Clima

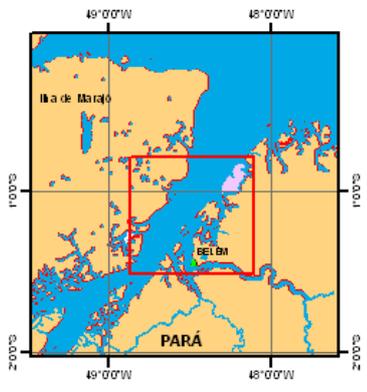
Os dois métodos de classificação climática (Köppen e Thornthwaite) utilizam como elementos climáticos básicos a precipitação e a temperatura, os quais definem os parâmetros utilizados na identificação do clima (SUDAM, 1984). Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático predominante em Colares é o Am, do tipo tropical úmido de monção, com precipitação excessiva durante alguns meses, o que compensaria a ocorrência de baixas precipitações (inferiores a 60 mm) durante um ou dois meses. E de acordo com a classificação climática de Thornthwaite, o clima em Colares pode ser considerado do tipo B4rA'a', sendo úmido, com pequena ou nenhuma deficiência de água e megatérmico com concentração de verão sempre inferior a 48% (SUDAM, 1984).

A precipitação média anual na ilha de Colares é de 2.500 mm a 3.000 mm com o trimestre mais seco compreendido entre os meses de setembro a novembro e

o trimestre mais chuvoso compreendido entre os meses de fevereiro a abril. Já a temperatura média anual desta região é de 26° C e a umidade relativa média anual é de 85% (SUDAM, 1984).



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



PARÂMETROS CARTOGRÁFICOS

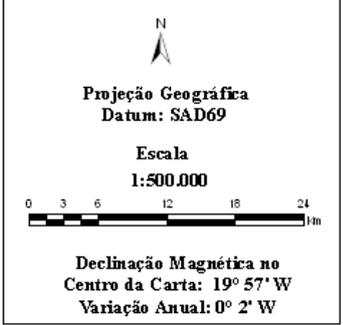


Figura 04. Mapa de localização do Município de Colares – PA.



Figura 05. Mapa geomorfológico do Município de Colares - PA.



Figura 06. Mapa geológico do Município de Colares - PA.

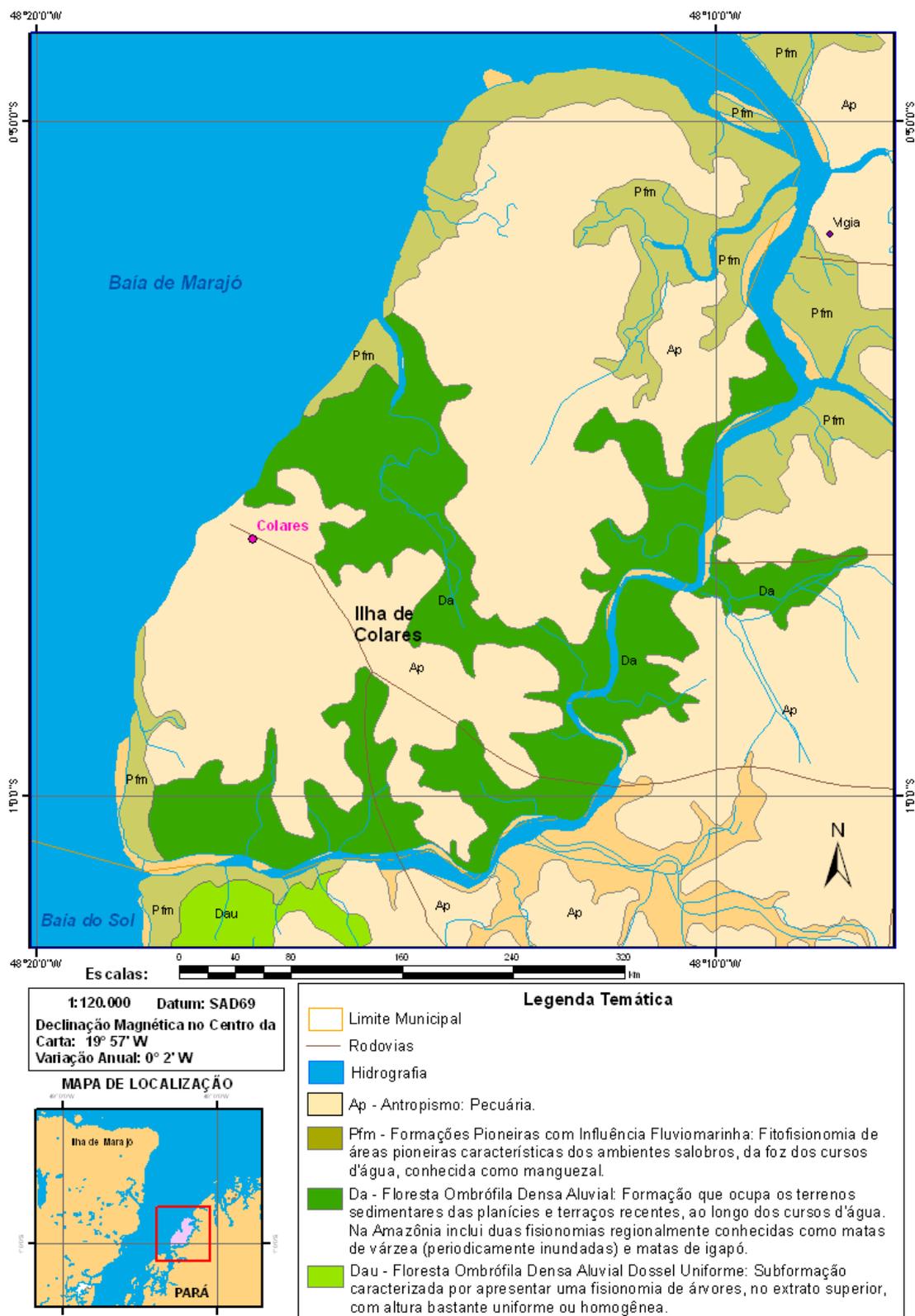


Figura 07. Mapa da vegetação do Município de Colares - PA.

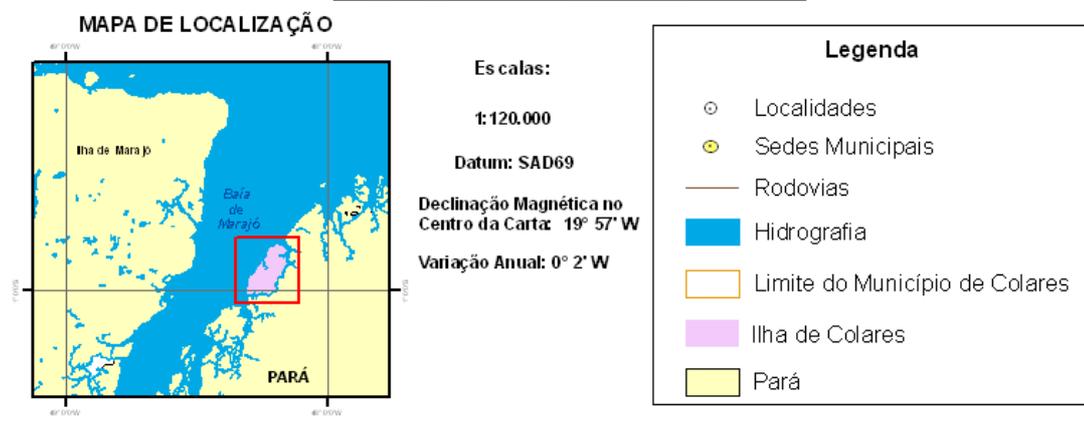


Figura 08. Mapa do Município de Colares - PA.

2.2. COLETA DAS ESPÉCIES EM CAMPO

2.2.1. Periodicidade das coletas e captura dos espécimes

Para as coletas biológicas (otólitos) o período abrangeu os meses de março de 2005 a fevereiro de 2006, sendo que nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2005 não houve coleta.

Cada expedição durou cerca de cinco dias; nelas pescadores foram contratados para capturar os espécimes juvenis de piramutaba e de dourada. A captura dos espécimes se deu por meio de redes de emalhar que eram usadas para capturar as iscas (sardinha) usadas em suas pescarias convencionais, assim como também com espinhéis de 300 a 400 anzóis da marca *maguro* e de números nove e dez. A maior parte dos espécimes bem pequenos (abaixo de 150 mm de comprimento furcal) foram pescados por meio da rede de emalhar, pois acidentalmente ficavam presos na rede através de seus espinhos laterais, para as duas espécies. Já os espécimes um pouco maiores (acima de 150 mm de comprimento furcal) foram capturados por meio dos espinhéis. Como no período do verão (pouco chuvoso), os pescadores de Colares mudam de isca, passando para o amuré (*Gobioides* ssp), com isso, a arte de pesca empregada é somente o espinhel, com isto, os espécimes de as duas espécies neste período foram maiores do que aqueles capturados durante o período de inverno (chuvoso).

2.2.2. Biometria e conservação do material para posterior análise

Os espécimes das duas espécies em estudo capturados no Município de Colares foram processados ainda frescos, pois os pescadores pescavam no sistema de ida-e-volta no mesmo dia. Antes de cada espécime ser processado, este foi lavado em

água corrente e fotografado. Em seguida foi etiquetado para então ser processado.

Abaixo segue o procedimento utilizado na amostragem:

1. Os espécimes foram medidos com o auxílio de uma régua de inox milimetrada com precisão de 0,1 mm, os comprimentos registrados foram o furcal e o padrão;
2. Foram pesados com uma balança de precisão de 1g da marca Escali;
3. Em seguida os otólitos foram retirados por meio de tesoura e pinça. Foram lavados e acondicionados secos em envelopes de papel numerados.
4. Todos os dados referentes à biometria dos espécimes, assim como também algumas observações registradas em campo foram repassados para uma planilha específica (Anexo 01).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Estudar o desenvolvimento anatômico, morfométrico e estrutural dos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba no período em que vivem no estuário amazônico, dando ênfase aos espécimes juvenis, com intuito de elucidar questões ainda sem respostas, como: com que comprimento e idade apresentam os primeiros anéis de crescimento. E em que período do ano ocorre essa formação.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever os otólitos *lapillus* de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) de acordo com o seu desenvolvimento anatômico;

2. Analisar a morfometria dos otólitos *lapillus* de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*); e
3. Verificar os anéis de crescimento nos otólitos *lapillus* de juvenis de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) e relacioná-los com o comprimento e a idade das espécies em estudo.

O presente estudo foi dividido em dois capítulos, onde cada capítulo teve sua própria introdução, seu desenvolvimento e suas conclusões. O capítulo um abordou a descrição anatômica, assim como também a morfometria dos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba. E o capítulo dois abordou o estudo da verificação de anéis de crescimento nos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba, dando ênfase aos espécimes juvenis.

CAPÍTULO I

MORFOMETRIA E DESCRIÇÃO DE OTÓLITOS *LAPILLUS* DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

1. INTRODUÇÃO

Otólitos são estruturas rígidas presentes no ouvido interno dos peixes ósseos (Lagler *et al.*, 1977). Apresentam uma grande variedade de formas e tamanhos específicos por espécie, sendo por isso utilizados como parâmetros eco-biológicos (Platt & Popper, 1981; Morales-Nin, 2000). São amplamente utilizados em vários estudos de diversas áreas, dentre os quais se destacam: determinação de idade e crescimento (Chilton & Beamish, 1982; Beamish & McFarlane, 1983; Casselman, 1983; McFarlane & Beamish, 1987); identificadores de espécies (Schmidt 1969) e de populações (Messieh, 1972; Galley *et al.*, 2006); sistemática, taxonomia (Akkiran, 1984; Akkiran, 1985; Nolf, 1985; Kinacigil *et al.*, 2000); filogenia (Lombarte & Castellón, 1991); cadeia trófica (Fitch & Brownell, 1968; Frost & Lowry, 1981; Granadeiro & Silva, 2000; Waessle *et al.*, 2003); paleontologia (Schwarzahns, 1980; Castonguay *et al.*, 1991); genética (Gaemers, 1976); e microquímica (Thresher, 1999; Sanborn & Telmer, 2003). Assim como também, sua grande variabilidade de formas e tamanhos entre as espécies e uma pequena variação na mesma espécie de diferentes populações tem sido relatada por diversos autores (Lombarte *et al.*, 2003) como sendo devida a padrões ontogenéticos e a fatores ambientais.

Os teleósteos apresentam três pares de otólitos, diferentes morfologicamente, os quais estão presentes em três sacos óticos (sáculo, utrículo e lagena) em seu ouvido interno; o conjunto funciona como órgão de equilíbrio (Carlstrom, 1963; Lagler *et al.*, 1977). O ouvido interno compreende o órgão auditivo dos teleósteos e contém os receptores sensoriais responsáveis pela audição e pelo equilíbrio, e que formam o labirinto ou sistema labiríntico. Este, por sua vez, se divide em duas partes: uma superior e outra inferior (Platt & Popper, 1981). A parte superior é

formada por três canais semicirculares e pelo saco ótico denominado utrículo. A parte inferior é formada pelo sáculo e pela lagena (Figura 01). O par de otólitos presente no sáculo é chamado de *sagitta*, o par que está presente no utrículo é chamado de *lapillus* e o da lagena é chamado de *asteriscus* (Lagler *et al.*, 1977). São compostos basicamente por material inorgânico (carbonato de cálcio – CaCO_3) e por material orgânico representado por uma matriz de fibras colágenas de proteínas (Degens *et al.*, 1969).

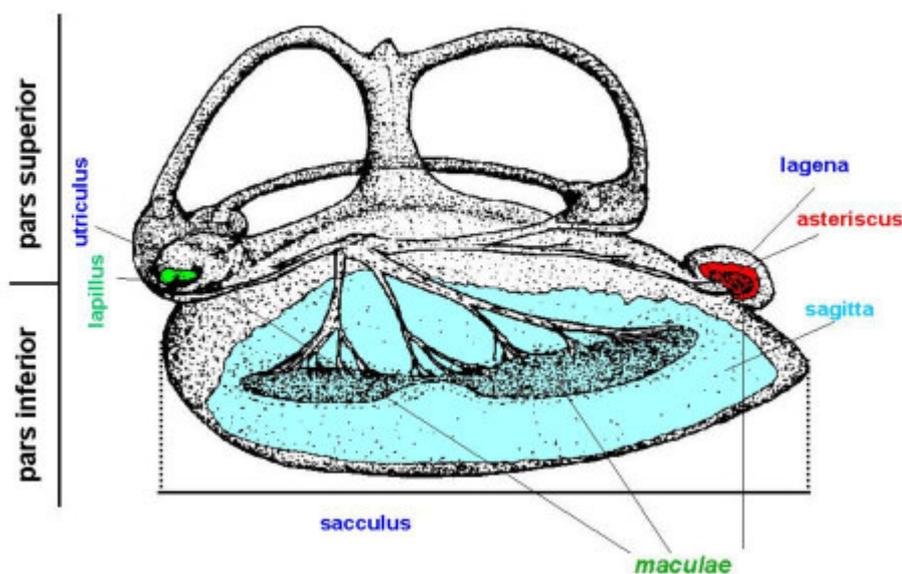


Figura 01. Estrutura do ouvido interno de um teleosteo, onde se observam suas divisões na parte superior e inferior, os três canais semicirculares e os sacos óticos com seus respectivos otólitos. (<http://www.cmima.csic.es/aforo/oto-wat.jsp>).

A maioria dos estudos envolvendo otólitos é realizada com o par denominado *sagitta*, por ser o de maior tamanho na grande parte das espécies de teleosteos. Como exemplos, estudos de cadeia trófica (Lagler *et al.*, 1977; Härkönen, 1986) e de determinação da idade (Secor & Laban, 1992). Entretanto, as espécies de

peixes pertencentes à Superordem Ostariophysi possuem modificações em seu sistema auditório, que deram origem ao aparato de Weber (Lagler *et al.*, 1977), apresentam o par de otólitos *sagitta* extremamente reduzido e frágil, o que o torna não utilizável nos estudos envolvendo os mesmos. A piramutaba e a dourada por serem espécies pertencentes à essa Superordem, apresentam seus otólitos *sagitta* muito pequenos, os que os tornam impróprios para os estudos. Nestas duas espécies o par mais desenvolvido é o *lapillus*, sendo por isso o utilizado em estudos já realizados com estas duas espécies (Rêgo *et al.*, 1998; Pirker, 2001; Alonso, 2002; Alonso & Pirker, 2005). Considerando as peculiaridades deste grupo e a importância do conhecimento dos otólitos para diversos estudos e em particular o de crescimento, o presente trabalho procura caracterizar a forma e as medidas dos otólitos *lapillus* de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) ao longo de seu desenvolvimento ontogenético.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Descrever os otólitos *lapillus* de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*), assim como também relacionar suas medidas morfométricas visando auxiliar nos estudos posteriores de cadeia trófica, identificação de espécies, determinação de idade, entre outros.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os otólitos *lapillus* de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*), considerando sua morfologia, tamanho e estruturas presentes de acordo com o seu desenvolvimento;
- Estimar a relação e a equação existentes entre o peso corporal total e o comprimento furcal de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*);
- Estimar a relação e a equação existentes entre o comprimento furcal de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com o comprimento máximo de seu otólito *lapillus*;
- Estimar a relação e a equação existentes entre o comprimento furcal de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com a largura máxima de seu otólito *lapillus*;
- Estimar a relação e a equação existentes entre o comprimento furcal de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com o peso total de seu otólito *lapillus*;
- Estimar a relação e a equação existentes entre o peso corporal total de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com o comprimento máximo de seu otólito *lapillus*;
- Estimar a relação e a equação existentes entre o peso corporal total de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com a largura máxima de seu otólito *lapillus*;

- Estimar a relação e a equação existentes entre o peso corporal total de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com o peso total de seu otólito *lapillus*;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. RELAÇÃO PESO TOTAL X COMPRIMENTO FURCAL

A relação entre o peso total (PT) e o comprimento furcal (CF) dos exemplares de piramutaba e de dourada foi estimada através da seguinte equação:

$$PT = a * CF^b$$

Onde: PT = peso total do espécime em gramas; CF = comprimento furcal do espécime em milímetros; e 'a' e 'b' = parâmetros que descrevem a relação (a = intercessão da ordenada e b = declividade da reta).

Os parâmetros 'a' e 'b' foram estimados através da utilização da forma linear da equação (Ricker, 1975):

$$\log PT = \log a + b * \log CF$$

Foi aplicado o teste t de Student nos valores do parâmetro 'b' para os indivíduos que puderem ter seus sexos identificados para ver se existiam diferenças significativas entre os sexos. E para saber se o valor de b foi significativamente diferente de três foi aplicado a estatística t para cada sexo separadamente. Para isto foi utilizado a equação sugerida por Pauly (1984):

$$t = S.d_{(x)} / S.d_{(y)} * (b - 3) / \sqrt{1-r^2} * \sqrt{n-2}$$

Onde: $sd_{(x)}$ = desvio padrão do logaritmo do comprimento furcal; $sd_{(y)}$ = desvio padrão do logaritmo do peso total; n = número de observações; r^2 = coeficiente de determinação do logaritmo do comprimento furcal com o logaritmo do peso total e b = coeficiente de regressão do logaritmo do comprimento furcal com o logaritmo do peso total.

3.2. OBTENÇÃO DOS OTÓLITOS

Os otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba utilizados para a descrição foram provenientes de espécimes capturados pelos projetos JICA e ProVárzea, bem como pelo presente trabalho, que coletou nas regiões de Colares e Mosqueiro, na Baía de Marajó. Desse modo, os períodos e áreas de coletas amostradas foram bastante abrangentes, cobrindo os anos de 1996 a 2006 e o rio Amazonas desde a sua foz até a fronteira do Brasil com a Colômbia (Figura 02). Isto ocorreu devido à necessidade de obtenção dos otólitos pertencentes às diferentes classes de comprimento furcal dos espécimes de dourada e de piramutaba.

3.2.1. Coleta de Otólitos de Indivíduos Juvenis na Baía de Marajó (Colares)

No Município de Colares os otólitos foram coletados no período de março de 2005 a janeiro de 2006. Pescadores artesanais foram contratados para capturar espécimes juvenis de piramutaba e de dourada. Em campo, os espécimes foram medidos com o auxílio de uma régua milimétrica de inox com precisão de um milímetro e pesados com uma balança da marca *Escali* de precisão de um grama.

Ainda em campo, os otólitos foram extraídos dos espécimes com o auxílio de tesoura e pinça. Foram lavados com água corrente para retirada total de

tecidos, em seguida foram secos com papel absorvente e armazenados em envelopes de papel numerados para posteriormente serem processados em laboratório.

3.2.2. Coleta de Otólitos de Indivíduos Sub-adultos e Adultos na Baía de Marajó (Mosqueiro)

No Distrito de Mosqueiro as coletas abrangeram o período de setembro de 2004 a janeiro de 2005. E para esta localidade foram coletados espécimes sub-adultos e adultos. Pescadores artesanais foram também contratados para a obtenção dos espécimes e se adotou o mesmo procedimento da retirada dos otólitos já mencionado para o Município de Colares.

3.2.3. Coleta de Otólitos de Indivíduos Sub-adultos e Adultos no rio Solimões-Amazonas (ProVárzea)

Neste trabalho foram utilizados os otólitos de piramutaba que foram coletados pelo projeto: “BASES PARA O MANEJO DA PESCA DOS GRANDES BAGRES MIGRADORES PIRAMUTABA E DOURADA NO EIXO SOLIMÕES E AMAZONAS” (Fabr , N. N. & Barthem, R. B., 2005). Os otólitos utilizados foram provenientes de desembarques em Almeirim-PA, Santarém-PA e Manaus-AM, cujo período de coleta abrangeu os meses de agosto a dezembro de 2002.

Conforme metodologia própria do projeto, foram coletados espécimes provenientes de pescarias comerciais, onde o alvo principal foram os adultos. Em campo os espécimes foram pesados e medidos, com balança e icti metro com precisão de 50 gramas e dez milímetros, respectivamente. Para a retirada e armazenamento dos otólitos adotou-se o mesmo procedimento já mencionado. Os otólitos *lapillus* de piramutaba foram enviados via correio dos locais de coleta para Belém.

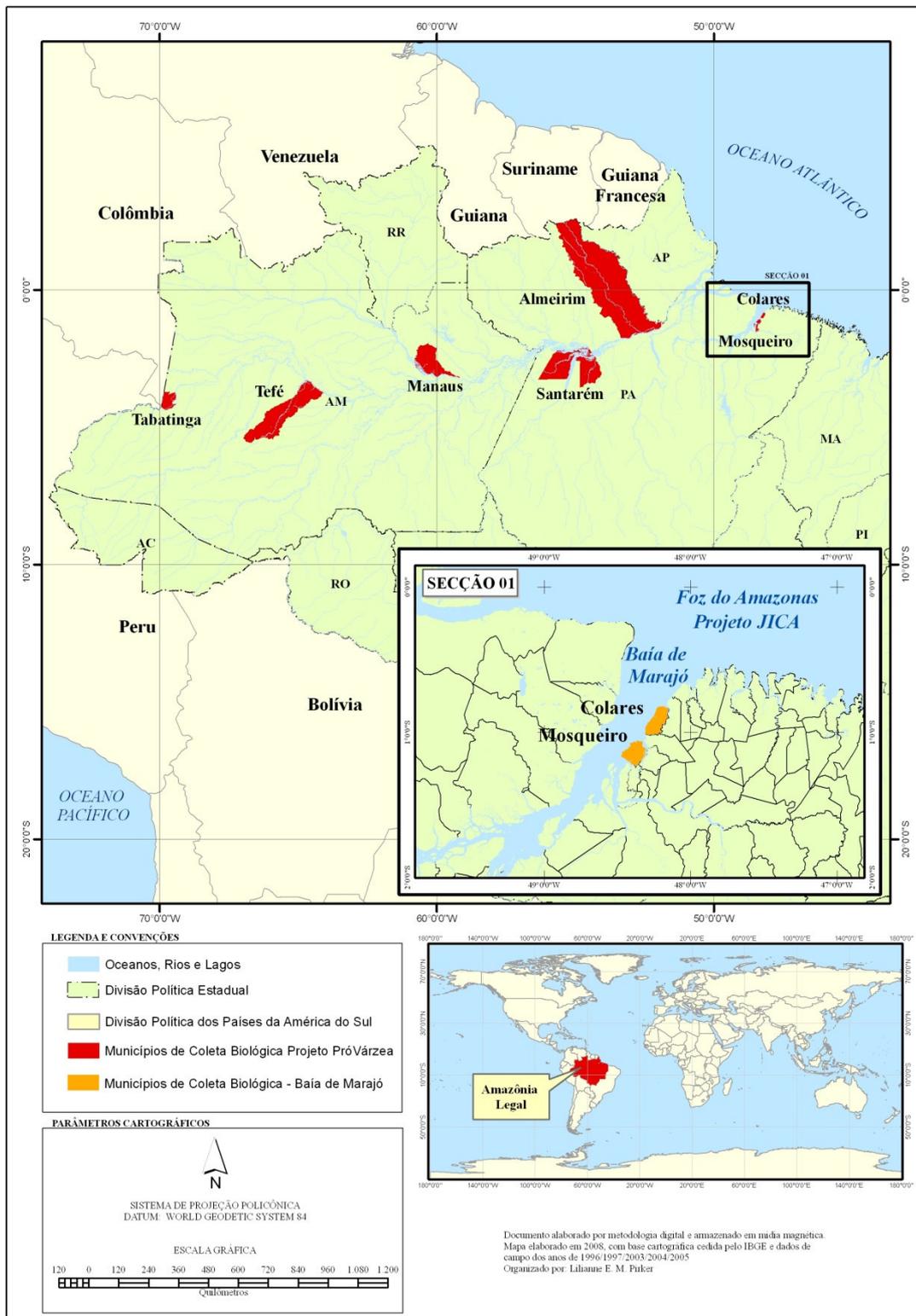


Figura 02. Mapa ilustrando os locais onde foram realizadas as coletas biológicas.

3.2.4. Coleta de Otólitos de Indivíduos Juvenis, Sub-adultos e Adultos na foz do rio Amazonas (Projeto JICA)

Também foram utilizados os otólitos *lapillus* de juvenis, sub-adultos e adultos de dourada e de piramutaba por meio de coletas experimentais no estuário amazônico pelo projeto: “DRAFT FINAL REPORT FOR THE FISHERY RESOURCES STUDY OF THE AMAZON AND TOCANTINS RIVER MOUTH AREAS IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL” (SANYO, 1998). As coletas foram realizadas no período do verão (agosto e setembro) de 1996 e no período do inverno (março e abril) de 1997.

Os espécimes de piramutaba e de dourada após serem coletados por meio de arrasto de fundo foram mantidos resfriados ainda a bordo da embarcação para posteriormente serem trabalhados em laboratório. Em laboratório foram medidos e pesados por meio de papel milimétrico de precisão de um milímetro e com uma balança da marca *Sartorius* com precisão de um miligrama. A retirada, a limpeza e o armazenamento dos otólitos seguiram a mesma metodologia já descrita anteriormente. E os mesmos permaneceram armazenados nos envelopes de papel desde 1997 até o seu processamento em laboratório.

3.3. NÚMERO TOTAL DE OTÓLITOS ANALISADOS

Foram utilizados 1.025 pares de otólitos *lapillus* de piramutaba, assim distribuídos: 680 de indivíduos juvenis, sub-adultos e adultos da Baía de Marajó, 166 de indivíduos juvenis, sub-adultos e adultos da foz do rio Amazonas (Projeto JICA) e 179 de sub-adultos e adultos ao longo do rio Solimões-Amazonas (Projeto ProVárzea). E

para a dourada foram utilizados 853 pares de otólitos *lapillus*, assim distribuídos: 792 de indivíduos juvenis, sub-adultos e adultos da baía de Marajó e 61 de indivíduos juvenis, sub-adultos e adultos da foz do rio Amazonas. Algumas medidas de otólitos não foram registradas por alguns deles estarem quebrados e/ou danificados.

3.4. PROCESSAMENTO LABORATORIAL

3.4.1. Morfometria dos Otólitos

Em laboratório, os otólitos *lapillus* (direito e esquerdo) foram medidos por meio de um paquímetro digital da marca DIGIMESS modelo 100.174 BL, com precisão de 0,001 milímetros, pesados por meio de uma balança digital da marca ACCULAB VICON, modelo VIC-123 e de precisão de um miligrama. Todas as medidas foram repassadas para uma planilha específica (Anexo 02), para posteriormente serem trabalhadas.

Foram retiradas dos otólitos as seguintes medidas morfométricas: comprimento máximo do otólito (CMO), largura máxima do otólito (LMO) e o peso total do otólito (PTO) para cada par de *lapillus* de dourada e de piramutaba. Alguns pares de otólitos não puderam ter todas as suas medidas registradas, devido os mesmos estarem quebrados ou ausentes. Para otólitos muito pequenos o peso não pôde ser registrado. A Figura 03 ilustra as medidas morfométricas de comprimento máximo (CMO) e de largura máxima (LMO) que foram registradas.

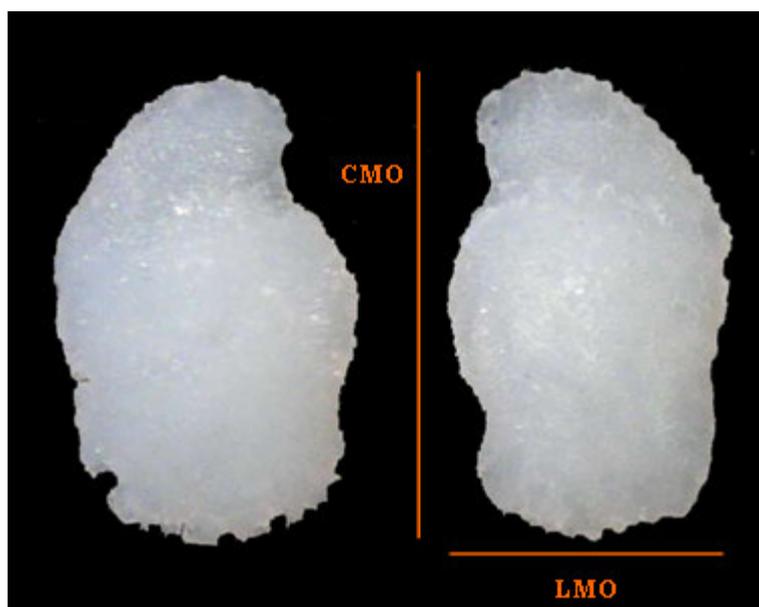


Figura 03. Vista do lado interno de um par de otólitos *lapillus* de um espécime de dourada (*B. rousseauxii*) de 85 mm de comprimento furcal. A foto mostra as medidas morfométricas que foram registradas: CMO (comprimento máximo do otólito) e LMO (largura máxima do otólito). No lado direito da foto o otólito *lapillus* direito cujas medidas foram CMO = 2,63 mm e LMO = 1,71 mm.

3.4.2. Descrição dos Otólitos

Os otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba foram descritos conforme seu desenvolvimento anatômico, levando-se em consideração suas estruturas observadas. A terminologia utilizada na descrição seguiu às propostas na literatura científica (Jensen, 1965; Chilton & Beamish, 1982; Wilson *et al.*, 1987; Leible & Miranda, 1989; Secor *et al.*, 1991; Secor *et al.*, 1995; Naveda, 2001).

Entretanto, algumas terminologias foram adaptadas para o presente estudo, visto que o par de otólitos descritos para as duas espécies foi o *lapillus*, e não a *sagitta*, como ocorre na maioria dos casos. Vale ressaltar também, que a descrição dos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba seguiu a sua localização exata no ouvido interno das duas espécies, ou seja, as regiões anterior e posterior dos otólitos foram

identificadas conforme a sua posição em relação à cabeça das espécies. Assim como o lado interno do otólito *lapillus* foi identificado como sendo aquele que se situa abaixo do otólito, conforme a sua posição no interior do ouvido interno da caixa craniana e o lado externo à região que corresponde à parte superior do mesmo (Figura 04).

A seguir são indicadas as estruturas observadas nos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba e suas terminologias adotadas. Estas denominações mudam de acordo com o lado observado do otólito, interno ou externo, assim como também com o par utilizado, direito ou esquerdo. A Figura 05 ilustra as estruturas observadas em um otólito *lapillus* direito levando-se em consideração os dois lados observados, interno e externo. A terminologia abaixo descrita levou em consideração o lado interno do otólito *lapillus*. Entretanto, fez-se um breve comentário acerca do lado externo.

- Área dorsal: região que se encontra sobre o *sulcus acusticus*, limitando-se com a margem dorsal do otólito;
- Área ventral: região que se encontra abaixo do *sulcus acusticus*, limitando-se com a margem ventral do otólito;
- *Antirostrum*: região anterior e lateral esquerda do otólito direito e região anterior e lateral direita do otólito esquerdo. É menos extensa que o *rostrum*;
- *Rostrum*: região anterior e lateral esquerda do otólito direito e região anterior e lateral direita do otólito esquerdo. É mais extensa que o *antirostrum*;
- *Pararostrum*: região posterior e lateral esquerda do otólito direito e região posterior e lateral direita do otólito esquerdo, oposto ao *antirostrum*;
- *Posrostrum*: região posterior e lateral direita do otólito direito e região posterior e lateral esquerda do otólito esquerdo, oposta ao *rostrum*;
- Cauda: região posterior do *sulcus acusticus* situada a partir do istmo;

- *Ostium*: região anterior ao *sulcus acusticus* a partir do istmo;
- Cristas dorsal e ventral: bordas que delimitam o *sulcus acusticus* com a região dorsal e ventral do otólito, respectivamente;
- Margens: correspondem aos limites do otólito, podendo ser anterior, posterior, dorsal e ventral;
- *Collum*: o mesmo que *istmo*;
- *Istmo*: região que separa a cauda do *ostium*. Corresponde ao ponto onde ocorre o estreitamento do *sulcus acusticus*;
- *Sulcus acusticus*: também chamado somente de *sulcus*, corresponde ao canal que percorre a superfície medial / interna do otólito, por onde o nervo auditório passa. Esta terminologia é frequentemente citada em estudos de idade com otólitos, devido aos incrementos etários e sua clareza na observação se encontrarem próximo ao *sulcus*;
- *Excisura menor*: abertura da margem posterior. Corresponde à região que separa o *pararostrum* do *posrostrum*;
- *Excisura maior*: abertura da margem anterior. Corresponde a região que separa o *rostrum* do *antirostrum*.

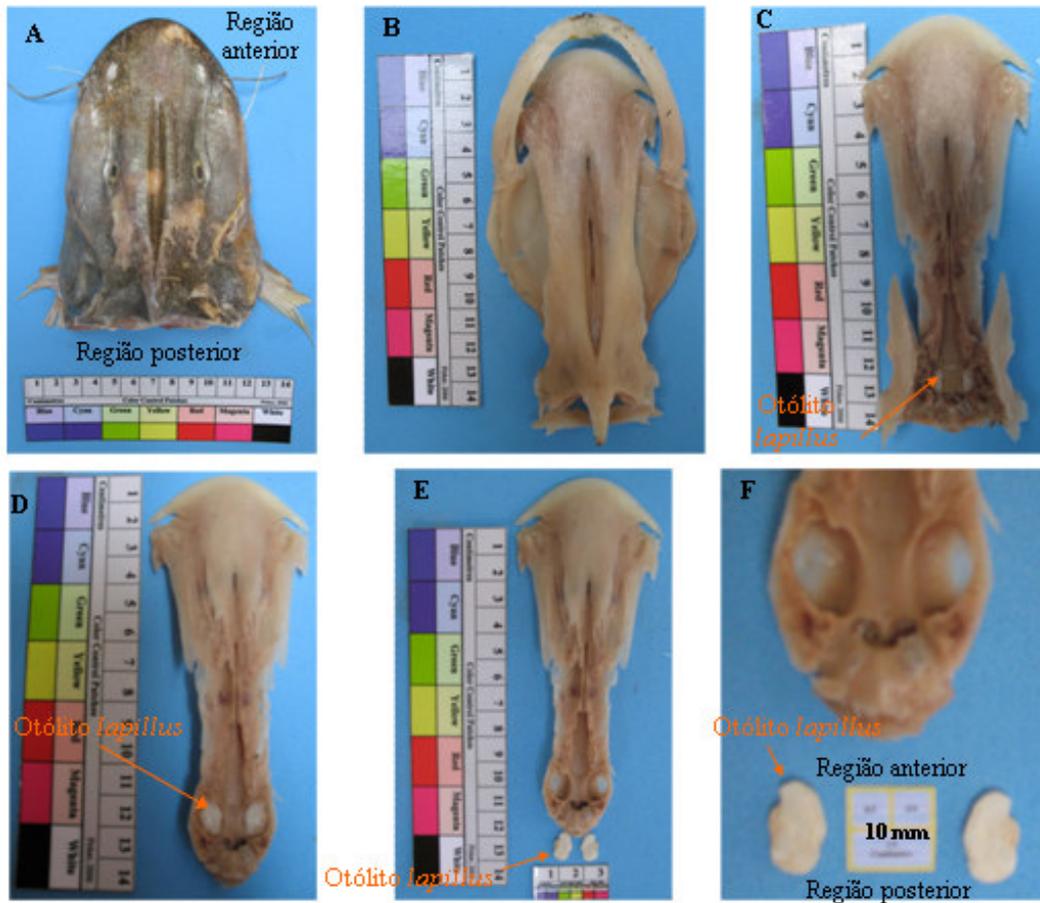


Figura 04. Cabeça de um espécime de dourada (*B. rousseauxii*) de 510 mm de comprimento furcal mostrando as regiões anterior e posterior e a posição dos otólitos *lapillus* no interior do ouvido interno na caixa craniana (A e B). C, D, E e F – Posição dos otólitos *lapillus*, otólito direito no lado direito da foto mostrando o seu lado externo e otólito esquerdo no lado esquerdo também mostrando o seu lado externo.

OTÓLITO *LAPILLUS* DIREITO

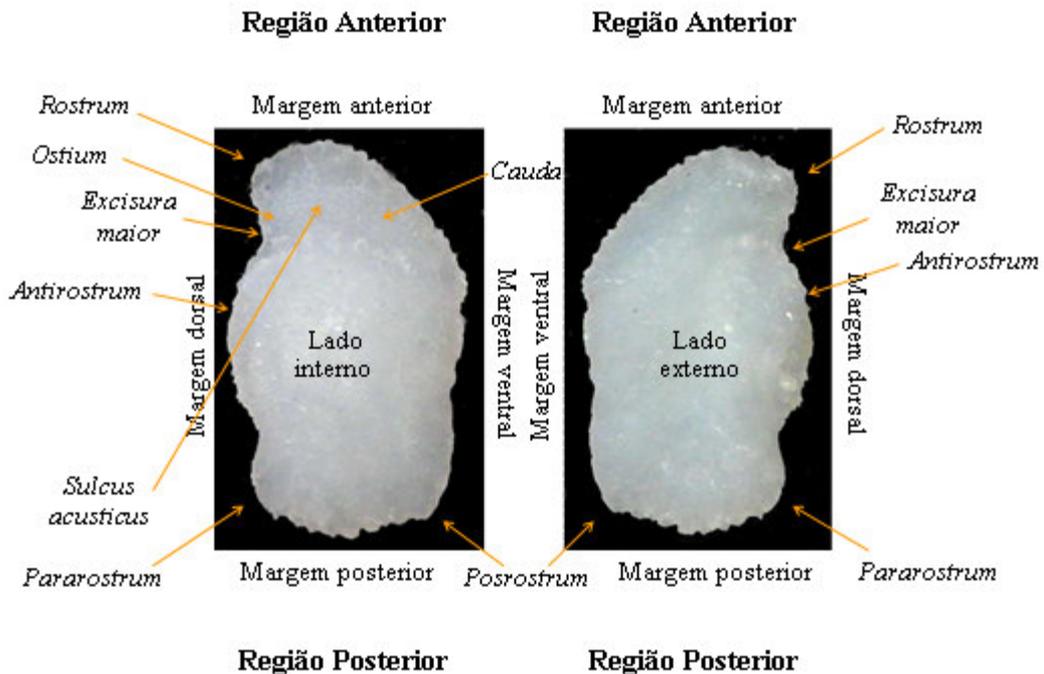


Figura 05. Otólito *lapillus* direito de *B. rousseauxii* de 85 mm de comprimento furcal. Otólito com dimensões de 2,63 mm (CMO) e 1,71 mm (LMO). A foto da direita mostra o lado externo do otólito direito e a foto da esquerda mostra o lado interno do mesmo. As estruturas são evidenciadas pelas setas conforme o lado observado.

Das estruturas acima mencionadas, as seguintes foram observadas: *rostrum*, *antirostrum*, *excisura maior*, *pararostrum*, *posrostrum*, *sulcus acusticus*, *ostium*, *cauda* e margens anterior, posterior, dorsal e ventral (Figura 05).

A observação dos otólitos para a descrição foi realizada por meio de uma lupa biológica da marca *Ken-A-Vision*® com luz refletida, a qual estava acoplada a uma câmera de vídeo (*Ken-A-Vision*® *Pupil Cam*®) e a um notebook (Figura 06). As imagens foram registradas e analisadas com o software *Applied Vision*®, incluído no pacote *Ken-A-Vision*.

Os otólitos foram separados e agrupados de acordo com o comprimento furcal das espécies estudadas, ou seja, em classes de comprimento de um cm para as duas espécies. Para cada classe de comprimento foram analisados até três pares de otólitos.

A descrição foi realizada com os otólitos inteiros, onde se buscou a identificação e forma das estruturas a serem analisadas. Os lados interno e externo de cada otólito foi fotografado e as suas descrições foram repassadas para uma planilha específica (Anexo 03).

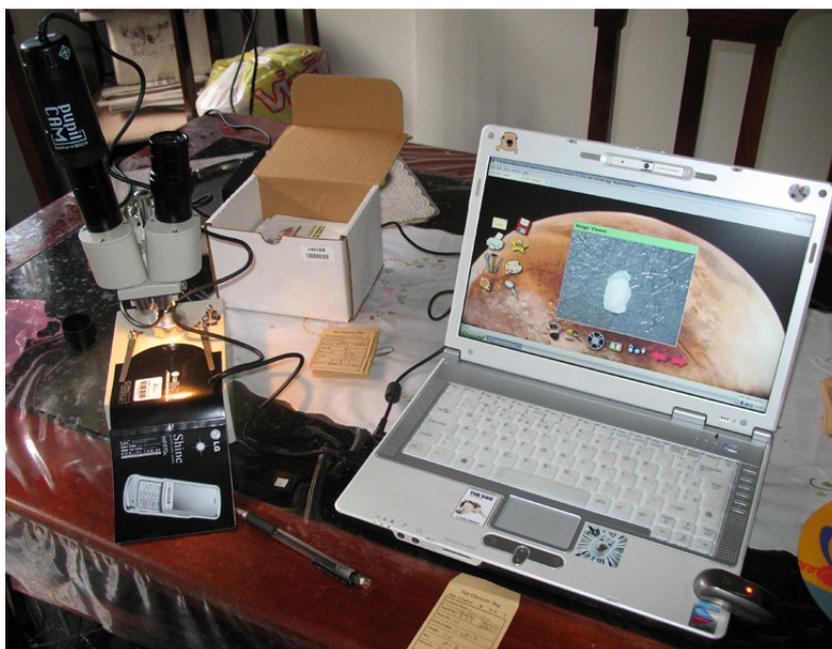


Figura 06. Lupa biológica, sistema de vídeo e computador utilizados na descrição dos otólitos.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

3.5.1. Morfometria dos Otólitos

Primeiramente, as medidas morfométricas dos otólitos direito e esquerdo foram testadas através do teste t de *Student* (Sokal & Rohlf, 1995; Zar, 1999) para a verificação de diferenças significativas entre o desenvolvimento dos dois otólitos.

A seguinte hipótese nula (H_0) foi testada: não existem diferenças no desenvolvimento entre o otólito direito e esquerdo de um mesmo indivíduo. Caso não havendo diferenças, qualquer um dos pares poderia ser então utilizado para as seguintes regressões:

3.5.1.1. Comprimento furcal do espécime (CF) x comprimento máximo do otólito (CMO)

$$CF = a \times CMO^b$$

Onde: CF = comprimento furcal do espécime em milímetros e CMO = comprimento máximo do otólito em milímetros. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\ln CF = \ln a + b (\ln CMO)$$

3.5.1.2. Comprimento furcal do espécime (CF) x largura máxima do otólito (LMO)

$$CF = a \times LMO^b$$

Onde: CF = comprimento furcal do espécime em milímetros e LMO = largura máxima do otólito em milímetros. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\ln CF = \ln a + b (\ln LMO)$$

3.5.1.3. Comprimento furcal do espécime (CF) x peso total do otólito (PTO)

$$\mathbf{CF = a \times PTO^b}$$

Onde: CF = comprimento furcal do espécime em milímetros e PTO = peso total do otólito em miligramas. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\mathbf{\ln CF = \ln a + b (\ln PTO)}$$

3.5.1.4. Peso total do espécime (PT) x comprimento máximo do otólito (CMO)

$$\mathbf{PT = a \times CMO^b}$$

Onde: PT = peso total do espécime em gramas e CMO = comprimento máximo do otólito em milímetros. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\mathbf{\ln PT = \ln a + b (\ln CMO)}$$

3.5.1.5. Peso total do espécime (PT) x largura máxima do otólito (LMO)

$$\mathbf{PT = a \times LMO^b}$$

Onde: PT = peso total do espécime em gramas e LMO = largura máxima do otólito em milímetros. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\mathbf{\ln PT = \ln a + b (\ln LMO)}$$

3.5.1.6. *Peso total do espécime (PT) x peso total do otólito (PTO)*

$$PT = a \times PTO^b$$

Onde: PT = peso total do espécime em gramas e PTO = peso total do otólito em miligramas. Os parâmetros a e b são estimados através da regressão geométrica (Ricker, 1975) utilizando a forma linearizada da função potência:

$$\ln PT = \ln a + b (\ln PTO)$$

3.5.2. *Descrição dos Otólitos*

A análise da forma e estruturas dos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba seguiu apenas a observação direta dos mesmos, buscando-se a classificação dos mesmos de acordo com as classes de comprimento das duas espécies. Assim, as duas espécies foram divididas em categorias conforme a morfologia de seus otólitos *lapillus*.

Vale ressaltar, que os otólitos foram analisados aos pares (direito e esquerdo), entretanto, para a descrição foi utilizado somente o par direito e observado pelo lado interno do mesmo com intuito de não haver confusão de regiões e estruturas. A Figura 07 ilustra um otólito direito com o seu lado interno, conforme o mesmo foi descrito.



Figura 07. Otólito *lapillus* direito de um espécime de piramutaba de 126 mm de comprimento furcal mostrando o seu lado interno utilizado na descrição morfológica. Dimensões do otólito: 3,15mm (CMO) e 2,00 mm (LMO).

4. RESULTADOS

4.1. RELAÇÃO PESO TOTAL X COMPRIMENTO FURCAL

A relação entre o peso total e o comprimento furcal para 1.483 espécimes de *B. rousseauxii* e 2.473 espécimes de *B. vaillantii* foi calculada e os parâmetros **a** e **b** estimados.

O teste “t” aplicado aos dados mostrou que o coeficiente da regressão da relação peso total / comprimento furcal foi significativamente diferente de três ($P < 0,05$) para os espécimes machos, fêmeas, de sexo indeterminado e para o total, tanto para a dourada como também para a piramutaba.

Os resultados dos dados das regressões aplicados aos dados logaritmizados do peso total e do comprimento furcal para os machos, fêmeas, espécimes de sexo indeterminado e para o total de espécimes para as duas espécies

podem ser observados na Tabela 01. E as equações que descrevem a relação entre o peso total e o comprimento furcal para a dourada e a piramutaba podem ser observadas na Tabela 02.

Para o total de espécimes, foram adicionadas 1.231 douradas que não foram enquadradas nas categorias fêmeas, machos e de sexo indeterminado, o mesmo ocorrendo com a piramutaba, sendo que para esta espécie o acréscimo de espécimes foi de 732.

As Figuras 08 e 09 descrevem o crescimento alométrico da dourada e o ajuste linear pelo método dos mínimos quadrados, respectivamente. E as Figuras 10 e 11 descrevem o crescimento alométrico da piramutaba e o ajuste linear pelo método dos mínimos quadrados, respectivamente.

Tabela 01. Resultados das regressões entre o ln do peso total e o ln do comprimento furcal dos espécimes de dourada (*B. rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*). Onde: AX = amplitude da variável independente (comprimento furcal); b = coeficiente de regressão; ln a = valor da constante de regressão logaritimizada; r = coeficiente de correlação e n = número de espécimes utilizados na regressão.

DOURADA							
SEXO	AX	ln a	b	n	r	t	P
Fêmeas	145 - 807	- 12,6677	3,1941	102	0,9879	3.87	P < 0,05
Machos	100 - 779	- 12,4857	3,1677	98	0,9884	3.38	P < 0,05
Indeter.	66 - 500	- 12,4044	3,1731	52	0,9970	4.99	P < 0,05
Total	53 - 835	- 11,5613	3,0279	1.483	0,9964	4.22	P < 0,05
PIRAMUTABA							
SEXO	AX	ln a	b	n	r	t	P
Fêmeas	108 - 697	- 9,3591	2,6707	460	0,8339	3.98	P < 0,05
Machos	113 - 660	- 12,1835	3,1465	347	0,9909	6.38	P < 0,05
Indeter.	33 - 470	- 11,8057	3,0654	934	0,9932	5.45	P < 0,05
Total	33 - 697	- 12,1314	3,1441	2.473	0,9965	27.01	P < 0,05

Tabela 02. Equações que descrevem a relação entre o peso total e o comprimento furcal da dourada e da piramutaba.

SEXO	DOURADA	PIRAMUTABA
Machos	$PT = 3,8 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1677}$	$PT = 5,1 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1465}$
Fêmeas	$PT = 3,2 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1941}$	$PT = 8,6 \times 10^{-5} \times Cf^{2,6707}$
Indeter.	$PT = 4,1 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1731}$	$PT = 7,5 \times 10^{-6} \times Cf^{3,0654}$
Total	$PT = 9,5 \times 10^{-6} \times Cf^{3,0279}$	$PT = 5,4 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1441}$

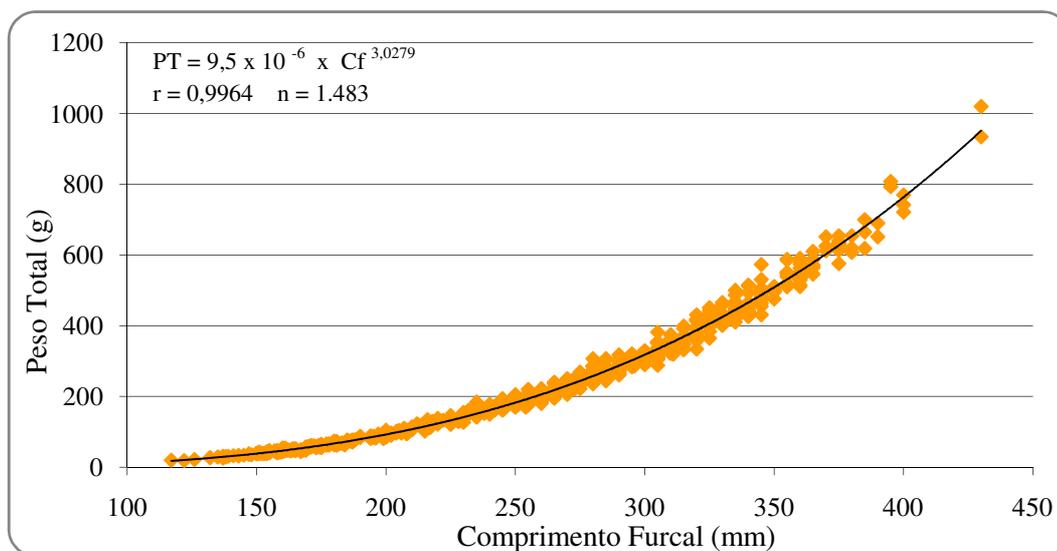


Figura 08. Relação entre o peso corporal total e o comprimento furcal de 1.483 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

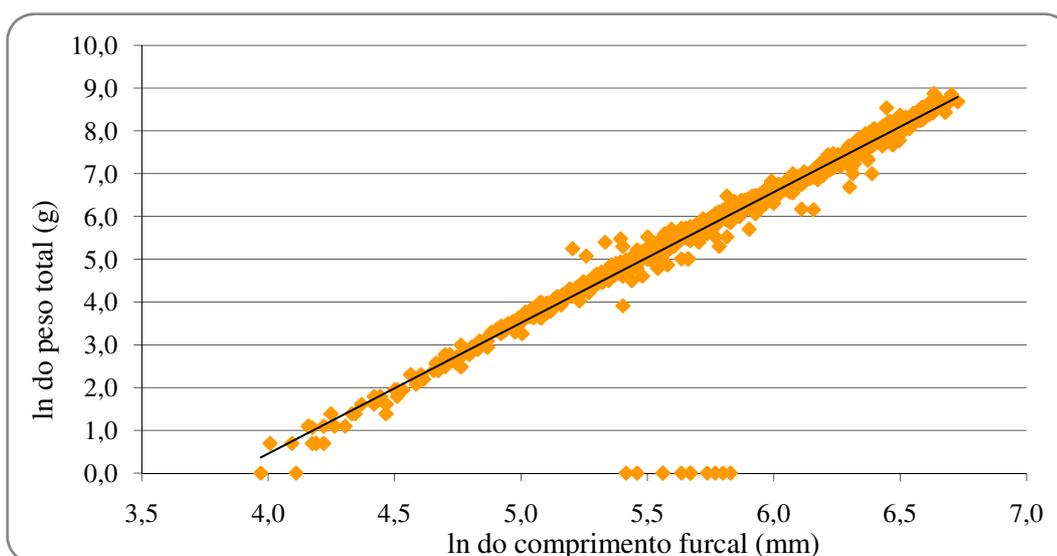


Figura 09. Ajuste da reta de regressão dos dados logaritmizados do peso corporal total e do comprimento furcal de 1.483 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

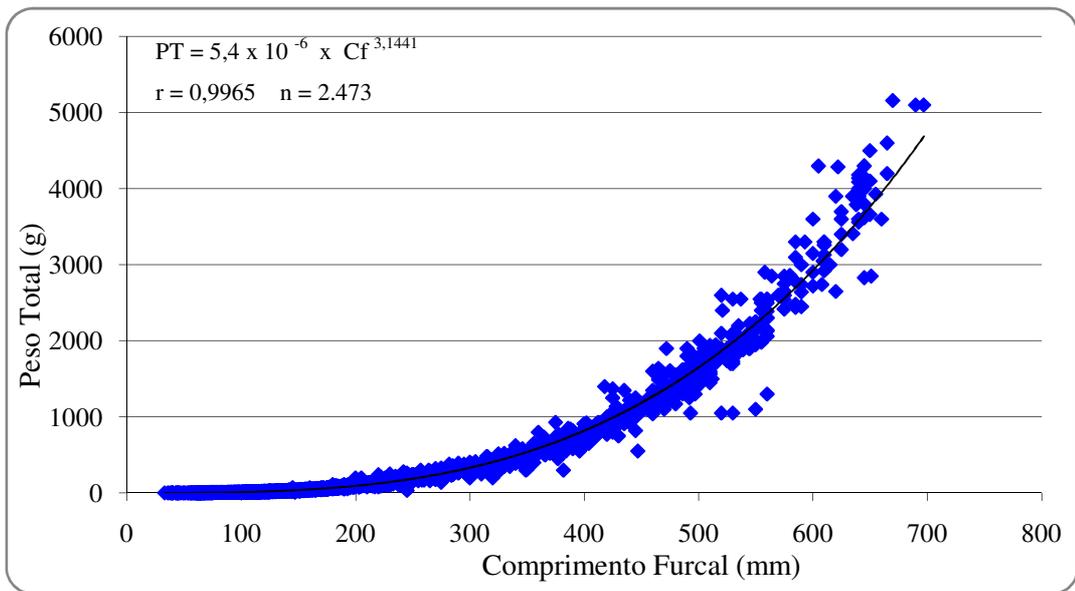


Figura 10. Relação entre o peso corporal total e o comprimento furcal de 2.473 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

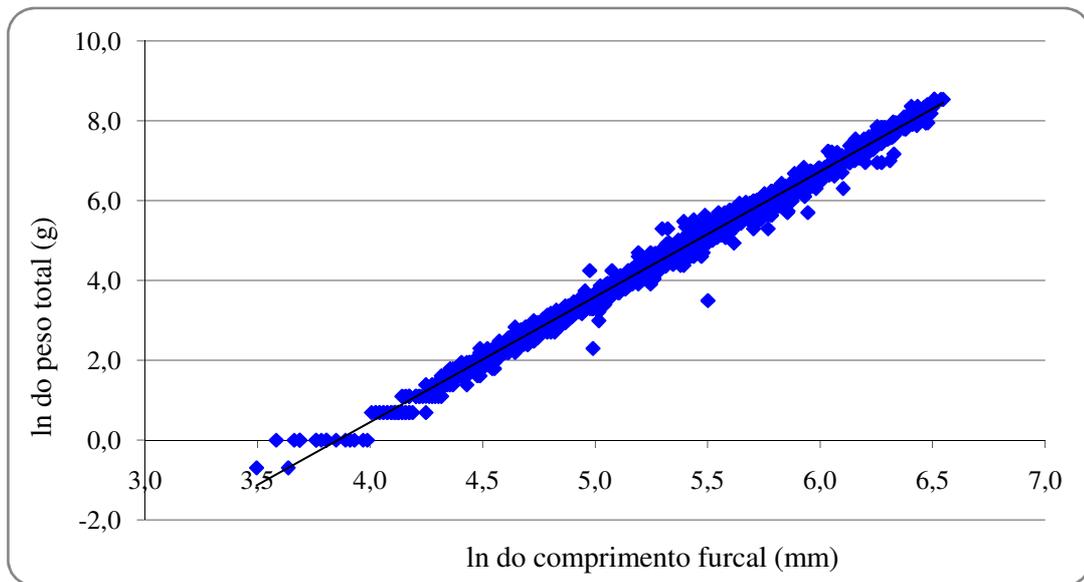


Figura 11. Ajuste da reta de regressão dos dados logaritmizados do peso corporal total e do comprimento furcal de 2.473 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2. MORFOMETRIA DOS OTÓLITOS

4.2.1. Divisões por Classes de Comprimento

Os 1.025 pares de otólitos de piramutaba foram provenientes de indivíduos distribuídos em 59 classes de comprimento, entre 7 e 71 cm e os 853 otólitos de dourada foram classificados em 41 classes de comprimento, entre 7 e 52 cm.

4.2.2. Resultados das Medidas Morfométricas

Do total de otólitos *lapillus* de piramutaba medidos, o que apresentou as menores medidas morfométricas foi o de um espécime de 70 mm de comprimento furcal proveniente da foz do rio Amazonas (Projeto JICA), cujas medidas do otólito *lapillus* esquerdo foram: 1,73 mm de comprimento máximo; 1,01 mm de largura máxima; o peso não foi registrado pela balança. Já o que apresentou as maiores medidas morfométricas pertencia a um espécime de 710 mm de comprimento furcal proveniente do projeto ProVárzea (cidade de Santarém-PA), cujas medidas do otólito *lapillus* direito foram: 9,71 mm de comprimento máximo; 5,85 mm de largura máxima e 0,154 mg de peso total. As médias observadas das medidas morfométricas dos otólitos direito e esquerdo para o total de otólitos analisados foram: 4,52 mm (dp \pm 1,49 mm) e 4,52 mm (dp \pm 1,50 mm) de comprimento máximo; 2,88 mm (dp \pm 0,88 mm) e 2,90 mm (dp \pm 0,91 mm) de largura máxima; 0,022 mg (dp \pm 0,024 mg) e 0,022 mg (dp \pm 0,024 mg) de peso total, respectivamente.

Em relação à dourada, do total de otólitos medidos, o que apresentou as medidas morfométricas menores foi o de um espécime de 66 mm de comprimento furcal proveniente da foz do rio Amazonas (Projeto JICA), cujas medidas do otólito *lapillus* esquerdo foram: 1,74 mm de comprimento máximo; 1,07 mm de largura

máxima e cujo peso a balança não registrou. E o que apresentou as maiores medidas morfométricas foi um otólito esquerdo pertencente a um espécime proveniente da Baía de Marajó de 520 mm de comprimento furcal, cujas medidas foram: 10,41 mm de comprimento máximo; 6,46 mm de largura máxima e 0,144 mg de peso total. As médias observadas das medidas morfométricas do total de otólitos *lapillus* direito e esquerdo de dourada foram: 7,60 mm (dp \pm 1,63 mm) e 7,56 mm (dp \pm 1,62 mm) de comprimento máximo; 4,67 mm (dp \pm 0,96 mm) e 4,73 mm (dp \pm 0,97 mm) de largura máxima e 0,068 mg (dp \pm 0,034 mg) e 0,068 mg (dp \pm 0,034 mg) de peso total, respectivamente.

O resumo das medidas morfométricas dividido por áreas de amostragem para as duas espécies pode ser visualizado nas Tabelas 03 e 04.

Tabela 03. Resumo da estatística descritiva das medidas morfométricas registradas dos otólitos *lapillus* de dourada (*B. rousseauxii*) por área de coleta. Legenda: n CM = número de otólitos com o comprimento máximo medido; n LM = número de otólitos com a largura máxima medida e n PT = número de otólitos com o peso total estimado. Baía de Marajó: Colares e Mosqueiro; Foz do rio Amazonas: JICA.

COLARES						MOSQUEIRO					
Otólito direito			Otólito esquerdo			Otólito direito			Otólito esquerdo		
n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT
198	198	166	198	198	166	594	594	592	594	594	592
mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín
4,04	2,07	0,008	3,98	2,56	0,009	5,76	3,59	0,026	5,06	3,62	0,025
máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx
9,50	5,90	0,116	9,50	6,16	0,120	11,25	8,55	0,198	11,22	8,62	0,192
méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd
6,13	3,83	0,035	6,11	3,86	0,035	8,41	5,13	0,082	8,36	5,21	0,082
dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp
1,19	0,69	0,023	1,20	0,69	0,023	0,87	0,55	0,027	0,88	0,55	0,027
JICA						TOTAL					
Otólito direito			Otólito esquerdo			Otólito direito			Otólito esquerdo		
n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT
61	61	50	61	61	50	853	853	808	853	853	808
mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín
1,74	1,10	0,003	1,74	1,07	0,003	1,74	1,10	0,003	1,74	1,07	0,003
máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx
7,89	4,77	0,065	7,91	4,93	0,065	11,25	8,55	0,198	11,22	8,62	0,192
méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd
4,47	2,89	0,016	4,47	2,92	0,016	7,60	4,67	0,068	7,56	4,73	0,068
dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp
1,41	0,87	0,013	1,38	0,89	0,013	1,63	0,96	0,034	1,62	0,97	0,034

Tabela 04. Resumo da estatística descritiva das medidas morfométricas registradas dos otólitos *lapillus* de piramutaba (*B. vaillantii*) por área de coleta. Legenda: n CM = número de otólitos com o comprimento máximo medido; n LM = número de otólitos com a largura máxima medida e n PT = número de otólitos com o peso total estimado. Baía de Marajó: Colares e Mosqueiro; Foz do rio Amazonas: JICA; rio Solimões-Amazonas: ProVárzea.

COLARES						MOSQUEIRO					
Otólito direito			Otólito esquerdo			Otólito direito			Otólito esquerdo		
n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT
629	629	626	629	629	626	51	51	51	51	51	51
mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín
2,00	1,20	0,001	1,99	1,25	0,001	4,12	2,57	0,013	4,12	2,60	0,013
máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx
5,39	3,37	0,025	5,41	3,49	0,026	6,72	4,22	0,050	6,61	4,23	0,050
méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd
4,16	2,70	0,014	4,17	2,70	0,014	5,15	3,25	0,024	5,11	3,29	0,024
dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp
0,56	0,35	0,004	0,56	0,36	0,004	0,57	3,34	0,007	0,56	0,34	0,007
JICA						PROVÁRZEA					
Otólito direito			Otólito esquerdo			Otólito direito			Otólito esquerdo		
n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT
165	166	120	165	166	120	179	179	175	179	179	175
mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín
1,76	1,08	0,002	1,73	1,01	0,002	3,97	3,08	0,021	4,04	3,11	0,021
máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx
4,52	3,09	0,017	4,53	3,04	0,017	9,71	5,89	0,154	9,70	6,08	0,157
méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd
2,89	1,86	0,006	2,87	1,86	0,006	4,52	2,88	0,022	4,52	2,90	0,022
dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp
0,65	0,44	0,003	0,66	0,44	0,003	1,48	0,88	0,024	1,50	0,91	0,024
TOTAL											
Otólito direito						Otólito esquerdo					
n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT	n CM	n LM	n PT
1.024	1.025	972	1.024	1.025	972	1.024	1.025	972	1.024	1.025	972
mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín	mín
1,76	1,08	0,001	1,73	1,01	0,001	1,73	1,01	0,001	1,73	1,01	0,001
máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx	máx
9,71	5,89	0,154	9,71	5,89	0,154	9,70	6,08	0,157	9,70	6,08	0,157
méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd	méd
4,52	2,88	0,022	4,52	2,88	0,022	4,52	2,90	0,022	4,52	2,90	0,022
dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp	dp
1,49	0,88	0,024	1,49	0,88	0,024	1,50	0,91	0,024	1,50	0,91	0,024

4.2.3. Resultados das Regressões

Precedendo as estimativas das relações existentes entre as medidas corporais (comprimento furcal e peso total) dos espécimes de dourada e de piramutaba com as medidas morfométricas (comprimento máximo, largura máxima e peso total) dos seus otólitos *lapillus*, foi testado por meio do teste-t os otólitos direito e esquerdo. Com o intuito de saber se existiam diferenças significativas entre os mesmos e com isto determinar qual o otólito *lapillus* (direito ou esquerdo) seria o utilizado nas relações.

Para os três parâmetros analisados para as duas espécies não foram observadas diferenças significativas em suas medidas morfométricas, portanto, podendo ser utilizado tanto o otólito direito quanto o esquerdo. Optou-se em utilizar o otólito *lapillus* direito para as duas espécies. O resumo estatístico do teste pareado pode ser observado na Tabela 05.

Tabela 05. Resumo estatístico do teste-t para os otólitos *lapillus* direito e esquerdo de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*). AX = Amplitude do comprimento furcal; CMO = Comprimento máximo do otólito; LMO = largura máxima do otólito; PTO = Peso total do otólito.

Espécie	AX (mm)	Parâmetro	n	t	gl	P
<i>B. rousseauxii</i>	65-520	CMO	853	0,516	1.704	0,6057
		LMO	853	- 1,261	1.704	0,2075
		PTO	808	- 0,012	1.614	0,9901
<i>B. vaillantii</i>	70-710	CMO	1.024	- 0,066	2.046	0,9475
		LMO	1.025	- 0,440	2.048	0,6601
		PTO	972	- 0,013	1.942	0,9894

4.2.3.1. Relação Comprimento Furcal (CF) X Comprimento Máximo do Otólito (CMO)

A relação entre o comprimento furcal e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 01 ($r^2 = 0,90$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 02 ($r^2 = 0,96$).

$$CF = 25,259 * CMO^{1,1571} \quad \text{Equação 01}$$

$$CF = 31,871 * CMO^{1,3381} \quad \text{Equação 02}$$

As Figuras 12 e 13 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

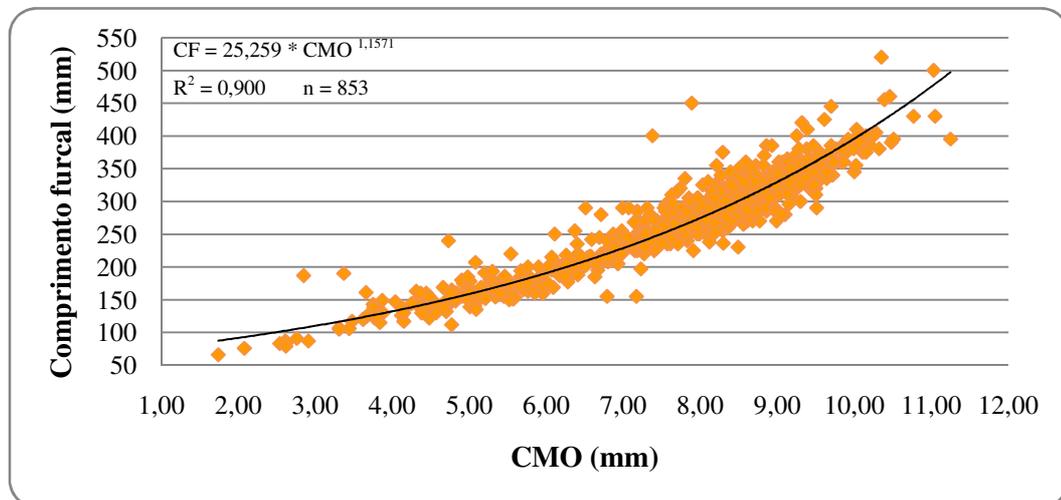


Figura 12. Relação entre o comprimento furcal e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de 853 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

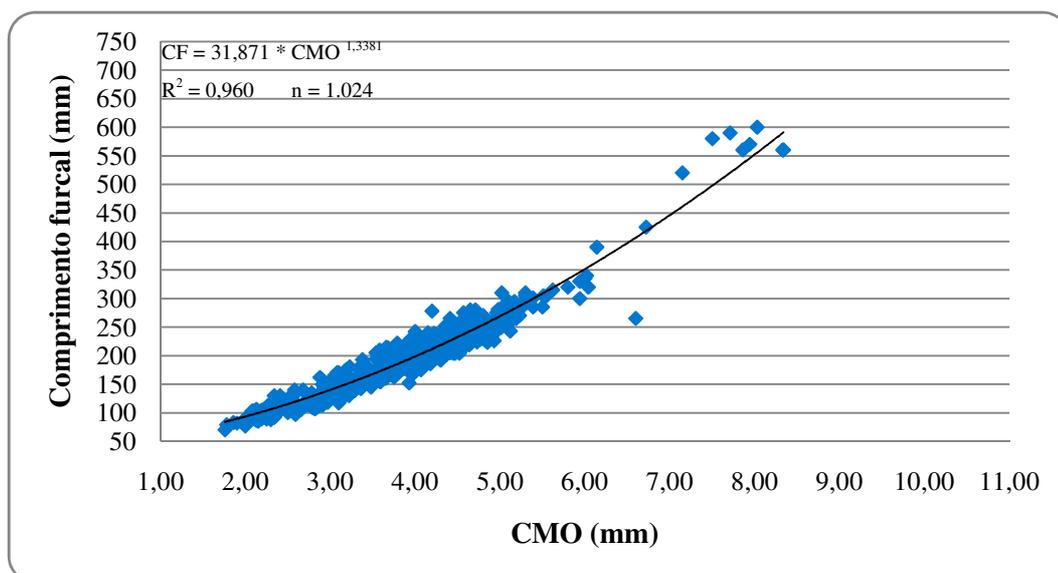


Figura 13. Relação entre o comprimento furcal e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de 1.024 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2.3.2. Relação Comprimento Furcal (CF) X Largura Máxima do Otólito (LMO)

A relação entre o comprimento furcal e a largura máxima do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 03 ($r^2 = 0,88$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 04 ($r^2 = 0,94$).

$$CF = 40,626 * LMO^{1,2127} \quad \text{Equação 03}$$

$$CF = 55,852 * LMO^{1,3722} \quad \text{Equação 04}$$

As Figuras 14 e 15 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

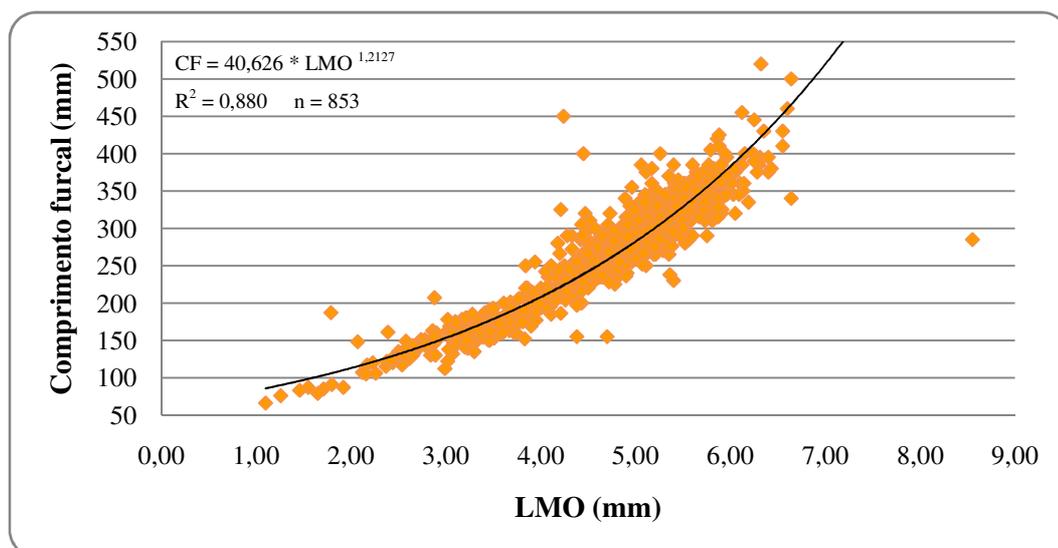


Figura 14. Relação entre o comprimento furcal e a largura máxima do otólito *lapillus* de 853 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

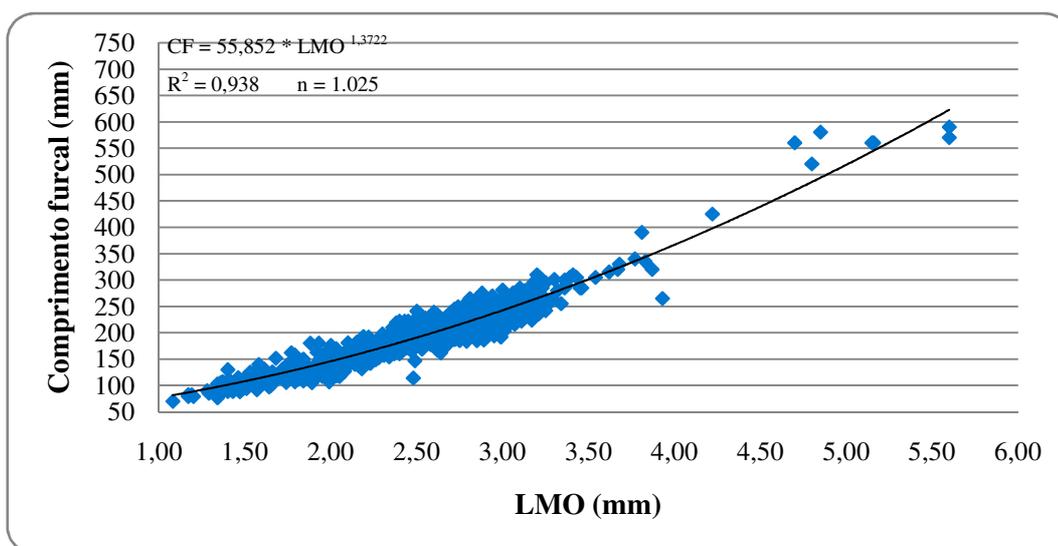


Figura 15. Relação entre o comprimento furcal e a largura máxima do otólito *lapillus* de 1.025 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2.3.3. Relação Comprimento Furcal (CF) X Peso Total do Otólito (PTO)

A relação entre o comprimento furcal e o peso total do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 05 ($r^2 = 0,92$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 06 ($r^2 = 0,95$).

$$CF = 840,419 * PTO^{0,4077} \quad \text{Equação 05}$$

$$CF = 1.641,064 * PTO^{0,4686} \quad \text{Equação 06}$$

As Figuras 16 e 17 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

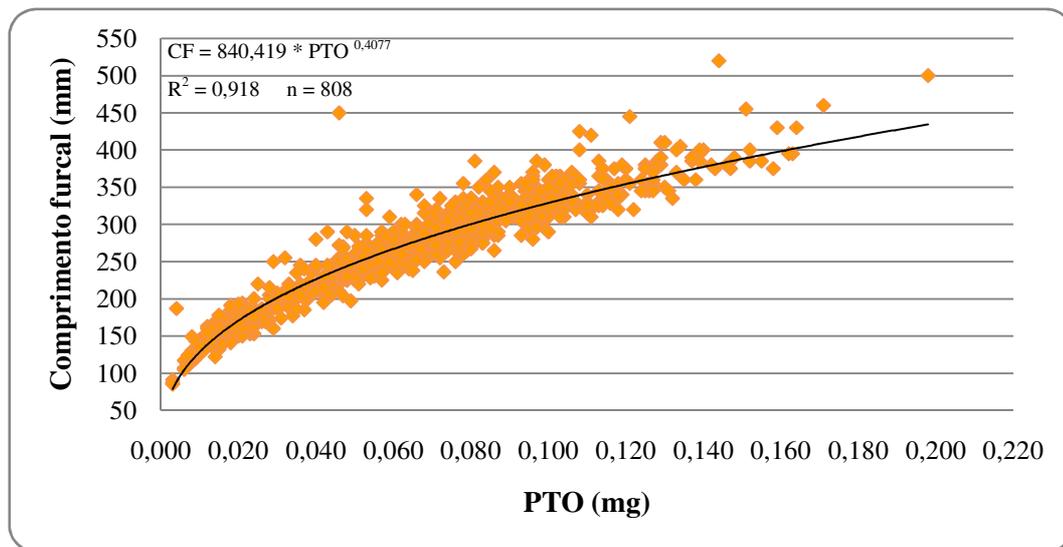


Figura 16. Relação entre o comprimento furcal e o peso total do otólito *lapillus* de 808 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

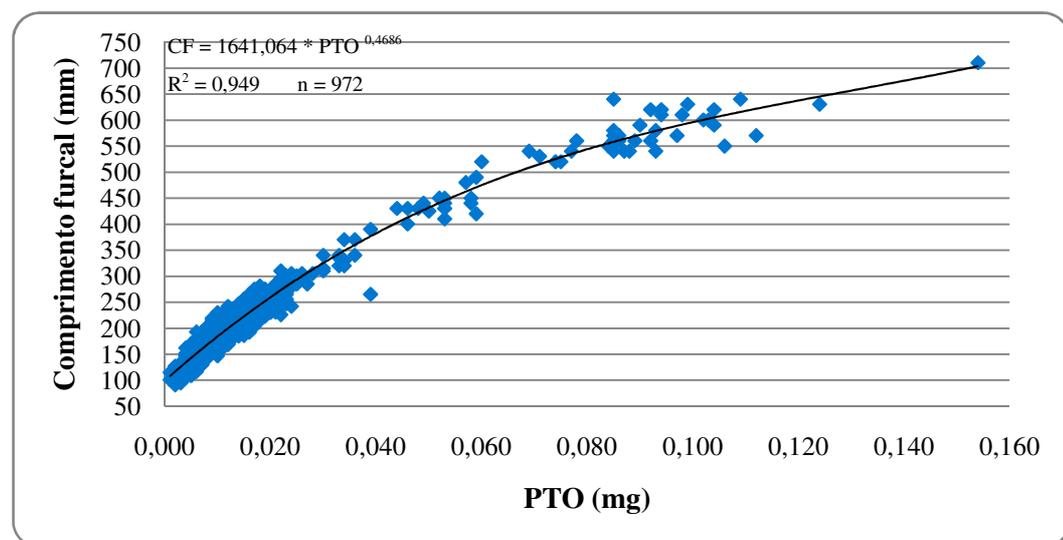


Figura 17. Relação entre o comprimento furcal e o peso total do otólito *lapillus* de 972 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2.3.4. Relação Peso Total (PT) X Comprimento Máximo do Otólito (CMO)

A relação entre o peso total e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 07 ($r^2 = 0,90$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 08 ($r^2 = 0,96$).

$$PT = 0,125 * CMO^{3,6547} \text{ Equação 07}$$

$$PT = 0,3127 * CMO^{4,1857} \text{ Equação 08}$$

As Figuras 18 e 19 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

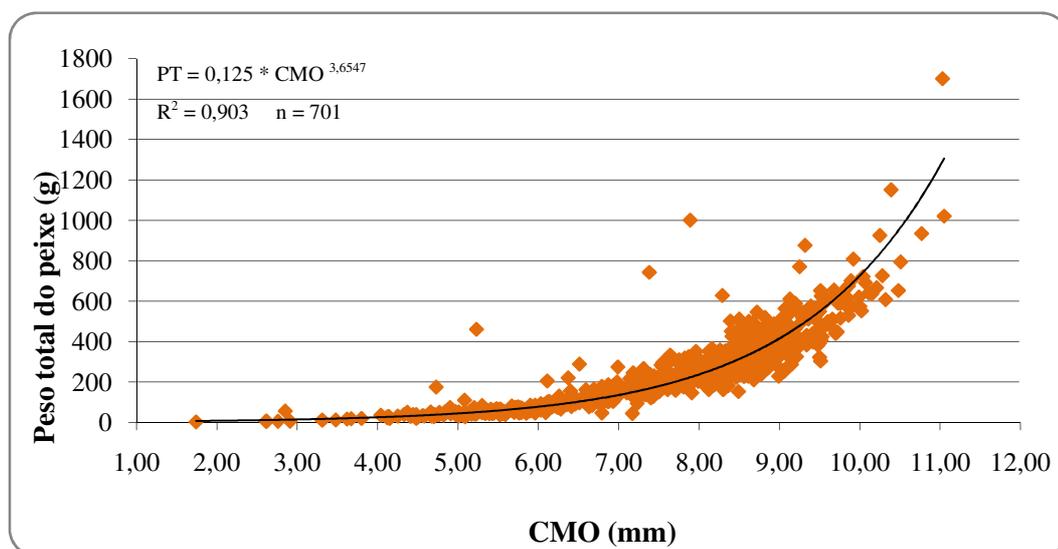


Figura 18. Relação entre o peso corporal total e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de 701 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

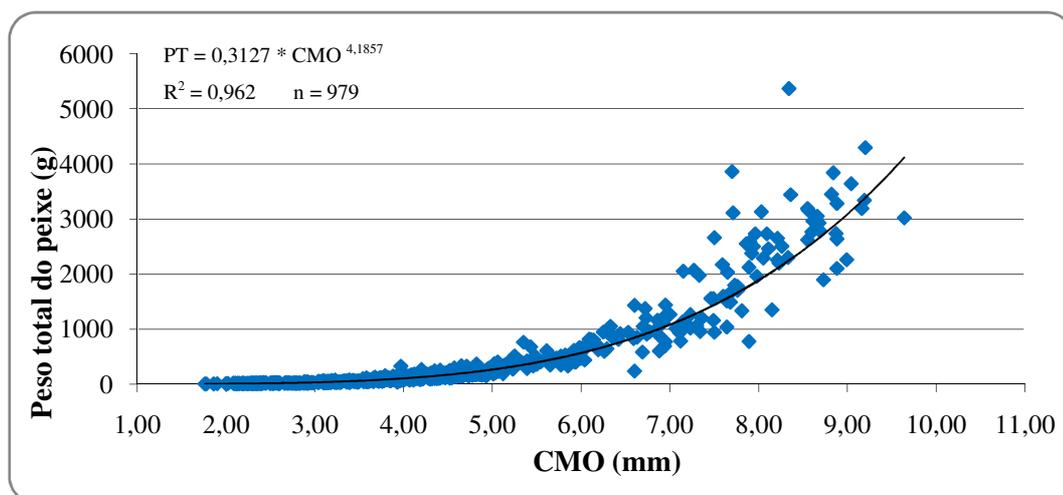


Figura 19. Relação entre o peso corporal total e o comprimento máximo do otólito *lapillus* de 979 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2.3.5. Relação Peso Total (PT) X Largura Máxima do Otólito (LMO)

A relação entre o peso total e a largura máxima do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 09 ($r^2 = 0,88$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 10 ($r^2 = 0,94$).

$$PT = 0,568 * LMO^{3,8294} \quad \text{Equação 09}$$

$$PT = 1,823 * LMO^{4,2788} \quad \text{Equação 10}$$

As Figuras 20 e 21 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

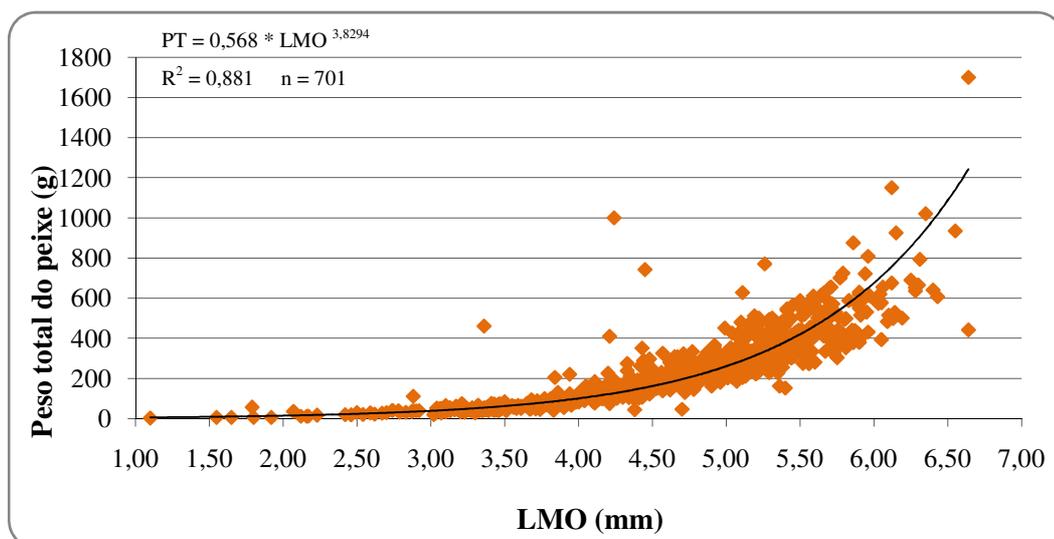


Figura 20. Relação entre o peso corporal total e a largura máxima do otólito *lapillus* de 701 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

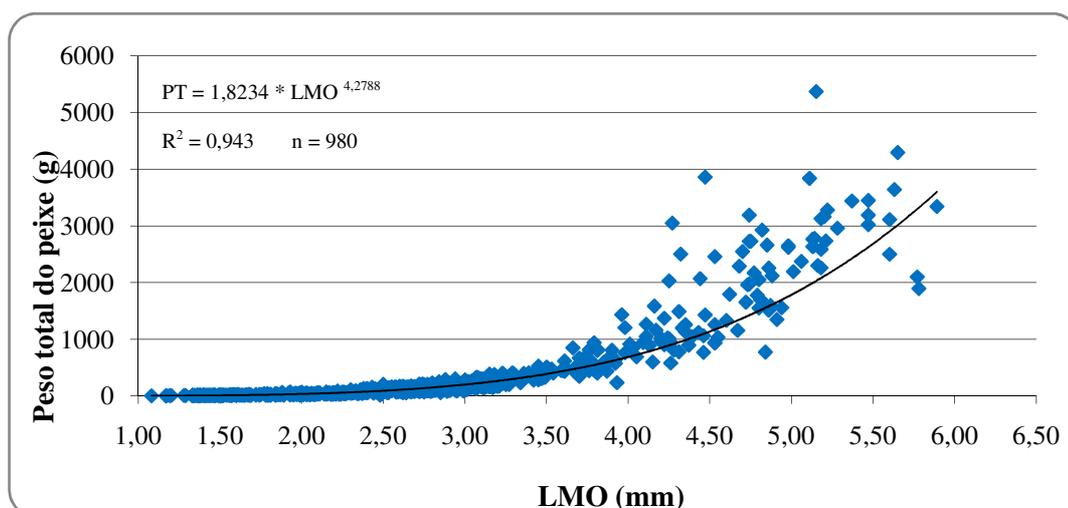


Figura 21. Relação entre o peso corporal total e a largura máxima do otólito *lapillus* de 980 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

4.2.3.6. Relação Peso Corporal Total (PT) X Peso Total do Otólito (PTO)

A relação entre o peso corporal total e o peso total do otólito *lapillus* de dourada é descrita pela Equação 11 ($r^2 = 0,92$) e para a piramutaba é descrita pela Equação 12 ($r^2 = 0,94$).

$$PT = 7.549,98 * PTO^{1,2651} \quad \text{Equação 11}$$

$$PT = 66.675,977 * PTO^{1,4508} \quad \text{Equação 12}$$

As Figuras 22 e 23 ilustram as relações acima mencionadas, respectivamente.

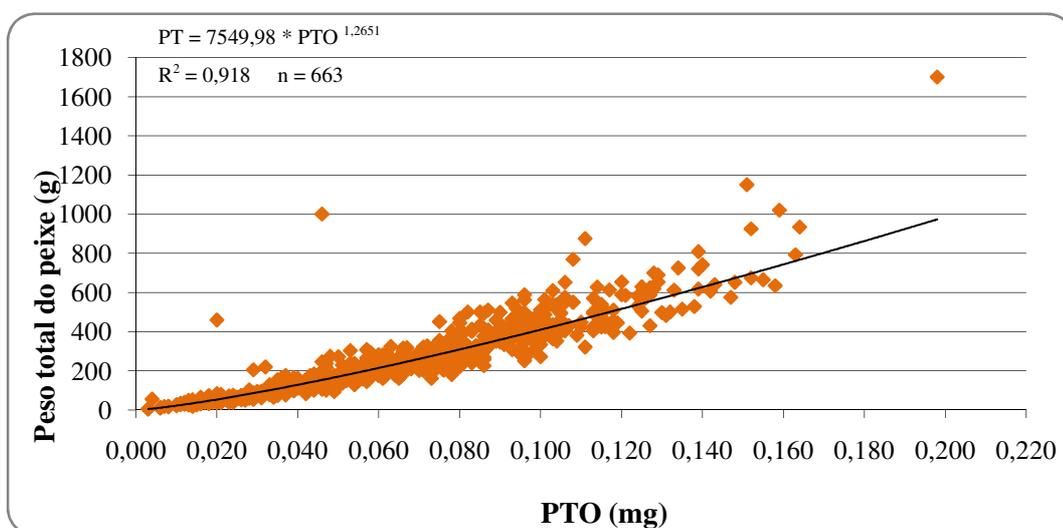


Figura 22. Relação entre o peso corporal total e o peso total do otólito *lapillus* de 663 espécimes de dourada (*B. rousseauxii*).

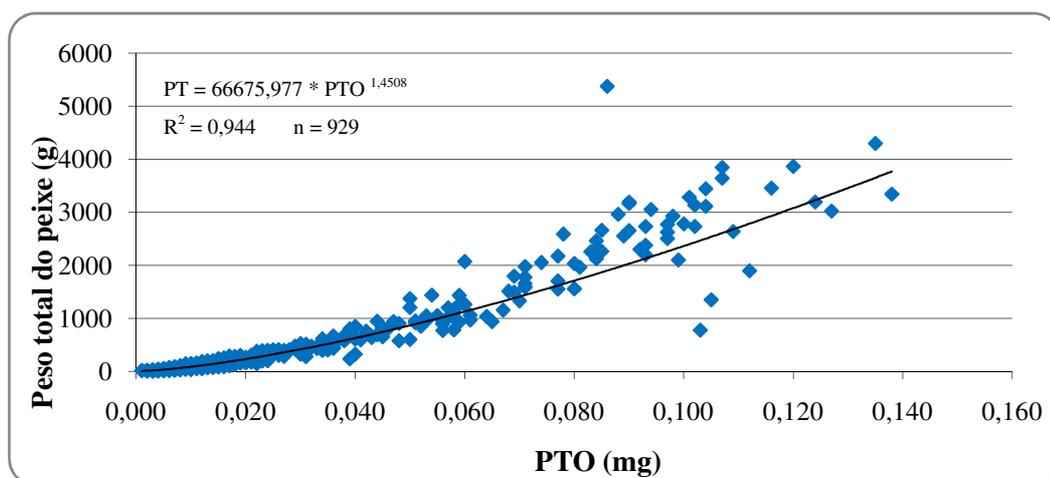


Figura 23. Relação entre o peso corporal total e o peso total do otólito *lapillus* de 929 espécimes de piramutaba (*B. vaillantii*).

O resumo de todas as regressões realizadas entre os otólitos e as medidas corporais das espécies estudadas na presente pesquisa, pode ser visualizado na Tabela 06.

Tabela 06. Resumo das regressões entre as medidas morfométricas dos otólitos com o comprimento furcal (CF) e o peso total (PT) das espécies em estudo. O coeficiente de determinação (R^2) e o tamanho da amostra (n) estão indicados. CMO: comprimento máximo do otólito, LMO: largura máxima do otólito, PTO: peso total do otólito.

Espécie	n	CMO x CF	R²	n	LMO x CF	R²
<i>B. rousseauxii</i>	853	CF = 25,259 * CMO ^{1,1571}	0,900	853	CF = 40,626 * LMO ^{1,2127}	0,880
<i>B. vaillantii</i>	1.024	CF = 31,871 * CMO ^{1,3381}	0,960	1.025	CF = 55,853 * LMO ^{1,3722}	0,938
Espécie	n	PTO x CF	R²	n	CMO X PT	R²
<i>B. rousseauxii</i>	808	CF = 840,419 * PTO ^{0,4077}	0,918	701	PT = 0,125 * CMO ^{3,6547}	0,903
<i>B. vaillantii</i>	972	CF = 1641,06 * PTO ^{0,4686}	0,949	979	PT = 0,3127 * CMO ^{4,1857}	0,962
Espécie	n	LMO x PT	R²	n	PTO x PT	R²
<i>B. rousseauxii</i>	701	PT = 0,568 * LMO ^{3,8294}	0,881	663	PT = 7549,98 * PTO ^{1,2651}	0,918
<i>B. vaillantii</i>	980	PT = 1,8234 * LMO ^{4,2788}	0,943	929	PT = 66675,977 * PTO ^{1,4508}	0,944

4.3. DESCRIÇÃO DOS OTÓLITOS

Conforme a análise macroscópica dos *lapillus*, a dourada pôde ser dividida em 05 categorias, o mesmo ocorrendo também com a piramutaba. Abaixo segue a descrição detalhada dos otólitos *lapillus* para as duas espécies e de acordo com as suas categorias por classes de comprimento furcal observadas. Vale ressaltar mais uma vez que a descrição foi realizada com o otólito direito.

DOURADA

• Categoria I (espécimes de comprimento furcal de 60 mm até 80 mm)

Os otólitos *lapillus* pertencentes a esta categoria apresentam o formato oblongo a fusiforme, com o aspecto das margens totalmente irregular. Nesta categoria a margem dorsal já é dividida em três partes. A primeira corresponde à região anterior onde se encontra o *rostrum*; a segunda se encontra na região mediana, entre a anterior e a posterior, e apresenta o *antirostrum*. E a terceira é composta pela região posterior onde se encontra o *pararostrum*. O *antirostrum* já se mostra bem definido, formando uma espécie de ponto (ponto culminante). O *rostrum* também é bem definido com sua extremidade arredondada e ligeiramente curvada em direção da margem dorsal. A margem ventral é irregular e ligeiramente plana. A margem anterior é convexa e ligeiramente curvada para a esquerda, onde se situa o *rostrum*. A margem posterior é irregular e convexa. O *posrostrum* é convexo e irregular na margem posterior, o mesmo ocorrendo com o *pararostrum* na margem posterior. Nesta categoria já se nota a *excisura maior* que é bem evidente, separando o *rostrum* do *antirostrum*. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura menor*. O lado externo destes otólitos é plano e o núcleo não está situado centralmente.

• Categoria II (espécimes de comprimento furcal a partir de 80 mm até 110 mm)

A forma dos otólitos *lapillus* nesta categoria também é oblonga a fusiforme. A margem dorsal continua dividida nas três partes, anterior, mediana e posterior. Nesta categoria ocorre um incremento considerável no *antirostrum*, chegando a ser proporcionalmente maior que o *rostrum*. O *rostrum* continua com sua extremidade

arredondada e ligeiramente curvada em direção da margem dorsal. A margem ventral é irregular e convexa. Na margem posterior, que é irregular e convexa, o *pararostrum* e o *posrostrum* estão situados paralelamente na mesma direção. A *excisura maior* é bem marcada, separando o *rostrum* do *antirostrum*. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Nesta categoria também ocorre à ausência da *excisura* menor. O lado externo destes otólitos também é plano e o núcleo não está situado centralmente.

• **Categoria III (espécimes de comprimento furcal a partir de 110 mm até 210 mm)**

Nesta categoria os otólitos *lapillus* apresentam ainda o formato oblongo a fusiforme. A margem dorsal dividida nas três partes, anterior, mediana e posterior. O *rostrum* continua com a extremidade voltada em direção da margem dorsal. O *antirostrum* ainda é bem marcado e proeminente. Nesta categoria os otólitos aparentam ter um aspecto frangeado, principalmente nas margens dorsal, ventral e posterior. O *posrostrum* e o *pararostrum* são convexos e irregulares na margem posterior e ainda se situam na mesma direção. A *excisura maior* continua evidente e separando o *rostrum* do *antirostrum*. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo continua sendo plano e o núcleo não está situado centralmente.

• **Categoria IV (espécimes de comprimento furcal a partir de 210 mm até 350 mm)**

Os otólitos *lapillus* desta categoria ainda apresentam o formato oblongo a fusiforme. A margem dorsal é dividida nas três partes, anterior, mediana e posterior. O *rostrum* é arredondado e voltado para a margem dorsal. O *antirostrum* é evidente, entretanto não chega a ser maior que o *rostrum*. Nesta categoria os otólitos começam a adquirir um aspecto mais liso das margens, perdendo o aspecto frangeado, principalmente as margens dorsal, ventral e posterior. O *posrostrum* e o *pararostrum* continuam convexos e irregulares na margem posterior e ainda se situam na mesma direção. A *excisura maior* continua evidente e separa o *rostrum* do *antirostrum*. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes otólitos continua plano e o núcleo não está situado centralmente. Já se observam neste lado anéis de crescimento visíveis nas margens anterior e posterior.

• **Categoria V (espécimes de comprimento furcal a partir de 350 mm)**

Nesta categoria os otólitos *lapillus* apresentam o formato fusiforme, com o aspecto de uma palmilha de sapato. A margem dorsal é dividida nas três regiões, anterior, mediana e posterior. A margem ventral é convexa. O *rostrum* é convexo, e continua voltado para a margem dorsal. O *antirostrum* é evidente, mas não tão protuberante. Os otólitos *lapillus* desta categoria perderam completamente o aspecto frangeado das margens e apresentam suas margens lisas. O *posrostrum* e *pararostrum* são convexos na margem posterior, entretanto, o *posrostrum* aparenta ser mais evidente que o *pararostrum*, não estando os dois na mesma direção. A *excisura maior* continua

evidente e separa o *rostrum* do *antirostrum*. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes otólitos continua sendo plano e o núcleo não está situado centralmente. Anéis de crescimento neste lado externo são mais visíveis nas margens anterior e posterior.

A Figura 24 ilustra a morfologia dos otólitos *lapillus* de dourada, nas categorias de tamanho dos peixes acima identificadas.

PIRAMUTABA

• Categoria I (espécimes de comprimento furcal de 65 mm até 80 mm)

Otólitos *lapillus* pertencentes a esta categoria apresentam o formato oblongo. O *rostrum* com a forma de poligonal a convexo, na margem anterior. A *excisura maior* é praticamente imperceptível. A margem dorsal é irregular e inicia-se a formação do *antirostrum*, ainda prematuro. A margem ventral é convexa e irregular, o mesmo ocorrendo com a margem posterior. O *pararostrum* e o *posrostrum* são convexos e totalmente irregulares. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes otólitos é plano e o núcleo não está situado centralmente.

• Categoria II (espécimes de comprimento furcal a partir de 80 mm até 110 mm)

Nesta categoria o formato do otólito *lapillus* também é oblongo. O *antirostrum* ainda é prematuro, entretanto, já é visível. Já se nota a *excisura maior*, que

separa o *rostrum* do *antirostrum*, nesta categoria. A margem dorsal já é claramente dividida em três partes: a primeira corresponde à região anterior onde se encontra o *rostrum*, que é convexo. A segunda se encontra na região mediana, entre a anterior e a posterior, e apresenta o *antirostrum*. E a terceira é composta pela região posterior onde se encontra o *pararostrum*. O *pararostrum* e o *posrostrum* se situam na mesma direção. A margem ventral é irregular e convexa, o mesmo ocorrendo com a margem posterior. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Não ocorre a *excisura* menor. O lado externo destes otólitos continua sendo plano e o núcleo não ocorre no centro.

• **Categoria III (espécimes de comprimento furcal a partir de 110 mm até 190 mm)**

Os otólitos desta categoria apresentam o formato oblongo. Ocorre um aumento considerável do *antirostrum*, chegando a ser este maior que o *rostrum*. A margem posterior é irregular e começa a adquirir o formato de franja. A *excisura maior* é bem evidente, separando o *rostrum* do *antirostrum*. A margem dorsal é claramente dividida em três partes, anterior, mediana e posterior. O *pararostrum* e o *posrostrum* ainda se situam na mesma direção. A margem ventral é totalmente irregular e aparenta ser dividida em duas regiões: uma anterior e outra posterior. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes otólitos é plano e o núcleo não está situado centralmente. Nestes otólitos já se verifica a presença de anéis de crescimento próximos às margens anterior e posterior, mas não muito marcados, no lado externo dos mesmos.

• **Categoria IV (espécimes de comprimento furcal a partir de 190 mm até 390 mm)**

Otólitos *lapillus* desta categoria apresentam o formato oblongo a fusiforme. A margem posterior é frangeada, sendo que o *posrostrum* já é mais proeminente que o *pararostrum*, formando uma espécie de “bico”. A margem dorsal é dividida nas três partes, anterior, mediana e posterior. O *rostrum* é convexo e o *antirostrum* é bem proeminente. A *excisura maior* é bem marcada e separa o *rostrum* do *antirostrum*. A margem ventral é irregular, convexa e claramente dividida em duas regiões, a anterior e a posterior. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes continua plano e o núcleo não está situado centralmente. Observam-se anéis de crescimento mais visíveis próximos às margens anterior e posterior, no lado externo dos mesmos.

• **Categoria V (espécimes de comprimento furcal a partir de 390 mm)**

Os otólitos *lapillus* desta categoria apresentam o formato fusiforme, com aparência de uma palmilha de sapato. O *rostrum* é convexo, ligeiramente curvado para a esquerda, entretanto, não ultrapassando o *antirostrum*. A margem dorsal dividida em três partes, sendo que a região mediana que contém o *antirostrum* continua bem proeminente. A *excisura maior* é bem marcada, separando o *rostrum* do *antirostrum*. A margem ventral é convexa e dividida em duas regiões, sendo que a posterior apresenta o *posrostrum* que é ligeiramente curvado para a direita. A margem posterior deixou de ser frangeada e adquiriu um formato mais liso. O *sulcus acusticus* está localizado no sentido transversal, estando o *ostium* situado próximo à margem dorsal e a cauda próxima à margem ventral. Ausência de *excisura* menor. O lado externo destes otólitos

é plano e o núcleo não está situado centralmente. Os anéis de crescimento são mais nítidos e situados próximos às margens anterior e posterior, no lado externo dos otólitos.

A Figura 25 ilustra a morfologia dos otólitos *lapillus* de piramutaba, nas categorias de tamanho dos peixes acima identificadas.

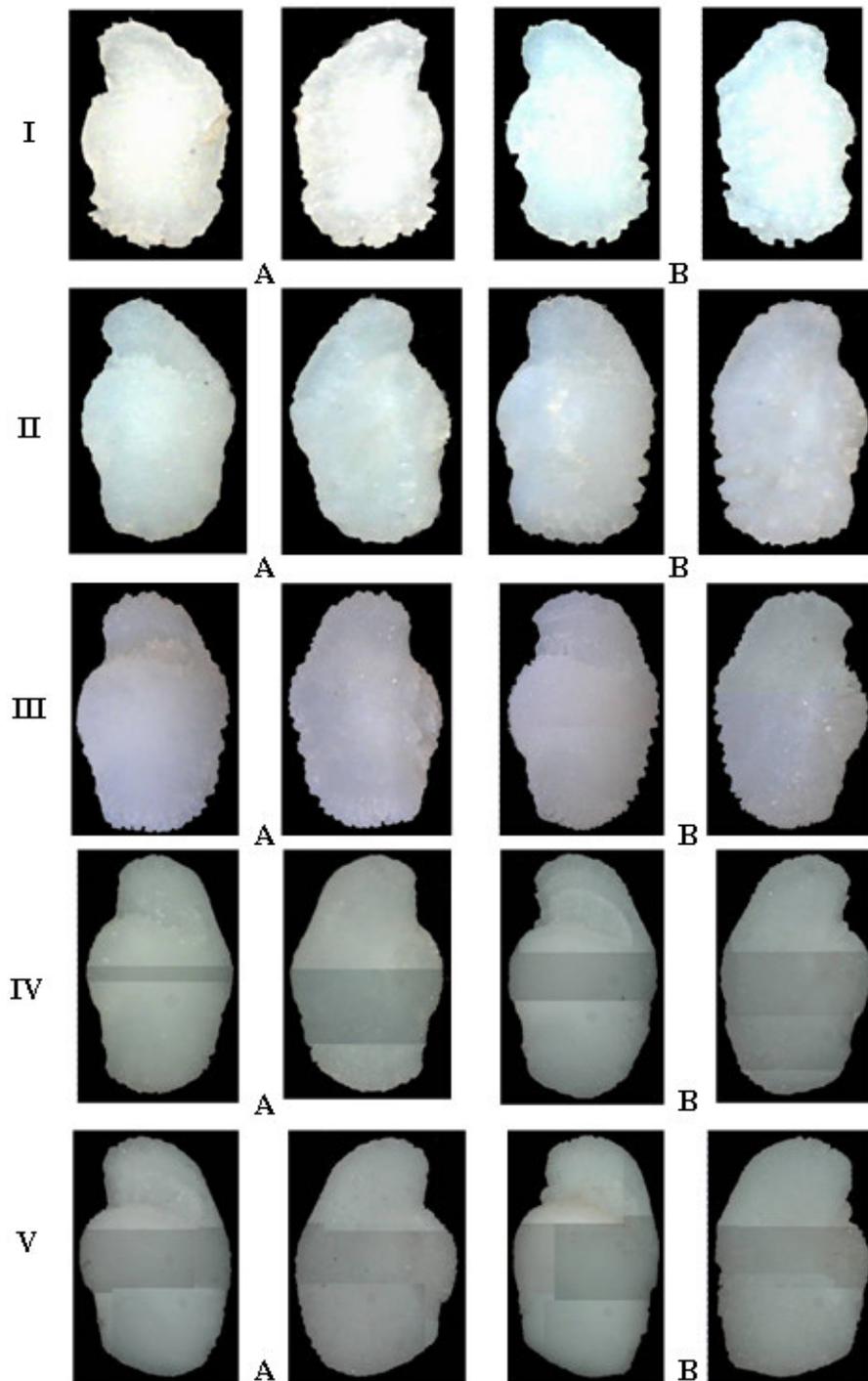


Figura 24. Categorias de otólitos *lapillus* de dourada identificadas de acordo com o desenvolvimento anatômico dos mesmos. Legenda: I (60-80): A (esquerda) – lado interno e externo de um espécime de 65 mm (CF) e B (direita) – lado interno e externo de um espécime de 76 mm (CF); II (80-110): A – 91 mm (CF) e B – 107 mm (CF); III (110-210): A – 137 mm (CF) e B – 196 mm (CF); IV (210-350): A – 228 mm (CF) e B – 305 mm (CF); V (> 350): A – 362 mm (CF) e B – 460 mm (CF).

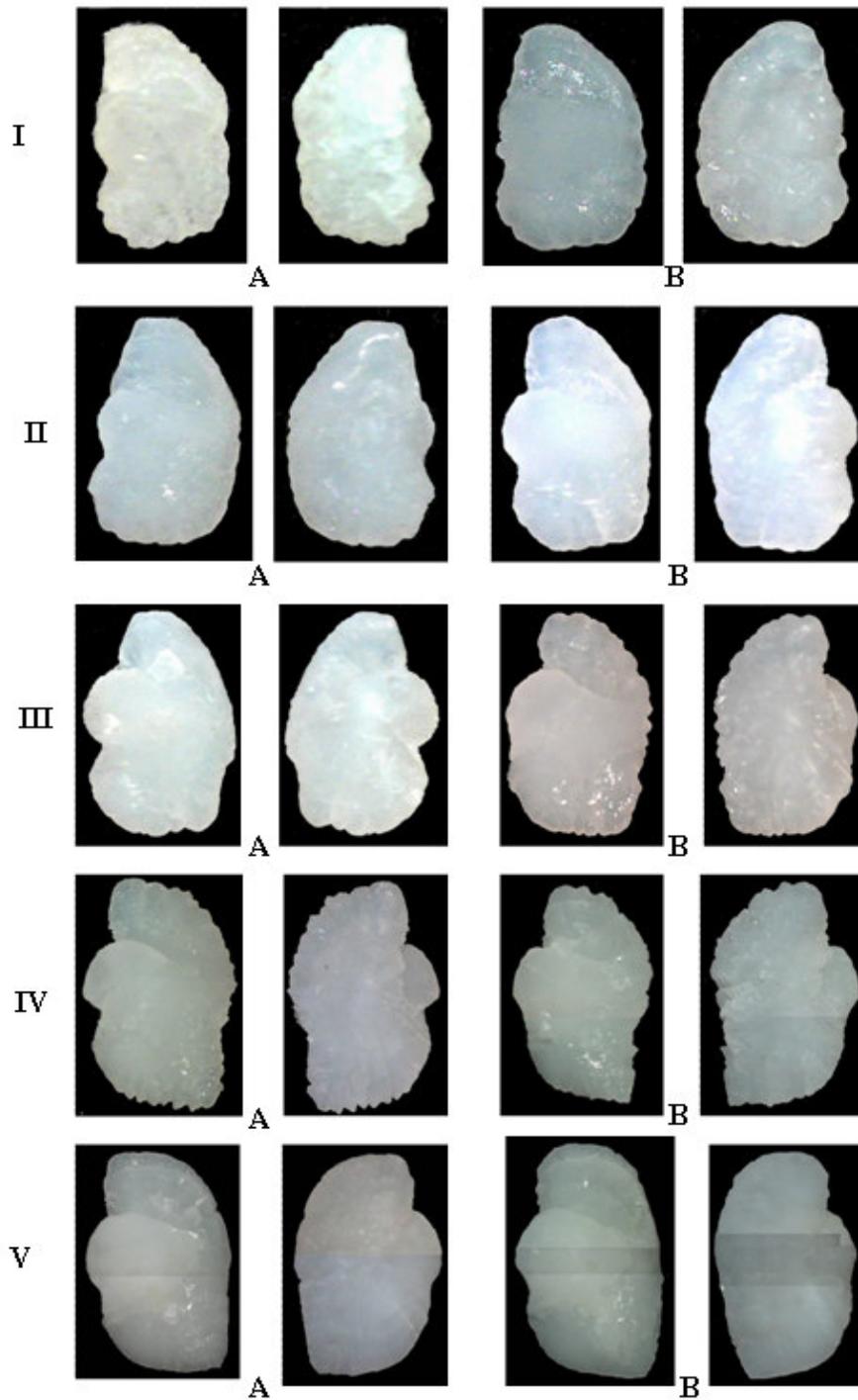


Figura 25. Categorias de otólitos *lapillus* de piramutaba identificadas de acordo com o desenvolvimento anatômico dos mesmos. Legenda: I (65-80): A (esquerda) – lado interno e externo de um espécime de 70 mm (CF) e B (direita) – lado interno e externo de um espécime de 79 mm (CF); II (80-110): A – 83 mm (CF) e B – 97 mm (CF); III (110-190): A – 114 mm (CF) e B – 182 mm (CF); IV (190-390): A – 250 mm (CF) e B – 390 mm (CF); V (> 390): A – 410 mm (CF) e B – 610 mm (CF).

5. DISCUSSÃO

A morfologia e a morfometria de otólitos constituem parâmetros essenciais em estudos de determinação da idade, cadeia trófica, taxonomia, entre outros, uma vez que fornecem os subsídios necessários a esses estudos. Para os peixes da Superordem Ostariophysi, a literatura registra poucos trabalhos acerca da morfologia e morfometria de otólitos. Rêgo *et al.* (1998) fazem uma breve descrição do otólito *lapillus* de dourada (*B. rousseauxii*) e utilizam este par também para algumas análises morfométricas. Villacorta-Correa (1997) analisa alguns parâmetros morfométricos do otólito *lapillus* do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Entretanto, a descrição morfológica de otólitos juntamente com a sua morfometria ainda são ausentes para as espécies de bagres pertencentes à Superordem Ostariophysi. A presente pesquisa buscou preencher esta lacuna e realizar um estudo mais detalhado e que abrangesse várias medidas morfométricas do otólito *lapillus*, assim como também a descrição morfológica do mesmo conforme o desenvolvimento ontogênico para duas espécies de bagres amazônicos, a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*).

A descrição morfológica de otólitos evidencia estruturas que muitas vezes podem ser consideradas distintivas para determinada espécie ou gênero e que podem ser utilizadas para a correta identificação da espécie, principalmente nos estudos sobre cadeia trófica. A grande maioria da literatura que trata sobre a morfologia de otólitos utiliza o par chamado de *sagitta*, que é, em geral, o de maior tamanho e o mais propício em estudos de determinação da idade (Panella, 1974; Gulland, 1976; Chilton & Beamish, 1982; Brothers, 1987; Secor & Laban, 1992). Como, os peixes da Superordem Ostariophysi apresentam modificações anatômicas em seu ouvido interno, devido à presença do Aparelho de Weber (Lagler *et al.*, 1977; Moyle & Cech, 1982), há

dificuldade no uso dos otólitos *sagittae* nestas espécies, visto que são extremamente pequenos e frágeis quando comparados aos outros dois pares de otólitos. Nestas espécies, os estudos com otólitos, principalmente estudos de determinação da idade, são realizados com o par chamado *lapillus*, que é o de maior tamanho. Entretanto, há disparidades na descrição de otólitos de peixes das diferentes Ordens com respeito a nomenclatura utilizada pelos diferentes autores, que muitas vezes, se equivocam no par de otólitos utilizado, denominando os pares erroneamente e os descrevendo sem levar em consideração a correta localização dos mesmos no ouvido interno da espécie analisada. Com isto, a terminologia utilizada para descrever as regiões e estruturas observadas nos otólitos, assim como também o próprio par de otólitos utilizado muitas vezes não condizem com a realidade. Reis (1982) cita o problema sobre a anatomia do ouvido interno de *Netuma barba* (uma espécie da Ordem Siluriformes), principalmente nos estudos sobre determinação da idade em peixes pertencentes à Superordem Ostariophysi. Exemplos ilustrativos destes equívocos podem ser observados no trabalho de Muñoz-Sosa (1996), onde este autor cita o par de otólitos *sagitta* para a determinação da idade em *Brachyplatystoma* ssp, entretanto, suas ilustrações não condizem com este par, e no trabalho de Rêgo *et al.* (1998) onde estes autores apresentam o par de otólitos *lapillus* direito, mas suas ilustrações não condizem com este otólito.

Para não cometer este erro, a presente pesquisa tomou o cuidado de descrever a localização dos otólitos *lapillus* na caixa craniana das espécies estudadas, assim como também o par de otólitos que seria utilizado na descrição e nas medidas morfométricas para as duas espécies em questão. Sendo assim, a morfometria e a obtenção de todos os parâmetros morfométricos foram realizadas com os dois otólitos *lapillus* (direito e esquerdo), e a descrição somente com o otólito direito, uma vez que

não houve diferenças significativas acerca dos parâmetros morfométricos obtidos dos otólitos direito e esquerdo para as duas espécies. Desse modo, tanto o otólito *lapillus* direito como o esquerdo de dourada e de piramutaba poderá ser utilizado em estudos futuros.

Todas as equações obtidas para as duas espécies através das relações entre as medidas morfométricas dos otólitos *lapillus* e as medidas corporais, podem também ser utilizadas em estudos futuros, pois são altamente significativas e explicam uma ampla proporção da variância nos dados. Para a dourada, se o comprimento do otólito for utilizado para se estimar o comprimento furcal, a regressão potencial é explicada por 90% da variância e se o peso do otólito for utilizado, a regressão explica praticamente 92%. Já se o peso do otólito for utilizado para se estimar o peso total, a regressão também é explicada por quase 92%. E para a piramutaba, a relação entre o comprimento do otólito e o comprimento furcal, é explicada por 96%, se o peso do otólito for utilizado, a relação é explicada por quase 95% e se o peso do otólito for utilizado para se estimar o peso total, a regressão é explicada por mais de 94%. Portanto, tanto o comprimento do otólito como o peso do mesmo são bons indicadores para se estimar o comprimento furcal e o peso total das espécies.

Em estudos de determinação de idade em peixes é necessário que exista uma boa correlação entre a estrutura rígida utilizada e o comprimento do peixe para aplicar o retrocálculo. O otólito *lapillus* de dourada e de piramutaba pelos resultados obtidos seguiram o padrão alométrico. Conseqüentemente, ocorre um crescimento de proporcionalidade entre a estrutura rígida com o comprimento corpóreo, de acordo com o desenvolvimento ontogênico das espécies em questão. Este padrão alométrico já foi observado para a dourada por Rêgo *et al.* (1998) e por Alonso (2001). A alometria

também foi observada no presente estudo quando se correlacionou as medidas corporais (comprimento furcal e peso total) para as duas espécies, tanto para espécimes machos, como para fêmeas e para aqueles que não puderam ter seu sexo identificado.

Os otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba mostraram mudanças significativas em sua morfologia de acordo com o desenvolvimento ontogênico das espécies em estudo. Os seus otólitos puderam ser agrupados em cinco categorias distintas, conforme as classes de comprimento furcal observadas e analisadas. Verificou-se, para a dourada, que na categoria denominada I, onde os espécimes apresentaram comprimento furcal a partir de 60 mm até 80 mm, a característica marcante desses otólitos foi aspecto das margens sendo totalmente irregulares, entretanto, já se nota nestes otólitos a *excisura maior* que é bem marcada apesar de serem otólitos pertencentes a espécimes imaturos. Na categoria II, que abrange espécimes de comprimento furcal a partir de 80 mm até 110 mm, ocorre nestes otólitos um incremento significativo do *antirostrum*, chegando a ser proporcionalmente maior que o *rostrum*. Para a categoria III, cujos espécimes apresentaram comprimento furcal a partir de 110 mm até 210 mm, a característica marcante destes otólitos foi o aspecto frangeado, principalmente das margens dorsal, ventral e posterior, sendo que este aspecto ainda poderá ser observado em otólitos de espécimes pertencentes a categoria seguinte, mas não tão marcante. Na categoria IV, que abrange espécimes de comprimento furcal a partir de 210 mm até 350 mm, o aspecto frangeado das margens começa a mudar para um aspecto mais liso e o *antirostrum* apesar de ser proeminente não chega a ser maior que o *rostrum*. A categoria V, cujos espécimes apresentaram comprimento furcal a partir de 350 mm, apresenta como característica principal os otólitos *lapillus* com o *posrostrum* maior que o *pararostrum* em relação a sua projeção.

Dessas cinco categorias observadas para os otólitos *lapillus* de dourada, o formato em si não modificou consideravelmente, permanecendo a forma oblonga, ou seja, o comprimento maior que a largura, no entanto, suas margens e estruturas sofreram modificações ao longo de seu desenvolvimento. Em todas as categorias observadas, o *sulcus acusticus* com a sua região anterior representada pelo *ostium* e a posterior pela cauda, se situa no sentido transversal do otólito *lapillus*, diferentemente do que é observado nos otólitos de outras espécies de peixes. Esta condição já foi observada por Rêgo *et al.* (1998).

Para a piramutaba a categoria denominada I, a qual abrange espécimes de comprimento furcal a partir de 65 mm até 80 mm, os otólitos *lapillus* têm como característica principal a *excisura maior* praticamente imperceptível, dando o aspecto do *rostrum* desses otólitos como sendo de forma poligonal e do *antirostrum* bem imaturo, ainda não totalmente formado, mas evidente. Já na categoria II, que abrange os espécimes de comprimento furcal a partir de 80 mm a 110 mm, ocorrem grandes mudanças quando comparada com a categoria I. A *excisura maior* já se torna visível, com isto, também o *antirostrum*, apesar de ainda ser prematuro, já é bem distinguível. Isto porque na margem dorsal já se nota a divisão em três partes. Na categoria III, cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 110 mm até 190 mm, o *antirostrum* se torna bastante proeminente, chegando a ser maior que o *rostrum*. Outra característica marcante nestes otólitos é o surgimento do aspecto frangeado da margem posterior e o aspecto da margem ventral ser dividida em duas regiões. A categoria IV, que abrange os espécimes de comprimento furcal a partir de 190 mm a 390 mm, tem como características principais a proeminência do *posrostrum*, sendo maior que o *pararostrum*, dando um aspecto de “bico” e o *antirostrum* que é bem evidente. E a

categoria V, a qual abrange os espécimes de comprimento furcal a partir de 390 mm, apresenta os otólitos com suas margens lisas devido ao desaparecimento do aspecto frangeado. Verifica-se a proeminência do *posrostrum* e seu curvamento em direção à margem ventral. Em todas as categorias acima mencionadas se puderam observar mudanças significativas nos otólitos *lapillus* de piramutaba, pelo surgimento e/ou desaparecimento das estruturas analisadas. Para esta espécie também foi observado a posição do *sulcus acusticus* com a sua região anterior, representada pelo *ostium* e a posterior pela cauda, no sentido transversal do otólito. Situação esta sendo indicativa do gênero *Brachyplatystoma*.

6. CONCLUSÕES

- A relação entre o peso total e o comprimento furcal para a dourada mostrou ser do tipo alométrica e não houve diferenças significativas entre os sexos. E a equação que descreve esta relação é: $PT = 9,5 \times 10^{-6} \times Cf^{3,0279}$
- A relação entre o peso total e o comprimento furcal para a piramutaba mostrou ser do tipo alométrica e não houve diferenças significativas entre os sexos. E a equação que descreve esta relação é: $PT = 5,4 \times 10^{-6} \times Cf^{3,1441}$
- O comprimento do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica 90 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 25,259 * CMO^{1,1571}$
- O comprimento do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica 96 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 31,871 * CMO^{1,3381}$

- A largura máxima do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica 88 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 40,626 * LMO^{1,2127}$
- A largura máxima do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica quase 94 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 55,852 * LMO^{1,3722}$
- O peso do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica cerca de 92 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 840,419 * PTO^{0,4077}$
- O peso do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o comprimento furcal da espécie, pois sua relação explica cerca de 95 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $CF = 1.641,06 * PTO^{0,4686}$
- O comprimento do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica cerca de 90 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 0,125 * CMO^{3,6547}$
- O comprimento do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica cerca de 96 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 0,3127 * CMO^{4,1857}$
- A largura máxima do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica mais de 88 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 0,568 * LMO^{3,8294}$
- A largura máxima do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica mais

de 94 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 1,823 * LMO$
4,2788

- O peso do otólito *lapillus* de dourada mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica cerca de 92 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 7.549,98 * PTO^{1,2651}$
- O peso do otólito *lapillus* de piramutaba mostrou ser um bom parâmetro para se estimar o peso total da espécie, pois sua relação explica cerca de 94 % da variância e é descrito pela seguinte equação: $PT = 66675,977 * PTO^{1,4508}$
- Os otólitos *lapillus* de dourada puderam ser divididos em cinco categorias conforme o desenvolvimento ontogênico da espécie. As categorias foram: I – abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 60 mm até 80 mm; II - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 80 mm até 110 mm; III - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 110 mm até 210 mm; IV - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 210 mm até 350 mm e V - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 350 mm.
- Os otólitos *lapillus* de piramutaba puderam ser divididos em cinco categorias conforme o desenvolvimento ontogênico da espécie. As categorias foram: I – abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 65 mm até 80 mm; II - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 80 mm até 110 mm; III - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 110 mm até 190 mm; IV - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a

partir de 190 mm até 390 mm e V - abrange os otólitos cujos espécimes apresentam comprimento furcal a partir de 390 mm.

- Em todas as cinco categorias classificadas dos otólitos *lapillus* de dourada foi observado que o *sulcus acusticus* está situado no sentido transversal e na parte anterior do lado interno dos mesmos.
- Em todas as cinco categorias classificadas dos otólitos *lapillus* de piramutaba foi observado que o *sulcus acusticus* está situado no sentido transversal e na parte anterior do lado interno dos mesmos.
- A categoria I dos otólitos *lapillus* de dourada tem como característica marcante suas margens serem totalmente irregulares, mas já com a *excisura maior* evidente.
- A categoria II dos otólitos *lapillus* de dourada tem como característica marcante o *antirostrum* ser maior que o *rostrum*, devido ao seu incremento significativo.
- A categoria III dos otólitos *lapillus* de dourada tem como característica marcante o aspecto frangeado das margens, principalmente a dorsal, a ventral e a posterior.
- A categoria IV dos otólitos *lapillus* de dourada tem como característica a perda do aspecto frangeado das margens, adquirindo um aspecto liso e o *antirostrum* apesar de evidente não chega a ser maior que o *rostrum*.
- A categoria V dos otólitos *lapillus* de dourada tem como característica marcante a projeção do *posrostrum*, dando o aspecto de este ser maior que o *pararostrum*.
- A categoria I dos otólitos *lapillus* de piramutaba tem como características marcantes a *excisura maior* ser praticamente imperceptível, com isto o *rostrum*

desses otólitos tem o aspecto poligonal e o *antirostrum* ser bem imaturo, ainda não totalmente formado evidente.

- A categoria II dos otólitos *lapillus* de piramutaba tem como características marcantes o surgimento da *excisura maior* e o *antirostrum*, que apesar de ainda ser prematuro, já é bem distinguível.
- A categoria III dos otólitos *lapillus* de piramutaba tem como características marcantes a proeminência do *antirostrum* chegando a ser maior que o *rostrum*, o surgimento do aspecto frangeado da margem posterior e o aspecto da margem ventral ser dividida em duas regiões.
- A categoria IV dos otólitos *lapillus* de piramutaba tem como características marcantes a proeminência do *posrostrum*, que chega a ser maior que o *pararostrum*, dando um aspecto de “bico” e o *antirostrum* bem evidente.
- A categoria V dos otólitos *lapillus* de piramutaba tem como características marcantes as margens lisas devido ao desaparecimento do aspecto frangeado e a proeminência do *posrostrum* e seu curvamento em direção à margem ventral.

CAPÍTULO II

VERIFICAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO EM OTÓLITOS DE JUVENIS DE DOURADA E DE PIRAMUTABA

1. INTRODUÇÃO

Os espécimes juvenis de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) utilizam a região do estuário amazônico como sua área de criação e crescimento (Barthem & Goulding, 1997). Sendo assim, estas espécies passam pelo menos o primeiro ano de suas vidas nesse hábitat, se alimentando e crescendo até iniciarem o processo de migração em direção aos Andes (Barthem & Goulding, 1997). O desenvolvimento ontogênico dessas espécies nos primeiros anos de vida, período que passam no estuário amazônico, é pouco conhecido. Isto pode ser devido a dificuldade em coletar espécimes de pequeno tamanho (menores que 20 cm), desprezados pela pescaria comercial. Sendo essas duas espécies alvo constante da pesca comercial, tanto a artesanal, cujo alvo é a dourada em águas continentais, como a industrial, cujo alvo principal é a piramutaba (Barthem, 1990a e b; Barthem *et al.*, 1995; Barthem, 2000), se tornam necessários estudos voltados ao seu desenvolvimento inicial, durante o período que passam no estuário amazônico, principalmente aqueles relacionados à sua biologia e pesca.

Em estudos sobre a dinâmica da pesca e avaliação de estoques pesqueiros vários modelos são utilizados. O modelo de rendimento por recruta de Beverton & Holt (1957) já foi utilizado para avaliar o estoque tanto da dourada (Alonso, 2002), como também da piramutaba (Barthem & Petrere, 1995) e o modelo linear de Schaefer (1954) somente para a piramutaba (IBAMA, 1999). No modelo de rendimento por recruta, a dourada foi considerada próxima ao estado de sobrepesca (Alonso, 2002), e a piramutaba foi considerada em estado de sobrepesca de crescimento com base nestes dois modelos.

O modelo de rendimento por recruta necessita de alguns parâmetros populacionais, incluindo a taxa instantânea de crescimento (k) e o comprimento máximo assintótico (L_{∞}). Outros parâmetros solicitados pelo modelo são estimados a partir dos parâmetros de crescimento, como a mortalidade total (Z) e a natural (M). A acurácia dos parâmetros de crescimento apresenta um papel de destaque nas avaliações do estado de exploração dos estoques.

A determinação da idade constitui o primeiro passo para o estudo de crescimento em peixes, sendo determinada através de dois métodos: direto e indireto (Sparre & Venema, 1997). O método direto é realizado através da leitura de anéis etários que surgem periodicamente nas estruturas rígidas dos peixes, como otólitos, vértebras, escamas, acúleos das nadadeiras, entre outras. Este método é baseado no pressuposto de que os anéis encontrados nas estruturas rígidas são decorrentes das mudanças da taxa de crescimento acarretadas por algum fator, biótico ou abiótico.

Fatores exógenos e endógenos regulam a velocidade de crescimento dos peixes. Os fatores exógenos dizem respeito ao meio ambiente, como a disponibilidade de alimento, a temperatura, o oxigênio e a salinidade. Por sua vez, os fatores endógenos estão relacionados às características genotípicas e ao estado fisiológico do peixe, como o efeito do comprimento do corpo na velocidade de crescimento e o controle genético de cada indivíduo (Wootton, 1990). Caso a formação dos anéis ocorra regularmente, estes seriam um indicador temporal ou etário (FAO, 1981; Chilton & Beamish, 1982; Jearld Jr., 1983; King, 1995).

Nas regiões temperadas, as marcas de crescimento (anéis etários) estão associadas a mudanças na taxa de crescimento, definidas pela diminuição da temperatura. Os peixes desta região apresentam, em geral, marcas bem nítidas, e a

determinação da idade é feita com poucas dificuldades. A principal desvantagem do método direto ocorre quando as marcas de crescimento são pouco nítidas ou quando os falsos anéis são freqüentes. Nestas situações o método torna-se subjetivo e o resultado dependerá da qualidade do aparelho utilizado na leitura dos anéis e, principalmente, da habilidade do leitor em distinguir um anel verdadeiro de um falso (Chilton & Beamish, 1982; Fonteles Filho, 1989; Carlander, 1990; Wootton, 1990; Lai *et al.*, 1996). Os falsos anéis de crescimento são comuns nos peixes de águas tropicais, tendo em vista que os anéis etários são em geral muito tênues por não serem resultantes de um processo rigoroso como o inverno das regiões temperadas, podendo ter causa biológica, como a reprodução, ou ser uma resposta a condições de períodos de seca e de cheia (Panella, 1974; Sparre & Venema, 1997; Lowe-McConnell, 1998).

O método indireto de determinação da idade não necessita analisar as estruturas rígidas, tornando-o mais prático e de uso fácil. É também chamado de método generalizado de Petersen e é baseado na distribuição de freqüências por classes de comprimento (Chilton & Beamish, 1982; FAO, 1981; Jearld Jr., 1983; King, 1995). Beamish & McFarlane (1990) consideram este método rápido e de fácil aplicação, sendo a principal dificuldade a de determinar as idades nos peixes mais velhos. Esta situação é ainda mais agravante quando as espécies não apresentam um curto período de desova, crescem lentamente e sua captura é baseada em indivíduos mais velhos, que dificultam a identificação de suas modas (Gulland, 1976; Chilton & Beamish, 1982; Lai *et al.*, 1996).

Sparre & Venema (1997) sugerem, quando possível, utilizar os métodos direto e indireto conjuntamente, com o intuito de comparar os resultados de ambos. Para tal, os autores recomendam obter uma amostra numerosa de indivíduos para analisar a

distribuição de frequências por classes de comprimento e uma amostra de menor número de estruturas rígidas para analisar a leitura de anéis etários.

Um outro fator que se deve levar em conta nos estudos de determinação da idade em peixes é a validação do método empregado. A validação é baseada na determinação da periodicidade da formação dos anéis, ou seja, identificar quantos anéis são formados em um determinado período de tempo (Beamish & McFarlane, 1983; Casselman, 1983; McFarlane & Beamish, 1987). Vários métodos de validação são conhecidos na literatura (Brothers, 1987; Lizama & Vazzoler, 1993; Villacorta-Correa, 1997; Campana, 2001).

Uma outra dificuldade na determinação da idade através da leitura de anéis em estruturas rígidas está em identificar os primeiros anéis de crescimento, principalmente nas espécies de ambientes tropicais. Muitas vezes o primeiro anel não é considerado como um indicador temporal e isto acaba acarretando em uma subestimação da idade, e como consequência a estimativa dos parâmetros de crescimento é afetada e com isto toda a avaliação do estoque fica comprometida. Além do que, os primeiros anéis de crescimento são difíceis de serem visualizados nas estruturas rígidas de espécimes sub-adultos e adultos. Segundo Campana (2001), a correta identificação dos primeiros anéis de crescimento é de suma importância para a validação da idade dos peixes.

A grande maioria da literatura científica sobre estudos de idade e crescimento apresenta resultados referentes à leitura de anéis em estruturas rígidas de peixes sub-adultos e adultos, que são os alvos da pesca comercial. Com isto, a idade de espécimes juvenis é determinada através do retrocálculo, o qual poderá ser afetado quando a idade dos espécimes de maior tamanho é subestimada.

Os parâmetros de crescimento da piramutaba foram inicialmente estimados por Dias-Neto *et al.* (1981), com base na distribuição de frequências por classes de comprimento. Barthem & Petrere (1995) estimaram os parâmetros de crescimento com base na leitura de anéis nos acúleos das nadadeiras. E Pirker (2001) com base na leitura de anéis em vértebras. As estimativas de K se mantiveram entre 0,10 e 0,35 ano⁻¹. E as de L_{∞} dependeram do tamanho máximo amostrado por cada autor, sendo a maior estimativa obtida até hoje a de 110,5 cm (Tabela 01).

A primeira estimativa dos parâmetros de crescimento da dourada foi feita por Ruffino & Isaac (1995) utilizando o método de frequências por classes de comprimento para espécimes da região de Santarém-PA. Barthem & Goulding (1997) utilizaram o modelo proposto por Merona (1983) e estimaram os parâmetros populacionais da dourada para toda a bacia amazônica. Na região do Alto Japurá (Colômbia), Muñoz-Sosa (1996) estimou os parâmetros de crescimento utilizando a leitura de anéis etários em otólitos. E para todo o sistema Amazonas-Solimões incluindo o estuário, Alonso (2002) estimou os parâmetros populacionais da dourada, também utilizando como método de determinação da idade a leitura de anéis etários em otólitos. A Tabela 02 ilustra o resumo dos parâmetros de crescimento estimados por diferentes autores para a dourada em diferentes regiões e os métodos utilizados nas estimativas das idades.

As estimativas dos parâmetros de crescimentos obtidos para a dourada e para a piramutaba apresentam problemas com relação aos dois métodos utilizados. O método indireto tem problemas devido ao fato que a maior parte da captura ser baseada nos indivíduos mais velhos, o que dificulta a definição das modas etárias. E o método direto tem problemas na identificação dos primeiros anéis, que são formados ainda no

estuário amazônico. Para contornar estes problemas, se torna necessária a verificação e identificação dos primeiros anéis de crescimento marcados nas estruturas rígidas dos espécimes juvenis de dourada e de piramutaba durante o período que habitam o estuário amazônico.

Tabela 01. Parâmetros de crescimento da piramutaba estimados por diferentes autores e diferentes métodos de determinação da idade: contagem dos anéis (Ca), retrocálculo (Rc), decomposição dos anéis (Da) e distribuição de frequências (Df) e índice de performance de crescimento (ϕ). Cf = comprimento furcal; L_{∞} = comprimento médio que o peixe teria se vivesse indefinidamente; W_{∞} = peso máximo teórico do peixe; k = coeficiente de crescimento; t_0 = idade teórica do peixe quando seu comprimento é zero.

Método utilizado e Autores	L_{∞} (cm)	W_{∞} (g)	K (ano^{-1})	t_0	ϕ
Ca (Pirker, 2001)	110,5 Cf	13.999,5	0,138	- 0,239	3,227
Rc (Pirker, 2001)	110,5 Cf	13.999,5	0,119	- 0,202	3,163
Da (Pirker, 2001)	110,5 Cf	13.999,5	0,096	- 0,146	3,069
Df (Pirker, 2001)	110,5 Cf	13.999,5	0,127	- 0,236	3,191
Df (Dias-Neto <i>et al.</i> , 1981)	71,1 Cf	--	0,35	- 0,27	3,248
Ca (Barthem & Petreire, 1995)	77,28 Cf	8.448	0,217	- 0,283	3,112
Ca (Barthem & Goulding, 1997)	110,5 Cf	--	0,10	- 0,829	3,087

Tabela 02. Parâmetros populacionais da dourada estimados por diferentes autores e diferentes métodos de determinação da idade. Cf = comprimento furcal; Cp = comprimento padrão; Ct = comprimento total; k = coeficiente de crescimento; t_0 = idade teórica do peixe quando seu comprimento é zero; M = mortalidade natural e Z = mortalidade total.

Autores	Método	Região	L_{∞} (cm)	K	t_0	M	Z
Ruffino & Isaac (1995)	Freq. comp.	baixo Amazonas	161 Ct	0,220	---	0,40	0,87
Muñoz-Sosa (1996)	Otólitos	alto Japurá	176 Cp	0,077	-1,12	0,54	0,78
Barthem & Goulding (1997)	Freq. comp.	Bacia Amazônica	192 Cf	0,210	0,00	---	---
Alonso (2002)	Otólitos	Est-Amz-Sol	140 Cf	0,296	-0,67	0,32	1,31

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar, caracterizar e identificar as estruturas de crescimento (anéis etários) presentes nos otólitos de juvenis de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar com que tamanho médio a dourada (*B. rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*) formam o primeiro anel de crescimento;

Determinar a idade da dourada (*B. rousseauxii*) e da piramutaba (*B. vaillantii*) quando formam o primeiro anel de crescimento;

Relacionar o surgimento do primeiro anel de crescimento de dourada (*B. rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*) com o período do ano (inverno e verão) em que este é formado no estuário amazônico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. PROVENIÊNCIA, PERIODICIDADE E COLETA DOS OTÓLITOS

Conforme metodologia descrita no capítulo anterior, os otólitos utilizados no presente estudo foram provenientes do Município de Colares na baía de Marajó. As coletas abrangeram os anos de 2005 e 2006 nos períodos de inverno e verão no estuário amazônico. Para o ano de 2005 foram realizadas coletas nos meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto e setembro e para o ano de 2006 foram realizadas coletas nos meses de janeiro e fevereiro. Os otólitos foram retirados dos espécimes em campo, conforme chegavam nos dias de pescaria. A metodologia de coleta e armazenamento

dos otólitos para posterior análise em laboratório foi a descrita anteriormente (Capítulo I).

3.2. ESCOLHA DO OTÓLITO

Dos três pares de otólitos presentes no ouvido interno dos teleósteos, foi escolhido o par de otólitos denominado *lapillus*. Devido este par ser o de maior tamanho nos peixes pertencentes à Superordem Ostariophysi, como é o caso da dourada e da piramutaba, e principalmente aos estudos anteriores (Rêgo *et al.*, 1998; Alonso, 2002; Alonso & Pirker, 2005) já realizados com estas duas espécies concluírem que o *lapillus* é o melhor para estudos de determinação de idade.

Para a análise dos anéis de crescimento em otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba foram utilizados apenas os otólitos de juvenis das duas espécies, ou seja, espécimes que apresentaram comprimento furcal igual ou inferior a 200 mm (Figura 01). Esta padronização do comprimento foi efetuada a partir de estudo anterior realizado por Alonso & Pirker (2005), os quais definiram que espécimes cujo comprimento furcal fosse até 200 mm seriam os chamados jovens não recrutados que habitam a região do estuário amazônico. Portanto, as duas espécies foram divididas em quatorze classes de comprimento cada, de dez milímetros, cuja menor classe foi a de 70 mm e a maior a de 200 mm. Foi estipulado *a priori* que para cada classe de comprimento, um total de no máximo 10 otólitos seria analisado. Entretanto, em algumas classes de comprimento para as duas espécies este número não foi alcançado.



Figura 01. Espécimes de juvenis de dourada (*B. rousseauxii*) e de piramutaba (*B. vaillantii*). A - douradas e B - piramutabas.

3.3. PREPARAÇÃO DOS OTÓLITOS PARA A VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

3.3.1. Limpeza dos otólitos

Após terem sido removidos dos espécimes com tesoura e pinça, os otólitos foram lavados com água e deles retirado todo o material aderente (tecidos). Após este procedimento, os otólitos foram secos em papel toalha e armazenados em envelopes de papel numerados. Os otólitos estavam prontos, portanto, para a próxima etapa.

3.3.2. Emblocamento

Antes de serem emblocados, os otólitos foram novamente limpos, desta vez com álcool (70%) e secos em papel toalha. Para o emblocamento foi utilizada uma resina termoplástica à base de um monômero de metil metacrilato da marca *Buehler*. Primeiramente foi feita uma camada de resina onde a mesma era disposta sobre o molde. Após secar, os otólitos foram colocados sobre esta primeira camada e em seguida eram cobertos por uma nova camada de resina. A Figura 02 mostra a resina, a balança e o molde utilizados no emblocamento dos otólitos. Após a secagem da resina os moldes contendo os otólitos estavam prontos para o próximo procedimento: o corte.

3.3.3. Corte dos otólitos

Para o corte dos otólitos foi utilizado um micrótomo com serra de diamante (*Buehler Isomet*) (Figura 03). Os cortes foram feitos no sentido transversal e próximo ao núcleo de cada otólito para as duas espécies (Figura 04). Uma série de cortes de aproximadamente um milímetro de espessura foi realizada. Os cortes foram limpos com álcool (70%) e secos em papel toalha, para posteriormente serem polidos.

3.3.4. Polimento dos otólitos e montagem em lâminas

Para o polimento foi utilizado um equipamento específico para este procedimento da marca *Buehler Isomet* (Figura 05). Este equipamento apresenta três discos plásticos contendo no seu interior papéis abrasivos à prova d'água de números 180, 400 e 600. A numeração corresponde à espessura do papel abrasivo utilizado. Os cortes foram, então, polidos e em seguida novamente limpos com álcool (70%). Em seguida foram montados em lâminas de vidro numeradas com auxílio de uma fita adesiva (Figura 06). Terminada esta etapa, estavam prontos para a próxima: verificação das estruturas de crescimento



Figura 02. Balança, molde e resina utilizados para o embocamento dos otólitos.



Figura 03. Micrótopo com serra de diamante (*Buehler Isomet*) utilizado para cortar os otólitos.



Figura 04. Desenho do corte no sentido transversal dos otólitos.



Figura 05. Aparelho utilizado para o polimento dos cortes dos otólitos.



Figura 06. Lâmina com os cortes dos otólitos pronta para a verificação dos anéis de crescimento.

3.4. VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

As lâminas contendo os cortes dos otólitos foram observadas através de luz refletida e fundo negro, por meio de uma lupa biológica da marca *Ken-A-Vision®*, a qual estava acoplada a uma câmera de vídeo (*Ken-A-Vision® Pupil Cam®*) e a um notebook (Figura 07). As imagens foram registradas e analisadas com o software *Aplied Vision®*, incluído no pacote *Ken-A-Vision*.

Foi utilizado um ângulo de 110° para a medida dos anéis de crescimento (Figura 08), conforme estudo anterior que diagnosticou este ângulo como o que apresenta mais estabilidade na forma e principalmente pelo fato das estruturas de crescimento serem mais nítidas neste eixo do otólito (Alonso, 2002).

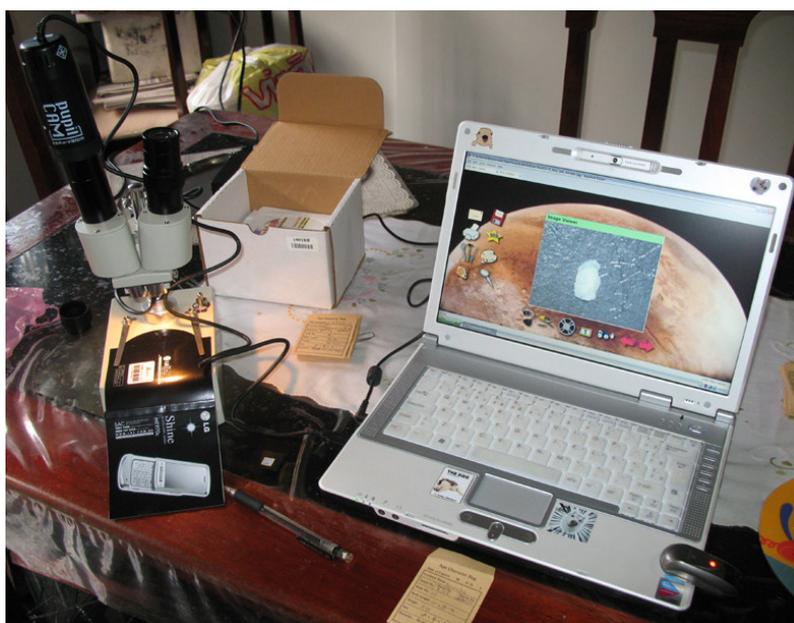


Figura 07. Equipamento utilizado para a verificação dos anéis de crescimento.

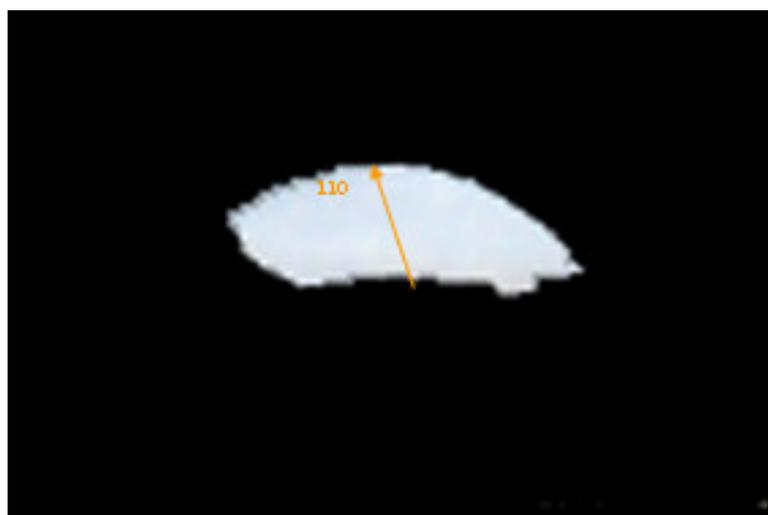


Figura 08. Corte transversal de um otólito *lapillus* de dourada mostrando o ângulo de 110° utilizado na medição dos anéis de crescimento.

3.5. PADRÃO DE MARCAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Os anéis de crescimento foram considerados verdadeiros, ou seja, seguiam um ciclo hidrológico completo (um período de cheia e outro de seca no estuário amazônico), aqueles que sob luz refletida apresentaram a seguinte formação: uma banda opaca larga, indicando crescimento rápido, seguida de uma banda translúcida curta, indicando crescimento lento.

3.6. POSSÍVEL DATA DE NASCIMENTO DA DOURADA E DA PIRAMUTABA

Foram estabelecidas *a priori* as possíveis datas de nascimento para as duas espécies baseadas em estudos preliminares. Para a dourada, devido a região do Alto Solimões registrar a maior frequência de fêmeas sexualmente maduras no período compreendido entre abril e junho na área de influência do porto de Letícia e entre junho e agosto na área de Iquitos (Salinas, 1994; Garcia *et al.*, 1996), o mês fixado como sendo o de maior atividade reprodutiva foi o mês de junho e como data arbitrária o dia 1º de junho (Alonso, 2002). Para a piramutaba, também na região do Alto Solimões, foi registrada a maior frequência de fêmeas sexualmente maduras no mês de outubro (Alonso & Pirker 2005). Portanto, ficou fixada arbitrariamente a data de 1º de outubro como data padrão de nascimento da piramutaba.

3.7. CONVERSÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO EM ESTIMATIVA DA IDADE

Para a estimativa da idade por meio da verificação dos anéis de crescimento nos otólitos *lapillus* de juvenis de dourada e de piramutaba, foram utilizados e relacionados os seguintes fatores:

- Os anéis de crescimento observados;

- A data provável de nascimento das duas espécies no estudo;
- A época do ano da formação dos anéis de crescimento, e
- A data da captura dos espécimes utilizados.

3.8. RELAÇÃO ENTRE O RAIOS TOTAL DO OTÓLITO (RT) E O COMPRIMENTO FURCAL DO PEIXE (CF)

Esta análise foi feita com o intuito de saber se existe correlação entre o raio total do otólito *lapillus* e o comprimento furcal do peixe, ou seja, saber o quanto que o peixe cresce em comprimento e o quanto que a estrutura acompanha este crescimento. Para isto foi feita uma regressão linear entre o raio total do otólito (Rt), que foi a variável independente, com o comprimento furcal (CF) das espécies, como variável dependente. Os dados utilizados nesta relação foram logaritmizados e não logaritmizados para constatar qual o que melhor se aplica nesta relação. As equações utilizadas foram:

$$CF = a + b * (Rt) \quad \text{Linear}$$

$$CF = a * (Rt)^b \quad \text{Potencial}$$

Onde:

CF = comprimento furcal (mm)

Rt = raio total do corte transversal do otólito *lapillus* (mm)

a = intercepto da ordenada

b = coeficiente de regressão

4. RESULTADOS

4.1. TOTAL DE OTÓLITOS COLETADOS E ANALISADOS

Para a dourada foram coletados 101 espécimes cujo comprimento furcal foi igual ou inferior a 200 mm, sendo que deste total, 88 foram coletados durante o período de inverno (cheia) no estuário amazônico, nos meses de março, abril e maio de 2005 e fevereiro de 2006; e treze espécimes durante o período de verão (seca), nos meses de junho, agosto e setembro de 2005. Os otólitos *lapillus* analisados foram divididos em quatorze classes de comprimento, de acordo com o comprimento furcal dos espécimes. A menor classe de comprimento furcal foi a de 70 mm e a maior a de 200 mm.

Para a piramutaba foram coletados 123 espécimes de comprimento furcal igual ou inferior a 200 mm. Deste total, 93 foram coletados durante o período de inverno (cheia) nos meses de março, abril e maio de 2005 e janeiro e fevereiro de 2006 e 30 durante o período de verão (seca) nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2005. Para a análise de anéis de crescimento, os otólitos *lapillus* também foram divididos em quatorze classes de acordo com o comprimento furcal dos espécimes, cuja menor classe foi a de 70 mm e a maior a de 200 mm. Os resultados acima mencionados para as duas espécies podem ser observados na Tabela 03.

Tabela 03. Total de espécimes de dourada e de piramutaba coletados, conforme o período do ano, com comprimento furcal igual ou inferior a 200 mm que tiveram seus otólitos *lapillus* analisados.

Espécie	Inverno (cheia)			Verão (seca)					
	Mar 05	Abr 05	Mai 05	Jan 06	Fev 06	Jun 05	Jul 05	Ago 05	Set 05
Dourada	41	23	17	0	7	2	0	4	7
Piramutaba	23	29	26	6	9	5	8	10	7

4.2. RELAÇÃO ENTRE O RAIOS TOTAL (RT) DO OTÓLITO E O COMPRIMENTO FURCAL (CF)

Para a dourada foram utilizados nesta relação 101 otólitos *lapillus*, cujo raio total do corte transversal variou de 0,42 mm a 0,90 mm. E os comprimentos furcais dos espécimes variaram de 66 mm a 200 mm. A relação entre os resultados dos Rt com os comprimentos furcais (CF) foi ajustada com base na relação exponencial apresentada na Equação 01. Este ajuste foi mais adequado do que a linear. O resumo dos resultados desta relação pode ser observado na Tabela 04 e o Gráfico que descreve esta relação pode ser observado na Figura 09.

Para a piramutaba foram utilizados na relação 123 otólitos *lapillus*, cujo raio total do corte transversal variou de 0,41 mm a 0,74 mm. E os comprimentos furcais dos espécimes variaram de 69 mm a 200 mm. Também para a piramutaba a relação exponencial foi mais adequada que a linear e por isso foi a utilizada na relação (Equação 02). A Tabela 04 mostra o resumo dos resultados da relação e o Gráfico que descreve a relação pode ser observado na Figura 10.

$$CF = 248,589 * Rt^{1,1901} \quad \text{Equação 01}$$

$$CF = 400,494 * Rt^{1,7178} \quad \text{Equação 02}$$

Tabela 04. Resumo dos resultados da relação entre o raio total do otólito *lapillus* da dourada e da piramutaba com o seu comprimento furcal. n = número de observações; a = intercepto da regressão; b = coeficiente de regressão; r = coeficiente de correlação de Pearson; r² = coeficiente de determinação.

Espécie	N	a	b	r	r ²	P
Dourada	101	5,5158	1,1901	0,946	0,895	P<0,001
Piramutaba	123	5,9927	1,7178	0,949	0,900	P<0,001

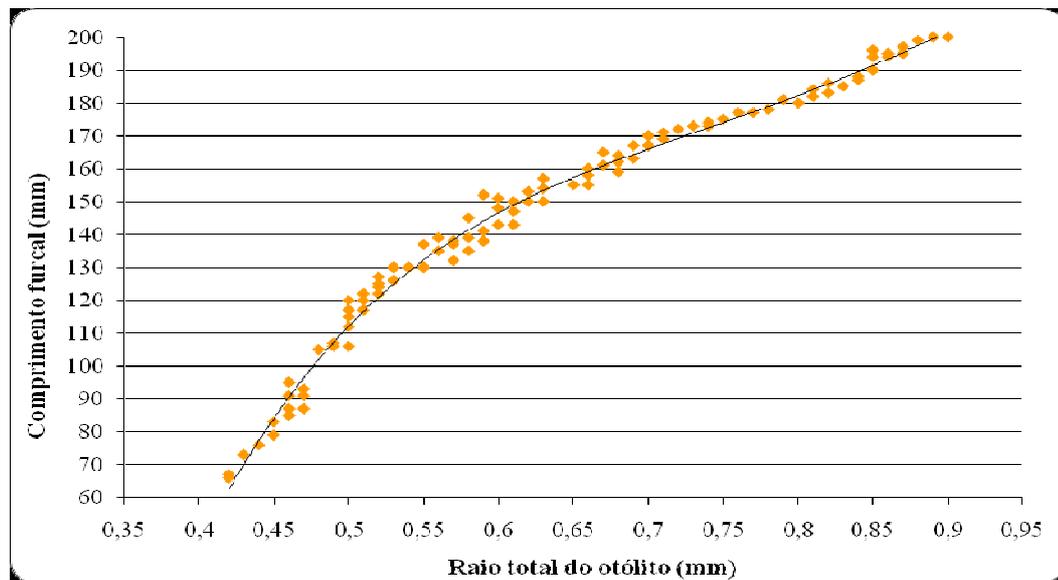


Figura 09. Relação entre o raio total do corte transversal do otólito *lapillus* de dourada com seu comprimento furcal.

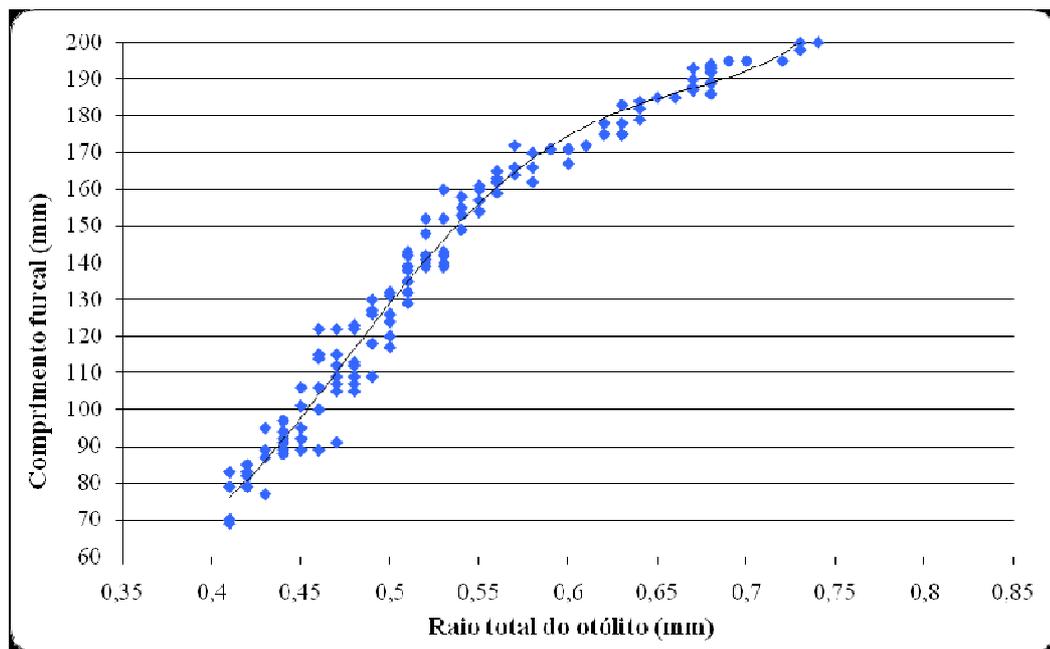


Figura 10. Relação entre o raio total do corte transversal do otólito *lapillus* de piramutaba com seu comprimento furcal.

4.3. VERIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Do total de otólitos *lapillus* de dourada (101) utilizado para a verificação de anéis de crescimento, o primeiro anel translúcido, e somente este, foi observado em apenas 31 otólitos ou 30,69%, a partir da classe de comprimento furcal quatorze. Em otólitos de dourada de até 130 mm de comprimento furcal o primeiro anel translúcido não foi observado. A análise, então, foi feita a partir da classe de comprimento furcal quatorze, em otólitos de dourada cujo comprimento furcal foi acima de 130 mm, o que totalizou 68 otólitos, em que o primeiro anel translúcido foi observado, ou seja, em 45,59% deste total. O menor espécime que apresentou anel translúcido apresentava 132 mm de comprimento furcal e o maior apresentava 200 mm. A média de comprimento furcal dos espécimes que apresentaram o primeiro anel translúcido foi de 175,03 mm (dp \pm 17,69). O comprimento mínimo do primeiro anel translúcido foi de 0,31 mm, o

máximo de 0,43 mm e a média de 0,36 mm ($dp \pm 0,03$). E o menor raio total (Rt) do corte transversal foi de 0,42 mm, o maior de 0,90 mm e a média de 0,64 mm ($dp \pm 0,14$). A Figura 11 ilustra a distribuição do raio do primeiro anel translúcido (R1) com o comprimento furcal dos espécimes de dourada analisados.

Em relação à piramutaba, foram utilizados 123 otólitos para a verificação de anéis de crescimento, e destes, o primeiro anel translúcido foi observado em 28,45%, a partir da classe de comprimento furcal de 130 mm. Espécimes de piramutaba com comprimento furcal inferior a 120 mm não apresentaram ainda o primeiro anel translúcido. Da mesma maneira que a análise da dourada, o total de otólitos examinados a partir da classe de comprimento furcal de 130 mm foi de 79, e destes, o primeiro anel translúcido foi observado em 35 otólitos, ou 44,30%. O menor espécime de piramutaba que apresentou o primeiro anel apresentava 129 mm de comprimento furcal, e o maior 200 mm. O comprimento furcal médio dos espécimes de piramutaba que apresentaram o primeiro anel foi de 171,03 mm ($dp \pm 19,60$). O comprimento mínimo do primeiro anel translúcido observado foi de 0,30 mm, o máximo de 0,36 mm e a média de 0,33 mm ($dp \pm 0,01$). O menor raio total (Rt) dos cortes transversais dos otólitos observado foi de 0,41 mm, o maior de 0,74 mm e a média de 0,53 mm ($dp \pm 0,09$). A Figura 12 ilustra a distribuição do raio do primeiro anel translúcido (R1) com o comprimento furcal dos espécimes de piramutaba analisados.

O resumo dos resultados para as duas espécies pode ser observado na Tabela 05.

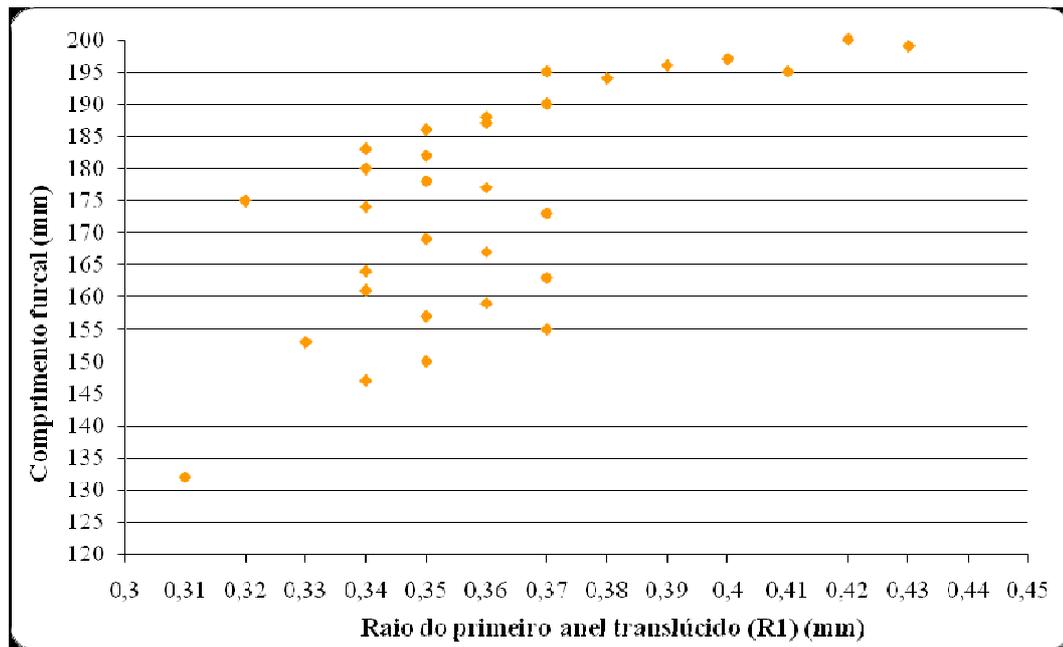


Figura 11. Distribuição dos raios do primeiro anel translúcido observado nos cortes transversais dos otólitos *lapillus* de dourada de acordo com o comprimento furcal dos espécimes.

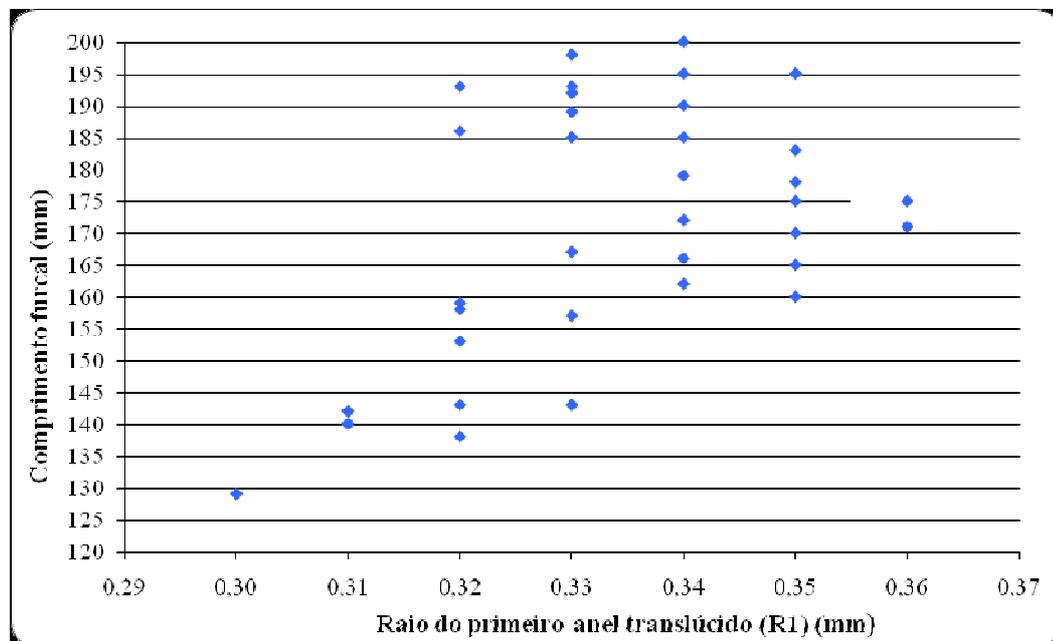


Figura 12. Distribuição dos raios do primeiro anel translúcido observado nos cortes transversais dos otólitos *lapillus* de piramutaba de acordo com o comprimento furcal dos espécimes.

Tabela 05. Resumo dos resultados da merística do comprimento furcal (CF), do primeiro anel translúcido observado (R1) e do raio total do corte transversal (Rt) nos otólitos *lapillus* de dourada e de piramutaba.

Espécie	N	CF mín (mm)	CF máx (mm)	CF méd (mm)	R1 mín (mm)	R1 máx (mm)	R1 méd (mm)	Rt mín (mm)	Rt máx (mm)	Rt méd (mm)
Dourada	31	132	200	175,03	0,31	0,43	0,36 (±0,03)	0,42	0,90	0,64 (±0,14)
Piramutaba	35	129	200	171,03	0,30	0,36	0,33 (±0,01)	0,41	0,74	0,53 (±0,09)

4.4. IDADE ATRIBUÍDA ÀS ESPÉCIES E SEU COMPRIMENTO

De acordo com as coletas realizadas na ilha de Colares, relacionando a data de coleta dos espécimes de dourada e de piramutaba com a sua data de nascimento atribuída, foram estipuladas as idades em relação ao seu comprimento durante o período em que as espécies vivem neste ambiente. As Tabelas 06 e 07 mostram esta correspondência para a dourada e a piramutaba, respectivamente. E as Tabelas 08 e 09 mostram a frequência de espécimes coletados de dourada e de piramutaba de acordo com seu comprimento furcal, respectivamente.

Tabela 06. Idade assumida da dourada coletada na ilha de Colares, de acordo com o período do ano amostrado e da data de nascimento atribuída à espécie. AX = amplitude do comprimento furcal.

	Período	Idade Assumida	Coorte	AX
Inverno (cheia)	Mar a mai 05	9 a 11 meses	Nascidos em jun 04	76 a 200 mm
		21 a 23 meses	Nascidos em jun 03	
Verão (seca)	Jun a set 05	0 a 3 meses	Nascidos em jun 05	65 a 195 mm
		12 a 15 meses	Nascidos em jun 04	
		24 a 27 meses	Nascidos em jun 03	
Inverno (cheia)	Fev 06	8 meses	Nascidos em jun 05	137 a 194 mm
		20 meses	Nascidos em jun 04	

Tabela 07. Idade assumida da piramutaba coletada na ilha de Colares, de acordo com o período do ano amostrado e da data de nascimento atribuída à espécie. AX = amplitude do comprimento furcal.

	Período	Idade Assumida	Coorte	AX
Inverno (cheia)	Mar a mai 05	5 a 7 meses	Nascidos em out 04	70 a 195 mm
		17 a 19 meses	Nascidos em out 03	
Verão (seca)	Jun a set 05	8 a 11 meses	Nascidos em out 04	77 a 200 mm
		20 a 23 meses	Nascidos em out 03	
Inverno (cheia)	Jan e fev 06	3 a 4 meses	Nascidos em out 05	139 a 195 mm
		15 a 16 meses	Nascidos em out 04	

Tabela 08. Frequência dos espécimes de dourada coletados que tiveram seus otólitos analisados conforme o mês de amostragem e sua classe de comprimento furcal (CF).

AX = amplitude do CF.

AX	Mar 05	Abr 05	Mai 05	Jun 05	Ago 05	Set 05	Fev 06
65-<70	0	0	0	0	1	1	0
70 <75	1	0	0	0	0	0	0
75-<80	2	0	0	0	0	0	0
80-<85	1	0	0	0	0	0	0
85-<90	1	0	0	0	0	2	0
90-<95	2	0	0	0	0	1	0
95-<100	1	0	0	0	0	0	0
100-<105	0	0	0	0	0	0	0
105-<110	3	0	0	0	0	1	0
110-<115	1	0	0	0	0	0	0
115-<120	1	0	1	0	1	0	0
120-<125	3	1	0	0	1	0	0
125-<130	3	0	0	0	0	0	0
130-<135	5	0	0	0	0	0	0
135-<140	4	3	0	0	1	0	1
140-<145	1	0	2	0	0	0	0
145-<150	1	2	0	0	0	0	0
150-<155	1	3	2	0	0	0	1
155-<160	2	2	0	0	0	0	1
160-<165	0	1	3	0	0	0	1
165-<170	2	1	1	0	0	0	0
170-<175	1	2	1	2	0	0	0
175-<180	1	1	1	0	0	0	1
180-<185	2	1	1	0	0	0	1
185-<190	0	2	2	0	0	0	0
190-<195	1	1	0	0	0	1	1
195-200	1	3	3	0	0	1	0

Tabela 09. Frequência dos espécimes de piramutaba coletados que tiveram seus otólitos analisados conforme o mês de amostragem e sua classe de comprimento furcal (CF).

AX = amplitude do CF.

AX	Mar 05	Abr 05	Mai 05	Jun 05	Jul 05	Ago 05	Set 05	Jan 06	Fev 06
65-<70	1	0	0	0	0	0	0	0	0
70-<75	1	0	0	0	0	0	0	0	0
75-<80	1	0	1	0	0	0	1	0	0
80-<85	3	0	0	0	0	0	0	0	0
85-<90	3	1	2	0	0	1	0	0	0
90-<95	1	0	3	0	0	0	2	0	0
95-<100	0	0	1	0	0	1	1	0	0
100-<105	0	2	0	0	0	0	0	0	0
105-<110	0	4	3	1	0	0	0	0	1
110-<115	0	2	2	0	0	0	0	0	0
115-<120	0	2	0	1	0	0	0	0	1
120-<125	3	1	2	0	0	0	0	0	0
125-<130	1	0	3	0	0	0	0	0	0
130-<135	1	1	1	0	0	0	0	0	1
135-<140	0	1	0	0	1	0	0	1	2
140-<145	2	2	2	1	0	1	1	0	0
145-<150	1	0	0	1	0	0	0	0	0
150-<155	0	3	0	0	0	0	0	1	0
155-<160	0	1	0	1	1	0	0	1	0
160-<165	1	2	3	0	0	0	0	1	0
165-<170	0	1	1	0	1	1	0	0	0
170-<175	1	3	0	0	0	0	0	1	0
175-<180	1	1	1	0	0	1	0	1	1
180-<185	1	1	0	0	0	0	0	0	1
185-<190	1	0	1	0	1	2	1	0	
190-<195	0	0	0	0	1	2	1	0	1
195-200	0	1	0	0	3	1	0	0	1

4.5. IDADE / COMPRIMENTO DA DOURADA E DA PIRAMUTABA JUVENIS

Para se chegar à idade/comprimento da dourada e da piramutaba juvenis foi efetuada uma correspondência entre os resultados dos dados de leitura de anéis de crescimento nos otólitos *lapillus* com os dados de coletas juntamente com a data de nascimento assumida para as duas espécies (Tabelas 05, 06 e 07).

Dessa maneira, de acordo com o período de coleta (inverno e verão) realizado na ilha de Colares, os comprimentos dos espécimes coletados foram agrupados conforme os meses de coleta. Assim, se pôde observar a correspondência entre os meses de coleta, os comprimentos das douradas e das piramutabas coletadas e a sua data de nascimento estipulada. Estes resultados foram comparados com os dados referentes às leituras dos anéis. Com isto se chegou à idade e ao comprimento dos espécimes coletados.

Os resultados obtidos foram idênticos para as duas espécies, ou seja, os juvenis de dourada e de piramutaba, até o primeiro ano de vida, apresentam crescimento similar durante o período em que vivem no estuário amazônico. A Tabela 10 mostra a relação da idade em meses da dourada com a sua classe de comprimento furcal em milímetros e a Tabela 11 mostra esta mesma correspondência para a piramutaba. Vale ressaltar, que estas relações apresentadas nas Tabelas 10 e 11 corroboram com as categorias de otólitos determinadas para os espécimes juvenis das duas espécies (I, II e III), de acordo com o seu desenvolvimento, no capítulo anterior (Morfometria e descrição de otólitos), como pode ser visualizado na Tabela 12.

Tabela 10. Idade / comprimento furcal da dourada juvenil.

Idade (meses)	Comprimento furcal (mm)
3 a 6	60 a 70
6 a 9	70 a 110
9 a 12	110 a 200

Tabela 11. Idade / comprimento furcal da piramutaba juvenil.

Idade (meses)	Comprimento furcal (mm)
3 a 6	60 a 70
6 a 9	70 a 110
9 a 12	110 a 200

Tabela 12. Comprimentos furcais dos espécimes juvenis de dourada e de piramutaba conforme sua classificação em categorias, e de acordo com o desenvolvimento anatômico dos otólitos *lapillus* analisados.

DOURADA		PIRAMUTABA	
Categoria	CF (mm)	Categoria	CF (mm)
I	60 a 80	I	65 a 80
II	80 a 110	II	80 a 110
III	110 a 210	III	110 a 190

5. DISCUSSÃO

Estudos de determinação de idade e crescimento em peixes são fundamentais nas avaliações e manejo dos estoques pesqueiros, assim como também para o planejamento em aquicultura (Sparre & Venema, 1997), pois as taxas de crescimento e a idade da primeira maturação sexual são informações-chaves para a escolha da espécie para a piscicultura (Fonteles Filho, 1989). Moyle & Cecch (1982) definem o crescimento de um animal como sendo qualquer mudança em seu tamanho, seja ela em seu comprimento como também em seu peso, no decorrer do tempo. Esta mudança pode ser positiva ou negativa, temporária ou por um longo tempo (Busacker *et al.*, 1990).

A avaliação dos estoques pesqueiros envolve várias etapas, e se torna essencial a correta estimativa dos parâmetros que envolvem cada etapa, a fim de que o produto final não esteja subestimado ou até superestimado, acarretando em conclusões

errôneas a respeito do estoque pesqueiro. Uma das etapas cruciais e de extrema importância é a estimativa dos parâmetros de crescimento. Nos modelos analíticos utilizados para avaliar os estoques pesqueiros, os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} , k e t_0) são fundamentais para a estimativa de taxas de mortalidade e do valor de Rendimento Máximo Sustentável (MSY) (Sparre & Venema, 1997). O conhecimento do ciclo de vida das espécies exploradas é de suma importância para o adequado manejo dos estoques pesqueiros (Bayley & Petrere, 1989). E a correta estimativa dos parâmetros de crescimento dependerá da acurácia de outros estudos que fazem parte da dinâmica populacional, como a determinação da idade.

Os trabalhos de idade e crescimento em peixes são muito antigos. O primeiro estudo de identificação de anéis etários em estruturas rígidas data de 1759 quando o reverendo sueco Hans Hederström identificou anéis em vértebras de *Esox lucius* (lúcio). Entretanto, só a partir do final do século XIX é que esta técnica foi aprimorada e amplamente desenvolvida para se estimar a idade em peixes (Ricker, 1975; Jearld Jr., 1983). Dessa forma, muitos estudos surgiram e com as técnicas mais variadas possíveis. Contudo, as metodologias e os padrões foram desenvolvidos na grande maioria para os peixes de ambientes temperados, onde as estações do ano são bem definidas e com isto o padrão de marcação dos anéis de crescimento obedece a um ritmo constante, influenciado principalmente pela variação da temperatura (Panella, 1974; Sparre & Venema, 1997; Lowe-McConnell, 1998). Nos peixes de ambientes tropicais a formação dos anéis de crescimento é influenciada por outros fatores, como a disponibilidade de alimentos, a sazonalidade, a salinidade, entre outros. Com isto o padrão de marcação dos anéis de crescimento é diferenciado daquele dos peixes de ambientes temperados. E a identificação e validação dos anéis se tornam uma tarefa

mais dificultosa, onde muitas vezes, são influenciadas pela subjetividade de quem está analisando os anéis.

Os anéis de crescimento, dos peixes de ambientes tropicais, muitas vezes foram considerados impossíveis de se observarem por diferentes autores, o que acarretaria na não estimativa da idade destes animais pelo método direto de determinação da idade (Worthman, 1983; Sparre & Venema, 1995). Entretanto, muitos trabalhos já evidenciam a presença de anéis bem definidos nas estruturas calcificadas de peixes de ambientes tropicais (Welcomme, 1992; Villacorta-Corrêa, 1997; Lózano, 1999; Pirker, 2001; Alonso, 2002). Existe ainda, o problema dos falsos anéis, que não são resultantes de fatores temporais, mas sim de mudanças no meio ambiente e nas condições fisiológicas do animal (Campana, 1983). Estes, por sua vez, são descritos como sendo originados por mudanças temporais, ocasionando com isso uma estimativa da idade errônea. Os otólitos ainda constituem as estruturas rígidas mais utilizadas em estudos de determinação da idade (Williams & Bedford, 1974; Hetch, 1980; Brothers, 1987; Alonso, 2002). Há muita dificuldade na identificação dos anéis de crescimento, evidenciado por vários autores, tanto na identificação dos primeiros anéis como também na identificação dos últimos nos peixes mais velhos. Este fato é relatado por Williams & Bedford (1974).

A dificuldade na identificação dos primeiros anéis de crescimento está no fato dos anéis serem pouco nítidos e por vezes não seguir aquele padrão esperado de crescimento, com a diminuição da taxa de crescimento à medida que o peixe cresce. Chilton & Beamish (1982) citam que o primeiro anel de crescimento é o mais difícil de ser identificado e muitas vezes sua localização na estrutura rígida varia nos diferentes estoques, com isso a importância de se examinar estruturas rígidas de peixes juvenis.

Villacorta-Corrêa (1997) teve dificuldade em identificar as primeiras marcas de crescimento nos otólitos do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na Amazônia Central. Alonso (2002) não considerou a primeira marca de crescimento nos otólitos de dourada, por esta não seguir aquele padrão esperado de crescimento. Entretanto, as primeiras marcas de crescimento são formadas nos otólitos de dourada e de piramutaba durante o período em que estas espécies habitam o estuário amazônico, que é um ambiente bastante peculiar e único, com influência direta das chuvas locais (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989), além de outros fatores que possam estar influenciando consideravelmente no padrão de marcação dos anéis de crescimento dos peixes que ali vivem.

No estuário amazônico a pesca é fortemente influenciada pela sazonalidade. Durante o primeiro semestre do ano (período chuvoso) as águas mais salinas (oceânicas) são afastadas para longe da foz amazônica, pela forte descarga do rio Amazonas e no segundo semestre ocorre o contrário, a zona salina da mistura das águas se aproxima da foz amazônica (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989). Isto acarreta o afastamento de espécies de água doce do estuário e ao mesmo tempo a inclusão de espécies marinhas que se aproximam desta região por estar mais salina durante o período de seca (verão), o que acarretaria em uma grande mudança na ecologia das espécies que habitam o estuário amazônico, com aumento da predação, competição por alimento, entre outros fatores (Barthem & Goulding, 1997). Neste ambiente a ictiofauna é bastante diversificada com as safras das espécies de pescado do inverno e do verão (Barthem, 1985).

Dentro deste cenário, estão a dourada e a piramutaba, representadas tanto por espécimes juvenis, como também por sub-adultos e adultos que acompanham toda

esta mudança ambiental durante o período em que vivem no estuário amazônico, antes de iniciarem o processo de migração em direção aos Andes para se reproduzirem (Barthem & Goulding, 1997).

Com o pico de reprodução da dourada ocorrendo no mês de junho na região do Alto Solimões, visto que Salinas (1994) e Garcia *et al.* (1996) registraram uma grande frequência de fêmeas sexualmente maduras no porto de Letícia (Colômbia) entre abril e junho e na área de Iquitos entre junho e agosto, sua migração rio abaixo, em direção ao estuário amazônico, não chegaria a durar um mês, devido a forte correnteza que ajudaria os alevinos de dourada (Barthem & Goulding, 1997), com isso os mesmos chegariam ao estuário amazônico nos meses de julho ou agosto, com um ou dois meses de vida. Entretanto, neste período o estuário amazônico estaria em pleno verão (seca), com a água mais salobra, devido à escassez de chuvas e a proximidade das águas oceânicas à foz amazônica (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989). O ambiente não estaria propício para a dourada, com uma baixa produtividade biológica e escassez alimentar, não favorecendo o seu crescimento e desenvolvimento (Barthem *et al.*, 1991) Desse modo, seria mais propício para a dourada permanecer em ambientes de água doce e aguardar alguns meses até que a água do estuário amazônico voltasse a ficar doce com o período das chuvas, e então, encontrar o ambiente propício para seu desenvolvimento com uma grande intensidade de itens alimentares, como poliquetas, bivalves, crustáceos e outras espécies de peixes (Barthem, 1984).

Os espécimes juvenis de dourada coletados pelo presente estudo no período de seca (verão), nos meses de junho, agosto e setembro de 2005 apresentaram comprimento furcal variando de 65 mm a 195 mm, que pela amplitude de tamanho,

provavelmente indicam duas coortes distintas, uma nascida em 2004 para os espécimes de maior tamanho, e a outra nascida no ano de 2005, para os de menor tamanho.

Para os espécimes nascidos na coorte de 2005 e levando-se em consideração a amplitude de nascimento (abril a agosto) da dourada, estes espécimes teriam de zero a cinco meses de vida, enquanto que os nascidos na coorte de 2004 teriam de dez a 17 meses de idade. De acordo com a amplitude de comprimentos furcais esta afirmativa é bastante plausível, sendo corroborada com a leitura de anéis nos otólitos. Uma vez que, dos otólitos analisados, coletados nos meses de junho, agosto e setembro, somente o de um espécime coletado no mês de setembro apresentou o primeiro anel de crescimento, cujo seu comprimento furcal era de 190 mm, provavelmente este espécime teria acabado de formar este anel. Alonso (2002) estimou a época de formação dos anéis etários em otólitos *lapillus* de dourada por meio do Incremento Marginal Relativo (IMR) dos espécimes coletados no estuário amazônico no período de verão. Este autor realizou coletas no período compreendido entre o final do mês de julho e início do mês de agosto e constatou que 60% das douradas com uma marca de crescimento tinham acabado de formar o primeiro anel translúcido. Com isto, a presente pesquisa corrobora com a época de formação dos anéis etários nos otólitos *lapillus* da dourada no estuário amazônico, como sendo o período do verão (seca).

As coletas dos espécimes de dourada realizadas no período do inverno, março, abril e maio de 2005 e fevereiro de 2006 devem ser analisadas à parte. No primeiro inverno (março a maio de 2005), os comprimentos furcais dos espécimes variaram de 76 a 200 mm. Também são evidentes duas coortes levando-se em consideração a amplitude de nascimento da dourada. Seriam os que nasceram no ano de 2004 e teriam de sete a treze meses de idade e foram coletados em 2005. E para os

espécimes coletados em fevereiro de 2006, a outra coorte, os nascidos no ano de 2005. É claro que se deve considerar a amplitude de nascimento, então, estes espécimes teriam de seis a dez meses de idade. Os otólitos analisados neste período (inverno) foram provenientes de 88 espécimes de comprimento furcal variando de 76 mm a 200 mm e destes, 27 otólitos apresentaram o primeiro anel de crescimento já formado, a partir do comprimento furcal de 132 mm, provavelmente surgidos no verão passado e prestes a formarem um novo anel de crescimento.

A evidência do primeiro anel de crescimento nos otólitos *lapillus* de dourada ocorreu em espécimes de comprimento furcal acima de 132 mm e até 200 mm com comprimento furcal médio de 175 mm, de acordo com os resultados obtidos pela presente pesquisa. Sendo assim, a dourada juvenil, que utiliza o estuário amazônico como sua área de criação e crescimento (Barthem & Goulding, 1997), passa pelo menos o primeiro ano de sua vida neste hábitat, antes de iniciar o processo de migração em direção à Amazônia Ocidental para se reproduzir. Na primeira etapa de seu desenvolvimento, com idade de três a seis meses e comprimento furcal de 60 a 70 mm, deverá estar bastante vulnerável à mortalidade natural, principalmente em relação aos seus predadores. Com idade de seis a nove meses e comprimento furcal de 70 a 110 mm ainda se encontra vulnerável aos predadores, entretanto, é suposto que esteja mais hábil para fugir e se esconder. E na terceira etapa, com idade de nove a doze meses e com comprimento furcal variando de 110 a 200 mm, seus predadores já se tornariam mais reduzidos, em relação ao número de indivíduos, devido ao seu maior porte. Apesar das douradas com estes comprimentos ainda não serem vulneráveis à pesca artesanal, elas apresentam uma mortalidade natural alta e são vulneráveis à pesca industrial que ocorre no estuário amazônico, já que fazem parte da fauna acompanhante da pesca industrial da

piramutaba (Chaves *et al.*, 2003), onde os espécimes de pequeno tamanho (menores que 200 mm) são capturados e rejeitados.

A piramutaba utiliza a região dos Andes e do Alto Solimões para se reproduzir (Barthem & Goulding, 1997), e o pico de sua reprodução ocorre no mês de outubro, mês que corresponde a maior incidência de espécimes sexualmente maduros coletados nesta região (Alonso & Pirker, 2005). Sua migração em direção ao estuário amazônico não chega a durar um mês, já que a forte correnteza ajuda no deslocamento rio abaixo (Barthem & Goulding, 1997). Portanto, depois que nasce a piramutaba deve chegar ao estuário amazônico nos meses de novembro e/ou dezembro, período correspondente ao início da cheia (inverno) na região. Ao contrário da dourada, a piramutaba não precisaria aguardar em outros ambientes de água doce até que a água do estuário amazônico se tornasse menos salobra, já encontrando o ambiente propício para o seu desenvolvimento.

Os espécimes de piramutaba coletados pela presente pesquisa durante o período de inverno, nos meses de março, abril e maio de 2005 apresentaram comprimentos furcais variando de 70 a 195 mm, provavelmente pertencentes à coorte de 2004, e teriam, portanto, de cinco a oito meses, levando-se em consideração uma amplitude de nascimento de apenas um mês. Estariam passando o seu primeiro inverno (cheia) na região. Durante o período do inverno no estuário amazônico a produtividade biológica é bastante alta com grande disponibilidade de alimento para a ictiofauna presente (Barthem *et al.*, 1995), portanto, durante este período a piramutaba encontra condições favoráveis para crescer e se desenvolver (Barthem, Comunicação Pessoal).

Dos otólitos que foram analisados durante este período, a partir do mês de março, os que apresentaram anéis de crescimento pertenciam a espécimes cujo

comprimento furcal foi a partir de 129 mm, entretanto, a maioria apresentava comprimento furcal acima de 170 mm. Foram coletados 78 espécimes e destes foram observados 17 otólitos com o primeiro anel de crescimento já formado. Provavelmente estes anéis foram formados no verão anterior e estes espécimes já estariam prestes a formarem um novo anel. Durante o período do verão no estuário amazônico, nos meses que houve coleta, junho, julho, agosto e setembro, os espécimes coletados apresentaram comprimentos furcais variando de 77 a 200 mm e estariam com a idade variando de oito a doze meses, levando-se em consideração a amplitude de nascimento de um mês. Neste período foram coletados 30 espécimes e foi observado o primeiro anel de crescimento em 18 otólitos. Estes espécimes pertenceriam à coorte de 2004 e estariam passando o seu primeiro verão na região. Neste período, no estuário amazônico a produtividade biológica diminuiu e com isto a disponibilidade alimentar (Barthem *et al.*, 1995) propiciando um período de crescimento lento para as espécies que ali vivem. Os otólitos analisados dos espécimes coletados neste período apresentaram anéis de crescimento, cujos comprimentos furcais foram a partir de 138 mm e possivelmente teriam acabado de formar estes anéis. Sendo assim, a marcação do primeiro anel de crescimento nos otólitos *lapillus* de piramutaba ocorre em espécimes de comprimento furcal a partir de 129 mm até 200 mm, e com comprimento furcal médio de 171 mm e provavelmente também no período do verão no estuário amazônico.

Da mesma forma que a dourada, a piramutaba juvenil também apresenta três etapas de desenvolvimento, passadas no estuário amazônico. Na primeira etapa de desenvolvimento, a piramutaba apresenta comprimento furcal variando de 60 a 70 mm, teria de três a seis meses de idade e seria bastante vulnerável devido ao seu pequeno tamanho, principalmente para os predadores de grande porte que habitam a região

(Barthem, 1985). Os espécimes que apresentam comprimento furcal variando de 70 a 110 mm estariam na segunda etapa de seu desenvolvimento com idade de seis a nove meses e ainda pelo seu pequeno tamanho, continuariam sendo alvo fácil dos peixes de grande porte que habitam o estuário (Barthem, 1985). E a terceira etapa de desenvolvimento abrangeria os espécimes cujos comprimentos furcais variam de 110 a 200 mm, e idade de nove a doze meses. Nesta etapa de desenvolvimento, é provável que a mortalidade natural seja mais baixa que a das outras anteriores, visto que os espécimes são de maior tamanho e com isto o número de predadores seria reduzido. Entretanto, vale ressaltar que a piramutaba é alvo principal da pesca industrial, e os espécimes juvenis são capturados e rejeitados pela mesma, onde Chaves *et al.* 2003 constataram para os anos de 2001 e 2002 espécimes de piramutaba rejeitados que apresentaram comprimento zoológico mínimo de 6,7 cm e 6,9 cm, respectivamente.

Durante as primeiras fases de desenvolvimento da dourada e da piramutaba, período passado no estuário amazônico, as duas espécies apresentam crescimento e desenvolvimento similares, até os 200 mm de comprimento furcal. A partir deste comprimento, as duas espécies seguem seu próprio desenvolvimento, com estratégias de vida e parâmetros populacionais distintos. Os trabalhos já realizados referentes à dinâmica populacional dessas duas espécies (Alonso, 2002; Alonso & Pirker, 2005) foram feitos baseados em espécimes sub-adultos e adultos que são o alvo da pescaria comercial e os parâmetros populacionais estimados pelos autores para as duas espécies diferem entre si, de tal forma que a partir dos 200 mm de comprimento furcal, as duas espécies apresentam crescimento diferenciado.

Os espécimes juvenis, apesar de não serem o alvo da pescaria comercial artesanal, são capturados e rejeitados pela pescaria industrial, e muito pouco se sabe a

respeito de sua biologia e ecologia. Alonso & Pirker (2005) estipularam que os juvenis das duas espécies com comprimento furcal inferior a 200 mm são os chamados jovens não migrantes e não recrutados.

A análise de seus otólitos e verificação de anéis de crescimento, juntamente com a sua história natural já registrada pela literatura científica, pôde evidenciar as primeiras etapas de desenvolvimento destas duas espécies durante o período que habitam o estuário amazônico. A Tabela traçada de idade e comprimento para as duas espécies de comprimentos furcais variando de 60 a 200 mm e com idades variando de três a doze meses evidencia uma clara relação com a morfometria e desenvolvimento de seus otólitos traçados no capítulo anterior. Os otólitos *lapillus* de dourada foram classificados em três categorias, conforme o seu desenvolvimento anatômico e até o comprimento furcal de 210 mm. A categoria I abrangeu os espécimes cujo comprimento furcal variou de 60 a 80 mm; a categoria II, os espécimes apresentaram comprimento furcal de 80 a 110 mm; e a categoria III, onde os espécimes apresentaram comprimento furcal de 110 a 210 mm. Já para a piramutaba, a categoria I abrangeu os espécimes de comprimento furcal variando de 65 a 80 mm; a categoria II, cujos espécimes apresentaram comprimento furcal de 80 a 110 mm; e a categoria III, onde os espécimes tinham comprimento furcal de 110 a 190 mm.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, a presente pesquisa pôde chegar às seguintes conclusões:

- A dourada (*B. rousseauxii*) forma o primeiro anel de crescimento no estuário amazônico com comprimento furcal médio de 175,03 mm;

- A piramutaba (*B. vaillantii*) forma o primeiro anel de crescimento no estuário amazônico com comprimento furcal médio de 171,03 mm;
- A dourada (*B. rousseauxii*) tem entre nove e doze meses de idade quando apresenta o primeiro anel de crescimento no estuário amazônico;
- A piramutaba (*B. vaillantii*) tem entre nove e doze meses de idade quando apresenta o primeiro anel de crescimento no estuário amazônico;
- O raio médio do primeiro anel translúcido do corte transversal do otólito *lapillus* de dourada (*B. rousseauxii*) é de 0,36 mm (dp ± 0,03);
- O raio médio do primeiro anel translúcido do corte transversal do otólito *lapillus* de piramutaba (*B. vaillantii*) é de 0,33 mm (dp ± 0,01);
- O raio total médio do corte transversal do otólito *lapillus* de dourada (*B. rousseauxii*) é de 0,64 mm (dp ± 0,14);
- O raio total médio do corte transversal do otólito *lapillus* de piramutaba (*B. vaillantii*) é de 0,53 mm (dp ± 0,09);
- A equação obtida entre o raio total do corte transversal do otólito *lapillus* de juvenis de dourada (*B. rousseauxii*) com seu comprimento furcal é: $CF = 248,589 * Rt^{1,1901}$;
- A equação obtida entre o raio total do corte transversal do otólito *lapillus* de juvenis de piramutaba (*B. vaillantii*) com seu comprimento furcal é: $CF = 400,494 * Rt^{1,7178}$;
- A dourada (*B. rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*) com comprimentos furcais de 60 mm a 70 mm têm idade de três a seis meses;
- A dourada (*B. rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*) com comprimentos furcais de 70 mm a 110 mm têm idade de seis a nove meses;

- A dourada (*B. rousseauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*) com comprimentos furcais de 110 mm a 200 mm têm idade de nove a doze meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- AKKIRAN, N. 1984. A systematic study on Sparidae (Pisces) employing the otolith characters in the East Mediterranean. *METU of Pure and Appl. Sci.* **17 (3)**: 269-283.
- AKKIRAN, N. 1985. A systematic study on Carangidae (Pisces) employing the otolith characters in the East Mediterranean. *Inst. of Mar. Sci., Middle East Technical University, Içel, Turkey.* **63**: 1-9.
- ALONSO, J. C. 2002. **Padrão Espaço-Temporal da Estrutura Populacional e Estado Atual da Exploração Pesqueira da dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) no Sistema Estuário-Amazonas-Solimões.** Tese de Doutorado. Universidade do Amazonas / Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus-AM. 208 p.
- ALONSO, J. C. & PIRKER, L. E. M. 2005. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada, p. 21-28. *In: O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas.* FABRÉ, N. N. & BARTHEM, R. B. (eds.). Manaus: IBAMA, ProVárzea, 114 p.
- BANCO DO BRASIL - CACEX. 1980. Principais produtos exportados pelo estado do Pará. GEP – Secretária de Estado da Fazenda. Coordenadoria de Informações Econômico – Fiscais.
- BARTHEM, R. B. 1984. Ocorrência de alevinos de piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* na Baía de Marajó. *Acta Amazônica*, **13** (1-2), 324.

- BARTHEM, R. B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Sér. Zool.*, **2** (1): 49-69.
- BARTHEM, R. B. 1990a. **Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 268 p.
- BARTHEM, R. B. 1990b. Descrição da Pesca da Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*, Pimelodidae) no Estuário e na Calha do rio Amazonas. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, **6** (1): 119-131 p.
- BARTHEM, R. B. 2000. Situação do Manejo das Pescarias dos Grandes Bagres Amazônicos no Brasil, p. 33-56. *In: Informe del Taller Regional sobre Manejo de las Pesquerías de Bagres Migratorios del Amazonas*. Programa de Cooperación Gubernamental FAO/Noruega. GCP/INT/648/NOR Informe de Campo F-5 (Es).103 p.
- BARTHEM, R. B. & GOULDING, M. 1997. **The catfish connection**. Columbia Press. New York. 144 p.
- BARTHEM, R. B. & PETRERE, M. Jr. 1995. Fisheries and Population Dynamics of the Freshwater Catfish *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) in the Amazon Estuary. *In: Condition of the World's Aquatic Habitats. Proceedings of World Fisheries Congress, Theme 1*. Armantrout, N. B. (ed.). Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD. New Delhi. p. 329-340.

- BARTHEM, R. B; RIBEIRO, M. C.de L. & PETRERE, M. Jr. 1991. Life Strategies of some Long-Distance Migratory Catfish in Relation to Hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Biological Conservation* **55**, 339-345.
- BARTHEM, R. B; GUERRA, H. & VALDERRAMA, M. 1995. **Diagnostico de los recursos hidrobiologicos de la Amazônia**. 2. ed. Iquitos, Peru: Secretaria Pro Tempore.
- BAYLEY, P. B. & PETRERE Jr., M. 1989. Amazon Fisheries: Assessment methods, current status and management options. *Canadian Special Publication on Fisheries and Aquatic Sciences*, **106**, 305-398.
- BEAMISH, R. J. & G. A. McFARLANE. 1983. The Forgotten Requirement for Age Validation in Fisheries Biology. *Transactions American Fisheries Society*, **(12)**: 735-743.
- BEAMISH, R. J. & G. A. McFARLANE. 1990. Current trends in age determination methodology, p. 15-42. *In: The Age and Growth of Fishes*. (Summerfelt, R.C. and Hall, G.E., Eds.). Iowa State University Press, Ames, IA. U.S.A. 544 p.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J. 1957. A review of the life spans and mortality rates in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. *Ciba Found. Colloq. Ageing*, **5**: 142-177.
- BURGESS, W. E. 1989. **An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes. A Preliminary Survey of the Siluriformes**. Neptune City, EUA: T. F. H. Publications, 784 p.
- BUSACKER, G. P.; ADELMAN, I. R. & GOOLISH, E. M. 1990. Growth. *In: Methods for fish biology*. Schreck, C. B. & Moyle, P. B. (eds.). Bethesda, Maryland, USA. *American Fisheries Society*. p. 117-158.

- BROTHERS, E. B. 1987. Methodological approaches to the examination of otoliths in ageing studies. *In: The Age and Growth of Fishes*. SUMMERFELT, R.C. & HALL, G.E., (Eds.). Second Printing. Iowa State University Press, Iowa. U.S.A. 544 p.
- CAMPANA, S. E. 1983. Calcium deposition and otolith check formation during periods of stress in Coho Salmon *Oncorhynchus kisutch*. **Comp. Biochim. Physiol.**, **75 A**: 215-220.
- CAMPANA, S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, **(59)**: 197-242.
- CARLANDER, K. D. 1990. A history of scale and growth studies of North American freshwater fish, p. 3-14. *In: The Age and Growth of Fishes*. SUMMERFELT, R.C. & HALL, G.E., (Eds.). Second Printing. Iowa State University Press, Iowa. U.S.A. 544 p.
- CARLSTRÖM, D. 1963. A crystallographic study of vertebrate otoliths. *Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory Woods Hole* **125**: 441-463.
- CASSELMAN, J. M. 1983. Age and Growth Assessment of Fish from Their Calcified Structures - Techniques and Tools. p. 1-18. *In: Proceedings of International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes and sharks*. (PRINCE, E. D. & PULOS, L. M. Eds.). NOAA Technical Report **8**, Washington, DC.
- CASTONGUAY, M. P.; SIMARD, P. & GAGNON, P. 1991. Usefulness of Fourier analysis of otolith shape for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stock discrimination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**: 296-302.

- CHAVES, R. A.; SILVA, K. C. A.; IVO, C. T. C.; CINTRA, I. H. A. & AVIZ, J. S. 2003. Sobre a pesca da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1940) em pescarias da frota industrial no Estado do Pará. *Bol. Téc. Cient. CEPNOR*, Belém, v. **3**, n. 1, p. 163-177.
- CHILTON, D. E. & BEAMISH, R. J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, (**60**): 102 p.
- de PINNA, M. C. C. 1998. Phylogenetic Relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): Historical Overview and Synthesis of Hypotheses. *In: Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). Porto Alegre, Brasil. Editora Universitária – EDIPUCRS. p. 279-330.
- DEGENS, E. T.; DEUSER, W. G. & HAEDRICH, R. L. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.* **2**: 105-113.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. 2004. IBAMA. INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 5. Anexo II Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreexploração. p.136-142.
- DIAS-NETO, J.; JESUS, D. S. & RIBEIRO, R. C. 1981. Relatório do grupo de trabalho da piramutaba. P. 271-301. *In: SUDEPE-PDP Relatório do segundo encontro do grupo de trabalho de treinamento (GTT) sobre avaliação dos estoques*. Tamandaré (PE), de 29 de Junho a 24 de Julho de 1981.
- EGLER, W. A. & SCHWASSMANN, H. O. 1962. Limnological studies in the Amazon Estuary. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, nova sér.*, **1**: 2-25.

- FABRÉ, N. N. & BARTHEM, R. B. 2005. **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. Manaus: IBAMA, ProVárzea, 114 p.
- FAO. 1981. Methods of Collecting and Analyzing Size and Age Data for Fish Stock Assessment. **FAO Fish. Circ.**, (736): 104 p.
- FERREIRA, J. C. V. 2003. **O Pará e seus municípios**. Belém, 686p.
- FITCH, J. E. & BROWNELL, R. L. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **25**: 2561-2574.
- FONTELES FILHO, A. A. 1989. **Recursos Pesqueiros. Biologia e Dinâmica Populacional**. Imprensa Oficial do Ceará Fortaleza. Ceará-Brasil. 296 p.
- FROST, K. J. & LOWRY, U. F. 1981. Trophic importance of some marine gadids in Northern Alaska and their body-otolith size relationships. *U. S. Fishery Bulletin* **79**, 187-192.
- GAEMERS, P. A. M. 1976. New concepts in the evolution of the Gadidae (Vertebrata, Pisces), based on their otoliths. *Mededelingen van de Werkgroep voor tertiare en Kwartaire Geologie* **13**, 3-32.
- GALLEY, E. A.; WRIGHT, P. J. & GIBB, F. M. 2006. Combined methods of otolith shape analysis improve identification of spawning areas of Atlantic cod. **ICES Journal of Marine Science**, **63**: 1710-1717.
- GARCÍA, A.; RODRÍGUEZ, R. & MONTREUIL, F. 1996. Longitud de primera maduración y época de desove de dorado (*Brachyplatystoma flavicans*) em la amazônia peruana. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA. *Boletín Científico* n° **4**, Santafé de Bogotá, 5-17 p.

- GRANADEIRO, J. P. & SILVA, M. A. 2000. The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. *Cybium*, **24** (4): 383-393.
- GRANDE, L. & EASTMAN, J. T. 1986. A review of Antarctic ichthyofaunas in the light of new fossil discoveries. *Palaeontology*, **29** (1): 113-137.
- GULLAND, J. A. 1976. **Manual of Methods for Fish Stock Assessment**, Part 1. *Fish Population Analysis*. 4 Ed. FAO, Rome, 154 p.
- HÄRKÖNEN, T. 1986. Guide to the otoliths of the bony fishes of the northeast Atlantic. *Danbiu Aps*. Eds. Sweden. 256 pp.
- HETCH, T. 1980. Age, growth, reproduction and mortality of the butter-catfish *Eutropius depressirostris* (Schilbeidae: Pisces) in the Luphephe Uwanedzi Impoundment, Venda (South Africa). **J. Limnol. Soc. Sth. Afr.**, **6** (1): 39-45.
- IBAMA, 1999. V Reunião do grupo permanente de estudos sobre a piramutaba: realizada em Belém de 26 a 29 de agosto de 1997 / Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais renováveis, Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Norte do Brasil. Brasília: Ed. IBAMA, 92 p.
- JEARLD, Jr. A. 1983. Age Determination. In: B. R. MURPHY & D. W. WILLIS, (eds.). **Fisheries Techniques**, 2nd edition. **American Fisheries Society**, Bethesda, Maryland U.S.A.
- JENSEN, A. C. 1965. A standard terminology and notation for otolith readers. **ICNAF Research Bulletin** 2: 5-7.
- KINACIGIL, H. T.; AKYOL, O.; METIN, G. & SAYGI. 2000. A systematic study on the otolith characters of Sparidae (Pisces) in the Bay of Izmir (Aegean Sea). *Turk J. Zool.* **24**: 357-364.

- KING, M. 1995. **Fisheries biology, assessment and management**. Fishing News Books. London. 343 p.
- LAGLER, K. F.; J. E. BARDACH; R. R. MILLER & D. R. M. PASSINO. 1977. **Ichthyology**. John Wiley & Sons. New York. 506 p.
- LAI, H. L.; GALLUCCI, V. F.; GUNDERSON, D. J. & DONNELLY, R. F. 1996. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. *In: Stock Assessment: Quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. GALLUCCI, V. F.; SAILA, S. B.; GUNDERSON, D. J. & ROTHSCHILD, B. J. (eds.). CRC Press, 82-178 p.
- LEYBLE, M. & MIRANDA, P. 1989. El otolito *sagitta* en el reconocimiento de diferentes especies de teleósteos de la costa central de Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción* 60: 149-160.
- LIZAMA, M. A. P. & VAZZOLER, A. E. A. de M. 1993. Crescimento em peixes do Brasil: uma síntese comentada. **Revista Unimar, 15 (suplemento):** 141-173.
- LOMBARTE, A. & CASTELLÓN, A. 1991. Inter-specific and intra-specific otolith variability in the genus *Merluccius* as determined by image analysis. *Can. J. Zool.*, 69: 2442-2449.
- LOMBARTE, A.; TORRES, G. J. & MORALES-NIN, B. 2003. Specific *Merluccius* otolith growth patterns related to phylogenetics and environmental. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 83: 277-281.
- LÓZANO, A. P. 1999. **Idade e crescimento da piracatinga: *Calophysus macropterus*, Lichtenstein, 1819 (Pisces: Pimelodidae), na Amazônia Central**. (Dissertação de Mestrado) INPA/UFAM. Manaus. 87 p.

- LOWE-McCONNELL, R. H. 1998. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo, Edusp, 536 p.
- LUNDBERG, J. G & AKAMA, A. 2005. *Brachyplatystoma capapretum*: a New Species of Goliath Catfish from the Amazon Basin, with a Reclassification of Allied Catfishes (Siluriformes: Pimelodidae). *Copeia*, **3**: 492-516.
- LUNDBERG, J. G & LITTMANN, M. W. 2003. Family Pimelodidae, p. 432-446. *In*: **Check List of Freshwater Fishes of South America**. R. R. REIS, S. O. KULLANDER, & C. J. FERRARIS, Jr. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, 729 p.
- LUNDBERG, J. G.; LINARES, O.; ANTÔNIO, M. & NASS, P. 1988. *Phactcephalus hemiliopterus* (Pimelodidae, Siluriformes) from the upper Miocene Urumaco formation, Venezuela: a further case of evolutionary stasis and local extinction among South American fishes. *J. Vert. Paleont.*: 131-138.
- LUNDBERG, J. G.; MAGO-LECCIA, F. & NASS, P. 1991. *Exallodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Pisces: Siluriformes) from deep river channels of South América, and delimitation of the subfamily Pimelodinae. *Proc. Biol. Soc. Wash.* **104** (4): 840-869.
- McFARLANE, G. A. & R. J. BEAMISH. 1987. Validation of the dorsal spine method of age determination for spiny dogfish, 287-300 p. *In*: **The Age and Growth of Fishes**. SUMMERFELT, R.C. & HALL, G.E., (Eds.). Second Printing. Iowa State University Press, Iowa. U.S.A. 544 p.
- MEES, G. F. 1974. Auchenipteridae and Pimelodidae. *Zool. Verh.* 132: 115-246.

- MESSIEH, S. 1972. Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **29**, 1113-1118.
- MERONA, B. 1983. Modèle d'estimation rapide de la croissance des poissons. Application aux poissons d'eau douce d'Afrique. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, **16** (1): 103-113.
- MORALES-NIN, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish Res.*, 46: 53-67.
- MOYLE, P. B. & CECH, Jr., J. J. 1982. **Fishes, an introduction to ichthyology**. New York: Prentice Hall, 593 p.
- MUÑOZ-SOSA, D. 1996. **Age Structure and Exploitation of Giant Catfish Populations (*Brachyplatystoma* spp.) in the Lower Caqueta River, Colombia**. Dissertação de Mestrado. New York U.S.A. 100 p.
- NAVEDA, GARCÍA-GODOS. I. 2001. Patrones morfológicos del otolito *sagitta* de algunos peces óseos del mar Peruano. *Bol. Inst. Mar Peru*, **20** (1-2). 84 p.
- NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the World**. Third Edition. 600 p.
- NOLF, D. 1985. Otolith piscium. *In*: H. P. SCHULTZE (ed.), **Handbook of paleoichthyology**, 10 pp. 1-145. Gustav Fisher Verlag, New York.
- PANELLA, G. 1974. Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. p. 28-39. *In*: T. B. BAGENAL (ed.). **Ageing of Fish.**, Proceeding of an International Symposium, Reading, England. Unwim. Brothers Ltd., England. 233 p.

- PAULY, D. 1984. **Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators.** ICLARM. Living Aquatic Resources Management, Manila. 325 p.
- PIRKER, L. E. M. 2001. **Determinação da idade e crescimento da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) capturada no estuário amazônico.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém-PA. 85p.
- PLATT, C. & POPPER, A. N. 1981. Fine structure and function of the ear. In: TAVOLGA, W. N.; POPPER, A. N. & R. R. (eds.), **Hearing and sound communication in fishes.** Pp. 3-38. Springer-Verlag, New York.
- RÊGO, H. V.; FABRÉ, N. N. & LOZÁNO, A. P. 1998. Estruturas calcificadas de dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) para determinação da idade. *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, Sér. Zool.*, **14** (2): 143-173.
- REIS, E. G. 1982. Anatomia do ouvido interno de *Netuma barba* (Lacepède 1803), Siluriformes, Ariidae. *Atlântica*. Rio Grande, **5**: 16-22.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, **191**: 1-382.
- RUFFINO, M. P. L. & ISAAC, V. J. 1995. Life cycle and biological parameters of several Brazilian amazon fish species. **The ICLARM Quarterly Fishbyte Section**, **8** (4): 40-45 p.
- SALINAS, Y. 1994. **Aspectos de la biología pesquera de las poblaciones de los grandes bagres (Ostariophysi: Siluriformes, Pimelodidae) em el sector**

- colombiano del río Amazonas.** Tesis Lic. Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá, 160 p.
- SANYO, 1998. **The Fishery Resources Study of the Amazon and Tocantins River Mouth Areas in the Federative Republic of Brazil: Final Report.** Tokyo, Sanyo Techno Marine, Inc. 332 p.
- SECOR, D. H.; DEAN, J. M. & LABAN, E. H. 1991. **Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination.** Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research Number 1991-01. 85 p.
- SECOR, D. H.; DEAN, J. M. & CAMPANA, S. E. (eds.) 1995. Recent developments in fish otolith research. Belle W. Baruch Library in Marine Science Number **19**. South Carolina Press, Columbia.
- SECOR, D. H. & LABAN, E. H. 1992. Otolith removal and preparation for microstructural examination. *Can. Spec. Public. Fish. Aquat. Sci.*, 117: 19-57.
- SCHAEFER, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the commercial marine fisheries. **Bull. I-ATTC**, v. 2, n. 6, p. 25-26.
- SCHWARZHANS, W. 1980. Die tertiäre Teleosteer-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von otolithen. *Berliner Geowissenschaftliche abhandlungen* **26**, 1-211.
- SCHMIDT, W. 1969. The otoliths as a means for differentiation between species of fish of very similar appearance. *Proc. Symp. Oceanog. Fish. Res. Trop. Atl.*, UNESCO, FAO, OAU. 393-396.
- SCHWASSMANN, H. O.; BARTHEM, R. B. & CARVALHO, M. L. 1989. A note on the seasonally shifting zone of high primary production in the Bay of Marajó, Pará, Brasil, 1983-1984. *Acta Bot. Bras.*, 2 (1): 165-174. Suplemento.

- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. **Biometry**. Third edition. W. H. Freeman and Company, New York, New York, USA. 887 p.
- SANBORN, M. & TELMER, K. 2003. The spatial resolution of LA-ICP-MS line scans across heterogeneous materials such as fish otoliths and zoned minerals. *J. Anal. At. Spectrom.*, **18**: 1231-1237.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C. 1997. **Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais**. Parte 1 – Manual. *FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev.2*, 404 p.
- SUDAM. 1984. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira: projeto de hidrologia e climatologia da Amazônia. Belém, 125p.
- THRESHER, R. E. 1999. Elemental composition of otoliths as a stock delineator in fishes. *Fisheries Research* **43**: 165-204.
- VILLACORTA-CORREA, M. 1997. **Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. (Tese de Doutorado) INPA / UFAM. Manaus. 217 p.
- WAESSLE, J. A.; LASTA, C. A. & FAVERO, M. 2003. Otolith Morphology and Body Size Relationships for Juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata Estuary (35-36° S). *Sci. Mar.*, 67 (2): 233-240.
- WILLIAMS, T. & BEDFORD, B. C. 1974. The use of otoliths for age determination, p. 114-123. *In*: T. B. Bagenal (Ed.). **Ageing of fish**. Proceeding an International Symposium. Unwim Brothers Limited. The Gresham Press, Old Woking, Surrey, England. 234 p.

- WILSON, C. W.; BEAMISH, R. J.; BROTHERS, E. B.; CARLANDER, K. D.; CASSELMAN, J. M.; DEAN, J. M.; JEARLD, A. JR.; PRINCE, E. D. & WILD, A. 1987. Glossary, p. 527-530. *In: **The Age and Growth of Fishes.*** SUMMERFELT, R.C. & HALL, G.E., (Eds.). Second Printing. Iowa State University Press, Iowa. U.S.A. 544 p.
- WOOTTON, R. J. 1990. **Ecology of teleost fishes.** London-New York, Chapman and Hall. 404 p.
- ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis.** Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 663 p.