

– Capítulo 3 –

ECOLOGIA E BIOLOGIA DA ICTIOFAUNA DO RIO MADEIRA

Ariana Cella Ribeiro

Marina Luisa Fonseca

Túlio Raimundo de Araújo

Ana Carolina Mota

Talles R. Colaço Fernandes

Larissa de Cássia Roque de Melo

Daiana Mendes Ayala

Marília Hauser dos Santos

Consultores:

Rodrigo Neves dos Santos

Gislene Torrente-Vilara

Sidinéia Aparecida Amadio

Jansen Zuanon

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	168
2. OBJETIVOS	168
2.1. Objetivo Geral.....	168
2.2. Objetivos Específicos	168
3. MATERIAL E MÉTODOS	169
3.1. Abundância relativa de peixes (rendimento das pescarias experimentais em valores de CPUE).....	169
3.2. Padrão estrutural das comunidades de peixes.....	170
3.3. Biologia da comunidade de peixes do rio Madeira: aspectos reprodutivos e alimentares.....	170
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	171
4.1. Abundância relativa da ictiofauna (CPUE).....	171
4.2. A estrutura faunística e funcional da comunidade de peixes.....	179
4.2.1. Padrões ictiofaunísticos: riqueza de espécies.....	179
4.2.2. Padrões ictiofaunísticos: composição de espécies	187
4.3. Padrão funcional.....	195
4.3.1. Estrutura funcional: riqueza de espécies por categoria trófica.....	195
4.4. Biologia da comunidade	200
4.4.1. Atividade alimentar das espécies de peixes na área de estudo.....	200
4.4.2. Atividade reprodutiva dos peixes na área de estudo no rio Madeira.....	202
5. Referências Bibliográficas	204
6. APÊNDICE	206

LISTA DE FIGURAS

Figura 3. 1. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com malhadeira nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).....	172
Figura 3. 2. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com rede de cerco nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).....	172
Figura 3. 3. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com arrasto bentônico nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).	173
Figura 3. 4. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUEn) para coletas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	175
Figura 3. 5. Captura por Unidade Esforço para o peso de exemplares (CPUEg) para coletas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	176
Figura 3. 6. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUEn) para coletas com rede de cerco nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	177
Figura 3. 7. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUEn) para coletas com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	178
Figura 3. 8. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com malhadeiras nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira(Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).	182
Figura 3. 9. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	183
Figura 3. 10. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com rede de cerco nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).	184
Figura 3. 11. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com rede de cerco nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	185
Figura 3. 12. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com arrasto bentônico nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).	186
Figura 3. 13. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	187
Figura 3. 14. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de médio porte capturada com malhadeiras nas excursões, incluindo áreas expandidas nas áreas 1 (verde), 2 (vermelho claro), 3 (vermelho escuro) e 4 (azul) no rio Madeira.	190
Figura 3. 15. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de médio porte capturada com malhadeira nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6	

coletas) e 3 (5 coletas) na cheia (azul) e seca (vermelho escuro).....	191
Figura 3. 16. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de pequeno porte capturada com rede de cerco nas excursões, incluindo áreas expandidas, nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira.....	192
Figura 3. 17. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de pequeno porte capturada com rede de cerconas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas) na cheia (azul) e seca (vermelho escuro).	193
Figura 3. 18. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna bentônica capturada com arrasto bentônico nas excursões, incluindo áreas expandidas, nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira.....	194
Figura 3. 19. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna bentônica capturada com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).	195
Figura 3. 20. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a riqueza de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	196
Figura 3. 21. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a abundância de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	197
Figura 3. 22. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a biomassa de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	198
Figura 3. 23. Proporção relativa da riqueza, abundância e biomassa por categoria trófica das espécies de peixes por local de amostragem no rio Madeira, para a área de estudos com acompanhamento mensal e bimestral (Ano 1: 12 coletas, Ano 2: 6 coletas e Ano 3: 5 coletas).	199
Figura 3. 24. Variação espacial e temporal do grau de repleção estomacal da ictiofauna capturada com malhadeira nas áreas 2 e 3 da bacia do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	201
Figura 3. 25. Variação espacial e temporal do grau de gordura cavitária da ictiofauna coletada com malhadeira nas áreas 2 e 3 da bacia do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	202
Figura 3. 26. Índice de intensidade reprodutiva por período hidrológico (seca: englobando a vazante e seca e cheia: englobando a enchente e cheia) da ictiofauna coletada com malhadeira nas áreas 2 e 3 da bacia do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).....	203

LISTA DE TABELAS

Tabela 3. 1. Pontos de coleta de acordo com o Plano Básico Ambiental e as áreas equivalentes utilizadas para as análises dos capítulos de Ecologia e Biologia e Inventário Taxonômico.	169
Tabela 3. 2. Valores de abundância relativa (CPUE em exemplares/m ² /24h) das espécies capturadas na pesca experimental com malhadeiras nos anos 1, 2 e 3, para as espécies que apresentaram capturas maiores que 0,01 exemplares/m ² /2h a montante e jusante da cachoeira Teotônio.	179

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 3. A. Abundância Relativa de Peixes (rendimento das pescarias experimentais em valores de CPUE) (detalhamento)	206
Apêndice 3. B. Padrão estrutural das comunidades de peixes (detalhamento).....	207
Apêndice 3. C. Biologia da comunidade de peixes do rio Madeira: aspectos reprodutivos e alimentares (detalhamento)	210

1. APRESENTAÇÃO

Neste capítulo são apresentados resultados do Subprograma de Ecologia e Biologia da Ictiofauna referente aos dados coletados no período de abril de 2009 até o mês de novembro do corrente ano (para capturas com rede de cerco e arrasto bentônico foram utilizados dados até outubro de 2011, visto que as amostras de novembro de 2011 ainda estão em processamento) para o atendimento das questões previstas nas etapas: **1 de caracterização** (histórico) e **2 de acompanhamento** do Plano Básico Ambiental associado à obra. De acordo com o PBA, este documento teve o objetivo de responder metas referentes ao subprograma, bem como a relação das condicionantes da LI nº540/2008 para o Programa de Conservação da Ictiofauna.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Gerar um referencial para comparação do padrão estrutural (composição, riqueza, diversidade, equitabilidade e similaridade) e funcional (uso da área: atividade alimentar, acúmulo de gordura, atividades reprodutivas) da ictiofauna em escala espaço-temporal mais abrangente, nas áreas de coleta 1 e 2 e na área de coleta 3 (AC) do empreendimento proposto no rio Madeira.

2.2. Objetivos Específicos

- Acompanhar as modificações do padrão estrutural e funcional da ictiofauna em escala espaço-temporal nas áreas de coleta 1 e 2 e na AC, para efeitos de comparação com as alterações que ocorrem na etapa da construção que interfere diretamente no leito do rio; com o enchimento do reservatório, e a operação plena da usina;
- Fornecer material para o Subprograma de Inventário Taxonômico;
- Acompanhar as alterações na abundância e biomassa (CPUE) das espécies de peixes da área de influência direta do empreendimento em todas as situações descritas acima;
- Fornecer amostras para o Subprograma de Genética de Populações.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção são apresentadas as informações metodológicas utilizadas especificamente para o estudo de ecologia de comunidades de peixes do rio Madeira nas áreas de estudo 1 (AC), 2 (AD- atualmente apenas os locais de coleta do rio Jaciparaná), 3 (AIJ) e 4 (AC) (Tabela 3. 1) nos períodos hidrológicos de seca (englobando: vazante-maio, junho e julho e; seca-agosto, setembro e outubro) e cheia (englobando: enchente-novembro, dezembro e janeiro e; cheia-fevereiro, março e abril). Informações sobre a área de estudos e sobre as metodologias das pescarias experimentais estão apresentadas nos capítulos 1 e 2.

Tabela 3. 1. Pontos de coleta de acordo com o Plano Básico Ambiental e as áreas equivalentes utilizadas para as análises dos capítulos de Ecologia e Biologia e Inventário Taxonômico.

Ponto PBA	Área PBA	Área Ecobio/Inventário	Descrição	Posição em relação à cachoeira Teotônio
1	1	3	Região do Lago Cuniã	Jusante
2	1	3	Igarapé Belmont	Jusante
3	1	3	Igarapé Jatuarana	Montante
4	1	2	Rio Jacy Paraná	Montante
5	2	2	Rio São Lourenço	Montante
6	2	2	Rio Karipunas	Montante
7	2	2	Rio Mutum Paraná	Montante
8	2	2	Igarapé Arara	Montante
9	1	3	Rio Machado	Jusante
10	1	3	Rio Puruzinho	Jusante
11	3	4	Região de Manicoré	Jusante
12	3	4	Região do Aripuanã	Jusante
13	3	4	Região de Nova Olinda/Itacoatiara	Jusante
15	3	1	Região a montante da foz do rio Beni (rio Pacaás Novos)	Montante
17	3	1	Região de Surpresa (rio Sotério)	Montante
18	3	1	Rio Cautário	Montante

3.1. Abundância relativa de peixes (rendimento das pescarias experimentais em valores de CPUE)

Os valores de Captura por Unidade de Esforço (CPUE) permitem uma comparação direta dos valores de rendimento pesqueiro e abundância ou densidade relativa de peixes (Hinton & Maunder, 2004) desde que estejam na mesma unidade de esforço. As comparações de rendimento das pescarias experimentais por local e aparelho de pesca foram realizadas a partir de valores de abundância relativa das espécies nas amostras, em termos de CPUE (m^2), a partir de todos os exemplares capturados em cada local e/ou durante os períodos do ciclo hidrológico (seca e cheia), conforme solicitado em cada

caso. Detalhamentos da metodologia empregada para análises de Abundância Relativa de Peixes encontram-se no Apêndice 3. A.

3.2. Padrão estrutural das comunidades de peixes

O estudo dos padrões estruturais das assembleias de peixes foi composto de dois conjuntos de dados padronizados, considerando duas escalas espaciais, para os seguintes apetrechos de pesca: malhadeiras, rede de cerco e arrasto bentônico. O primeiro conjunto refere-se às coletas bimestrais realizados nos pontos localizados nas áreas 2 e 3, e o segundo refere-se às coletas realizadas nas áreas 1, 2, 3 e 4 (denominadas de coletas na área expandida). As análises funcionais foram realizadas considerando-se as duas escalas espaciais, e enfocando somente a ictiofauna capturada com malhadeiras. As análises que incluíram avaliações temporais foram realizadas para os pontos de amostragem com acompanhamento bimestral (áreas 2 e 3). Detalhamentos da metodologia empregada para análises do Padrão Estrutural das Comunidades de Peixes encontram-se no Apêndice 3. B.

3.3. Biologia da comunidade de peixes do rio Madeira: aspectos reprodutivos e alimentares

Aspectos alimentares e reprodutivos foram avaliados para a assembleia de peixes capturada com malhadeiras conforme previamente acordado com o órgão licenciador em reunião no dia 07 de novembro de 2008. Além das análises de biologia para a assembleia de peixes de malhadeira, foi proposto e incluído para o segundo ano de estudos informações sobre a biologia das espécies de pequeno porte mais abundantes e frequentes, capturadas com rede de cerco, puçá e arrasto bentônico. Detalhamentos da metodologia empregada para estudo da biologia da comunidade de peixes encontram-se no

Apêndice 3. C.

Programas computacionais utilizados

Para as análises estatísticas descritas anteriormente foram utilizados os programas Systat11. 0 (Wilkinson, 2001) e Past 1.72 (Hammer *et al.*, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Abundância relativa da ictiofauna (CPUE)

Área Controle (expandida)-1 e 4:

Os maiores valores na área controle montante foram obtidos para o rio Cautário (1,03 exemplares/m²/24h), no trecho de corredeiras para o rio Jaciparaná (0,65 exemplares/m²/24h) e a jusante das corredeiras no lago Cuniã (2,56 exemplares/m²/24h) e Manicoré (0,84 exemplares/m²/24h) (Figura 3. 1)

Com exceção da CPUE na seca do lago Cuniã, quando comparados com outros locais na Amazônia, esses valores podem ser considerados baixos e corroborados pelos valores obtidos no rendimento pesqueiro para a pesca comercial da região estudada do rio Madeira (e.g. Capítulo 5). Os baixos rendimentos ficam mais evidentes quando comparados aos valores obtidos em outros ambientes amazônicos, em águas claras como dos rios Trombetas (1,24 exemplares/m²/24h e 244,31 gramas/m²/24h; Ferreira, 1993) e Araguaia (1,59 exemplares/m²/24h e 181,4 gramas/m²/24h; Zuanon *et al.*, 2004) ou águas brancas, como no Lago Catalão - Amazônia Central (1,11 exemplares/m²/24h e 83,91 gramas/m²/24h; Vale, 2003). Os valores de CPUE obtidos no rio Madeira são semelhantes somente aos registrados para o lago do Prato, igapó do rio Negro, próximo ao arquipélago de Anavilhanas, com 41 gramas/m²/24h (Saint Paul *et al.*, 2000).

A abundância relativa de peixes de pequeno porte capturados com rede de cerco foi altamente variável ao longo do trecho estudado no 1º, 2º e 3º ano de estudo. Valores pontuais de menor abundância no 2º ano, como no Lago Cuniã, se manteve no 3º ano de estudos, fato que pode ser um efeito da dificuldade de amostragem, devido à impossibilidade de entrada com voadeiras no lago durante a extrema seca. Não foi possível a entrada da equipe no lago para realizar as atividades de coleta no mês de outubro/2010 e outubro/2011, quando provavelmente a captura de espécies de pequeno porte em áreas rasas se tornaria mais eficiente (Figura 3. 2). No trecho de corredeiras a montante do igarapé Belmont manteve-se como local de menor abundância relativa para espécies de pequeno porte, como observado também para capturas com malhadeiras. Porém, a porção baixa do rio Madeira apresentou baixos valores de captura de espécies de pequeno porte, provavelmente em função da restrição do ambiente no período de coleta expandida, quando o baixo rio Madeira ainda estava com muita água, recebendo grande influência do rio Amazonas que ainda impedia a vazão das águas.

As capturas obtidas com o arrasto bentônico em cada ponto revelaram uma tendência longitudinal de diminuição na abundancia relativa de peixes de forma semelhante para o 1º, 2º e 3º ano de estudos, isso em função de maiores abundâncias no

sistema Guaporé/Mamoré, com uma grande queda na abundância no trecho de corredeiras do rio Madeira, havendo recuperação desses valores no trecho baixo da bacia (Figura 3. 3).

Comparada a abundância relativa à obtida para a fauna bentônica em outros rios da Bacia Amazônica os valores são consideravelmente menores. Nas coletas com arrasto bentônico no rio Trombetas (Ferreira *et al.*, 2006), um rio de águas claras, a abundância estimada foi em torno de 70 exemplares/amostra. Na calha do rio Amazonas, um ambiente de águas brancas e mais semelhante ao ambiente bentônico do rio Madeira, um estudo enfocando apenas um grupo taxonômico (Gymnotiformes) revelou abundâncias que variaram entre 20 e 48 exemplares/amostra (Cox-Fernandes, *et al.*, 2004).

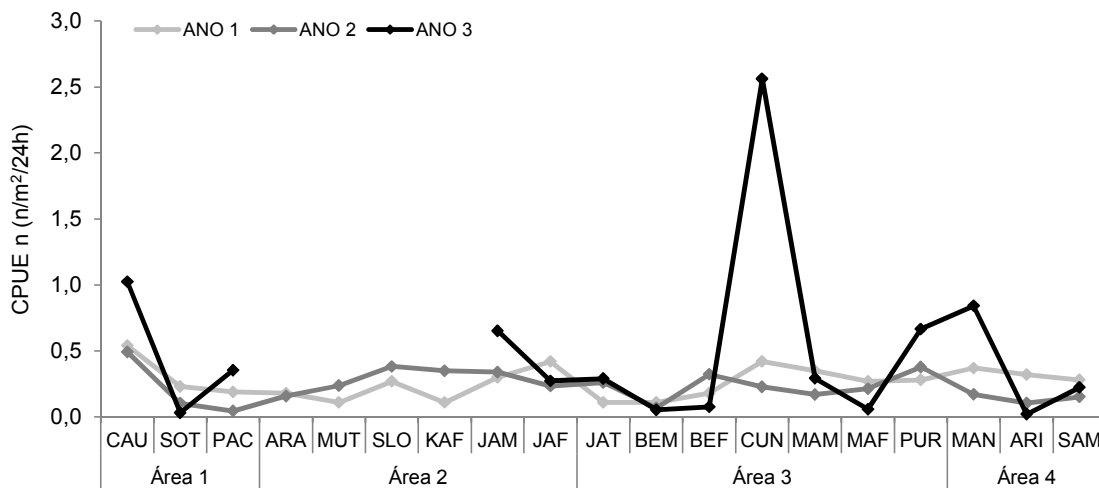


Figura 3. 1. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com malhadeira nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

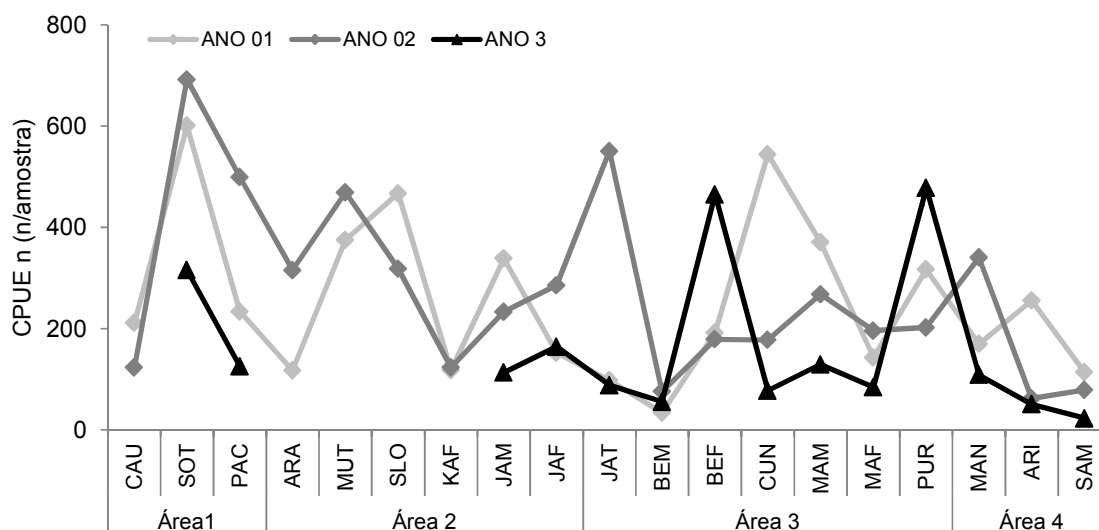


Figura 3. 2. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com rede de cerco nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

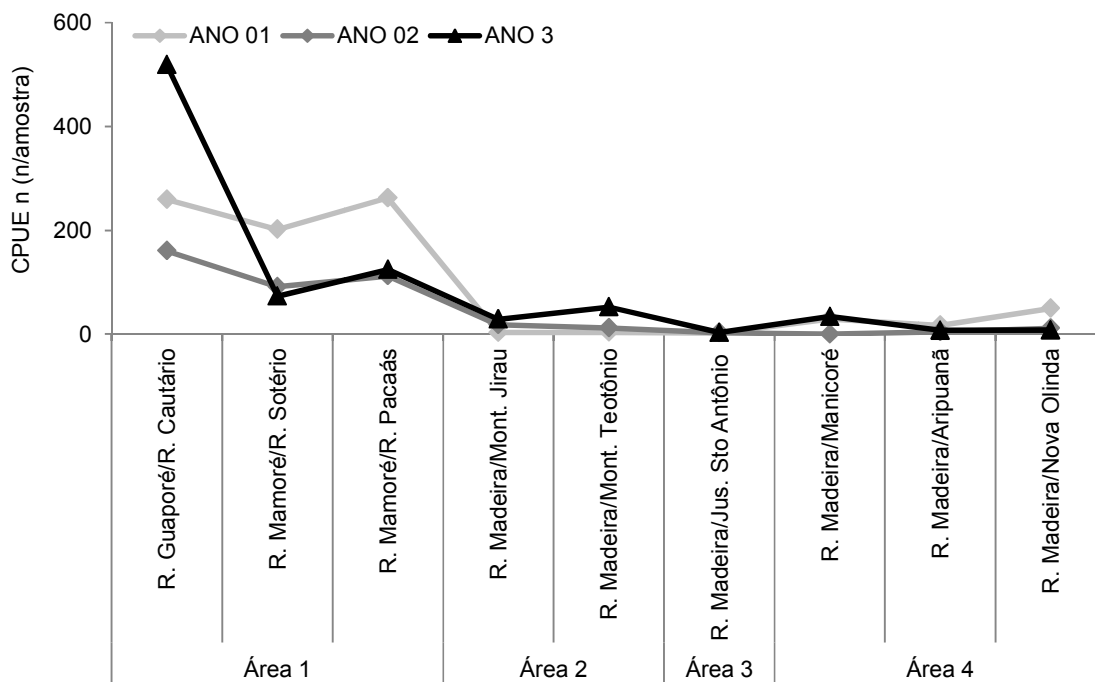


Figura 3. 3. Captura por Unidade de Esforço para número de exemplares (CPUE n) por local de coleta com capturas com arrasto bentônico nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

Área de influência direta (reservatório)-2 e indireta jusante-3:

Para as capturas com malhadeiras por número de exemplares, uma variação longitudinal ao longo dos três anos de estudo foi observada apenas na abundância de peixes do lago Cuniã seca de 2011, em função da grande abundância de piranhas *Pygocentrus nattereri* (Figura 3. 4

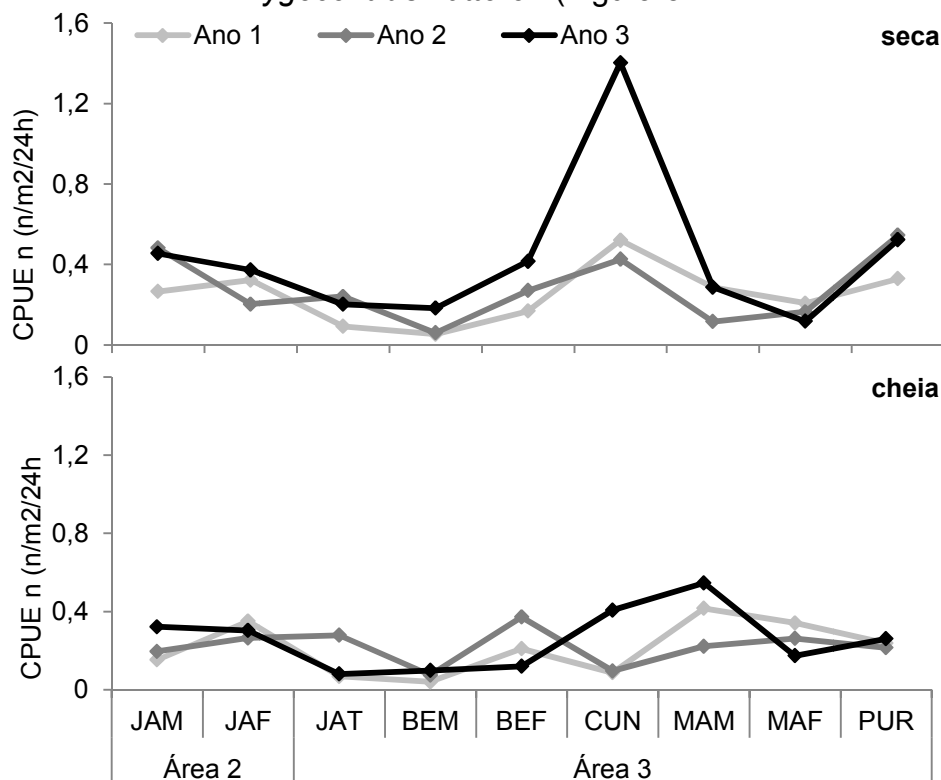


Figura 3. 4).

A CPUE por peso de exemplares foi maior na seca, no rio Jaciparaná, em função principalmente da captura de espécies de porte maior, como os piscívoros *Acestrorhynchus* spp., *Rhaphiodon vulpinus* e o pirarucu (*Arapaima gigas*) e no Cuniã em função da grande abundância de piranhas (Figura 3. 5).

As capturas com rede de cerco apresentaram maior abundância na seca, nos 3 anos de estudo, quando o nível das águas está mais baixo, possibilitando o aumento na concentração de peixes em função da redução efetiva do ambiente aquático (Figura 3. 6). As capturas de peixes na calha do rio com arrasto bentônico apresentaram baixas abundâncias nos três anos estudados, independente do período hidrológico. Porém, no ano de 2011, ocorreram dois picos de abundância durante a seca, devido a captura de alguns cardumes de sarapós (Gymnotiformes), *Eigenmannia macrops*, *Adontosternarchus clarkae* e *Rhabdolichops eastwardie* mandis (Siluriformes), *Pimelodus* aff. *blochii* e *Pterodoras granulosus* (Figura 3. 7).

Variações temporais puderam ser observadas de forma mais acentuada em alguns locais, como na região do lago Cuniã para capturas com malhadeiras; para o Jatuarana e Belmonte nas capturas com rede de cerco e especificamente no terceiro ano de estudos para as áreas a montante das cachoeiras Jirau e Teotônio nas capturas com

arrasto bentônico. De forma geral, maiores capturas ocorreram na seca em função da restrição do ambiente aquático nesse período, que por sua vez aumenta a densidade de peixes (Saint-Paul *et al.*, 2000), aumentando também o rendimento das capturas com os diferentes aparelhos de pesca. Da mesma forma, os movimentos migratórios nos períodos de enchente e cheia, como o deslocamento de cardumes principalmente para a desova no sentido nascente dos afluentes, contribuem para a maior eficiência das capturas com malhadeiras nesse período. Esse fato pode ser observado nos afluentes Jatuarana, Belmont foz e Machado foz. De fato, nestes períodos também são relatados os maiores valores de rendimento pesqueiro para o rio Madeira (Goulding, 1979; Doria *et al.*, 2005; vide também o capítulo 5 Monitoramento da Atividade Pesqueira, neste relatório).

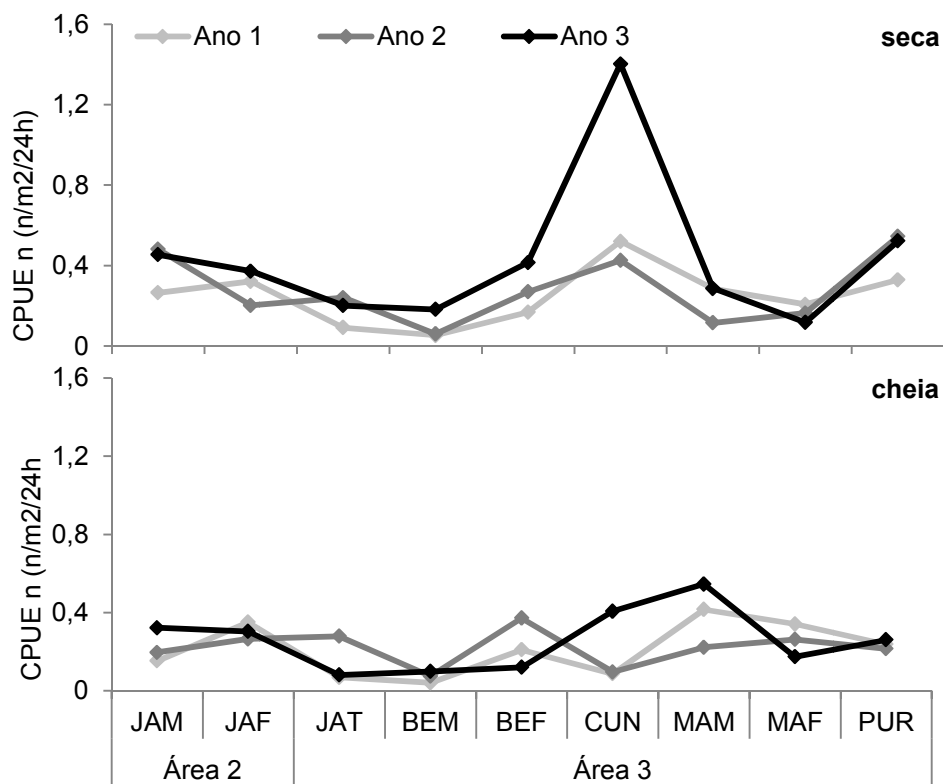


Figura 3. 4. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUE_n) para coletas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

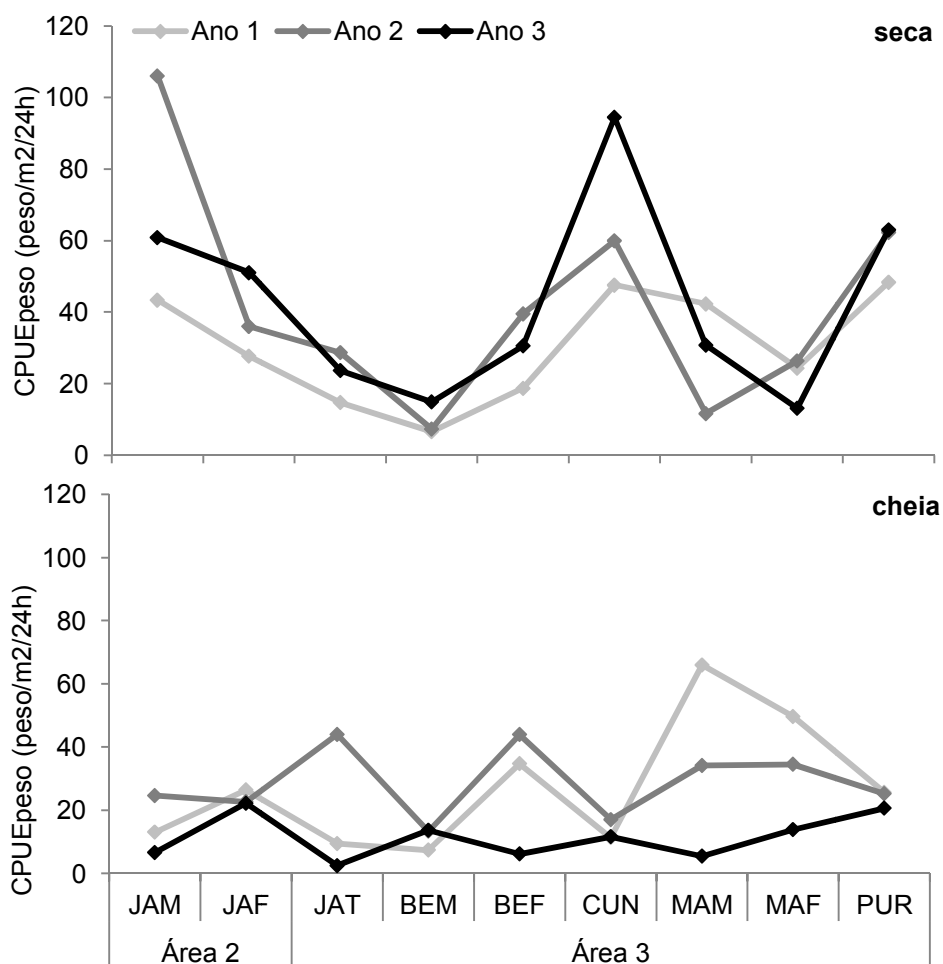


Figura 3. 5. Captura por Unidade Esforço para o peso de exemplares (CPUEg) para coletas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

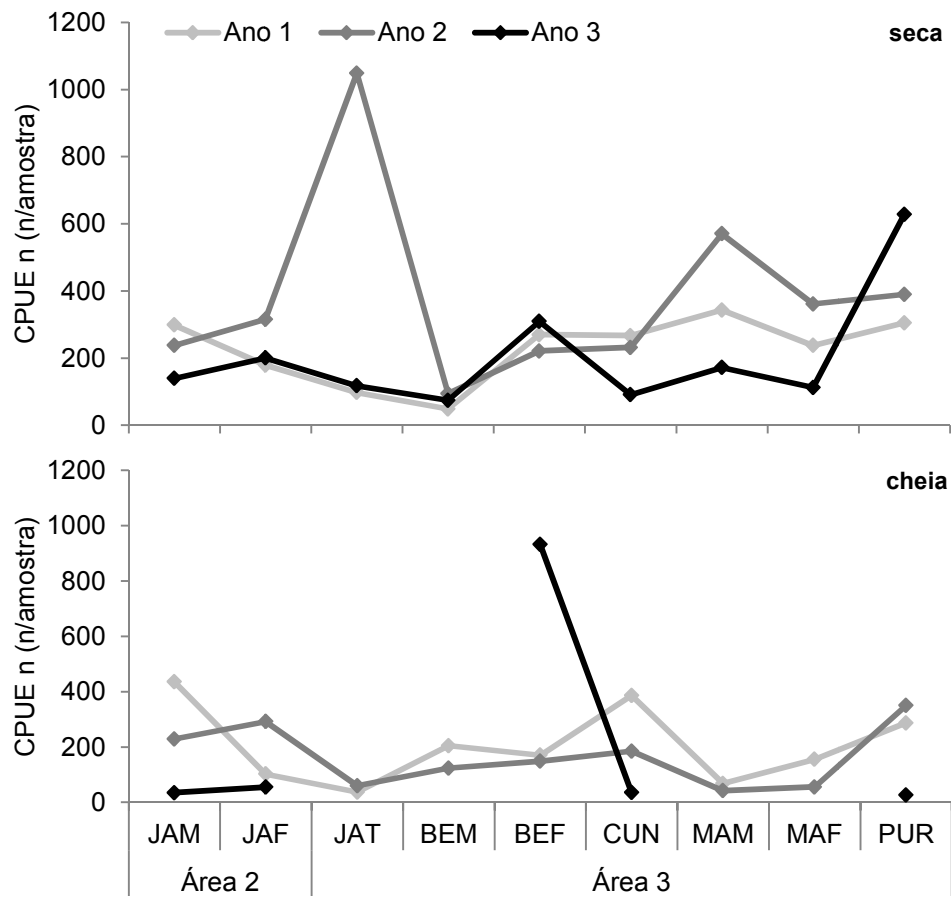


Figura 3. 6. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUE_n) para coletas com rede de cerco nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

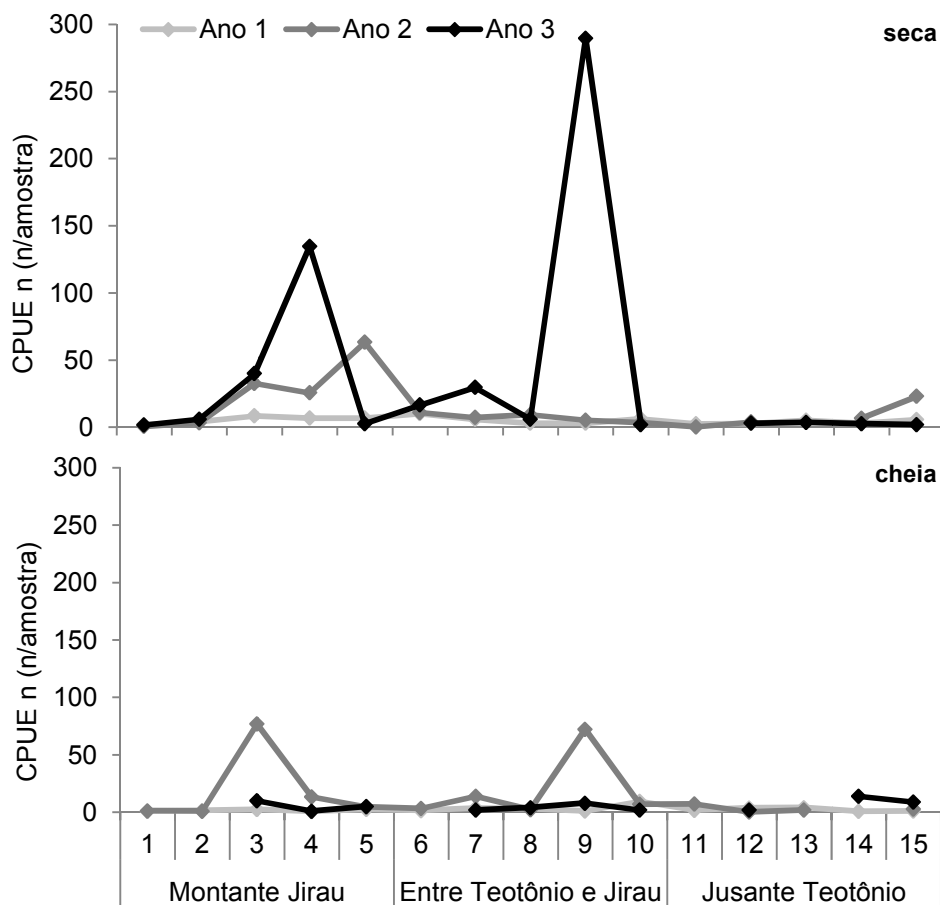


Figura 3. 7. Captura por Unidade Esforço em abundância de exemplares (CPUE_n) para coletas com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira nos períodos hidrológicos de seca (representada por vazante e seca) e cheia (representada por enchente e cheia), nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

As espécies mais abundantes, a montante e jusante da cachoeira de Teotônio, se mantém ao longo dos três anos estudados (Tabela 3. 2). Uma exceção foi o aumento expressivo nas capturas da piranha caju (*Pygocentrus nattereri*) no lago Cuniã e a redução nas capturas do pacu (*Mylossoma duriventre*) no rio Machado e lago Puruzinho. Esses valores podem ser considerados baixos e confirmam as baixas densidades populacionais observadas para a área estudada.

Tabela 3. 2. Valores de abundância relativa (CPUE em exemplares/m²/24h) das espécies capturadas na pesca experimental com malhadeiras nos anos 1, 2 e 3, para as espécies que apresentaram capturas maiores que 0,01 exemplares/m²/24h a montante e jusante da cachoeira Teotônio.

Espécie	CPUE (exemplares/m ² /24h)					
	Montante Teotônio			Jusante Teotônio		
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 1	ANO 2	ANO 3
<i>Potamorhina latior</i>	0,004	0,010	0,001	0,023	0,030	0,042
<i>Potamorhina altamazonica</i>	0,001	0,005	0,001	0,011	0,014	0,023
<i>Pygocentrus nattereri</i>	0,000	0,000	0,000	0,005	0,003	0,022
<i>Triplocheilichthys angulatus</i>	0,002	0,007	0,004	0,013	0,015	0,022
<i>Psectrogaster rutiloides</i>	0,001	0,004	0,005	0,005	0,009	0,018
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	0,002	0,003	0,004	0,006	0,004	0,018
<i>Mylossoma duriventre</i>	0,000	0,001	0,000	0,030	0,030	0,008
<i>Pimelodus aff. blochii</i>	0,000	0,003	0,003	0,006	0,018	0,008
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	0,003	0,029	0,035	0,002	0,003	0,003
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	0,011	0,050	0,027	0,002	0,001	0,003
<i>Hemiodus maculatus</i>	0,008	0,018	0,027	0,001	0,002	0,001
<i>Acestrorhynchus heterolepis</i>	0,004	0,025	0,021	0,001	0,001	0,001
<i>Hemiodus microlepis</i>	0,002	0,014	0,019	0,001	0,000	0,002
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,002	0,014	0,017	0,001	0,001	0,000
<i>Curimatella alburna</i>	0,002	0,018	0,015	0,001	0,001	0,002
<i>Auchenipterichthys thoracatus</i>	0,060	0,086	0,013	0,008	0,000	0,000

4.2. A estrutura faunística e funcional da comunidade de peixes

Para o conhecimento adequado da ecologia da ictiofauna do rio Madeira, foram consideradas para as análises tanto a riqueza de espécies como sua distribuição geográfica. Assim, aspectos faunísticos e funcionais dessa ictiofauna foram descritores da organização das assembléias de peixes em duas escalas espaciais, em relação à área do reservatório. Uma primeira escala foi limitada às áreas de influência direta e indireta (áreas 2 e 3) e outra incluiu áreas controle a montante e a jusante (áreas 1 e 4), em uma extensão jamais estudada para qualquer outro estudo de impacto ambiental e que equivale cerca de 10 vezes a extensão da área do reservatório. É importante destacar aqui que as análises de riqueza apresentadas nesta seção do relatório são resultados apenas das coletas padronizadas, ao contrário das análises feitas no capítulo de Inventário Taxonômico, que consideram todos os aparelhos de pescas e espécies amostradas em cada local.

4.2.1. Padrões ictiofaunísticos: riqueza de espécies

Independente do tipo de apetrecho de pesca utilizado os valores de riqueza obtidos nos três anos de estudos são acompanhados por baixos valores de abundância na maior parte da área de estudo no rio Madeira, que vem sendo estudada desde o diagnóstico ambiental (Torrente Vilara *et al.*, 2005; Torrente-Vilara, 2009; 2011; Cella Ribeiro, 2010; Relat. Etapa 1 e Etapa 2). O conjunto de trabalhos demonstra uma ictiofauna com baixa

capacidade de resiliência e uma aparente limitação à manutenção de grandes populações locais no trecho de corredeiras do rio Madeira.

Malhadeiras

Os picos de maiores valores de riqueza de espécies variam pouco entre os anos estudados quando considerado apenas o esforço de captura nas coletas expandidas, duas para os anos 2009 e 2010 e uma para 2011 (Figura 3. 8). Esses picos estão associados às áreas com planície de inundação mais desenvolvidas e afluentes com maior área de bacia de drenagem como os rios Cautário, Machado e Manicoré e região dos lagos Cuniã e Sampaio.

Considerando a área com acompanhamento mensal ou bimestral, na área do reservatório ou próximo a ele, a riqueza de espécie foi semelhante, mantendo o padrão de maiores valores para áreas alagáveis (Figura 3. 9). O ponto estabelecido na montante do igarapé Belmont apresentou baixo valor de riqueza e abundância de espécies nos três anos de estudo.

Rede de cerco

Em escala expandida, a distribuição longitudinal da riqueza de espécies de pequeno porte obtida com a rede de cerco mostrou um padrão de maiores valores na região do rio Mamoré, Sotério e Pacaás (Figura 3. 10), observado também para espécies bentônicas da calha do rio. No terceiro ano de estudos, com apenas uma coleta, essa riqueza de espécie diminuiu, provavelmente em função do menor esforço. Para a área de estudos com acompanhamento mensal e bimestral o padrão da distribuição longitudinal da riqueza foi semelhante nos três anos estudados, havendo uma variação apenas nas abundâncias (Figura 3. 11).

A ictiofauna de pequeno porte é muito dependente do ambiente marginal e da qualidade dos materiais alóctones que são disponibilizados para o ambiente aquático. O sistema Guaporé/Mamoré pode ser considerado um ambiente ainda preservado e com uma dinâmica de inundação muito diferente do trecho encachoeirado do rio Madeira. Além disso, o maior porte dos tributários na porção alta e baixa da bacia não pode ser comparado ao dos igarapés que predominam como tributários no trecho de corredeiras. O porte dos tributários associado à preservação das planícies alagáveis do sistema Guaporé/Mamoré, a maioria delas com Unidades de Conservação, Reservas Indígenas ou Extrativistas estabelecidas desde a década de 90 permitem um ambiente que sustenta maior riqueza de espécies da ictiofauna de pequeno porte naquela região.

Arrasto bentônico

Os valores de riqueza de espécies da ictiofauna bentônica considerando as áreas de amostragem expandida são invariavelmente superiores aos do trecho de corredeiras, com uma grande queda a partir do início do trecho de corredeiras (altura da cachoeira Ribeirão). Após o longo trecho de ictiofauna rarefeita nas corredeiras, há uma tendência de aumento na porção baixa da bacia, a partir do trecho de Manicoré (Figura 3. 12). Considerando a área de estudos com acompanhamento mensal e bimestral o padrão da distribuição longitudinal da riqueza apresentou picos semelhantes nos três anos estudados, havendo uma redução nos valores de riqueza próximo das corredeiras Jirau e Teotônio (Figura 3. 13).

Uma das possíveis explicações para a baixa riqueza local da ictiofauna bentônica do trecho de corredeiras do rio Madeira é a ausência de grandes tributários neste trecho. Cox-Fernandes *et al.* (2004) encontraram um efeito nodal na riqueza de espécies de Gymnotiformes, um dos principais grupos representantes da fauna bentônica, na calha Solimões-Amazonas. O efeito nodal foi representado por um aumento da riqueza imediatamente a jusante de cada tributário, justificado pela contribuição local de cada um deles. Porém, a riqueza se manteve da montante para a jusante do sistema pela substituição de espécies. Neste caso o desenho amostral é distinto, mas observa-se a riqueza concentrada nos pontos de amostragem localizados nos extremos montante e jusante da área expandida, onde se localizam os maiores afluentes do Madeira.

Outra possível explicação seria o fato de que esse trecho encachoeirado apresenta peculiaridades na fisiografia local, como forte correnteza e uma limitada ou muitas vezes ausente planície inundável, que provavelmente limitam, assim como para espécies pelágicas, a manutenção de grandes populações, aparentemente uma ictiofauna residente e adaptada às condições adversas desse trecho com várias corredeiras e muito turbulento tem sido mantida. O histórico de mais de 20 anos de impactos no leito do rio Madeira, promovido por atividades de garimpo do ouro não deve ser desconsiderado (Bastos *et al.*, 2006; Bastos *et al.*, 2007). Esse longo período de perturbações pode ter promovido uma redução drástica de espécies desse componente da ictiofauna. Contudo, a ausência de informações pretéritas aos impactos previstos pelas UHEs na região dificulta isolar efeitos do garimpo e identificar até que ponto essas perturbações ambientais afetaram a ictiofauna local.

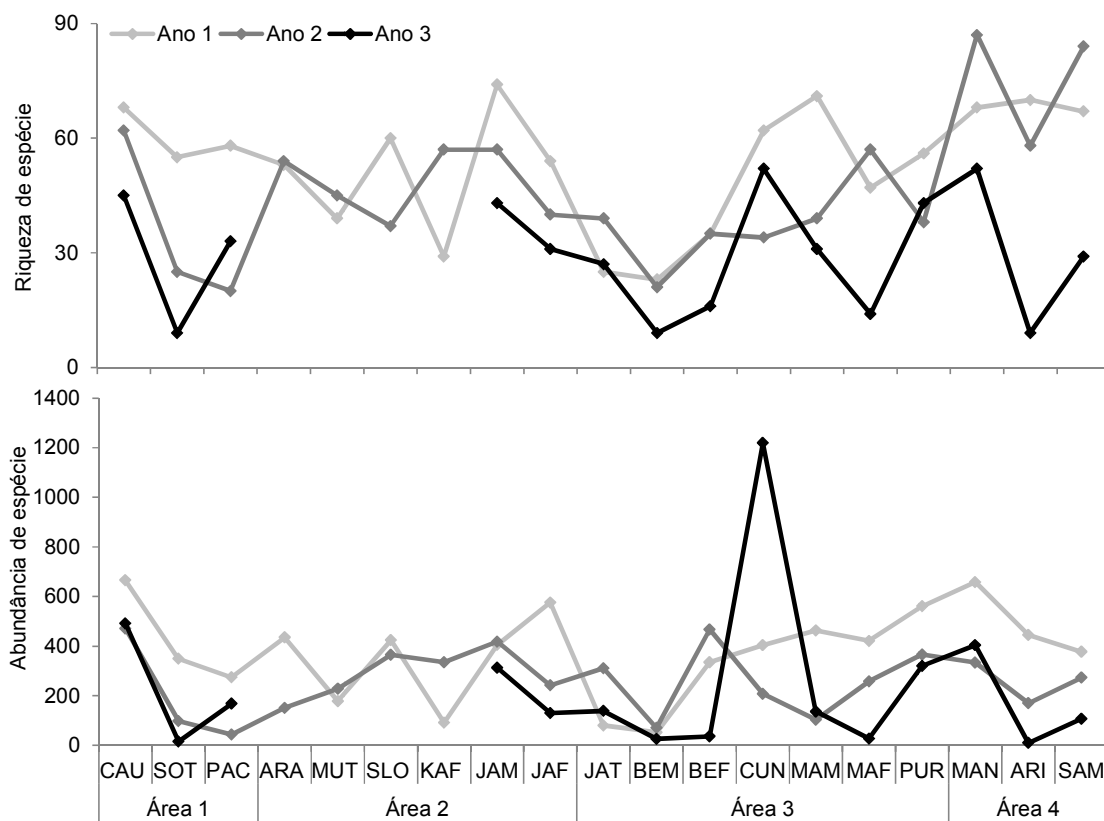


Figura 3. 8. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com malhadeiras nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

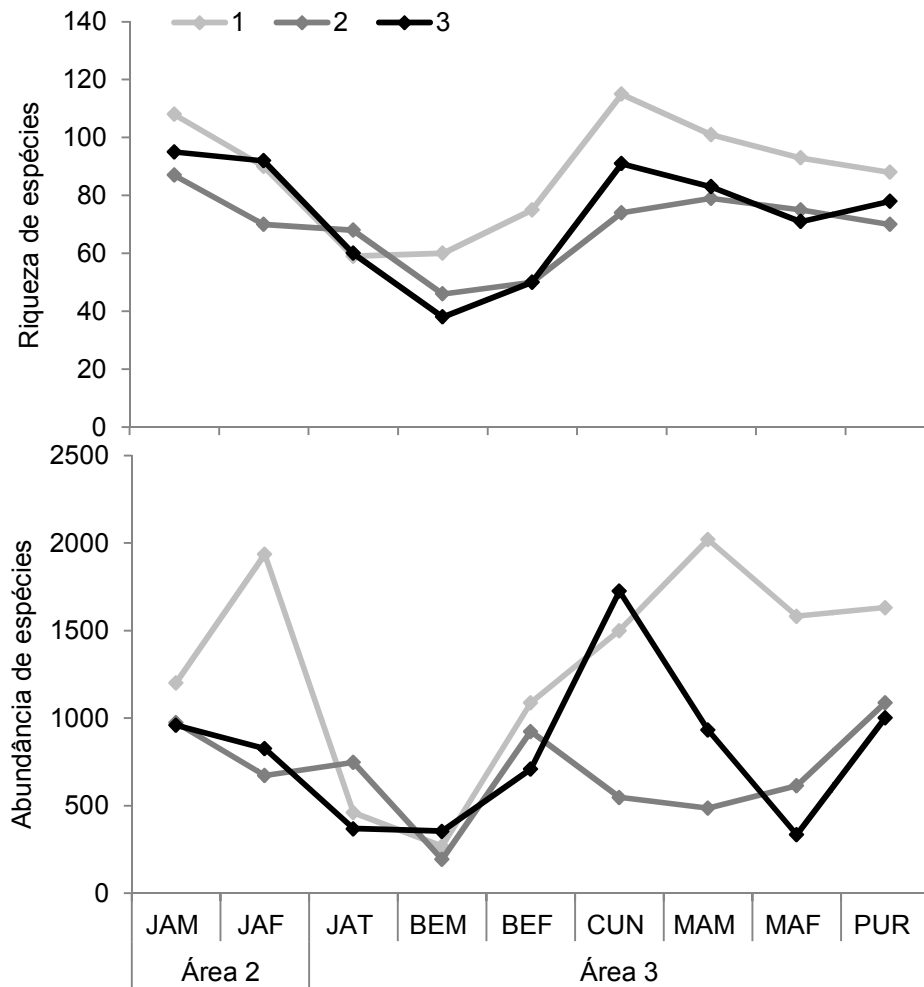


Figura 3. 9. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com malhadeiras nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

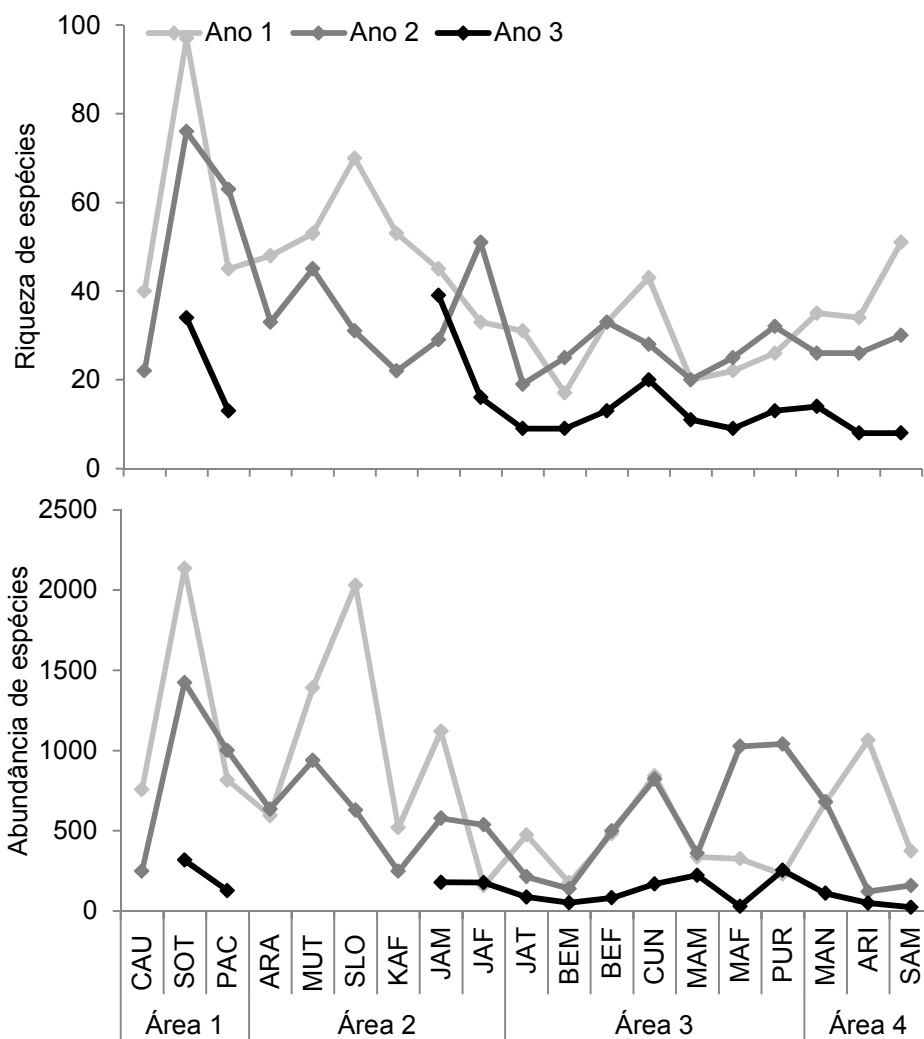


Figura 3. 10. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com rede de cerco nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

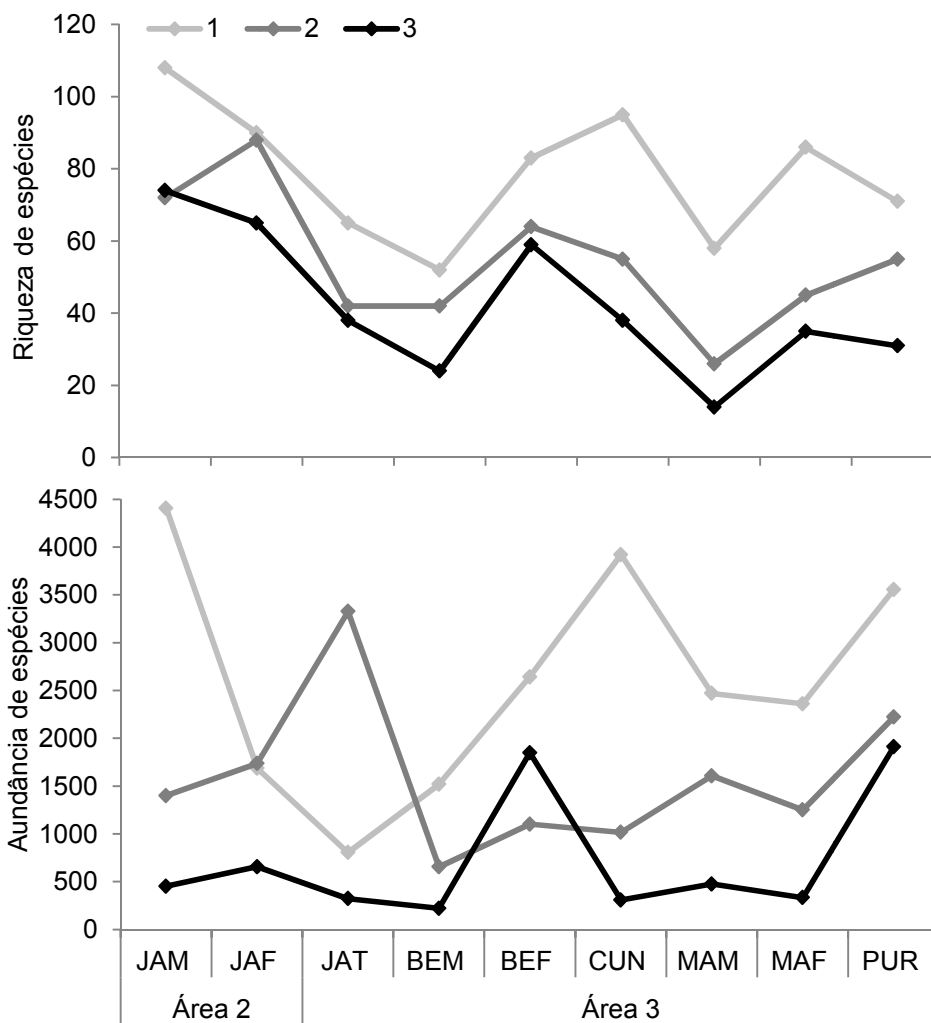


Figura 3. 11. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com rede de cerco nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

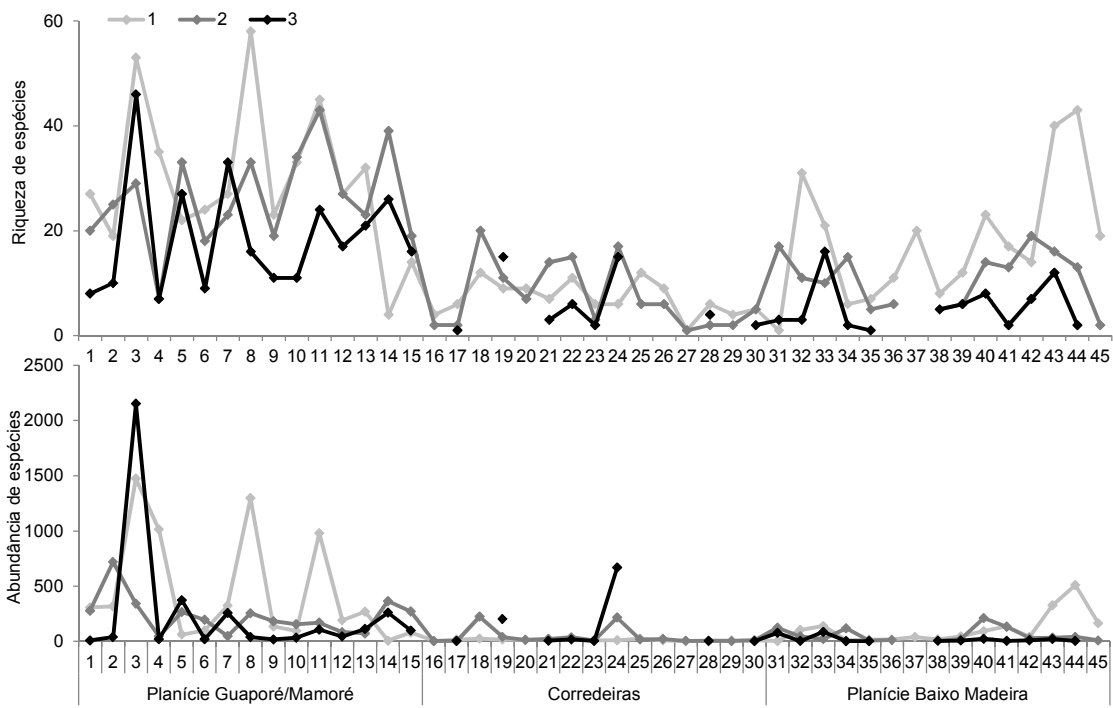


Figura 3. 12. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com arrasto bentônico nas excursões expandidas nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira (Ano 1: 3 coletas; Ano 2: 2 coletas; Ano 3: 1 coleta).

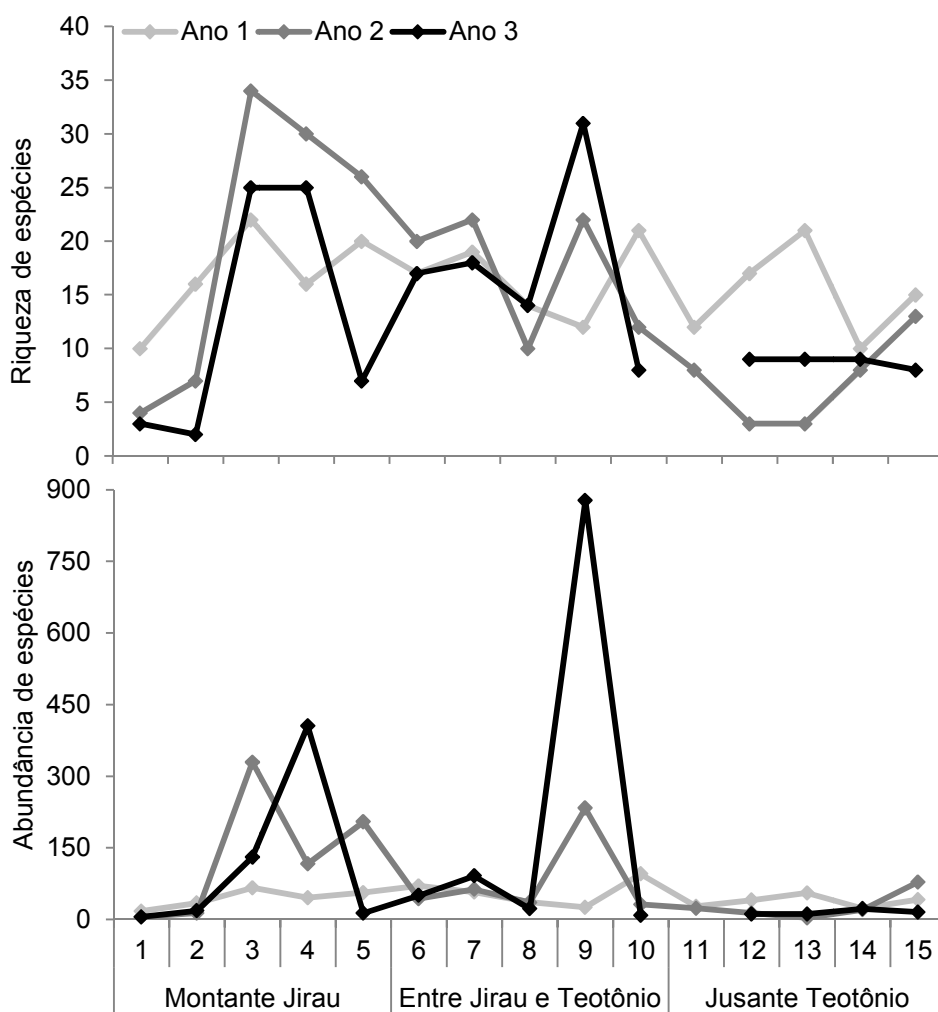


Figura 3. 13. Distribuição longitudinal da riqueza e abundância acumulada de peixes para capturas com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

4.2.2. Padrões ictiofaunísticos: composição de espécies

Malhadeiras

A análise de agrupamento para área expandida mostrou um padrão de agrupamento dos pontos com a formação de três grandes grupos, separados em função das corredeiras e as áreas de planícies de inundação. O primeiro grupo são os afluentes do trecho de corredeiras, a montante de Teotônio. As áreas de planície de inundação, a montante (sistema Guaporé/Mamoré) e jusante (baixo Madeira) das corredeiras se agrupam na distribuição da ictiofauna (Figura 3. 14). O outro grupo se refere aos afluentes e lagos a jusante do trecho de corredeiras, uma área de transição até a grande área inundável do baixo rio Madeira. O rio Cautário, afluente do rio Guaporé, se agrupou com o lago Cuniã, a jusante da cachoeira do Teotônio, em função da grande abundância de espécies de piranhas existentes em ambos locais (*Serrassalmus* spp. e *Pygocentrus nattereri*).

Os grupamentos formados no dendrograma foram confirmados pela ANOSIM ($R=0,604$; $p<0,001$). As diferenças na composição de espécies foram significativas entre todas as áreas, com exceção das áreas 1 e 4, que provavelmente se assemelham em função da presença de uma extensa planície de inundação (Guaporé/Mamoré e baixo Madeira) quando comparadas ao trecho de corredeiras.

A análise de agrupamento para área de acompanhamento mensal e bimestral mostrou uma primeira separação na composição de espécies em função da cachoeira do Teotônio, sendo o primeiro grupo o trecho de corredeiras, representado apenas pelo rio Jaciparaná, e outro formado pelas amostras do trecho a jusante da cachoeira Teotônio (Figura 3. 15). O agrupamento observado em função da presença da cachoeira do Teotônio foi confirmado pela ANOSIM, que indicou diferenças significativas na composição de espécies a jusante e a montante de Teotônio ($R=0,811$; $p<0,001$) e reforça o padrão já observado em trabalhos anteriores (Torrente-Vilara *et al.*, 2011, Rel. Ano 1 e Rel. Ano 2).

Esse padrão de descontinuidade na composição, recentemente descrito na literatura para o trecho de corredeiras e provocado pelo efeito da cachoeira do Teotônio (Torrente-Vilara *et al.*, 2011), fica evidente quando comparadas as espécies mais abundantes nas áreas 2 e 3, pois, para o trecho de corredeiras, maiores abundâncias são de espécies sedentárias e com deslocamento restrito (*Auchenipterichthys thoracatus*, *Acestrorhynchus falcistrostris* e *A. microlepis*), já na porção a jusante de Teotônio, maiores abundâncias são de espécies com características migratórias e ciclos de vida estritamente relacionados à dinâmica dos sistemas de várzea (*Potamorhina latior*, *Mylossoma duriventre*, *Triportheus angulatus* e *Potamorrhina altamazonica*).

Rede de cerco

A ictiofauna de pequeno porte que habita as áreas marginais do trecho estudado não apresentou tendência clara de agrupamento em função da distribuição espacial dos pontos de amostragem, quando considerada a cachoeira do Teotônio como uma barreira natural para a distribuição das espécies (Figura 3. 16 e Figura 3. 17). A heterogeneidade espacial vista em escala expandida é elevada, e se reflete na composição das assembléias de peixes em cada local. Porém, alguns locais de amostragem com características ambientais semelhantes, e mais próximos geograficamente, parecem ter composição mais similar (ex. igarapés Arara e Mutum; rio Machado e lago Puruzinho). Além disso, os pontos de amostragem localizados dentro de um mesmo afluente (montante e foz) foram mais semelhantes entre si do que ao seu tributário consecutivo. Esse resultado permite concluir que a conservação dos trechos a montante dos afluentes

é muito importante, pois possivelmente representa um refúgio para as espécies que atualmente ocupam a área impactada pelo reservatório, na foz dos tributários.

Diferente do observado no primeiro e segundo ano de estudos, a análise de similaridade (ANOSIM) para área expandida detectou efeito das áreas estudadas sobre a composição de espécies ($R=-0,298$; $p=0,006$). O resultado desse teste estatístico possivelmente ocorreu em função de um conjunto de dados mais robusto para a análise, visto que aqui os três anos de estudo foram considerados. Para a área de acompanhamento mensal e bimestral a Ano sim ($R=0,126$; $p=0,826$) não detectou efeito das áreas estudadas (em relação a cachoeira do Teotônio), sobre a composição de espécies.

Arrasto bentônico

A análise de agrupamento para área expandida considerando os três anos de estudo mostrou uma diferença na composição da ictiofauna do rio Guaporé, com águas claras, em relação aos rios Mamoré e Madeira, com águas brancas. Entre os rios Mamoré e Madeira, também ocorre uma diferenciação na composição em função das corredeiras. A ictiofauna bentônica do rio Mamoré é mais similar a do trecho de corredeiras do rio Madeira que as áreas de planície na porção baixa desse rio (Figura 3. 18). A ANOSIM confirmou o agrupamento ($R=0,896$; $p<0,001$) para a composição de espécies bentônicas considerando os três anos de estudos.

A análise de agrupamento para área de acompanhamento mensal e bimestral também mostrou uma separação na composição de espécies em função de cachoeira do Teotônio, e manteve agrupado os dois locais de coleta a montante do rio Beni, 1 e 2 (Figura 3. 19). O agrupamento observado em função da presença da cachoeira do Teotônio foi confirmado pela ANOSIM, que indicou diferenças significativas na composição de espécies a jusante e a montante de Teotônio ($R=0,266$; $p=0,036$) e reforça o padrão já observado em trabalhos anteriores (Cella-Ribeiro, 2010; Rel. Ano 1 e Rel. Ano 2).

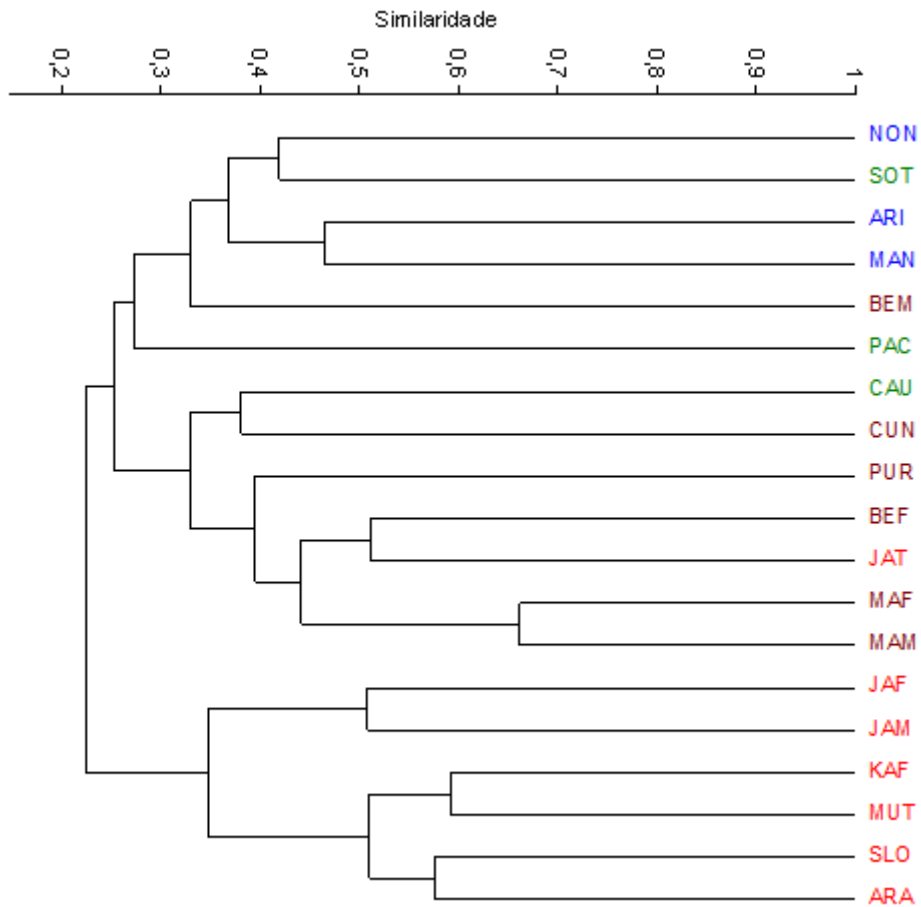


Figura 3. 14. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de médio porte capturada com malhadeiras nas excursões, incluindo áreas expandidas nas áreas 1 (verde), 2 (vermelho claro), 3 (vermelho escuro) e 4 (azul) no rio Madeira.

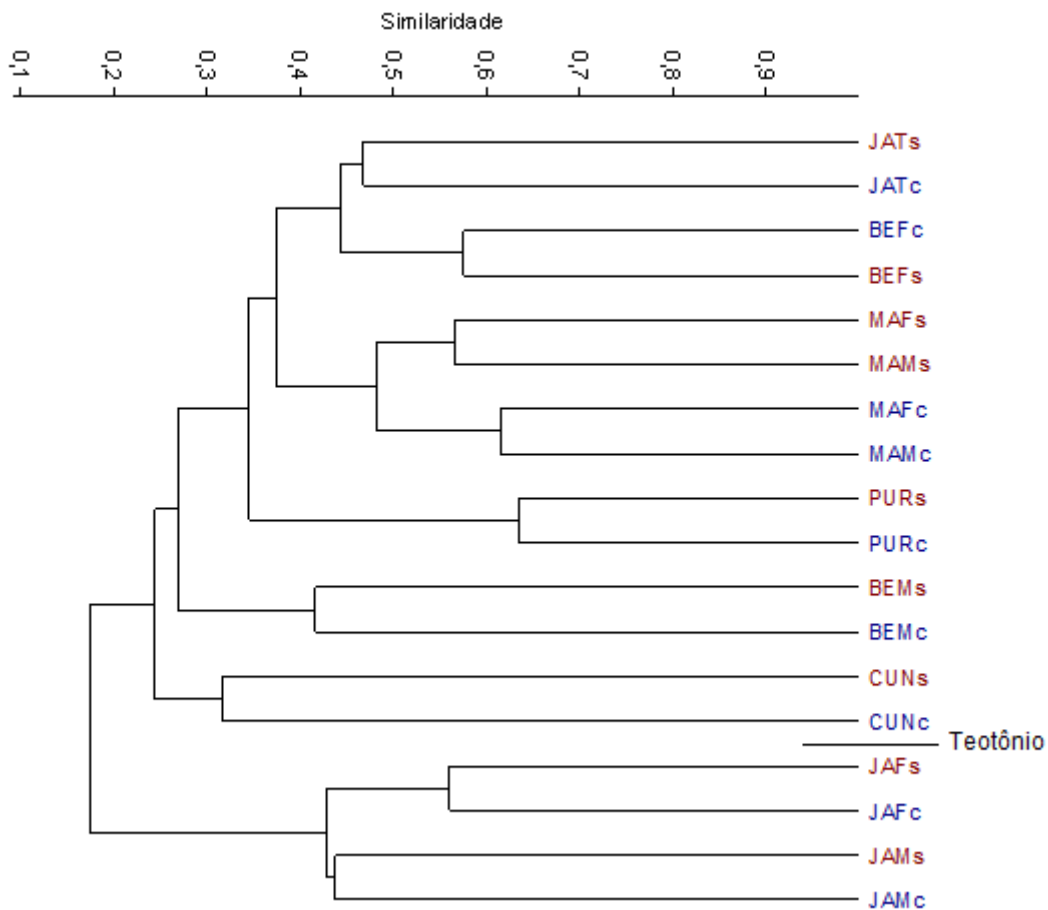


Figura 3. 15. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de médio porte capturada com malhadeira nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas) na cheia (azul) e seca (vermelho escuro).

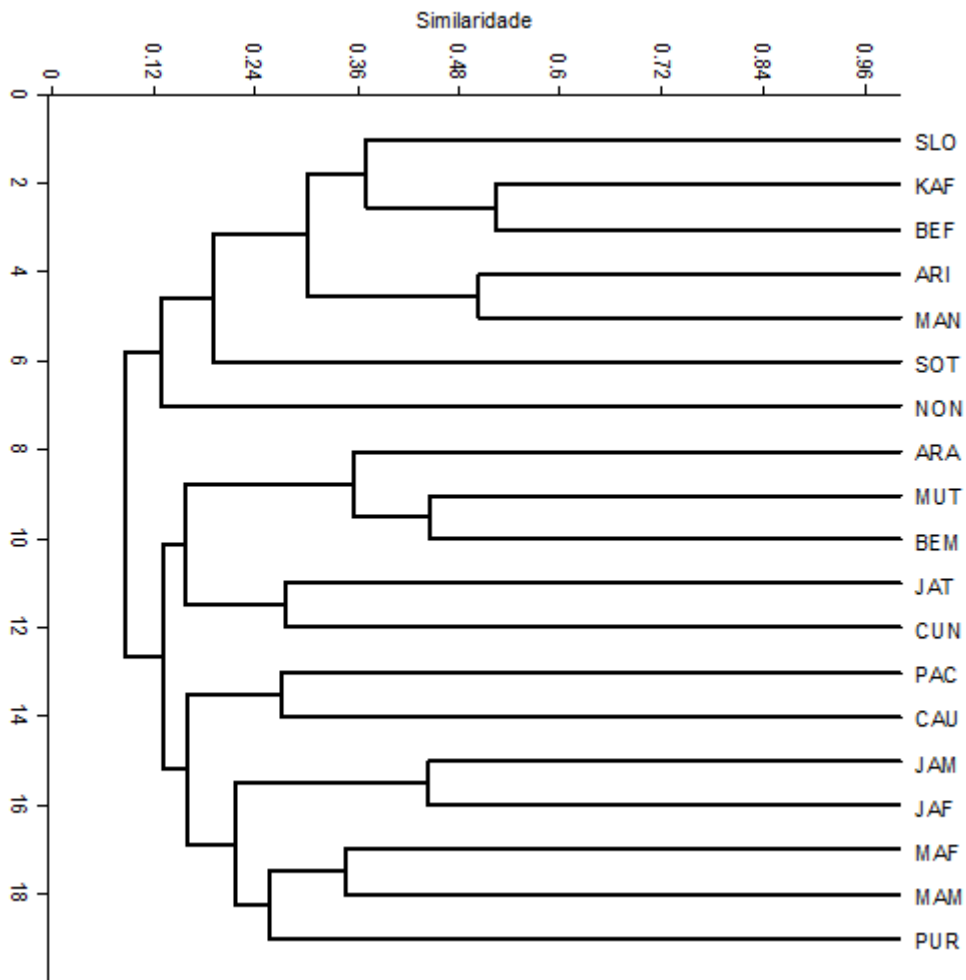


Figura 3. 16. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de pequeno porte capturada com rede de cerco nas excursões, incluindo áreas expandidas, nas áreas 1, 2, 3 e 4 do rio Madeira.

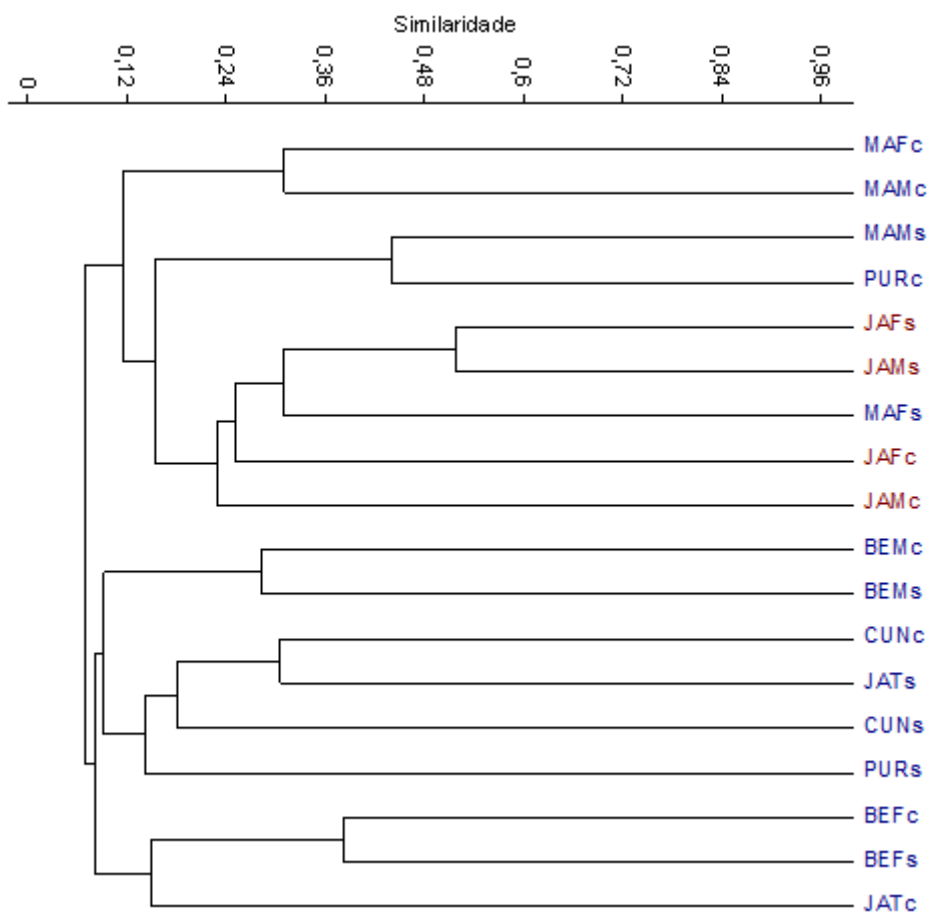


Figura 3. 17. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de pequeno porte capturada com rede de cerco nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas) na cheia (azul) e seca (vermelho escuro).

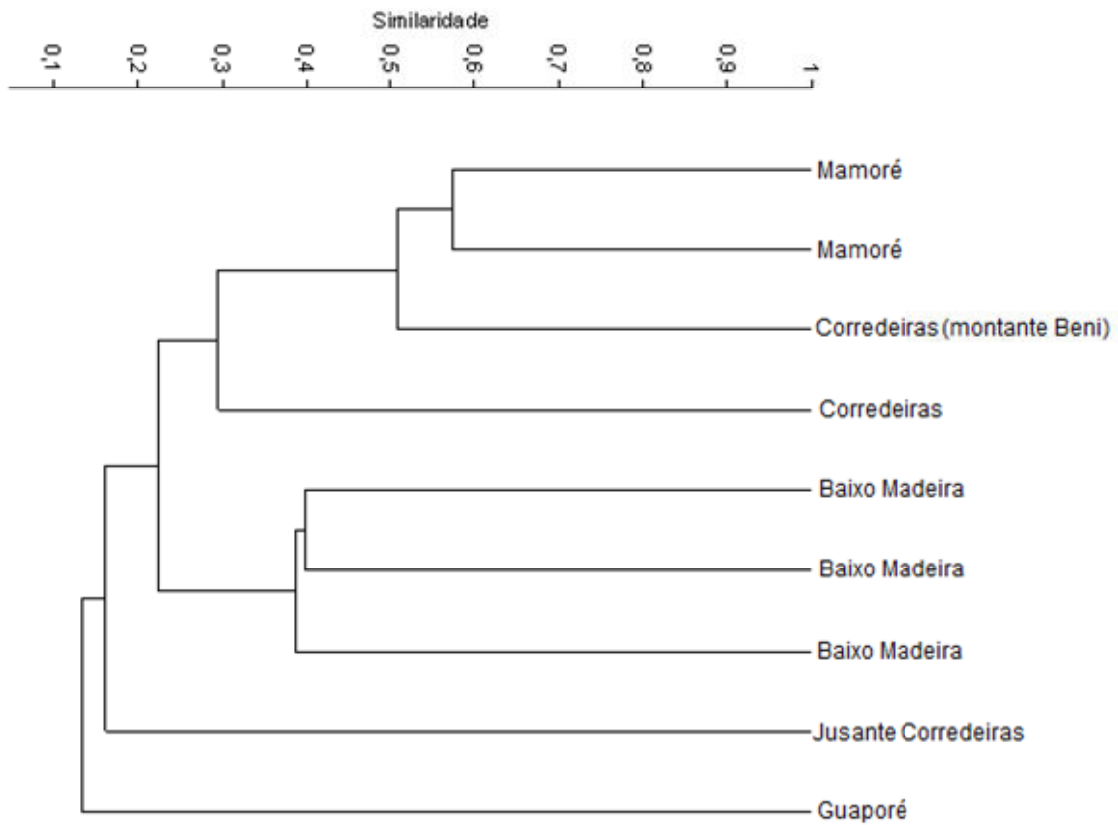


Figura 3. 18. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna bentônica capturada com arrasto bentônico nas excursões, incluindo áreas expandidas, nas áreas 1, 2, 3 e 4 no rio Madeira.

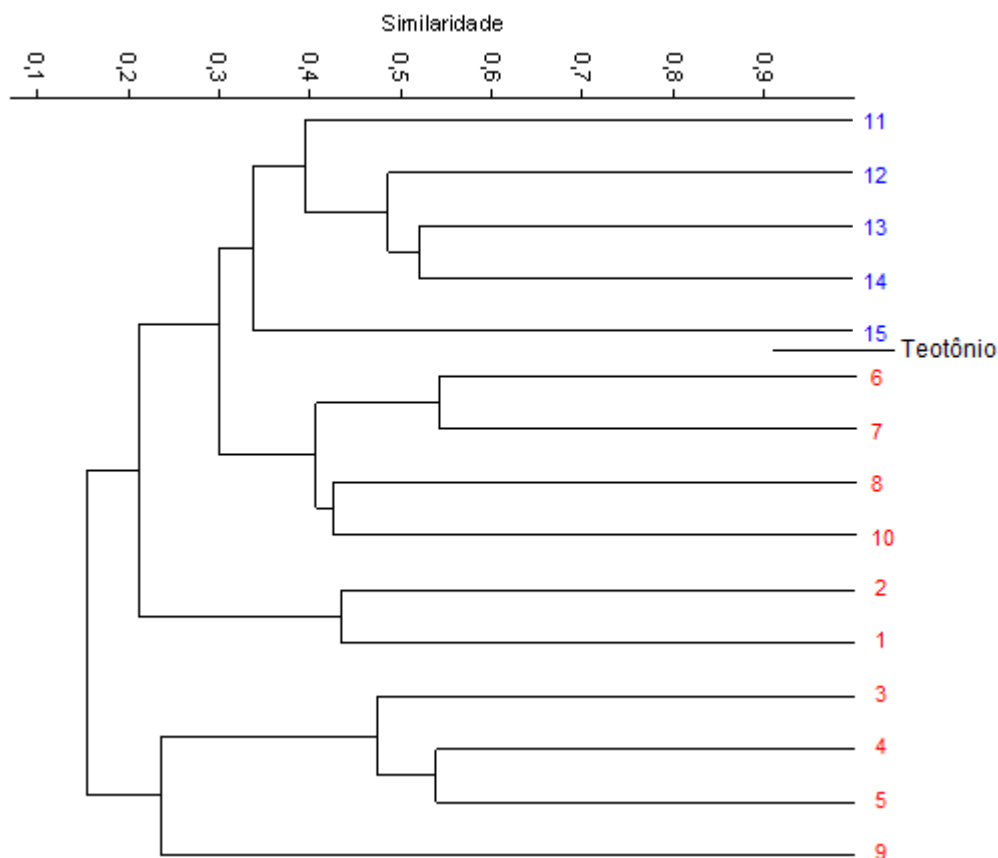


Figura 3. 19. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir da matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna bentônica capturada com arrasto bentônico nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

4.3. Padrão funcional

4.3.1. Estrutura funcional: riqueza de espécies por categoria trófica

A riqueza de espécies por grupo trófico pode nos orientar em relação ao favorecimento de determinada estratégia na colonização, ou a persistência das espécies que compõe uma determinada assembléia. A maioria das categorias tróficas exibe espécies representantes em todos os pontos amostrados (Figura 3. 23).

A análise de agrupamento indicou uma alta similaridade na composição trófica das assembleias de peixes (valores acima de 80%) e uma tendência espacial de agrupamento dos locais de acordo com a proximidade para riqueza (Figura 3. 20), abundância (Figura 3. 21) e biomassa das espécies por categoria trófica (Figura 3. 22). Essa homogeneidade da estrutura trófica foi confirmada pela ANOSIM ($R=0,166$; $p=0,252$) que não indicou diferença significativa na riqueza de espécie entre as áreas 2 e 3, resultado obtido também para biomassa por categoria trófica ($R=0,354$; $p=0,072$). Essa similaridade na riqueza de espécies por categoria trófica ao longo das áreas 2 e 3 sugere que neste trecho do rio, as espécies de peixes que utilizam recursos alimentares semelhantes se distribuírem no ambiente de modo a otimizar a partilha dos recursos alimentares. Essa

condição parece ser favorecida pelo efeito de variáveis locais e heterogeneidade ambiental, facilitando a manutenção da alta diversidade observada na área de estudo como um todo. Ainda, a predominância de espécies onívoras e de táticas alimentares generalistas/oportunistas no consumo do alimento, especialmente no trecho de corredeiras indica que estas espécies são potenciais colonizadoras do reservatório, fato a ser confirmado nos próximos meses de estudos.

Diferentemente do observado em relatórios anteriores, foi confirmada pelo teste ANOSIM uma diferença entre as áreas 2 e 3 para a abundância de espécies por categoria trófica ($R=0,479$; $p=0,034$). Mesmo com a alta similaridade observada entre as duas áreas, o teste estatístico evidenciou o padrão de grandes abundâncias de espécies detritívoras no trecho jusante e piscívoras no trecho a montante do empreendimento.

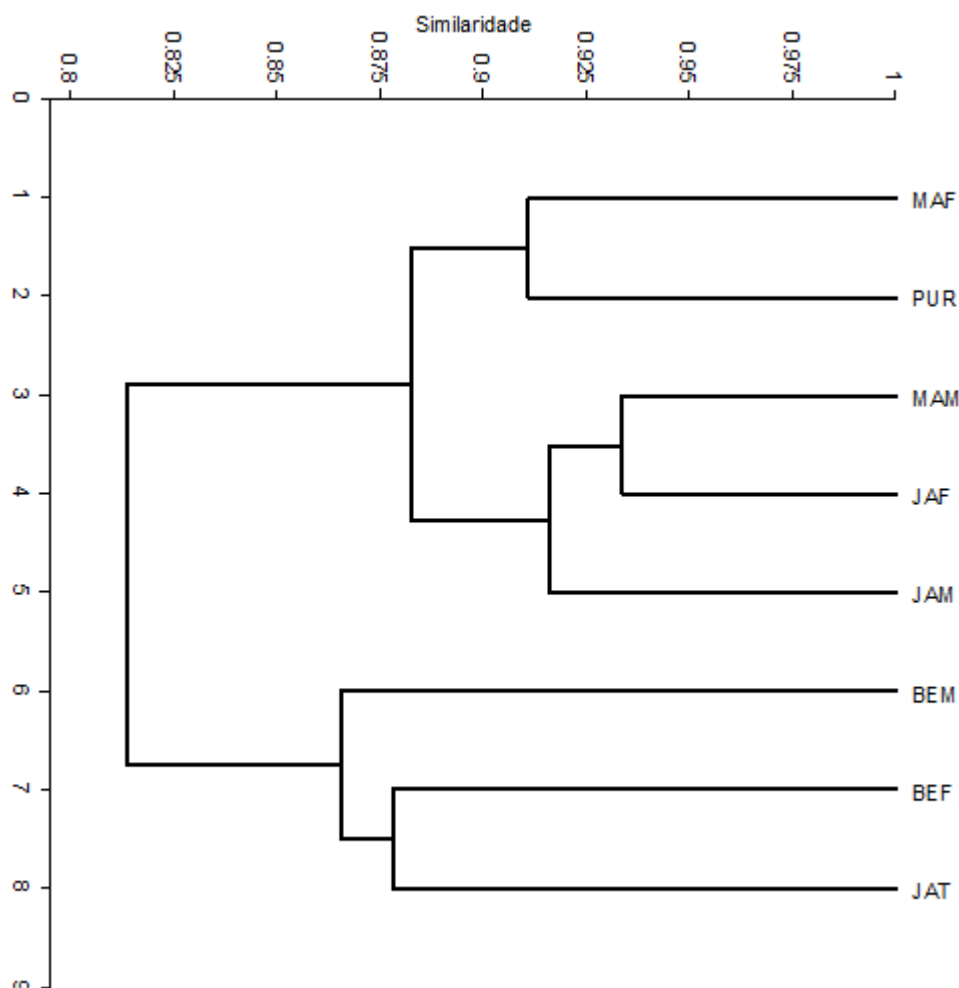


Figura 3. 20. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a riqueza de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas) , 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

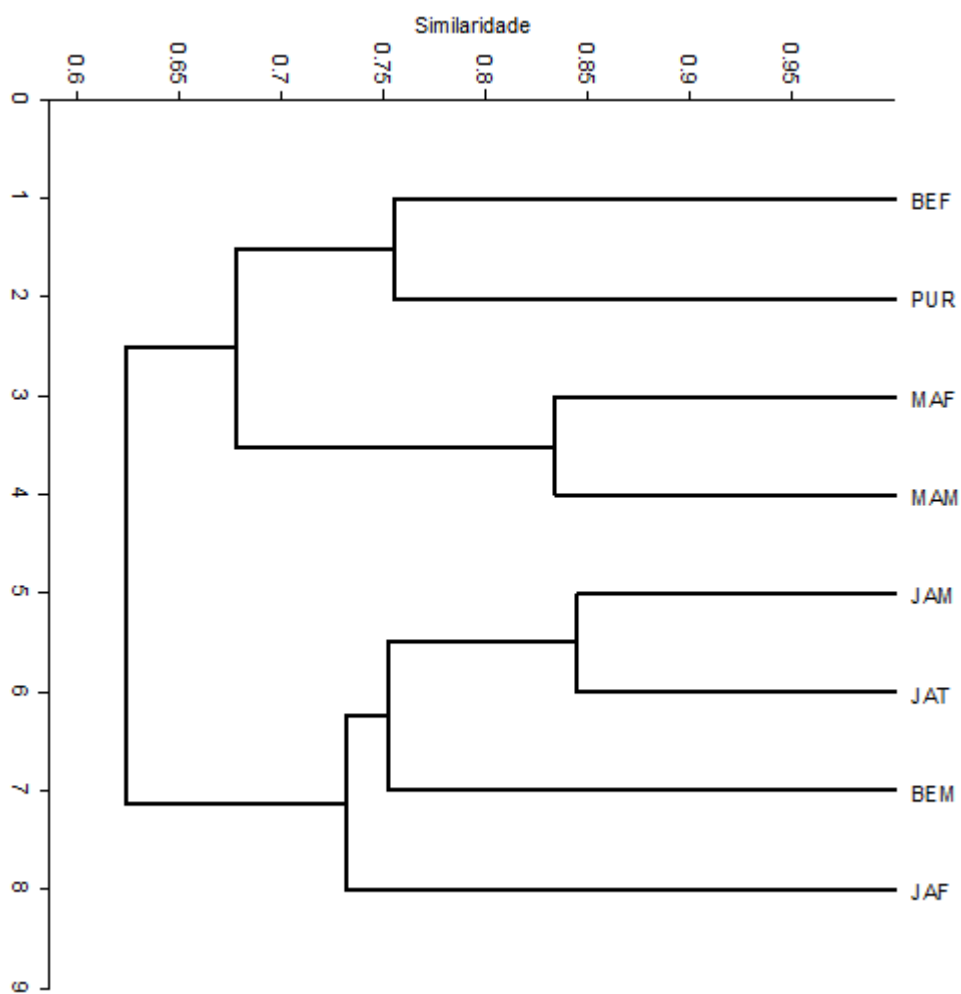


Figura 3. 21. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a abundância de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

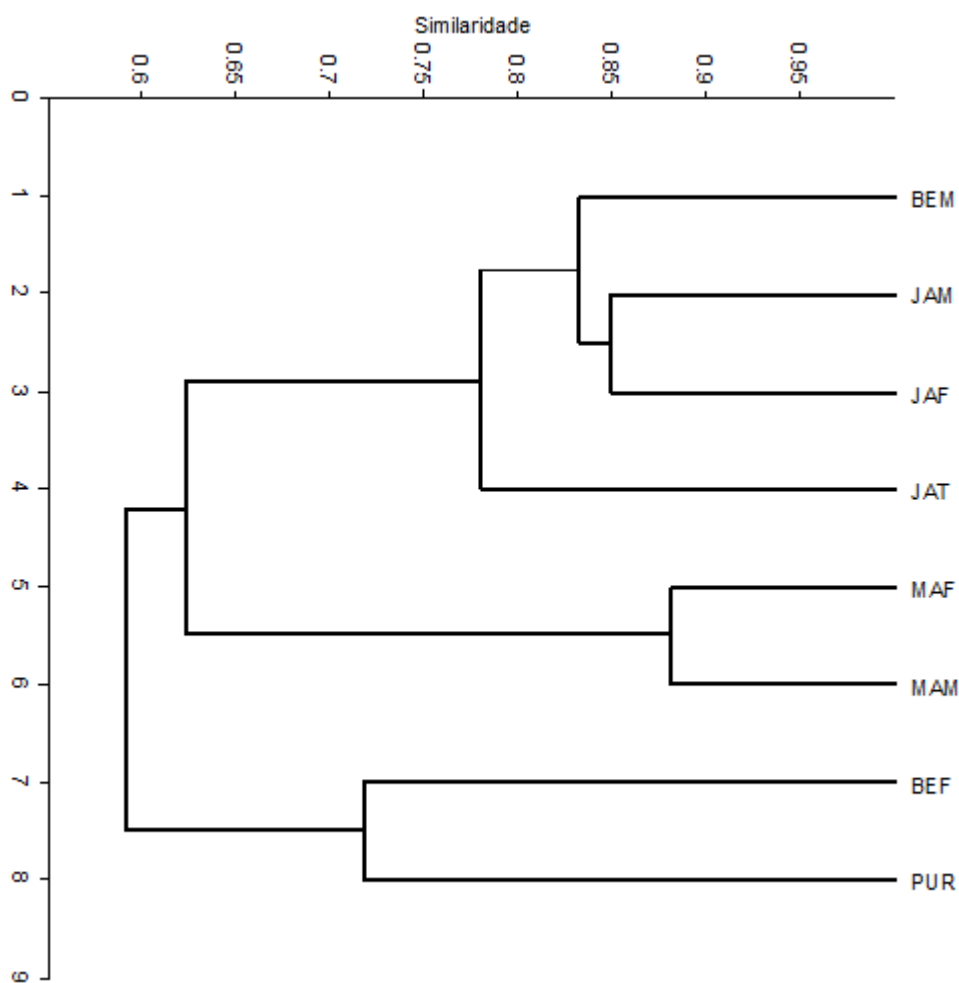


Figura 3. 22. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a biomassa de espécies de peixes por categoria trófica nas áreas 2 e 3 do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

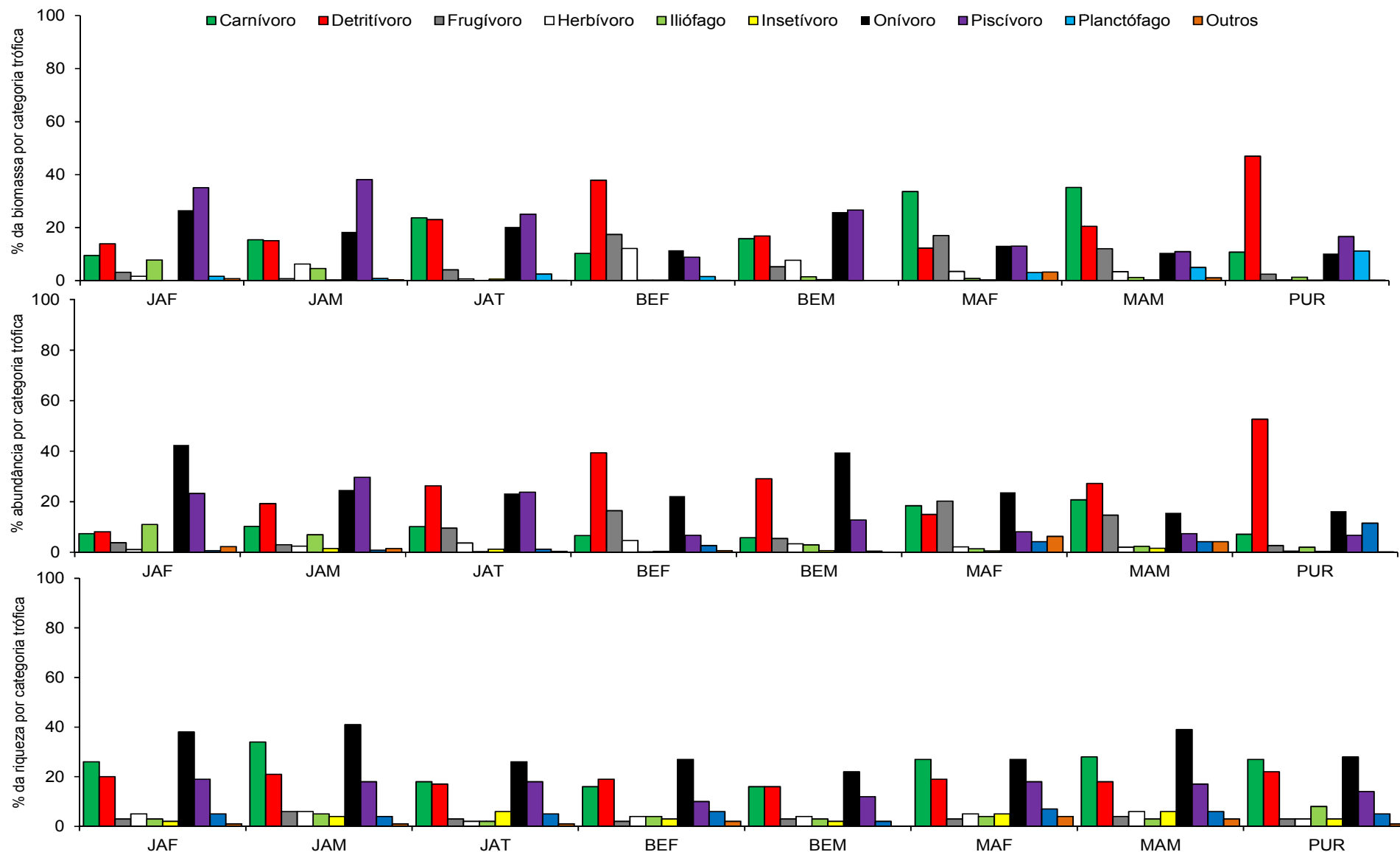


Figura 3. 23. Proporção relativa da riqueza, abundância e biomassa por categoria trófica das espécies de peixes por local de amostragem no rio Madeira, para a área de estudos com acompanhamento mensal e bimestral (Ano 1: 12 coletas, Ano 2: 6 coletas e Ano 3: 5 coletas).

4.4. Biologia da comunidade

4.4.1. Atividade alimentar das espécies de peixes na área de estudo

A atividade alimentar e o consequente acúmulo de gordura cavitária nos peixes representam indicadores importantes da condição fisiológica das espécies em um ambiente. A análise destes parâmetros durante os três anos de estudos no rio Madeira indica que, ocorreram poucas variações sazonais, e quando ocorreram estas foram mais acentuadas para a gordura cavitária acumulada do que para atividade alimentar (Figura 3. 24 e Figura 3. 25). Grande parte dos exemplares analisados apresentou grau de repleção estomacal e gordura cavitária iguais a zero (ao menos 40% na maioria dos casos), havendo uma melhor condição dos peixes em relação ao grau de repleção estomacal no lago Puruzinho, representado principalmente por espécies detritívoras.

Esse padrão observado nos três anos de estudos do trecho de corredeiras do rio Madeira demonstra que essa ictiofauna apresenta de forma geral uma baixa atividade alimentar, como já observado na literatura para espécies de médio porte capturadas com malhadeiras (Winemiller *et al.*, 2002) e pouco acúmulo de gordura na cavidade abdominal. Com exceção de espécies sedentárias e de dispersão limitada, sugere-se que as áreas de acompanhamento mensal (ano 1) e bimestral (anos 2 e 3) do rio Madeira têm importância como área de recuperação imediata do desgaste com a atividade reprodutiva. Essa rápida recuperação permite que o indivíduo obtenha energia para alcançar as áreas de planície de inundação mais adequadas para a alimentação, sendo que a maior disponibilidade de planícies de inundação está no sistema do rio Guaporé e a jusante do trecho de corredeiras, a partir do rio Machado.

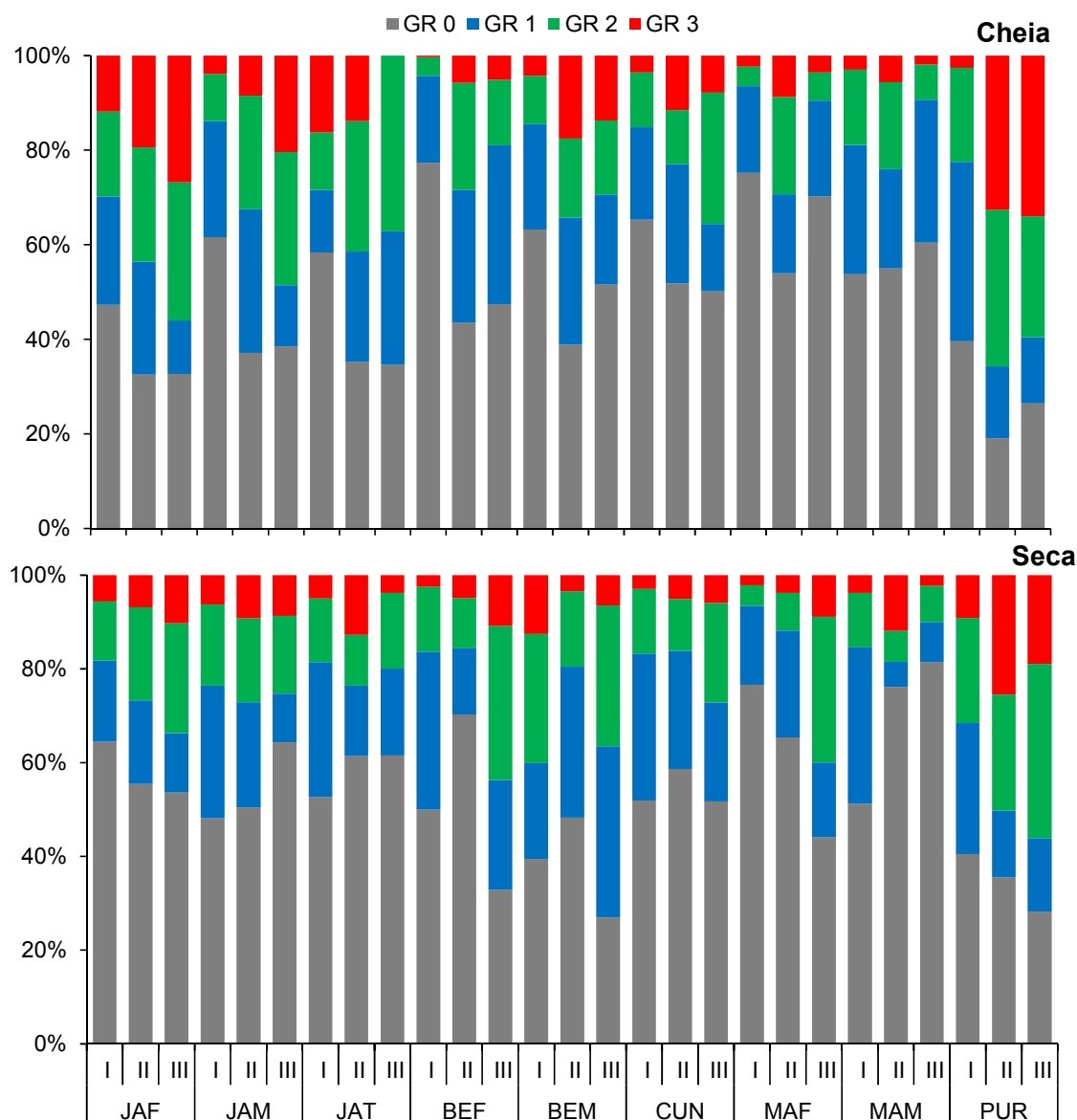


Figura 3. 24. Variação espacial e temporal do grau de repleção estomacal da ictiofauna capturada com malhadeira nas áreas 2 e 3 da bacia do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

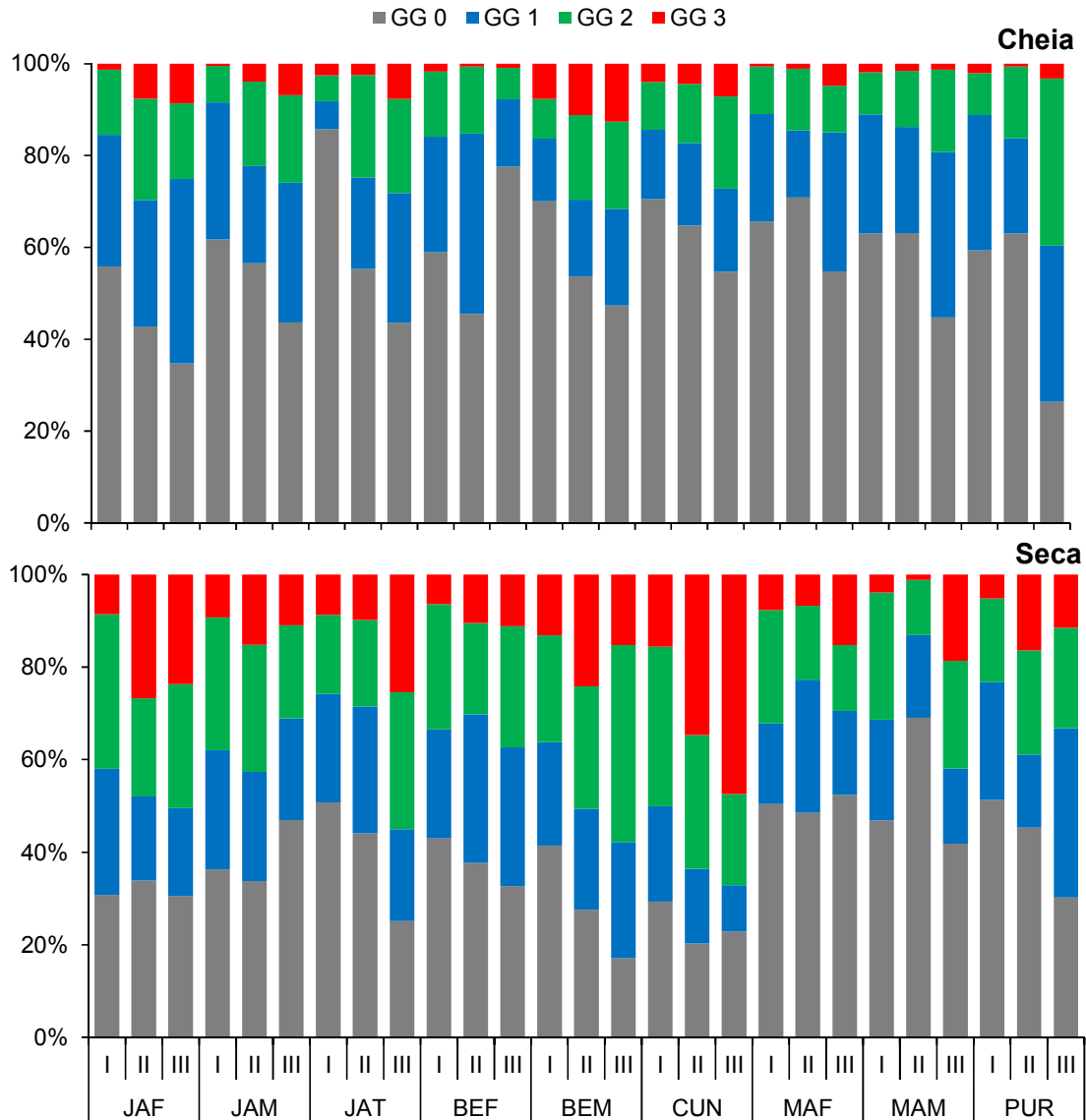
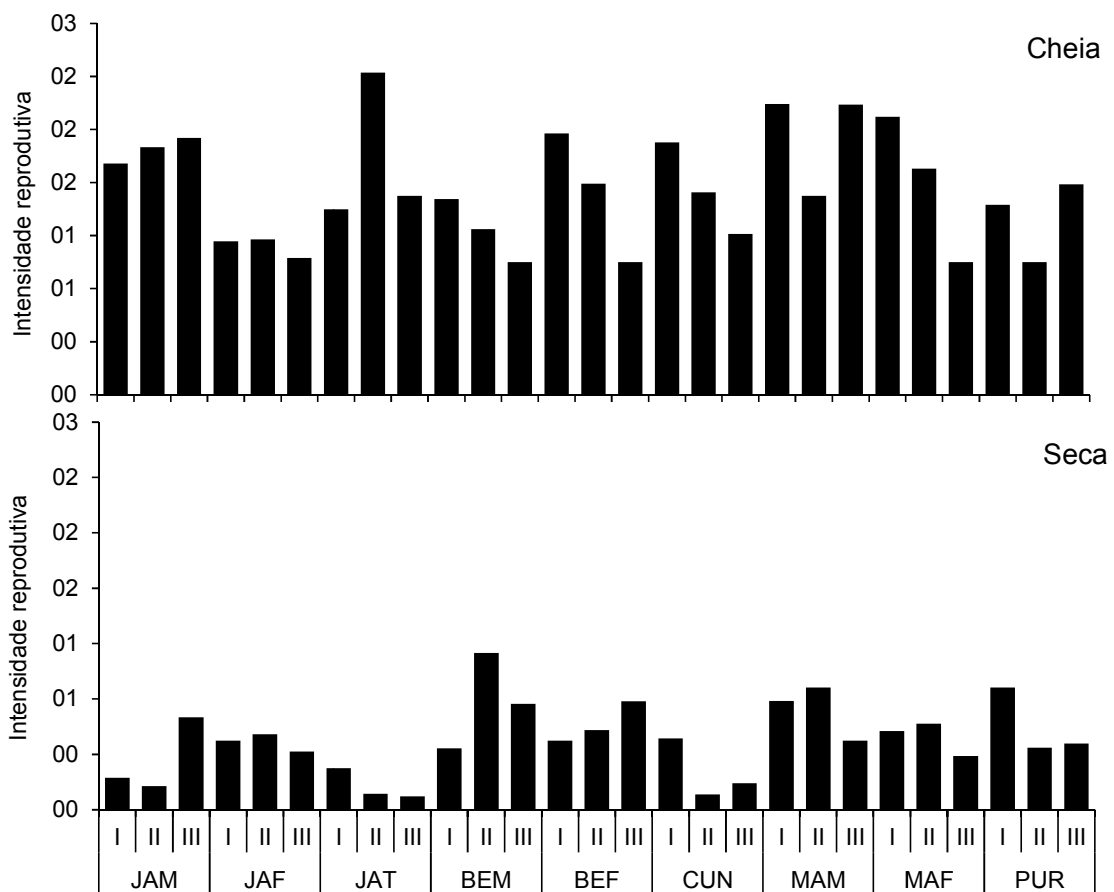


Figura 3. 25. Variação espacial e temporal do grau de gordura cavitária da ictiofauna coletada com malhadeira nas áreas 2 e 3 da bacia do rio Madeira, nos anos 1 (12 coletas), 2 (6 coletas) e 3 (5 coletas).

4.4.2. Atividade reprodutiva dos peixes na área de estudo no rio Madeira

A estratégia reprodutiva para um grande número de espécies amazônicas é um evento biológico fortemente sazonal e intrinsecamente associado à dinâmica de inundação das planícies (Lowe-McConnell, 1999). Vazzoler & Menezes (1992) comentam que, para peixes da América do Sul (incluindo a Amazônia), o nível fluviométrico influencia na delimitação do período reprodutivo.

Os resultados da análise temporal da Intensidade Reprodutiva (IR) dos três anos de estudos foram semelhantes, com a reprodução mais intensa no período de cheia, que incluiu a enchente (Figura 3. 26). Os valores de IR podem ser considerados altos em todos os locais estudados, demonstrando que a ictiofauna utiliza esse trecho do rio Madeira para reproduzir. Esses valores de IR para o rio Madeira são superiores aos encontrados em outros locais já estudados, a saber: planície de inundação do alto rio Paraná (0,1 a 1,4) (Vazzoler *et al.*, 1997); o Parque Estadual do Cantão, no rio Araguaia a partir de coletas trimestrais (0,12 a 1,01) (Zuanon *et al.*, 2004); lago Catalão, na Amazônia Central, com valores máximos de 1,72 (Amadio & Zuanon, 2009).



5. Referências Bibliográficas

Amadio, S. & Zuanon, J. 2009. Efeito de uma seca extrema na reprodução de peixes em área de várzea da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *I Simpósio Iberoamericano de Ecologia Reprodutiva, Recrutamento e Pescarias*, Vigo, Espanha, pg 38.

Cella Ribeiro, A. 2010. Variação espacial e temporal na estrutura e composição de assembléias de peixes bentônicos em um trecho do alto rio madeira, Rondônia. INPA, Dissertação de Mestrado, 81 p.

Cox Fernandes, C.; Podos, J.; Lundberg, J.G. 2004. Amazonian ecology: tributaries enhance the diversity of electric fishes. *Science*, 305: 1960-1962.

Ferreira, E.J.G. 1993. Composição, distribuição e aspectos ecológicos da Ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UHE Cachoeira Porteira, estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 23 (1/4): 1-89.

Ferreira, E.J.G.; Zuanon, J.A.; Amadio, S.A. 2006. *Avaliação do impacto do tráfego de navios da Mineração Rio do Norte sobre a ictiologia do rio Trombetas*. Relatório Final. MRN/ INPA. Manaus. 43pp.

Goulding, M, 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira, CNPq-INPA. Manaus, 172 p.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Lowe-McConnell, R.H. 1999. *Estudos Ecológicos de Comunidades de peixes tropicais*. Edusp. São Paulo. 534p.

Saint-Paul.U.; Zuanon.J.; Correa.M. A.V.; Garcia. M.; Fabr . N.N.; Berger.U.; Junk.W.J. 2000.Fish communities in central Amazonia white-and blackwater floodplains.*Environmental Biology of Fishes*.57: 235-250.

Torrente-Vilara, G.; Zuanon, J.; Doria, C.R.; Araújo, T.R.; Favaro, L.F. e Leite, R. G. L. 2005. Ecologia e Biologia da Ictiofauna. *In*: LEME, Engenharia S, A, Estudos de impacto Ambiental os Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Ant nio e Jirau, rio Madeira – RO, Cap, IV –  rea de Influência Direta dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Ant nio, TOMO B, Vol, 5/8, Diagnóstico Ambiental da área de Influencia Direta, Meio Biótico, Ictiofauna e Recursos Pesqueiros, Relatório 6315 – RT – G90 – 001, 2005, P, IV-755 a IV – 916.

Torrente Vilara, G. 2009. Heterogeneidade ambiental e diversidade ictiofaunística do trecho de corredeiras do rio Madeira, Rondônia, Brasil. Manaus. INPA. Tese de doutorado. 194p.

Vazzoler, A. E. A. M. & N.A. Menezes. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4): 627-640.

Vazzoler. A. E. de M. 1996. *Biologia da reprodu o de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá. EDUEM. 169p.

Vazzoler, A. E. 1997. Primeira maturac o gonadal, períodos e áreas de reprodu o. *In*: Vazzoler, A. E. A. de M. *et al.* (Ed.). *A planície de inunda o do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioecon micos*. Maringá: Eduem. p. 249-265.

Zuanon, J. A. S.; Ferreira, E. J. G.; Santos, G. M.; Amadio, S. A.; Bittencourt, M. M.; Darwich, A. J.; Alves, L. A.; Mera, P. A. S.; Ribeiro, M. C. L. B.; Amaral, B. D.; Almeida-Prado, R. 2004. *Ictiofauna: Parque Estadual do Cantão*. Instituto Natureza de Tocantins/ SEPLAN, Palmas. 92p.

6. APÊNDICE

Apêndice 3. A. Abundância Relativa de Peixes (rendimento das pescarias experimentais em valores de CPUE) (detalhamento)

Na escala espacial, cálculos e comparações foram realizados considerando tanto a área controle (1 e 2) quanto as áreas de influência direta e indireta (2 e 3) nos três anos de estudo. Observações foram inseridas em função do principal fator ambiental observado na paisagem que determina diferenças na ictiofauna: a cachoeira do Teotônio (Torrente-Vilara, 2009) (ver tabela dos locais de amostragem em relação as áreas do PBA).

Na escala temporal, os valores de CPUE foram calculados considerando os períodos hidrológicos definidos como seca (englobando vazante e seca) e cheia (englobando enchente e cheia), em função do número reduzido de coletas quando comparado ao primeiro ano amostral.

Para as pescarias experimentais com malhadeiras, a CPUE foi avaliada entre os pontos de amostragem e períodos do ciclo hidrológico, em termos do número de exemplares e biomassa capturada por m^2 de malhadeiras expostas no ambiente aquático em 24 horas (exemplares/ $m^2 \cdot 24h$, gramas/ $m^2 \cdot 24h$). Também foi calculada a CPUE específica para as espécies capturadas com malhadeiras, considerando todos os exemplares capturados em todos os pontos a montante e a jusante de Teotônio, de modo a avaliar a densidade das espécies em cada segmento da área de estudos.

As medidas de abundância para as pescarias com redinha de cerco e arrasto bentônico foram avaliadas em função do esforço empregado, sendo considerado o esforço (em uma amostra) para rede de cerco os 3 lances consecutivos e para o arrasto bentônico dez minutos ininterruptos de arrasto. Foi avaliando o número de exemplares capturados por amostra (exemplares/amostra) para as duas metodologias. Estas informações foram avaliadas espacialmente (por ponto de amostragem) e temporalmente (entre os períodos do ciclo hidrológico de seca e cheia, para os pontos com acompanhamento bimestral).

Possíveis diferenças espaciais e temporais em relação à Etapa 1 e Etapa 2 foram testadas por meio de teste *t* de *Student* pareado (Zar, 1996).

Apêndice 3. B. Padrão estrutural das comunidades de peixes (detalhamento)

Assim como nos relatórios consolidados do primeiro e segundo ano, as informações de riqueza e composição de espécies foram agrupadas de modo a fornecer conjuntos de informações robustas para a aplicação dos testes estatísticos. Para tornar essas análises mais robustas e poder compará-las com dados pretéritos, as amostras dos três anos estudados foram agrupadas considerando-se os períodos do ciclo hidrológico como cheia (enchente-cheia) e seca (vazante-seca).

Classificação trófica das espécies:

A classificação trófica das espécies de médio porte (capturáveis com malhadeira) foi realizada a partir da literatura disponível para ambientes na bacia Amazônica (Ferreira, 1993; Santos *et al.*, 2006) e preferencialmente para a bacia do rio Madeira (Goulding, 1979; Pouilly *et al.*, 2004; Ibanez *et al.*, 2007, Santos, 1991). Além dessa classificação, análises de conteúdo estomacal para as espécies mais abundantes estão sendo conduzidas para confirmação da categorização trófica e melhor reconhecimento dos recursos alimentares consumidos pela ictiofauna do rio Madeira. A partir da literatura considerada, foi possível determinar sete grupos tróficos, sendo eles:

Herbívoros: neste grupo foram incluídas espécies com hábito alimentar frugívoro, que se alimentam de sementes e frutos (sementes de gramíneas, casca, polpa ou frutos inteiros); e espécies que se alimentam de restos vegetais, representados por partes de Fanerógamas tanto terrestres quanto aquáticas, folhas, flores, caules e raízes;

Planctívoros: espécies que se alimentam de organismos planctônicos;

Detritívoros: peixes que se alimentam de material orgânico finamente particulado em avançado estágio de decomposição e contendo microorganismos, argila e compostos inorgânicos associados;

Insetívoros: espécies que se alimentam exclusivamente de insetos, sejam eles terrestres ou aquáticos;

Carnívoros generalistas: espécies que se alimentam de diversos tipos de recursos de origem animal, como invertebrados e vertebrados;

Onívoros: espécies que não apresentam predominância de um tipo de recurso, alimentando-se de material de origem animal e vegetal;

Piscívoros: espécies de peixes que tem sua alimentação basicamente composta por peixes na forma de pedaços de músculo de peixes vivos ou mortos/agonizando, peixes inteiros ou escamas e nadadeiras.

Cada categoria trófica foi avaliada em termos de riqueza de espécies e abundância de exemplares capturados.

Padrões ictiofaunísticos e funcionais:

Estudos de padrões ictiofaunísticos e funcionais foram exclusivos para as áreas 2 e 3, com amostras bimestrais, totalizando um conjunto de 06 meses para representar um ciclo hidrológico completo.

Padrão ictiofaunístico: riqueza de espécies

Para avaliação da distribuição espacial da riqueza de espécies utilizou-se dados do primeiro, segundo e terceiro ano de estudos no rio Madeira (Etapas 1 e 2), foram dispostos em gráficos os valores brutos de riqueza e abundância absoluta de exemplares capturados (eixo das ordenadas) contra a posição longitudinal dos pontos de amostragem (eixo das abscissas) para a fauna capturada com malhadeiras, rede de cerco e arrasto bentônico, separadamente.

Padrão ictiofaunístico: composição de espécies

Para observar a existência de padrões de similaridade na composição da ictiofauna capturada no segundo ano de estudos entre os pontos de amostragem, foi aplicada uma análise de agrupamento pelo método hierárquico pela associação média das distâncias (UPGMA), utilizando o índice de *Bray-Curtis* (Legendre & Legendre, 1998). A padronização das amostras permitiu calcular matrizes de similaridade pelo índice de *Bray-Curtis*, que considera a abundância das espécies. A magnitude das diferenças na abundância das espécies foi também minimizada transformando os dados pela soma, previamente ao agrupamento.

Uma ANOSIM também foi aplicada para detectar as espécies que mais contribuíram para explicar os padrões observados na análise de agrupamento.

ANOSIM é um procedimento não paramétrico para testar hipótese de agrupamento de amostras (McCune & Grace, 2002). Este procedimento usa o teste estatístico R baseado na diferença entre a média de todos os posicionamentos (*rankings*) de similaridade das amostras entre grupos (determinados a partir da análise de agrupamento - r_B) e a média dos posicionamentos (*rankings*) de similaridade entre os objetos dentro dos grupos (entre amostras obtidas dentro de cada grupo - r_W) (Quinn & Keough, 2002). O valor de R varia de +1 a -1. Valores de R maiores que 0 significam maior dissimilaridade entre grupos do que dentro dos grupos. Quando o valor de R é igual a zero, isso significa que a hipótese nula é verdadeira; valores negativos de R indicam que as dissimilaridades dentro dos grupos são maiores do que entre os grupos. Os dados foram trabalhados agrupando-se os pontos de coletas de cada trecho em estudo do rio Madeira em grupos previamente determinados em função da cachoeira do Teotônio.

Padrão funcional: riqueza de espécies por categoria trófica

Para observar a existência de padrões de similaridade na estrutura trófica entre os pontos de amostragem foi aplicada uma análise de agrupamento pelo método hierárquico com associação média das distâncias (UPGMA), utilizando o índice de *Bray-Curtis* e considerando a riqueza de espécies por categoria trófica. A magnitude das diferenças na abundância das categorias tróficas foi minimizada transformando-se previamente os dados por logaritmização dos valores da soma de exemplares por categoria trófica nas amostras.

Os padrões de agrupamento detectados para a estrutura trófica pela análise de agrupamento foram testados aplicando-se uma análise de similaridade para um fator (ANOSIM). Além do uso desta análise para estudos de composição de espécies, a ANOSIM tem sido empregada em estudos de comunidades baseadas em atributos funcionais (*e.g.* Merona *et al.*, 2005).

Estrutura funcional: abundância e biomassa por categoria trófica

Os dados de abundância e biomassa de peixes por categoria trófica foram agrupados por local, para as áreas 2 e 3 com periodicidade mensal e bimestral de coletas, representando um ciclo hidrológico completo.

Para observar a existência de uma estrutura funcional foi observada a similaridade na estrutura trófica entre os pontos de amostragem. Uma análise de agrupamento pelo método hierárquico pela associação média das distâncias (UPGMA) foi aplicada, utilizando o índice de *Bray-Curtis*. A magnitude das diferenças na abundância das espécies foi minimizada transformando os dados pela soma, previamente ao agrupamento. Os padrões de agrupamento detectados foram testados aplicando-se uma ANOSIM para um fator.

Apêndice 3. C. Biologia da comunidade de peixes do rio Madeira: aspectos reprodutivos e alimentares (detalhamento)

A estrutura biológica da comunidade foi avaliada somente para os dados de malhadeira na área de estudo, onde o acompanhamento foi mensal e bimestral (áreas 2 e 3). Foram considerados como parâmetros descritores a atividade alimentar, gordura acumulada e atividade reprodutiva da comunidade de peixes. As informações biológicas obtidas permitem reconhecer as principais áreas de reprodução e alimentação da comunidade das espécies de médio porte considerando-se a área de estudos na bacia do rio Madeira.

Também foram selecionadas duas espécies de pequeno porte com grande abundância nas capturas com rede de cerco e uma espécie abundante nas capturas com arrasto bentônico nos pontos de amostragem e meses de coleta do primeiro e segundo ano de estudos para as análises que se seguem.

Assim, para cada exemplar coletado e identificado foram obtidas as seguintes informações:

- comprimento padrão (CP), tomado com ictiômetro, medindo o peixe da ponta do focinho à última vértebra;
- peso, medido com balança analítica (Marte) em gramas (g);
- sexo, por meio da avaliação visual das gônadas, ou com auxílio de lupa, em três categorias: indeterminado, fêmea e macho;
- estágio de maturação sexual, por meio de avaliação visual macroscópica das gônadas, segundo a escala definida por Vazzoler (1996) que classifica fêmeas como: imatura, maturação inicial, maturação avançada, reprodução, desovada e em repouso; Fragmentos de gônadas foram coletados para análises histológicas, quando necessário, para confirmar o estágio de maturação. A amostra coletada foi preservada em solução ALFAC (Álcool 70%,

Formol 40% e Ácido Acético 2%, na proporção de 17:2:1, respectivamente) e, após 18 horas transferidas para álcool 70% até o momento de iniciar a inclusão dos fragmentos para obtenção dos cortes histológicos ao final do processo.

- grau de repleção estomacal (GR), também segundo Santos (1980), que define quatro categorias valores entre 0 e 100% de acordo com o grau de enchimento dos estômagos: 0 (vazio), 1 (vestígios de alimento até 25% de enchimento), 2 (parcialmente cheio; 25% a 75% de enchimento), 3 (repleto; de 75 a 100% de enchimento).

- grau de gordura cavitária (GG), segundo Santos (1980), que define quatro categorias valores entre 0 e 100% de acordo com a quantidade de gordura armazenada na cavidade abdominal: 0 (ausência de gordura), 1 (até 25% da capacidade), 2 (25% a 75% da capacidade), 3 (75% a 100% da capacidade);

A atividade alimentar e grau de gordura foram analisados a partir dos valores relativos de freqüência de ocorrência dos diferentes graus de enchimento dos estômagos e de gordura cavitária acumulada para a comunidade de peixes em cada ponto de amostragem. Os valores relativos (no eixo das ordenadas) foram em função do gradiente longitudinal (eixo das abscissas), de modo a verificar a existência de áreas de alimentação para os peixes. Também foram avaliadas as variações ao longo do ciclo hidrológico considerando-se os períodos de enchente-cheia e vazante-seca do rio.

A atividade reprodutiva foi avaliada por meio do índice de Intensidade Reprodutiva (IR) (Vazzoler, 1997), calculado a partir do desenvolvimento dos ovários, para cada ponto amostrado nos períodos de seca e cheia. Desta forma foi possível confirmar como a ictiofauna utiliza o trecho estudado para a reprodução tanto espacialmente quanto temporalmente, bem como diagnosticar as principais áreas de desova.