

– Capítulo 5 –

ICTIOPLÂNCTON

**Rosseval Galdino Leite, Dr.
Carlos Eduardo Mounic Silva, M.Sc.
José Vagner Valente de Silva, M.Sc.
Sandra Beltrán Pedreros, M.Sc.
Pollyana Araújo Lima, B.Sc.
Evanleide Rodrigues da Silva, B.Sc.
Mary Cléia S. G de Castro, B.Sc.
Gabriel Gazzana Barros, B.Sc.**

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 259 |
| 1. INTRODUÇÃO | 259 |
| 2. OBJETIVOS | 262 |
| 2.1. Objetivo geral | 262 |
| 2.1. Objetivos específicos..... | 262 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 262 |
| 3.1. Área de Estudo..... | 262 |
| 3.2. Metodologia de Captura das Larvas e Juvenis..... | 264 |
| 3.3 Estimativas de abundância das larvas e ovos..... | 266 |
| 3.4 - Desenho experimental | 267 |
| 3.5. Métodos no Laboratório..... | 268 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 268 |
| 4.1. Relações da Abundância das Larvas com os Parâmetros Físico-Químicos | 268 |
| 4.2 - Composição da comunidade de larvas de peixes do rio Madeira | 275 |
| 4.3 . Variação espaço-temporal na abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários | 279 |
| 4.4 - Variação espaço-temporal na abundância de ovos de peixes | 287 |
| 4.5. Resultados individuais e discussão de abundância para as espécies alvos..... | 288 |
| Jaraqui – <i>Semaprochilodus insignis</i> | 289 |
| Curimatã – <i>Prochilodus nigricans</i> | 291 |
| Branquinha – <i>Potamorhina latior</i> | 293 |
| Tambaqui – <i>Colossoma macropomum</i> | 296 |
| Pirapitinga – <i>Piaractus brachypomus</i> | 297 |
| 4.5- Estimativa do fluxo diário das espécies alvos | 311 |
| 5. Considerações finais | 313 |

| | |
|--|-----|
| 5.1 – Parâmetros físico-químicos | 313 |
| 5.2 – Abundância de ovos e larvas | 314 |
| 5.3 - Contribuição das larvas de peixes dos tributários do rio Madeira | 315 |
| 5.4 - Estratégias reprodutivas baseada na biologia das larvas de peixes. | 316 |
| 5.5 - As larvas capturadas e suas possibilidades de sobrevivência | 318 |
| 5.6 - A abundância das larvas do rio Madeira e sua relação com outros ambientes na Amazônia | 319 |
| 5.7 - Fluxo diário de larvas na cachoeira de Santo Antônio | 320 |
| 5.8 - Redes de arrasto de fundo | 321 |
| 6. Referências Bibliográficas | 325 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1. Desenho experimental da captura com rede de ictioplâncton. S – superfície, F – fundo..... | 267 |
| Tabela 2. Contribuição (%) por família da comunidade de larvas do rio Madeira coletadas com rede de ictioplâncton. (*) Grupo a ser analisado com maior detalhe por as larvas estarem danificadas. | 277 |
| Tabela 3. Contribuição (%) por família da comunidade de larvas do rio Madeira coletadas com rede de arrasto de fundo. * Grupo a ser analisado com maior detalhe por as larvas estarem danificadas. | 278 |
| Tabela 4. Análise de Variância da abundância de larvas entre 8 pontos de amostragem e 12 meses correspondentes a Abril de 2009 até Março de 2010. SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios..... | 279 |
| Tabela 5. Análise de Variância da abundância das larvas de peixes entre as margens do rio (MD, C, ME) e entre os estratos de profundidade em todos os locais amostrados de Abril/2009 a Março/2010. SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios. | 280 |
| Tabela 6. Análise de Variância da abundância das larvas de peixes entre as margens do rio (MD, C, ME) e entre os estratos de profundidade em todos os locais amostrados de Abril/2009 a Março/2010..... | 286 |
| Tabela 7. Análise de variância na abundância de larvas e juvenis de peixes capturados com rede de arrasto de fundo entre a foz do rio Madeira com o Amazonas (FM), no rio Amazonas acima da sua foz com o rio Madeira (AM) e no rio Amazonas abaixo da foz do rio Madeira (Amd) de abril/2009 a março/2010. (**) Significativo ao nível 0.01..... | 300 |
| Tabela 8. Fluxo de larvas nos pontos de amostragem a jusante do reservatório de Santo Antônio baseados na abundância de larvas no dia da coleta em relação à vazão correspondente do rio de abril/2009 a março/2010. Pn – <i>P. nigricans</i> , Pl – <i>P. latior</i> , Cm – <i>C. macropomum</i> , Bf - <i>B. filamentosum</i> , Bp – <i>B. platynemum</i> , Br – <i>B. rousseauxii</i> e Bv – <i>B. vaillantii</i> | 312 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Rede de ictioplâncton com acessórios..... | 265 |
| Figura 2. Esquema de uma rede de arrasto de fundo (<i>Trawl net</i>)..... | 266 |
| Figura 3 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a velocidade do rio Madeira entre abril e dezembro/2009..... | 270 |
| Figura 4 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a condutividade da água do rio Madeira entre abril e dezembro/2009..... | 271 |
| Figura 5 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e Oxigênio Dissolvido na água do rio Madeira entre abril e dezembro/2009..... | 272 |
| Figura 6 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e Profundidade do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009. | 272 |
| Figura 7 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e pH da água do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009. | 274 |
| Figura 8 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e largura do rio Madeira de Abr.a Dez./2009..... | 274 |
| Figura 9 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e temperatura da água do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009..... | 275 |
| Figura 10 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a turbidez da água do rio Madeira entre Abr.e Dez./2009..... | 275 |
| Figura 11. Abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários de Abril/2009 a Março de 2010. | 281 |
| Figura 12. Abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários de Abril/2009 a Março de 2010. | 282 |
| Figura 13 Abundância de larvas no ponto Mamoré de Abr./2009 a Mar. de 2010. | 283 |
| Figura 14. Abundância de larvas no ponto Beni de Abr./2009 a Mar. de 2010. | 283 |
| Figura 15. Abundância de larvas no ponto Madeira Abunã de Abr./2009 a Mar. de 2010. | 283 |
| Figura 16. Abundância de larvas no ponto Abunã de Abr/2009 a Mar/2010..... | 284 |
| Figura 17. Abundância de larvas no rio Madeira ponto Madeira-Jaci de Abr/2009 a Mar/2010..... | 284 |
| Figura 18. Abundância de larvas no ponto Jaci-Paraná de Abr/2009 a | |

| | |
|---|-----|
| Mar/2010..... | 284 |
| Figura 19. Abundância de larvas no rio madeira ponto Santo Antônio de Abr/2009 a Mar/2010..... | 285 |
| Figura 20. Abundância de larvas no rio Madeira ponto Belmont de Abr/2009 a Mar/2010..... | 285 |
| Figura 21. Abundância espaço temporal de ovos de larvas de peixes no rio Madeira e seus tributários de Abr./2009 a Mar./2010..... | 288 |
| Figura 22. Abundância mensal de larvas de <i>S. insignis</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 289 |
| Figura 23. Distribuição espacial das larvas de <i>S. insignis</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 290 |
| Figura 24. Distribuição das larvas de <i>S. insignis</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 291 |
| Figura 25. Abundância mensal de larvas de <i>P. nigricans</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 291 |
| Figura 28 - Distribuição das larvas de <i>P. nigricans</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar/2010..... | 293 |
| Figura 29. Abundância mensal de larvas de <i>P. latior</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 294 |
| Figura 30. Distribuição espacial das larvas de <i>P. latior</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 295 |
| Figura 31 - Distribuição das larvas de <i>P. latior</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010. | 295 |
| Figura 32. Abundância mensal de larvas de <i>C. macropomum</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 296 |
| Figura 33. Distribuição espacial das larvas de <i>C. macropomum</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 297 |
| Figura 34. Distribuição das larvas de <i>C. macropomum</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 297 |
| Figura 35. Abundância mensal de larvas de <i>P. brachypomus</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 298 |
| Figura 36. Distribuição espacial das larvas de <i>P. brachypomus</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 299 |

| | |
|--|-----|
| Figura 37 - Distribuição das larvas de <i>P. brachypomus</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 299 |
| Figura 38. Abundância mensal de larvas de <i>B. filamentosum</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 301 |
| Figura 39. Distribuição espacial das larvas de <i>B. filamentosum</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 302 |
| Figura 40. Comparação na contribuição de larvas e juvenis de <i>B. filamentosum</i> na foz do rio Madeira..... | 303 |
| Figura 41. Abundância mensal de larvas de <i>B. platynemum</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 304 |
| Figura 42. Distribuição espacial das larvas de <i>B. platynemum</i> nas áreas de influência da UHE Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010..... | 305 |
| Figura 43. Distribuição das larvas de <i>B. platynemum</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 305 |
| Figura 44. Comparação na contribuição de larvas e juvenis de <i>B. platynemum</i> na foz do rio Madeira..... | 306 |
| Figura 45. Abundância mensal de larvas de <i>B. rousseauxii</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 306 |
| Figura 46. Distribuição espacial das larvas de <i>B. rousseauxii</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010. | 307 |
| Figura 47. Distribuição das larvas de <i>B. rousseauxii</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 308 |
| Figura 46. Abundância mensal de larvas de <i>B. vaillantii</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010..... | 309 |
| Figura 47. Distribuição espacial das larvas de <i>B. vaillantii</i> nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010. | 310 |
| Figura 48. Distribuição das larvas de <i>B. vaillantii</i> por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010..... | 310 |
| Tabela 8. Fluxo de larvas nos pontos de amostragem a jusante do reservatório | |

de Santo Antônio baseados na abundância de larvas no dia da coleta em relação à vazão correspondente do rio de abril/2009 a março/2010. Pn – *P. nigricans*, Pl – *P. latior*, Cm – *C. macropomum*, Bf - *B. filamentosum*, Bp – *B. platynemum*, Br – *B. rousseauxii* e Bv – *B. vaillantii*.....312

1. INTRODUÇÃO

A importância de um rio ou de um trecho para os peixes em sua primeira fase de desenvolvimento é também medida pela abundância das larvas de uma ou mais espécies de peixes. Dependendo das feições de um rio, isto é, da quantidade de ambientes que possam ser disponibilizados para larvas durante o seu desenvolvimento inicial, elas tenderão a permanecer em trechos específicos, caso de áreas recentemente inundadas, ou na ausência dessas áreas os rios servirão apenas como transportadores de larvas para outros trechos.

Em ambientes com áreas de inundação onde cresce uma rica vegetação flutuante ou enraizada, as larvas de peixes tendem a fazer uma migração lateral mais precocemente do que em ambientes de rios encaixados. Nos ambientes encaixados, sem áreas de inundação, há uma tendência das larvas serem levadas pelas correntes dos rios até encontrarem áreas de refúgio e/ou de alimentação. Em ambos os casos, a distribuição das larvas é consequência das adaptações efetuadas pelas próprias com fins de manutenção da prole.

Independentemente do tipo de ambiente em que as larvas dos peixes se encontrem, as taxas de sobrevivência das mesmas não atingem 1% da quantidade total de ovos fertilizados, embora esta proporção seja considerada consequência da mortalidade natural. Um dos fatores que atuam sobre a baixa taxa de sobrevivência dos peixes na fase larval é a predação. Além da predação, um dos fatores mais importantes é a disponibilidade de alimento.

As larvas de peixes, ao eclodirem, possuem uma reserva de vitelo que varia em quantidade de espécie para espécie. Essa reserva é metabolizada de acordo com cada uma delas, isto é, a fonte de energia originária do embrião não é consumida com a mesma velocidade por todas as espécies. Entretanto, existe um fator comum para todas as larvas de peixes, principalmente para as proles que são frutos de grandes “ninhadas”, normalmente realizadas pelos peixes que fazem migração para a desova: o momento em que as larvas necessitam estar em áreas onde haja oferta alimentar específica para cada tamanho de abertura bucal, o “momento crítico” para o sucesso das mesmas. Este momento é fundamental à sobrevivência das larvas, independente se

pertencem às espécies de *Brachyplatystoma*, a *Collossoma macropomum*, a *Piaractus brachypomus* ou aos peixes do gênero *Potamorhina*.

Concluindo, é a combinação natural de vários fatores ambientais e de cunho específico que estarão regulando o nível de sucesso de cada espécie na sua primeira fase de vida.

Atualmente, um dos fatores que podem influenciar fortemente a oferta de larvas, isto é, a renovação dos estoques pesqueiros, é a pouca quantidade de reprodutores decorrente da sobrepesca. Isso é mais claro principalmente sobre daquelas espécies mais apreciadas pela população humana e que, devido a isso, sofrem maior ação dos pescadores.

Retornando ao aspecto das adaptações pelas quais passaram as espécies de peixes em relação ao comportamento para a desova, é imprescindível informar que a maioria das espécies de peixes dos rios da Amazônia faz algum tipo de migração para a desova. O mais comum e praticado pela maioria dos Characiformes de pequeno a médio porte, é a saída destes peixes de tributários de um rio principal, geralmente de um rio de águas consideradas pobres em nutrientes, para um ambiente com características físico-químicas mais adequadas ao crescimento de uma flora onde, em suas raízes se encontra uma microfauna e insetos aquáticos, alimentos em potencial para as larvas de peixes.

Normalmente, os reprodutores, ao entrarem no canal do rio principal onde farão sua desova, nadam contra a correnteza pelas margens, e essa margem estará à direita ou à esquerda dependendo da posição do tributário em relação ao canal do rio. Devido a isso, ao se realizar uma coleta de larvas sempre é esperada uma maior abundância de larvas de Characiformes nas margens do rio. Dificilmente um cardume irá atravessar o rio em direção à sua outra margem no processo de migração para desova. Entretanto, os ovos fertilizados e as larvas iniciais também poderão estar amplamente distribuídos no canal do rio por ações hidrodinâmicas, já que são inaptos ao nado, estando assim à deriva.

Por outro lado, ainda reportando sobre a adaptação das espécies, verificam-se comportamentos diferenciados em relação à posição dos reprodutores no rio no momento de sua desova. Presume-se que os grandes bagres da família Pimelodidae realizam sua reprodução em regiões mais

distantes e mais profundas do que a maioria dos Characiformes e Siluriformes de pequeno porte. Mas os estudos ainda são insuficientes para realmente afirmar onde os grandes bagres estão reproduzindo tanto em relação a espaço quanto em relação a tempo.

Com o advento da construção de uma Usina Hidrelétrica no canal do rio Madeira, um dos mais importantes afluentes do rio Amazonas, foram criadas estratégias metodológicas para primeiro aclarar sobre quais, quando e quanto os tributários desse rio contribuem com o aporte de larvas de diferentes espécies de peixes.

O presente relatório inclui os dados de coletas de larvas de peixes no rio Madeira desde o ponto onde é formado pelos rios Mamoré e Beni até a sua foz no rio Amazonas. Neste trecho este rio passa por várias feições, as quais vão de ambientes encaixados como ocorre no trecho localizado a montante da cachoeira de Santo Antônio, até áreas de inundação periódica, a jusante da cidade de Porto Velho. Deste modo, as larvas e/ou ovos capturados deverão ser uma somatória de seus tributários.

Em relação à época de reprodução dos peixes, os estudos realizados na Amazônia demonstram que a época de subida dos rios é a mais utilizada para a reprodução da maioria dos Characiformes migradores. Mas, estes estudos também demonstram que em todos os períodos do ano haverá peixes se reproduzindo tanto no canal do rio quanto em lagos, embora aquelas espécies que reproduzem nos lagos realizem apenas migrações laterais.

No presente estudo, o nosso foco de ação é o canal do rio. É justamente neste setor onde serão realizadas as alterações provocadas pela construção da hidrelétrica que poderá ou não bloquear a passagem das larvas rio abaixo e a passagem dos reprodutores que sobem as corredeiras ou cachoeiras para realizarem suas desovas nas áreas mais próximas às cabeceiras.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a abundância de ovos e larvas de peixes no rio Madeira com fins de monitoramento e busca de soluções para reduzir impactos provocados pela construção da hidrelétrica de Santo Antônio sobre a deriva do ictioplâncton.

2.1. Objetivos específicos

- Estudar a abundância de ovos, larvas e juvenis de peixes do rio Madeira, na área de influência direta e indireta do empreendimento, bem como áreas a montante e a jusante, para avaliar a reprodução das espécies e sua ocorrência ao longo do ciclo hidrológico, bem como identificar áreas críticas de desova e desenvolvimento inicial das espécies-chaves;
- Verificar se o empreendimento afetará a reprodução dos peixes do rio Madeira através da observação da abundância das larvas;
- Verificar se o empreendimento afetará a passagem de ovos, larvas e juvenis de grandes bagres da região a montante para a jusante da barragem;
- Estudar, em detalhe, as etapas jovens das espécies-chave, dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), piramutaba (*B. vaillantii*), babão (*B. platynema*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e branquinha (*Potamorhina latior*), ao longo do ciclo hidrológico, de acordo com a condicionante 2.4 da LP nº 251/2007 e também de outras espécies de importância ecológica e/ou social na região de influência do rio Madeira;
- Avaliar a contribuição de juvenis de grandes bagres do rio Madeira para o rio Amazonas;
- Fornecer subsídios para ações mitigadoras aos efeitos adversos das estruturas e funcionamento do empreendimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

Foram recolhidas amostras de larvas de peixes mensalmente, da montante para a jusante de cachoeira de Santo Antônio, nos seguintes pontos:

- 1 – Rio Mamoré (MG) – coletas no canal do rio Mamoré, imediatamente acima da confluência dos rios Beni com o rio Madeira;
- 2 – Rio Beni (BN) – coleta no rio Beni, imediatamente acima da sua confluência com o rio Madeira;
- 3 – Rio Madeira (MA) – coleta no rio Madeira, acima da confluência do rio Abunã com o rio Madeira;
- 5 – Rio Abunã (AB) – coleta no rio Abunã, acima da sua confluência com o rio Madeira;
- 6 – Rio Madeira (MJ) – coleta no rio Madeira, acima da sua confluência com o rio Jaciparaná;
- 7 – Rio Jaciparaná (JP) – coleta no rio Jaciparaná, acima da sua confluência com o rio Madeira;
- 8 – Santo Antônio (SA) – coleta no rio Madeira, imediatamente a jusante da cachoeira de Santo Antônio;
- 9 – Igarapé Belmont (BL) – coleta no rio Madeira, abaixo da sua confluência com o Igarapé Belmont;
- 10 – Foz do Madeira (FM) – coleta no rio Madeira, próximo à sua confluência com o rio Amazonas (somente *trawl net*);
- 11 – Rio Amazonas (AM) – coleta no rio Amazonas, acima da sua confluência com o rio Madeira (somente *trawl net*);
- 12 – Rio Amazonas (AMd) – coleta no rio Amazonas, abaixo da sua confluência com o rio Madeira (somente *trawl net*);

Além das amostragens mensais ao longo do ano de 2009/2010, dois outros métodos de amostragem foram empregados: 1) coletas intensificadas no período esperado de reprodução dos peixes no rio Madeira dos pontos 1 ao 9, entre 18 de novembro e 2 de dezembro de 2009. (Este material ainda está sendo triado e servirá para análises posteriores que visam estimar principalmente a mortalidade das larvas.); e 2) amostragens diárias de dezembro de 2009 até o presente momento com rede de ictioplâncton, e semanais com rede de arrasto, para verificar flutuações diárias e semanais na passagem de larvas pela cachoeira de Santo Antônio, com o fim de incrementar o banco de dados a ser utilizado posteriormente.

Quando a navegação foi possível na cachoeira de Santo Antônio, as amostras foram realizadas a montante e a jusante. Em decorrência do altíssimo risco de transpor a cachoeira, as coletas passaram a ser realizadas apenas na jusante de Santo Antônio (este material será utilizado para estimativa da quantidade de larvas que passam da montante para a jusante da cachoeira de Santo Antônio). As amostras coletadas tanto a montante quanto a jusante desta cachoeira servirão para estimar a mortalidade local da Cachoeira de Santo Antônio:

As taxas de mortalidade e de sobrevivência das larvas serão estimadas da seguinte maneira:

$$\%M = \frac{T_{1a} - T_{1p}}{T_{1a}}$$

Onde:

%M = Taxa de mortalidade de ovos, larvas e juvenis.

T_{1a} – Total de ovos, larvas ou juvenis por dia na estação anterior.

T_{1p} – Total de ovos, larvas ou juvenis por dia na estação posterior.

e

$$\%S = 1 - \frac{T_{1a} - T_{1p}}{T_{1a}}$$

Onde:

%S = taxa de sobrevivência de ovos, larvas e juvenis.

3.2. Metodologia de Captura das Larvas e Juvenis

3.2.1. Redes de captura

a) Rede de ictioplâncton

Foi utilizada rede de ictioplâncton com um aro de 50 cm de diâmetro e comprimento de 1,5 m para a coleta de larvas na coluna d'água, a qual era levada até o fundo do rio com o auxílio de uma placa de aço de 8 kg (deflator). Esta rede possui abertura de malhas de 300µm, de modo a reter desde ovos

até minúsculas larvas. A rede possui um fluxímetro para a determinação da quantidade de água filtrada em cada uma das coletas e na sua extremidade posterior contém um copo coletor de onde é coletado o material retido (figura abaixo).



Figura 1. Rede de ictioplâncton com acessórios.

b) Rede de arrasto de fundo

Está sendo utilizada uma rede de arrasto de fundo (trawl net) que faz uma varredura na superfície do fundo do rio. Esta rede é composta por duas portas que a conduzem até o fundo do rio quando tracionada por uma embarcação, permitindo explorar aquelas espécies que tem por hábito utilizarem os recursos daquele ambiente. Esta rede apresenta malha maior na parte anterior e menor na parte posterior. Além disso, fez-se uma modificação inserindo uma segunda tela de menos 500 μ m dentro da rede, de modo a não deixar escapar nenhum animal da área amostrada. Este tipo de rede, quando lançada corretamente se mantém aberta conforme figura abaixo, caso contrário retorna à superfície. Ressalta-se que nas coletas realizadas, todas as vezes que ocorreu o retorno foi realizado um novo arrasto para substituir o insucesso.

Esta rede foi utilizada em todo o trecho do rio Madeira onde as condições de segurança permitiam e sempre foi lançada em áreas previamente estudadas com o auxílio de uma sonda.

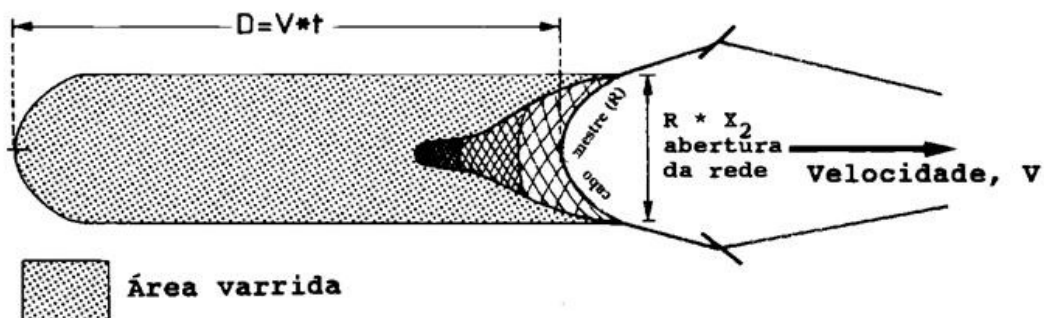


Figura 2. Esquema de uma rede de arrasto de fundo (*Trawl net*).

3.3 Estimativas de abundância das larvas e ovos

a) **Rede de ictioplâncton** – A estimativa de abundância de ovos e larvas de peixes foi baseada no volume de água filtrado e este volume (V) é estimado multiplicando a distância percorrida (D) pela área da boca da rede (a). A distância percorrida foi estimada com o auxílio de um fluxímetro acoplado na boca da rede de acordo com a fórmula abaixo:

$$V = D \times a$$

Assim, a quantidade de larvas capturada é dividida pelo volume filtrado resultando em larvas/m³.

b) **Rede de arrasto de fundo.** A abundância de larvas e juvenis de peixes no fundo do rio foi estimada utilizando-se como unidade a área varrida. A área varrida é definida pela largura da rede de arrasto que é definida pela expressão :

$$a = D \cdot R \cdot X_2, \quad D = V \cdot t$$

Onde:

V = velocidade de arrasto do fundo, R é o comprimento do cabo mestre, t é o tempo do arrasto e X2 é a fração do comprimento do cabo mestre R, que é igual a largura da trajetória varrida pelo arrasto, a “abertura da rede”, $h \cdot X2$.

3.4 - Desenho experimental

A periodicidade e a localização dos pontos de amostragem foram definidas de modo a gerar uma estimativa da contribuição de ovos, larvas e juvenis de cada tributário para o rio Madeira. Nos rios da Amazônia estudados até o momento, há sempre uma grande concentração de larvas nas margens dos mesmos, sendo maior em áreas próximas às confluências com outros rios ou com canais que ligam os rios aos lagos. Exploramos três zonas em cada ponto de coleta, uma na margem esquerda (superfície e fundo), outra na margem direita (superfície e fundo) e outra no centro do canal do rio (superfície e fundo) (Tab. 1).

Tabela 1. Desenho experimental da captura com rede de ictioplâncton. S – superfície, F – fundo.

| Local | Margem esquerda | | Centro do rio | | Margem direita | |
|----------------|-----------------|---|---------------|---|----------------|---|
| Mamoré/Guaporé | S | F | S | F | S | F |
| Beni | S | F | S | F | S | F |
| Madeira Abunã | S | F | S | F | S | F |
| Abunã | S | F | S | F | S | F |
| Madeira/Jaci | S | F | S | F | S | F |
| Jaci paraná | S | F | S | F | S | F |
| Santo Antonio | S | F | S | F | S | F |
| Belmont | S | F | S | F | S | F |

As amostragens de superfície representaram a abundância de larvas desde a superfície até um metro de profundidade, e, as amostragens de fundo variaram de acordo com a profundidade do rio, onde a rede era baixada e suspensa com velocidades de descida e subida uniformes durante 10 minutos.

Foram feitos ajustes no desenho experimental inicialmente proposto, pela necessidade de buscar algumas respostas em relação à mortalidade das larvas ao longo do rio desde a sua confluência com os rios Mamoré e Beni até o Belmont. Assim, de dezembro de 2009 a abril de 2010 foram feitas amostragens diárias no ponto Santo

Antônio, para gerar informações específicas para aquela área que está sob influência direta da Cachoeira e da construção do AHE Santo Antônio.

Além disso, foram realizadas coletas simultâneas em todos os pontos de amostragem no trecho Mamoré-Belmont para ensaios de taxa de mortalidade das larvas – uma informação muito importante e que está sendo processada para ser disponibilizada nos próximos relatórios.

3.5. Métodos no Laboratório

Ao chegarem do campo, todas as amostras passaram por uma primeira triagem, que consiste na separação das larvas do material acompanhante. Este procedimento foi realizado tanto para amostras realizadas com rede de ictioplâncton quanto para aquelas realizadas com rede de arrasto de fundo.

Após os procedimentos de triagem, as larvas foram acondicionadas em frascos contendo solução de formalina na concentração de 4%, a partir de uma solução de formol a 40%, e permanecem nestes frascos até que sejam identificadas para depois serem incorporadas a uma coleção de referência.

As larvas foram identificadas a partir de suas medidas morfológicas e merísticas, mas principalmente pela contagem de miômeros e padrões de pigmentação. Para tal, foi utilizada literatura especializada (Araújo-Lima & Donald, 1988; Araújo-Lima *et al.*, 1993; Nascimento & Araújo-Lima, 1993; Nakatani *et al.*, 2001 e Leite *et al.*, 2007).

As larvas foram separadas por estágio de desenvolvimento larval, de acordo com Nakatani *et al.* (2001) e Leite *et al.* (2007) em: larval vitelino I, pré-flexão II, início de flexão III, final de flexão IV, e pós-flexão V. No caso dos Siluriformes, há modificações na determinação dos estágios de desenvolvimento devido ao desenvolvimento precoce da nadadeira caudal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relações da Abundância das Larvas com os Parâmetros Físico-Químicos

Quando foi levado em consideração a variação na abundância das larvas entre os pontos amostrados e sua relação com os fatores físico-químicos (pH, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura) por ponto de captura no canal do rio Madeira, os resultados das Análises de Variância demonstraram o

seguinte: para pH (g.l. 5, 48) $F = 0,281$; não significativo (NS), Condutividade (g.l. 5, 48) $F = 1,640$, NS; Oxigênio dissolvido (g.l. 5, 48) $F = 1,605$, NS; e Temperatura da água (g.l. 5, 48) $F = 0,122$, NS.

A interpretação para esses resultados é que a presença das larvas em cada um dos locais não dependeu da qualidade da água e sim de fatores mais relacionados à estratégia reprodutiva dos peixes.

Também foi realizada uma avaliação considerando-se a abundância das larvas em relação ao período de sua captura ao longo do ano. Neste caso os resultados foram os seguintes: pH (g.l. 8, 45) $F = 37,36$, $p = 0,000$; Condutividade (g.l. 8, 45) $F = 12,00$, $p = 0,000$; Oxigênio Dissolvido (g.l. 8, 45) $F = 25,76$, $p = 0,000$; e Temperatura (g. l. 8, 45) $F = 78,97$, $p = 0,000$.

A nossa interpretação para estes resultados relacionados ao tempo está no processo de flutuação do nível da água que induz à oscilação no aporte de nutrientes, aumenta a velocidade da água, e conseqüentemente a vazão que, por sua vez, está relacionada com a capacidade do ambiente em dispersar as larvas dos peixes. Assim, os eventos reprodutivos dos peixes são relacionados a essa série de alterações ambientais que, no final, podem favorecer cada uma das espécies no processo de formação de novos estoques de peixes. Portanto, deve existir um fator físico especial que sirva de gatilho para que as espécies migradoras, em sua maioria, procedam à reprodução.

Para descrever as relações da abundância de larvas com os parâmetros físico-químicos no rio Madeira, e ainda, velocidade da água, largura do ambiente, profundidade e turbulência, utilizamos o coeficiente de correlação de Pearson (ρ) que indica o grau de correlação e a direção dessa correlação (se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala mensurável.

Quando se considerou a ação da velocidade da água, o coeficiente resultou em $\rho = -0,519$ indicando ação moderadamente negativa da velocidade da água na abundância das larvas no rio Madeira (Figura 3).

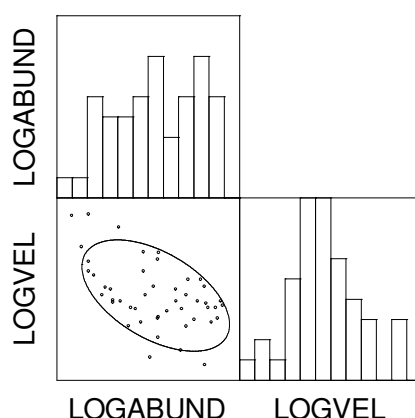


Figura 3 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a velocidade do rio Madeira entre abril e dezembro/2009.

A velocidade da água atuou negativamente sobre a abundância de larvas, ao levarmos em consideração que, quanto mais próximo às corredeiras ou cachoeiras, maior a velocidade da água que, aliada com vários obstáculos naturais, deve contribuir com a mortalidade dos peixes nessa fase da vida, na qual os mesmos são muito mais suscetíveis às ações do meio ambiente do que na suas fases de desenvolvimento posteriores. Por ainda estarem sofrendo uma série de mudanças corporais, dentre elas o processo de formação de suas nadadeiras, as larvas se tornam inteiramente dependentes das características hidrodinâmicas.

Quando se considerou a condutividade da água, o coeficiente resultou em $\rho = 0,693$ indicando correlação de positiva moderada a forte entre a abundância de larvas de peixes no rio Madeira e a condutividade (Fig. 4). Então, quando a condutividade aumentou, a quantidade de larvas também aumentou. Este parâmetro físico está relacionado à quantidade de íons adsorvidos na água e esses íons são partículas carregadas eletricamente. Se a abundância de larvas não foi a mesma durante o ano e essa abundância aumentou com o aumento da condutividade elétrica da água este poderia ser um dos fatores de muita importância para a reprodução das espécies. Por outro lado, a condutividade da água está também relacionada ao aumento da produtividade do ambiente, o que, em última instância, favoreceria as larvas no

sentido de dar maiores condições ao surgimento de alimento em sua primeira alimentação.

Os rios de água branca, como é o caso do rio Madeira e do Solimões/Amazonas, geralmente apresentam condutividade elétrica superior aos rios de águas claras e de água preta. Já é bem conhecido que os peixes migradores amazônicos saem de rios de águas claras e pretas, de baixa condutividade elétrica, para os rios de água branca com condutividade elétrica bem superior, para a desova (Goulding, 1980; Ribeiro & Petrere Jr., 1990; Lima & Araújo-Lima, 2004).

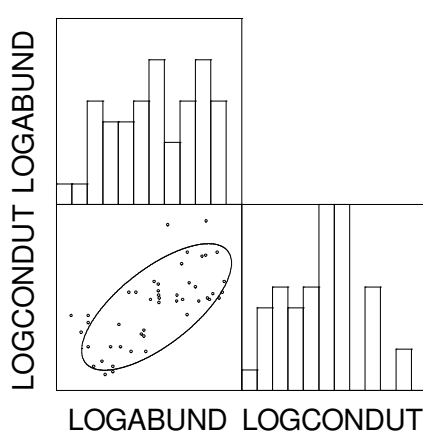


Figura 4 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a condutividade da água do rio Madeira entre abril e dezembro/2009.

Quando se considerou a quantidade de Oxigênio Dissolvido na água, o coeficiente resultou em $\rho = 0,469$ indicando correlação positiva moderada de O_2 com o aumento de larvas de peixes no rio Madeira (Fig. 5). O teor de saturação do oxigênio na água depende fortemente de dois fatores: a altitude e a temperatura. Águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. Os organismos aeróbicos atuam na decomposição dessa matéria orgânica consumindo e reduzindo o oxigênio dissolvido na água. Entretanto, este processo não deve ser tão forte em rios e sim em ambientes lânticos.

A quantidade de oxigênio dissolvido na água também está relacionada às oscilações do fluxo de água no rio. Dependendo da vazão e da velocidade da água, influenciados pela altitude, há uma tendência à mistura de oxigênio com a água, acarretando sua maior disponibilidade. Interpretamos a correlação

positiva como uma conjugação de fatores relacionados com a dinâmica da água e que coincidem com o período de enchente no qual há maior abundância de larvas de peixes.

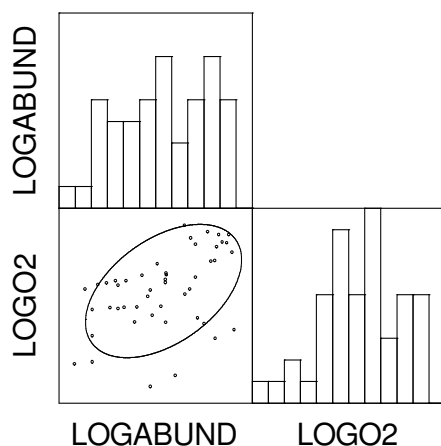


Figura 5 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e Oxigênio Dissolvido na água do rio Madeira entre abril e dezembro/2009.

Quando relacionamos a abundância das larvas com a profundidade do rio (Fig. 6) observamos uma fraca correlação negativa ($\rho = -0,096$). O esperado era um processo de mistura entre os organismos que habitam o canal do rio em condições de alta turbulência do rio Madeira.

Este detalhe servirá para explicar o porquê das larvas de peixes não apresentaram estratificação na coluna d'água conforme será mostrado em tópicos posteriores deste documento.

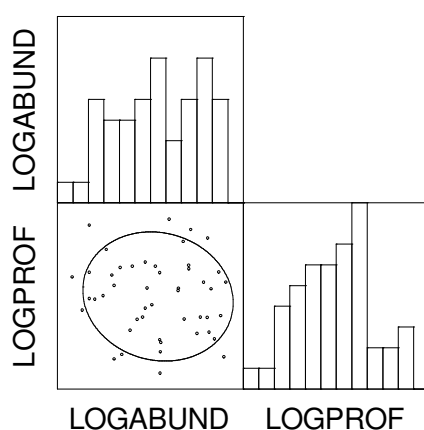


Figura 6 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e Profundidade do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009.

Quando se relacionou a abundância de larvas com o pH da água foi observada uma correlação positiva bastante significativa ($\rho= 0,7$) entre a presença das mesmas e o aumento desse parâmetro (Fig. 7).

Deve-se prestar muita atenção neste resultado, porque representa as mudanças de estado da solução aquosa em relação à acidez. O aumento da intensidade de chuvas na cabeceira do rio, aumentando o volume de água e, conseqüentemente, a área de drenagem, faz com que mais resíduos sejam escoados, contribuindo também para o aumento do pH da água. Pela observação dos resultados de pH ao longo de todo o período, foi notado que a água se manteve ácida nos meses anteriores ao início da enchente local e que se tornou alcalina nos meses de enchente.

A transformação da água de estado ácido para um estado alcalino deve ser interpretada como um fator de muita importância para a reprodução dos peixes, mesmo que a maioria das larvas no ambiente a montante tenha se originado em regiões de cabeceira. Como os rios sofrem normalmente processos de mudança no nível da água nas regiões de cabeceira antes que as regiões mais baixas é possível que nas áreas de desova a passagem de águas ácidas para alcalinas tenha sido o fator de disparo das desovas da maioria dos Characiformes e Siluriformes.

Os ovos encontrados a jusante da cachoeira de Santo Antônio foram presentes a partir de Setembro de 2009 até Março de 2010. Neste caso podemos afirmar que predominaram águas alcalinas neste período, aumentando assim, a importância da alcalinidade das águas para a reprodução dos peixes migradores.

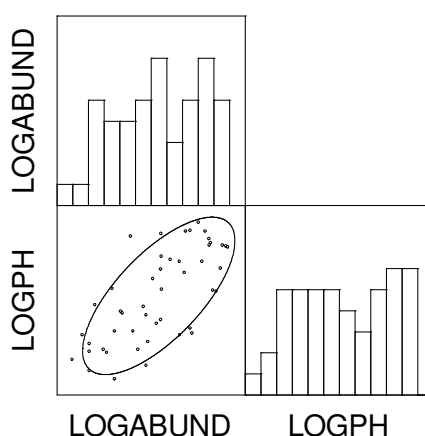


Figura 7 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e pH da água do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009.

A largura do ambiente apresentou fraca correlação negativa com a abundância de larvas, com valor de $\rho = -0.215$ (Fig. 8). A única possibilidade para que ocorresse o contrário seria a reprodução localizada nos pontos de amostragem, mas, pelas características do material coletado, a maior parte das larvas provinha de regiões de cabeceira.

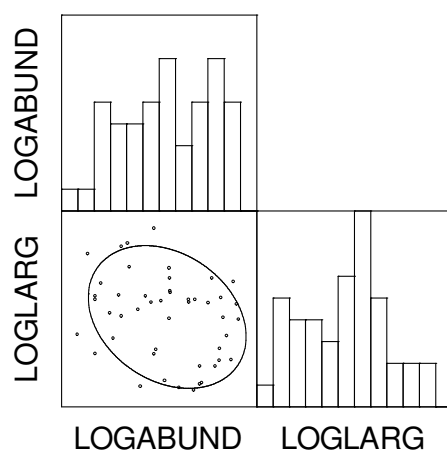


Figura 8 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e largura do rio Madeira de Abr.a Dez./2009.

A temperatura da água também apresentou correlação muito fraca com a abundância das larvas de peixes $\rho = 0.184$ (Fig; 9). Em ambientes tropicais, a temperatura da água se mantém quase uniforme ao longo do ano. Os resultados são pertinentes, pois ao que tudo indica a temperatura da água do rio não é um fator local limitante para a desova dos peixes do rio Madeira. Entretanto, este deve ser um fator importante para os peixes que vão até próximo aos Andes para desovarem, pois naquelas latitudes as águas dos rios são mais frias que as águas do rio Madeira.

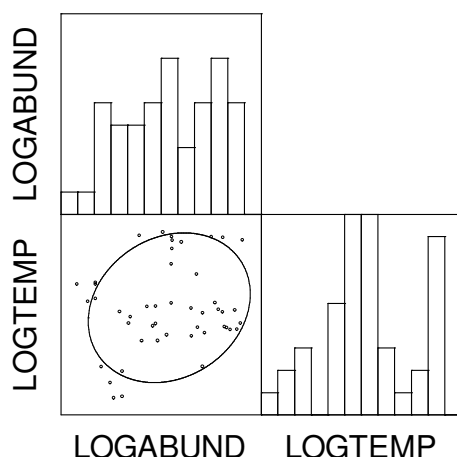


Figura 9 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e temperatura da água do rio Madeira entre Abr. e Dez./2009.

A turbidez reflete a presença de matéria em suspensão na água como argila, silte e matéria orgânica finamente dissolvida. No caso das larvas de peixes, por serem também levadas pela água não poderiam reagir a este parâmetro físico por isso, o resultado da quase nulidade de correlação entre larvas e turbidez da água do rio Madeira é pertinente.

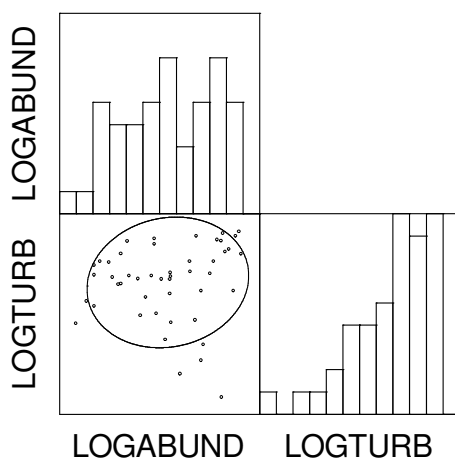


Figura 10 - Correlação de Pearson entre a abundância de larvas e a turbidez da água do rio Madeira entre Abr.e Dez./2009.

4.2 - Composição da comunidade de larvas de peixes do rio Madeira

4.2.1. Abundância de larvas por pontos de coleta por ordem e por família

Foram capturadas 18.865 larvas com rede de ictioplâncton no rio Madeira e em seus tributários nas coletas mensais. A contribuição por ponto de coleta com este aparelho, incluindo os tributários e o próprio rio foi de **8%** do Mamoré, **16,4%** do Beni, **34%** no trecho entre o Beni e o Abunã, **1,44%** do rio

Abunã, **20,27%** no trecho Jaci- Teotônio, **3,69%** do rio Jaci-Paraná, **4,85%** após a cachoeira de Santo Antônio e **10,51%** no trecho entre Santo Antônio e Belmont. Através desta informação é possível constatar que as larvas diminuem vertiginosamente em quantidade desde os pontos mais a montante de Santo Antônio até o ponto imediatamente a jusante dessa cachoeira e que, no ponto Belmont, ocorre um incremento no número de larvas.

A participação das larvas nas coletas efetuadas com rede de ictioplâncton, em nível de ordem foi: **65,5%** de Characiformes com destaque para Curimatidae, Characidae e Hemiodontidae; **27,6%** de Siluriformes com destaque para Pimelodidae; **3,7%** Clupeiformes; **2,9%** Perciformes e **0,04%** Gymnotiformes (Tab. 2).

Utilizando a rede de arrasto de fundo como metodologia de coleta, no rio Madeira e tributários, além da foz do rio Madeira no rio Amazonas, foram capturadas 10.685 larvas e juvenis. A contribuição por ponto de coleta foi: **1,34%** do Mamoré, **1,98%** do Beni, **1,92%** no trecho entre o Beni e o Abunã, **0,65%** do Abunã, **0,65%** do Jaci-Paraná, **1,17%** no trecho Jaci-teotônio, **1,79%** após a cachoeira de Santo Antônio e **1,46%** no trecho entre Santo Antônio e Belmont, **36,93%** na foz do Madeira, **27,26%** no rio Amazonas e **24,79%** no rio Amazonas após o rio Madeira. Essa informação por si mesma indica a região entre a cachoeira de Santo Antônio e o rio Amazonas também como área de reprodução de grandes bagres de algumas das espécies alvos.

A participação das larvas nas coletas, por ordem, efetuadas com rede de arrasto de fundo foi **73,6%** Siluriformes com destaque também para Pimelodidae, **17,1%** Characiformes, **8,5%** Perciformes, **0,75%** Clupeiformes e **0,2%** Gymnotiformes (Tab. 3). Essa informação demonstra que há uma inversão na importância de determinados estratos do rio para o desenvolvimento de Characiformes e Siluriformes pelo menos quando comparamos as coletas efetuadas na coluna d'água desde a superfície até o fundo e só o fundo do rio.

Tabela 2. Contribuição (%) por família da comunidade de larvas do rio Madeira coletadas com rede de ictioplâncton. (*) Grupo a ser analisado com maior detalhe por as larvas estarem danificadas.

| Ordem (%) | Família | % |
|----------------------|------------------|-------|
| Characiformes (65,5) | Curimatidae | 22,58 |
| | Characidae | 17,01 |
| | Hemiodontidae | 12,05 |
| | Characiformes* | 5,63 |
| | Anostomidae | 4,47 |
| | Prochilodontidae | 2,79 |
| | Cynodontidae | 1,80 |
| | Erythrinidae | 0,01 |
| Siluriformes (27,6) | Pimelodidae | 17,35 |
| | Siluriformes* | 5,60 |
| | Auchenipteridae | 2,80 |
| | Loricariidae | 0,45 |
| | Trichomycteridae | 0,39 |
| | Cetopsidae | 0,14 |
| | Heptapteridae | 0,07 |
| | Doradidae | 0,07 |
| Clupeiformes (3,7) | Pristigasteridae | 3,78 |
| | Engraulidae | 0,02 |
| Perciformes (2,9) | Sciaenidae | 2,93 |
| | Eleotridae | 0,01 |
| Gymnotiformes (0,04) | Gymnotidae | 0,02 |
| | Sternopygidae | 0,02 |

Quando foi utilizada a rede de arrasto (trawl net), arrastada rente ao fundo do rio, houve inversão em relação ao resultado obtido com rede de ictioplâncton. Neste caso os Siluriformes tiveram maior participação, seguidos dos Characiformes. Ambos representaram 90,7% do total de larvas. Do mesmo modo, os Pimelodídeos foram maioria dentre os Siluriformes e os Caracídeos o foram dentre os Characiformes. Entretanto, neste estrato, os Perciformes foram mais representados do que na coluna d'água e passaram de 3,7% (Tab. 2) para 8,5% (Tab. 3) de participação em relação ao total capturado (Tab. 3).

Este resultado, além de demonstrar que as larvas se apresentam em uma estratificação diferenciada, devido às suas características morfológicas e comportamentais, serve também para chamar atenção ao fato da importância de se utilizar aparelhos de coleta que possibilitem uma melhor exploração do ambiente. No caso, a rede de arrasto de fundo, além de capturar larvas que exploram o fundo do rio mostrou-se eficiente em capturar os juvenis dos grandes bagres que conseguiram passar turbulência provocada pelas corredeiras. Normalmente os juvenis, principalmente dos grandes bagres e as

pescadas, por explorarem seu alimento diretamente no canal do rio passam essa fase de sua vida em regiões do fundo. Neste habitat podem encontrar recursos alimentares que, por ação hidrodinâmica, são carregados para este tipo de ambiente. Desta forma, tornam-se susceptíveis à pesca com aparelhos que revolvem o fundo do rio.

Nesta tabela não foram computados os casos de Loricariideos que foram relativamente abundantes no fundo do rio e que só foram capturados com rede de arrasto de fundo. Houve participação quase constante de adultos de *Planiloricaria* as quais quase sempre eram capturadas com seus ovos aderidos ao corpo. Nestes casos sempre houve a preocupação de retorná-las ao ambiente. Estas espécies são muito comuns a montante, no local onde futuramente estará localizado o reservatório do AHE Santo Antônio e também no trecho compreendido desde imediatamente a jusante da cachoeira de Santo Antônio até o igarapé Belmont. Possivelmente sejam espécies que, para incubarem seus ovos aderidos ao ventre entre as nadadeiras peitorais, dependem grandemente da alta concentração de oxigênio dissolvido na água para que seus ovos tenham sucesso. Uma informação muito importante é que assim que eclodem os juvenis desse gênero já são capazes de colonizar o fundo do rio e devem passar todo o seu ciclo de vida nos bancos de areia.

Tabela 3. Contribuição (%) por família da comunidade de larvas do rio Madeira coletadas com rede de arrasto de fundo. * Grupo a ser analisado com maior detalhe por as larvas estarem danificadas.

| Ordem (%) | Família | % |
|---------------------|----------------------|----------------|
| Siluriformes (73,6) | Pimelodidae | 58,47 |
| | Siluriformes* | 10,56 |
| | Auchenipteridae | 1,20 |
| | Loricariidae | 1,20 |
| | Cetopsidae | 0,91 |
| | Heptapteridae | 0,54 |
| | Doradidae | 0,40 |
| | Trichomycteridae | 0,27 |
| | Aspredinidae | 0,01 |
| | Characiformes (17,1) | Characiformes* |
| Characidae | | 4,29 |
| Cynodontidae | | 2,02 |
| Curimatidae | | 0,62 |
| Hemiodontidae | | 0,53 |
| Anostomidae | | 0,24 |
| Prochilodontidae | | 0,05 |
| Gasteropelecidae | | 0,01 |

| Ordem (%) | Família | % |
|---------------------|------------------|------|
| Perciformes (8,5) | Sciaenidae | 8,28 |
| | Perciformes* | 0,23 |
| Clupeiformes (0,75) | Pristigasteridae | 0,62 |
| | Engraulidae | 0,02 |
| Gymnotiformes (0,2) | Apterontidae | 0,11 |
| | Sternopygidae | 0,06 |
| | Gymnotidae | 0,03 |
| | Hypopomidae | 0,01 |

4.3 . Variação espaço-temporal na abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários

As análises dos dados mostraram diferença estatística na abundância de larvas entre os locais amostrados desde a foz do rio Mamoré com o rio Madeira até o rio Madeira nas imediações do igarapé Belmont, nas capturas efetuadas com rede de ictioplâncton e rede de arrasto de fundo. Também houve diferença significativa espaço-temporal na abundância de larvas nas capturas efetuadas com rede de arrasto de fundo, com grande influência dos resultados da foz do Madeira com o rio Amazonas (Fig. 11).

As principais fontes de variação na abundância das larvas foram os pontos de amostragem (tributários e posições dentro do próprio rio Madeira) e os meses de coleta (Tab. 4, Figs. 11 e 12).

Tabela 4. Análise de Variância da abundância de larvas entre 8 pontos de amostragem e 12 meses correspondentes a Abril de 2009 até Março de 2010. SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios.

| Fonte da variação | SQ | gl | QM | F | P |
|-------------------|----------|----|----------|----------|----|
| Local | 1572,146 | 7 | 224,5923 | 5,634992 | ** |
| Meses | 5484,075 | 11 | 498,5523 | 12,50861 | ** |
| Erro | 3068,968 | 77 | 39,85672 | | |
| Total | 10125,19 | 95 | | | |

(**) Significativo ao nível de 0,01%

Não houve diferença na abundância de larvas entre margens (MD, C, ME) e estratos (S e F) quando se comparou o conjunto de pontos amostrados ao mesmo tempo e ao longo do ano (Tab. 5).

Tabela 5. Análise de Variância da abundância das larvas de peixes entre as margens do rio (MD, C, ME) e entre os estratos de profundidade em todos os locais amostrados de Abril/2009 a Março/2010. SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios.

| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | P |
|---------------------|-------------|------|----------|-------|----|
| Margem (MD, C, ME) | 1369.697 | 2 | 684.848 | 1.122 | NS |
| Estratos (ICS, ICF) | 1502.627 | 1 | 1502.627 | 2.461 | NS |
| Erro | 1539111.963 | 2521 | 610.516 | | |

NS – não significativo ao nível 0,05

Quando analisou-se individualmente a cachoeira de Santo Antonio, integrando-se valores anuais de abundância das larvas, houve maior concentração das mesmas na margem esquerda (ANOVA: g.l., 2, 248; F = 5,4 e p = 0,005) sem, contudo, apresentarem estratificação entre a superfície e o fundo.

Quando foi estudada a região imediatamente a montante desta cachoeira e a sua jusante, em dias seguidos, em época de pico de abundância de larvas, observou-se que nem a montante nem a jusante havia estratificação horizontal entre as margens e nem vertical (**Test t**; g.l. 2, 44; p = 0,982 e 0,069).

a) Variação espacial - Entre os tributários do rio Madeira, houve maior aporte do rio Beni (BN), seguindo-se do Mamoré (MG). Os rios Jaci-Paraná e Abunã pouco participaram com larvas de peixes para o rio Madeira. O trecho intermediário, entre os rios Mamoré, Beni e Abunã, apresentou a maior quantidade de larvas, seguido do trecho Madeira-Jaci (MJ) que compreende o rio Madeira desde o rio Jaci-Paraná até a cachoeira de Santo Antônio.

Imediatamente após a cachoeira de Santo Antônio (SA) houve uma queda significativa na abundância de larvas, enquanto que no trecho do rio Madeira nas imediações do Belmont, observou-se um incremento no número de larvas em relação a cachoeira de Santo Antonio (Fig. 11).

A quantidade de larvas coletadas no fundo do rio com rede de arrasto de fundo, pouco oscilou entre os primeiros e os últimos pontos amostrados nas regiões a montante e imediatamente a jusante do futuro AHE Santo Antônio, mantendo-se sempre com poucos indivíduos em cada coleta. Porém, na região da foz do rio Madeira, que compreende a foz propriamente dita (FM) e o rio Amazonas acima (AM) e abaixo da confluência com o rio Madeira (AMD), a quantidade de larvas foi comparativamente alta com relação ao trecho superior do rio Madeira (Fig. 11).

A quantidade de larvas coletadas no fundo do rio com rede de arrasto de fundo, pouco oscilou entre os primeiros e os últimos pontos amostrados nas regiões a montante e imediatamente a jusante da UHE Santo Antônio, mantendo-se sempre com poucos indivíduos em cada coleta. Porém, na região da foz do rio Madeira, que compreende a foz propriamente dita (FM) e o rio Amazonas acima (AM) e abaixo da confluência com o rio Madeira (AMD), a quantidade de larvas foi comparativamente alta com relação ao trecho superior do rio Madeira (Figura 11).

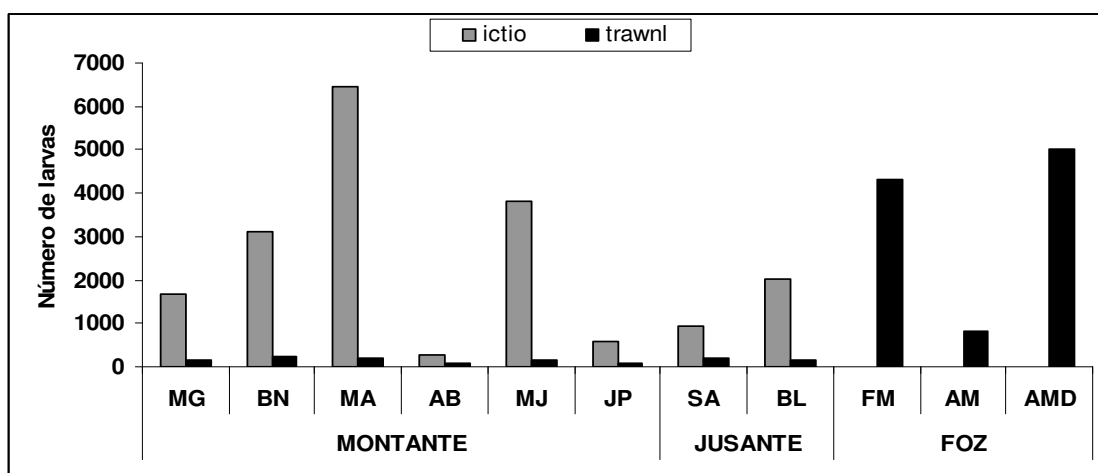


Figura 11. Abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários de Abril/2009 a Março de 2010.

b) Variação temporal – Em todo o trecho estudado foi observada diferença na abundância de larvas ao longo do ano (Tab. 4). Nos meses correspondentes ao período de enchente, houve o aumento do número de larvas de peixes tanto em capturas realizadas com rede de ictioplâncton quanto com rede de arrasto de fundo (Figura 12).

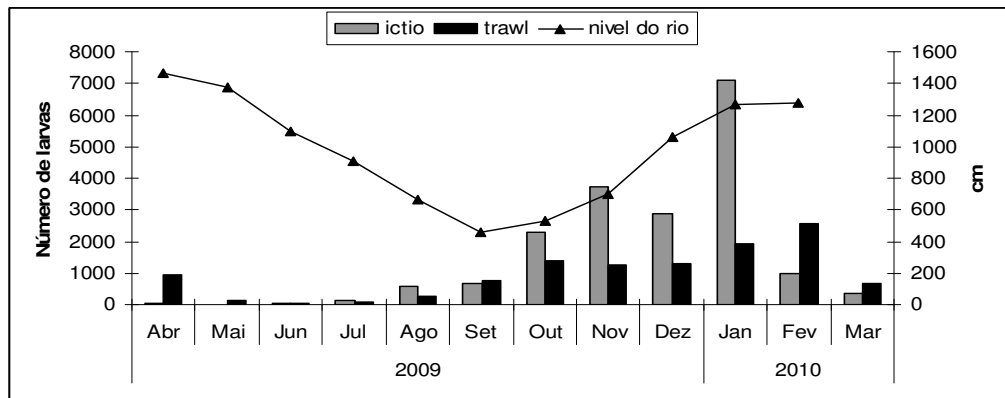


Figura 12. Abundância de larvas no rio Madeira e em seus tributários de Abril/2009 a Março de 2010.

Em todos os pontos amostrados no rio e em seus tributários, a abundância de larvas aumentou com a subida do nível da água do rio. Os picos de abundância ocorreram na enchente, com variações entre outubro de 2009 e março de 2010 tanto em locais de maior abundância quanto naqueles onde foram capturadas poucas larvas (Figs. 13 a 20).

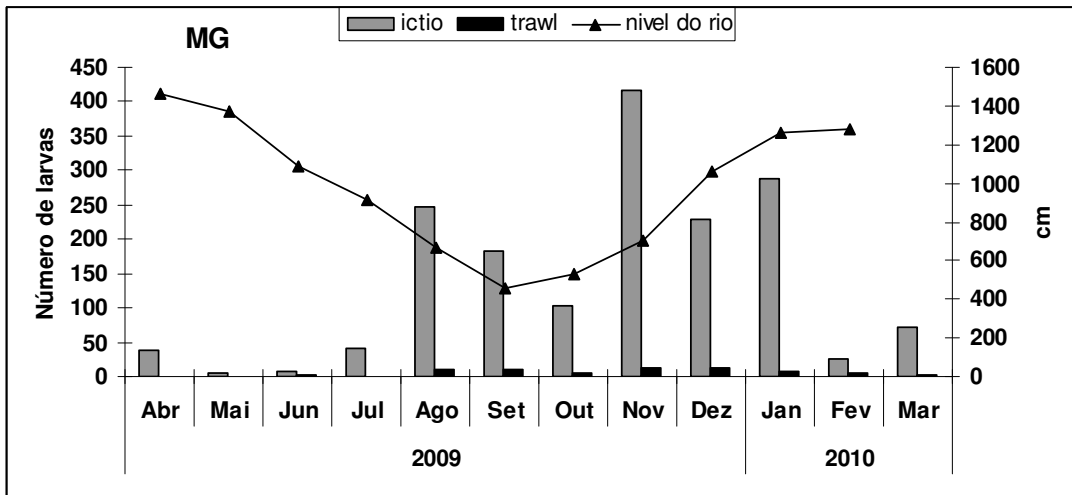


Figura 13 Abundância de larvas no ponto Mamoré de Abr./2009 a Mar. de 2010.

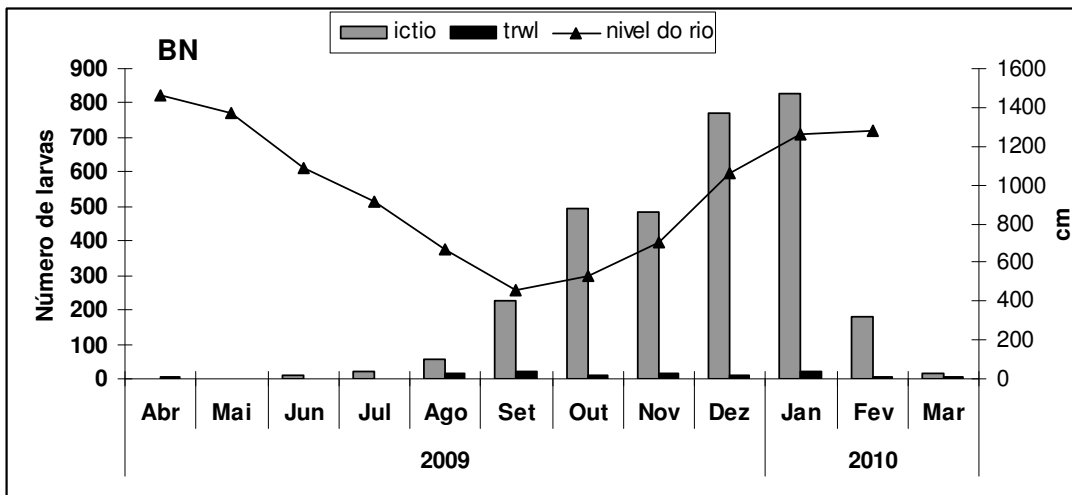


Figura 14. Abundância de larvas no ponto Beni de Abr./2009 a Mar. de 2010.

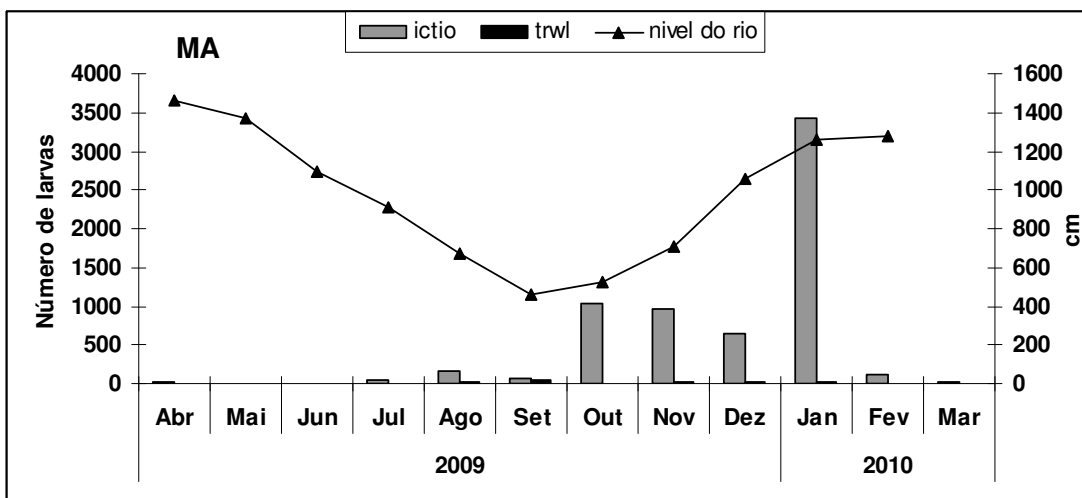


Figura 15. Abundância de larvas no ponto Madeira Abunã de Abr./2009 a Mar. de 2010.

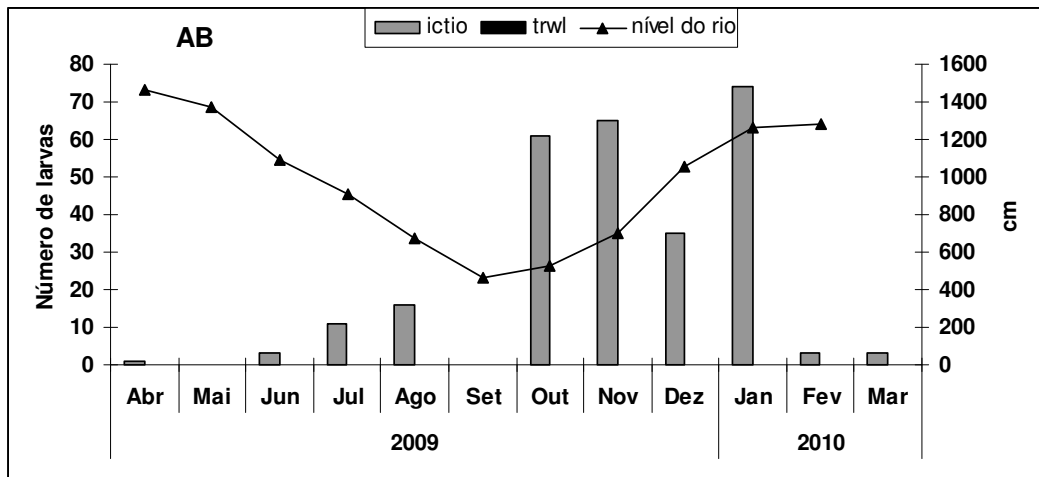


Figura 16. Abundância de larvas no ponto Abunã de Abr/2009 a Mar/2010.

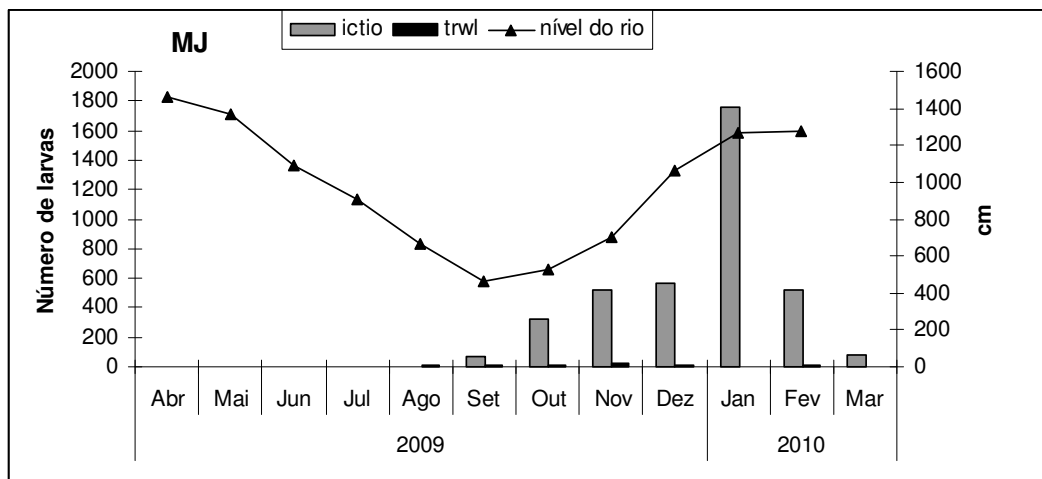


Figura 17. Abundância de larvas no rio Madeira ponto Madeira-Jaci de Abr/2009 a Mar/2010.

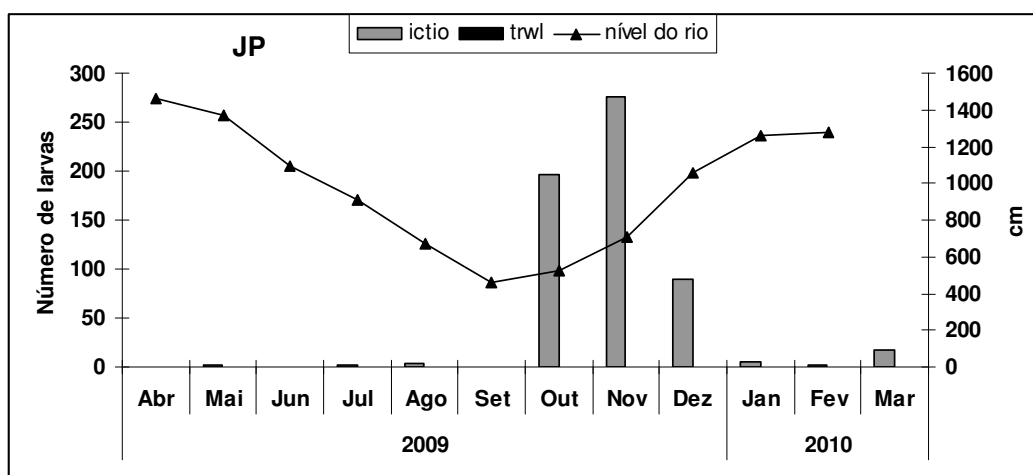


Figura 18. Abundância de larvas no ponto Jaci-Paraná de Abr/2009 a Mar/2010.

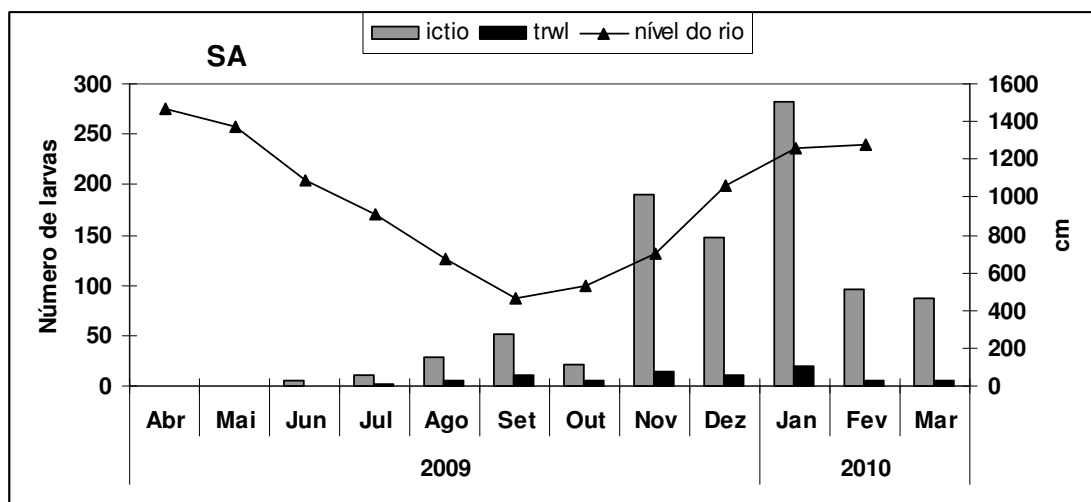


Figura 19. Abundância de larvas no rio madeira ponto Santo Antônio de Abr/2009 a Mar/2010.

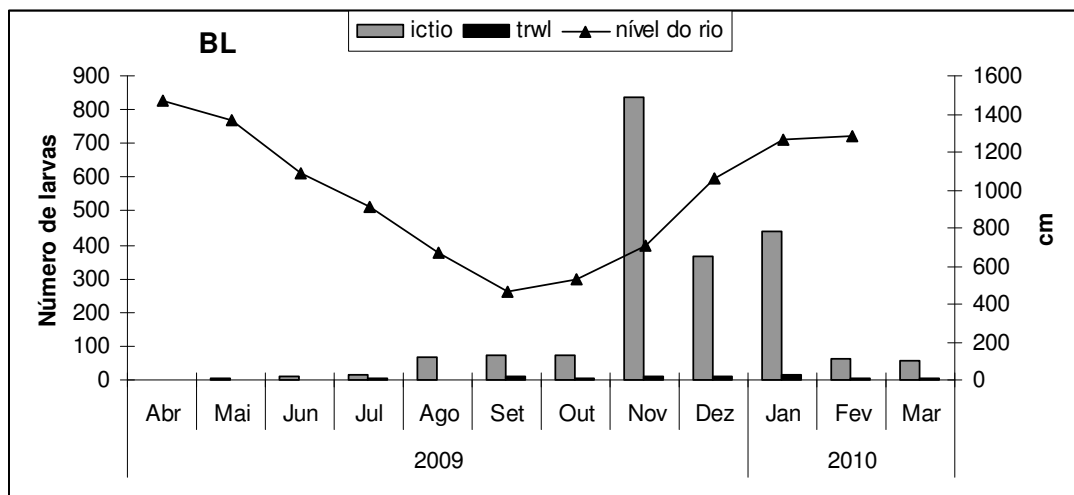


Figura 20. Abundância de larvas no rio Madeira ponto Belmont de Abr/2009 a Mar/2010.

As figuras de 13 a 20 possuem escalas diferentes como resultado da grande variação na quantidade de larvas capturadas em cada trecho do rio Madeira e nos tributários. Os rios Abunã e Jaci-Paraná sempre contribuíram com poucas larvas e isto pode ser interpretado como locais pouco importantes como sítios de reprodução dos peixes, levando a crer que os adultos migradores que ali habitam realmente reproduzem no canal do rio Madeira e este fato corrobora com os trabalhos desenvolvidos por Goulding (1980), Ribeiro & Petrere Jr. (1990) e Lima & Araújo-Lima (2004).

O canal tanto é utilizado para a reprodução de algumas espécies de peixe quanto como receptor de larvas de peixes de seus tributários nas cabeceiras. Entretanto na região a montante da cachoeira Santo Antonio

ocorrem muitas corredeiras que podem ser um fator com relevância na mortalidade das larvas.

Com a finalidade de verificar taxas de mortalidade das larvas entre montante e jusante das principais cachoeiras do rio Madeira e no trecho situado imediatamente após a cachoeira de Santo Antônio, obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 6. Análise de Variância da abundância das larvas de peixes entre as margens do rio (MD, C, ME) e entre os estratos de profundidade em todos os locais amostrados de Abril/2009 a Março/2010.

| | Mortalidade | | | |
|-----|-------------|-------|-------|--------|
| | MA | MJ | SA | BL |
| ABR | 0.75 | - | | |
| MAI | 0.99 | - | | |
| JUN | 0.65 | - | | -0.32 |
| JUL | 0.57 | - | -7.69 | -0.34 |
| AGO | 0.73 | - | -1.88 | -28.61 |
| SET | 0.83 | 0.25 | -0.26 | -0.25 |
| OUT | -0.09 | 0.74 | 0.96 | -1.74 |
| NOV | 0.30 | 0.10 | 0.87 | -3.22 |
| DEZ | 0.61 | -0.80 | 0.92 | -3.39 |
| JAN | -0.78 | 0.27 | 0.83 | -1.63 |
| FEV | 0.61 | -1.41 | 0.83 | -1.59 |
| MAR | 0.69 | -2.38 | 0.59 | -0.25 |

No Madeira Abunã que representava o número de larvas no trecho entre o rio Abunã em relação ao que proviera do Mamoré-Guaporé e do Beni só foi observado incremento no número de larvas em outubro/2009 e janeiro/2010. Em todos os demais meses a mortalidade ultrapassou 55%. No Madeira/Jaci, parte do rio a jusante de Jirau, dos sete meses amostrados, três houve bom incremento no número de larvas. Este incremento pode ser explicado pela presença naquele trecho de muitas larvas de *Raphiodon vulpinus* as quais não foram capturadas em outros trechos.

Em SA, que representa o aporte de larvas após a cachoeira de Teotônio e Santo Antônio, houve incremento considerado alto nos meses de julho, agosto e setembro. Entretanto, nos meses de maior abundância de larvas, a mortalidade foi muito alta indicando ação importante das cachoeiras sobre a mortalidade das larvas. Por outro lado, em Belmont houve incremento no número de larvas em relação a cachoeira de Santo Antônio, mostrando que

após esse ponto está havendo reprodução no próprio canal do rio Madeira, inclusive no sopé da cachoeira de Santo Antônio.

Para medir a influência da cachoeira de Santo Antônio sobre a mortalidade das larvas, acompanhou-se a abundância das mesmas a montante e imediatamente a jusante em dias seguidos e alternados. Foi verificado, somente naquele ponto, a supressão de mais da metade das larvas, com média de 149,4 (mínimo 11 e máximo 536) indivíduos a montante e 61,3 (mínimo 5 e máximo 131) indivíduos a jusante (Teste t; gl 15; p = 0,005). Portanto, os resultados obtidos para todo o trecho estudado são consistentes com relação à alta mortalidade provocada pelas cachoeiras.

Excluindo-se a mortalidade das larvas ao longo do canal do rio Madeira nas áreas de influência do AHE Santo Antônio, observa-se uma densidade muito baixa das larvas, principalmente de Characiformes.

4.4 - Variação espaço-temporal na abundância de ovos de peixes

Para detectar possíveis pontos de desova no próprio rio Madeira e em seus tributários diretos, avaliamos também a presença de ovos em nossas coletas e os resultados mostraram pouco mais de uma centena de ovos (Fig. 21).

No canal do rio Madeira onde há seqüência de corredeiras a montante da cachoeira de Santo Antonio foram encontrados ovos de peixes somente no trecho imediatamente abaixo das confluências do Madeira com o Beni, no Mamoré e no próprio Beni. As outras regiões onde foram encontrados ovos de peixes todas se situaram abaixo da cachoeira de Santo Antônio, reforçando esta como uma área importante para a desova de peixes que migram de regiões abaixo do igarapé do Belmont ou do próprio igarapé.

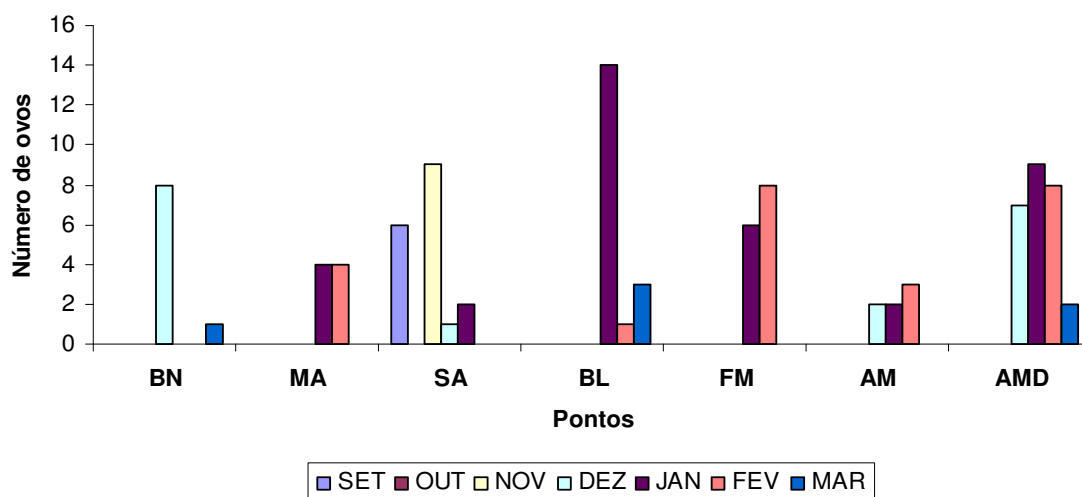


Figura 21. Abundância espaço temporal de ovos de larvas de peixes no rio Madeira e seus tributários de Abr./2009 a Mar./2010.

4.5. Resultados individuais e discussão de abundância para as espécies alvos

Tendo em vista o objetivo de estudar, em detalhe, as etapas jovens das espécies-chave ao longo do ciclo hidrológico, de acordo com a condicionante 2.4 da LP nº 251/2007 e também de outras espécies de importância ecológica e/ou social na região de influência do rio Madeira, os dados obtidos até o momento demonstram que, em geral, a abundância de todas as espécies foi muito baixa quando comparada com a abundância de larvas de peixes de outros rios da Amazônia com características físico-químicas semelhantes às aquelas encontradas no rio Madeira.

Essas espécies seguiram o padrão observado para o conjunto de larvas de todas as espécies capturadas no rio Madeira com relação às diferenças de abundância tanto temporal quanto entre pontos de captura. Os resultados deste levantamento serão mostrados a seguir para os Characiformes *Semaprochilodus insignis* (jaraqui), *Prochilodus nigricans* (curimatã), *Potamorhina latior* (branquinha), *Colossoma macropomum* (tambaqui) e *Piaractus brachipomus* (pirapitinga) e para os Siluriformes *Brachyplatystoma filamentosum* (filhote), *B. platynemum* (babão), *B. rousseauxii* (dourada) e *B. vaillantii* (piramutaba).

Jaraqui – *Semaprochilodus insignis*

Foram capturadas 474 larvas de *S. insignis* as quais ocorreram principalmente na região a montante do futuro AHE Santo Antônio. Os picos máximos ocorreram nos meses de outubro e novembro de 2009 (Fig. 22 e 23). A densidade média das larvas, por mês de captura, foi de 10,8, 15,4 e 1,08 larvas/50m³ de out. a dez./2009 e 1,35 larvas/50m³ em fev./2010.

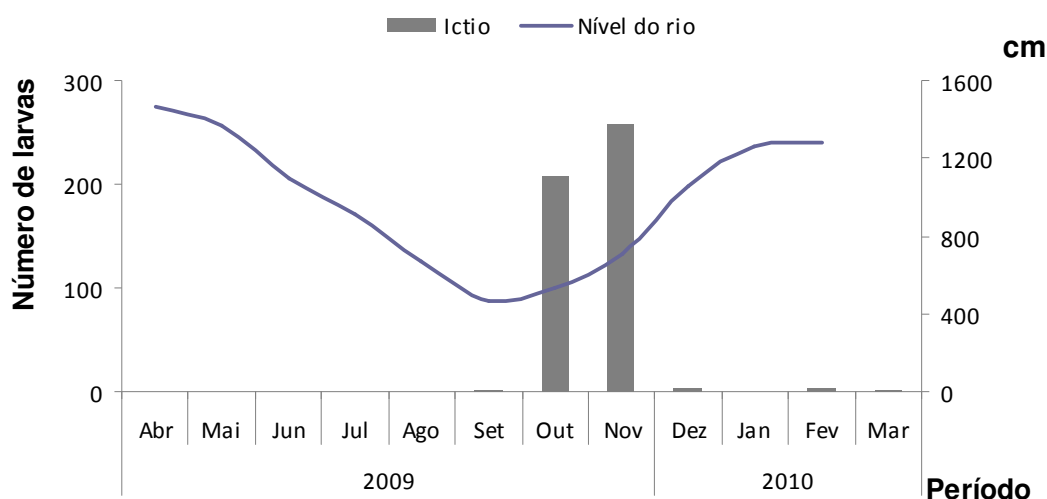


Figura 22. Abundância mensal de larvas de *S. insignis* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

A maior densidade em uma coleta individual ocorreu no rio Beni com 50 larvas/50m³ e a menor ocorreu no Santo Antonio com menos de 0,5 larvas/50m³. Esta espécie esteve distribuída uniformemente entre os estratos superfície e fundo com abundância média de 11 larvas na superfície e 13 larvas no fundo. Da mesma forma, essa espécie apresentou distribuição uniforme de larvas entre as 2 margens e a região central do rio.

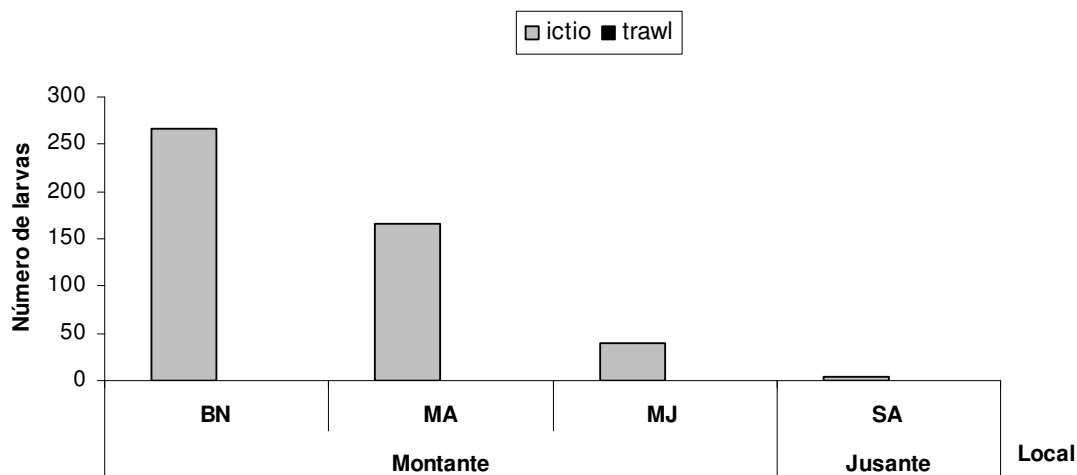


Figura 23. Distribuição espacial das larvas de *S. insignis* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

A maior concentração das larvas de jaraqui ocorreu na região a montante de Santo Antonio sendo encontradas pouquíssimas larvas da espécie após essa Cachoeira (Figura 22). A ocorrência da maioria das larvas em outubro e novembro e com apenas vestígios das mesmas em janeiro e fevereiro, indica que os cardumes desovantes de *S. insignis* utilizaram um período restrito do ciclo hidrológico para a sua atividade reprodutiva (Figura 23). Todas as larvas estavam no segundo estágio de desenvolvimento larval em todo o trecho estudado (Figura 24) dando fortes indícios de que foram provenientes de desovas realizadas logo no início da enchente em regiões situadas nas cabeceiras do rio Beni.

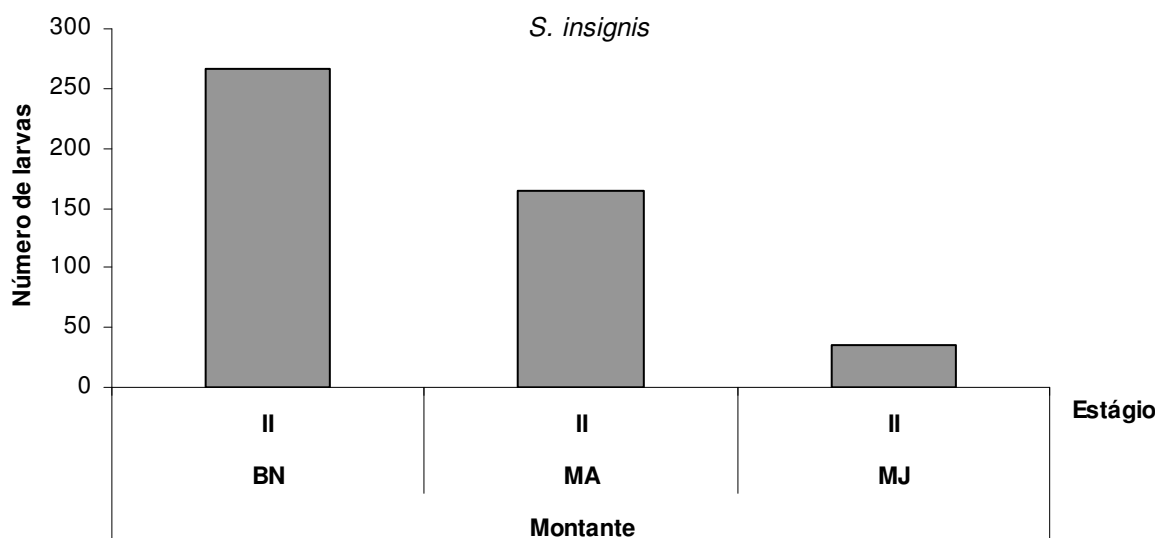


Figura 24. Distribuição das larvas de *S. insignis* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

Curimatã – *Prochilodus nigricans*

Foram capturadas apenas 39 larvas de *P. nigricans* ao longo do ano e estas larvas ocorreram principalmente no mês de outubro/2009.

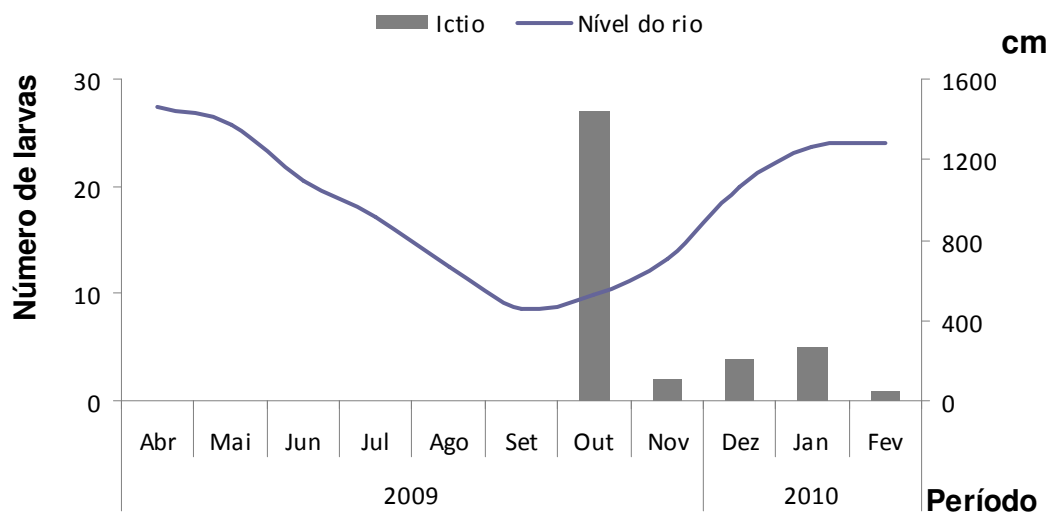
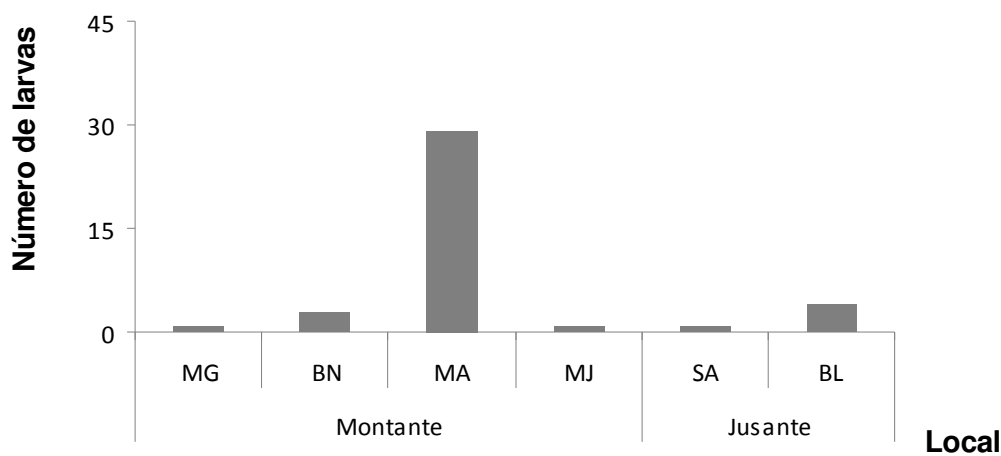


Figura 25. Abundância mensal de larvas de *P. nigricans* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

As larvas de *P. nigricans* foram mais abundantes na região a montante da cachoeira de Santo Antônio entre os meses de outubro/2009 e janeiro de 2010 (Figs. 26 e 27), com maior concentração com 14,2 larvas/50m³ na boca do rio Beni seguida do rio Madeira imediatamente acima da confluência com o rio Abunã com concentração de 10,8 larvas/50m³. Embora em menor número do que no rio Beni também foi encontrado larvas dessa espécie no rio Mamoré (Fig. 28). Abaixo da cachoeira de Santo Antônio, em novembro/2009, foi observada densidade de 1,98 larvas/50m³ no Belmont. As Análises de Variância e teste de médias não indicaram as larvas de curimatã estão distribuídas uniformemente entre as margens e da superfície até o fundo do rio.

A figura 26 mostra que todas as larvas de *P. nigricans* apresentaram-se no estágio II de desenvolvimento larval também indicando que foram produtos de desovas em regiões de cabeceira embora estivessem mais concentradas no trecho situado abaixo da confluência do rio Madeira com os rios Mamoré e Beni. O fato do encontro de larvas da espécie no rio Mamoré e no ponto Beni, pode indicar que elas são provenientes do trecho de montante desses rios.



27. Distribuição espacial das larvas de *P. nigricans* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

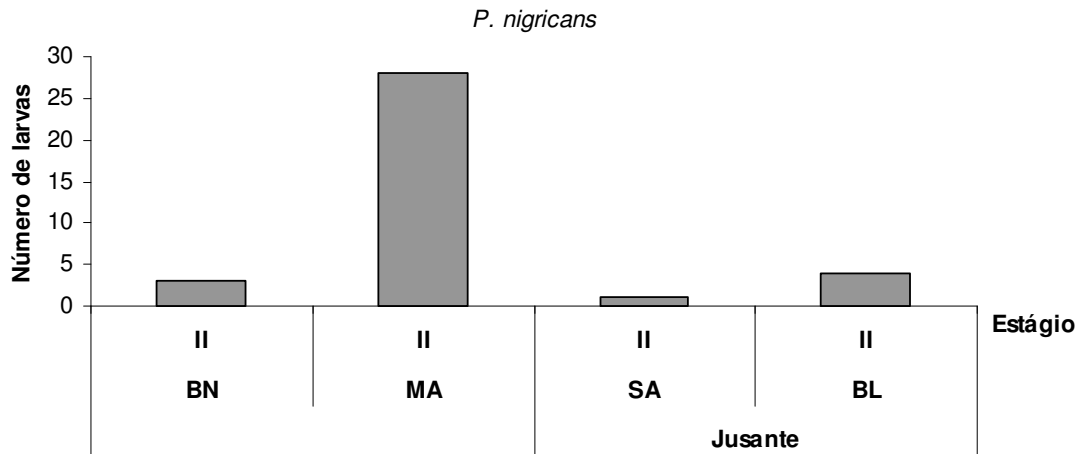


Figura 28 - Distribuição das larvas de *P. nigricans* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar/2010.

Branquinha – *Potamorhina latior*

Foram capturadas 162 larvas de *P. latior* em todos os pontos amostrados, exceto imediatamente a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antonio, demonstrando a ampla distribuição espacial das larvas dessa espécie com maior abundância mensal em Jan/2010. A presença de larvas de *P. latior* em cinco dos 12 meses amostrados indica que a espécie utiliza todo o período de enchente para reproduzir assim como encontrado por Araújo-Lima (1990). Um aspecto importante observado neste estudo foi a reprodução da espécie nos rios Jaci e Abunã (rios de águas claras) e também, a possibilidade dela ter reproduzido no igarapé do Belmont, pontos mais próximos do local onde está sendo implantado o AHE Santo Antônio. É possível que também esteja ocorrendo a reprodução de *P. latior* em ambientes de águas claras nas cabeceiras dos rios Mamoré e Beni ou na confluência do rio Beni com ambientes de águas claras.

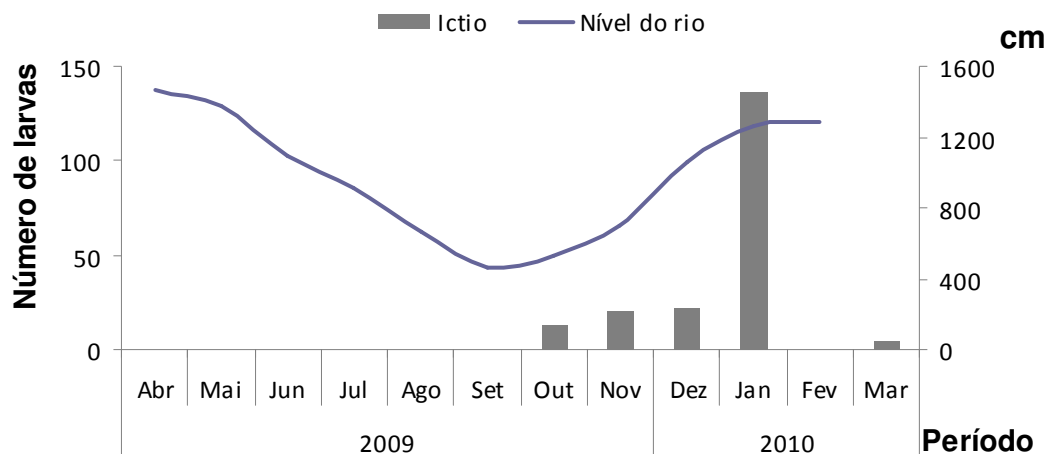


Figura 29. Abundância mensal de larvas de *P. latior* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

Esta espécie reproduziu entre os meses de Out/2009 e Mar/2010 com pico em Dez/2009. Comparando-se os valores de abundância entre os estratos superfície e fundo (teste t pareado) não foram constatadas diferenças significativas entre estes fatores, indicando distribuição uniforme das suas larvas na coluna d'água assim como não foram observadas diferenças na abundância de larvas entre as margens e o centro do canal dos rios através de Análise de Variâncias.

As larvas de *Potamorhina latior* (Fig. 29 e 30) foram mais abundantes na área a montante do futuro reservatório. Porém a sua maior densidade de 71 larvas/50m³ ocorreu entre no rio Jaciparaná em dez/2009, seguida por 14 larvas/50m³ no rio Madeira no trecho entre o rio Jaciparaná e a cachoeira de Santo Antônio também em dez/2009 e rio Beni em novembro com 14,9 larvas/50m³. A menor densidade das larvas desta espécie ocorreu no rio Abunã.

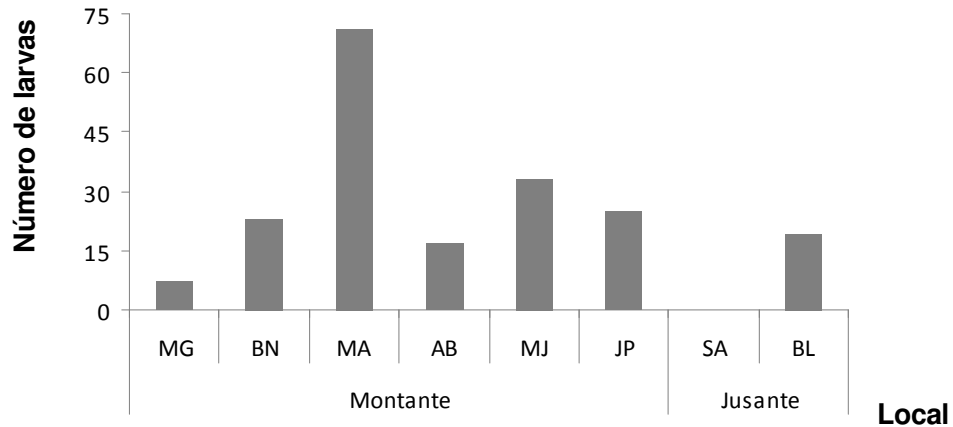


Figura 30. Distribuição espacial das larvas de *P. latior* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

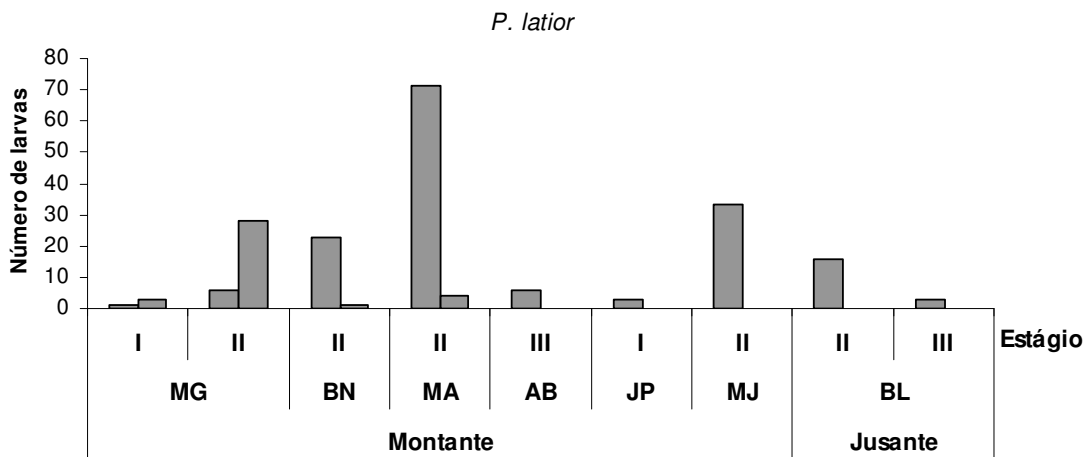


Figura 31 - Distribuição das larvas de *P. latior* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

A presença de larvas recém eclodidas no trecho estudado indica que a espécie tem o hábito de reproduzir em regiões mais próximas ao local onde está sendo implantado o AHE Santo Antônio, além de realizá-la também nas regiões mais a montante e mais a jusante do futuro empreendimento. A ausência de larvas da espécie em região imediatamente após a cachoeira de Santo Antônio pode indicar ou que as larvas morrem durante a travessia dessa barreira natural ou conseguem colonizar e crescer acima dela. Esta mesma ausência logo a jusante da cachoeira de Santo Antônio e a presença das larvas na região de Belmont pode indicar que houve reprodução abaixo da cachoeira no rio Madeira ou no igarapé do Belmont na sua montante (Fig. 31).

Tambaqui – *Colossoma macropomum*

As larvas de *C. macropomum* (Figs. 32 e 33) foram capturadas principalmente entre os meses de agosto e outubro/2009 com pouca representatividade nos meses de novembro/2009 e janeiro/2010. A maior densidade destas larvas foi observada na boca do rio Beni com respectivamente 7,8 e 25,3 larvas/50m³ em Set. e Out./2009 seguida de 5,4 larvas/50m³ no trecho abaixo do rio Beni em Jan./2010. Na região a jusante do reservatório, a densidade destas larvas variou entre 0,6 e 3 larvas/50m³ no Santo Antônio. O período estimado de reprodução da espécie pela abundância das larvas variou de Ago./2009 a Jan./2010 com maior intensidade entre Ago. e Out./2009. Assim como a maioria das espécies as larvas de tambaqui também não apresentaram diferença na abundância entre margens e nem entre estratos superfície e fundo do rio.

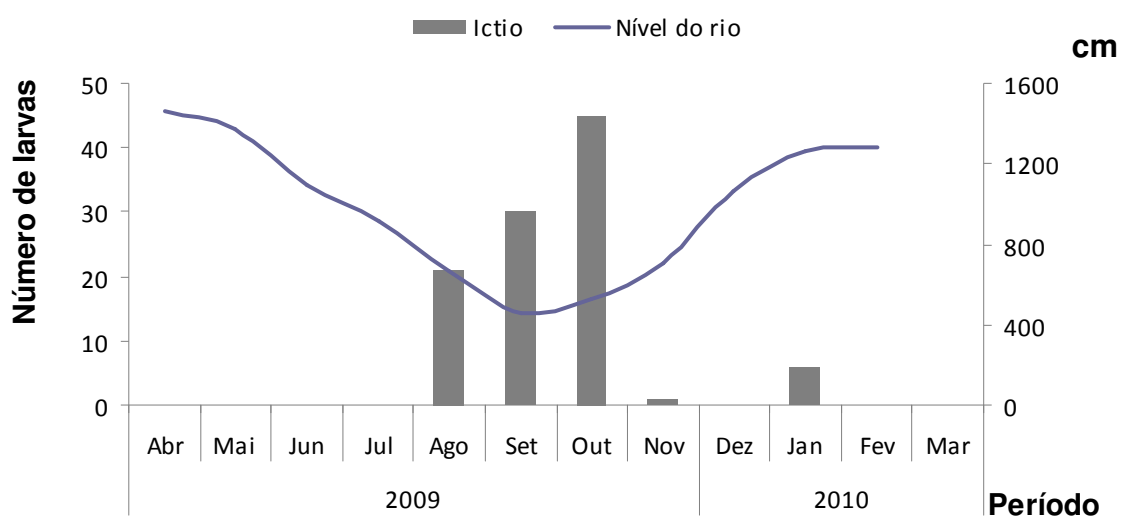


Figura 32. Abundância mensal de larvas de *C. macropomum* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

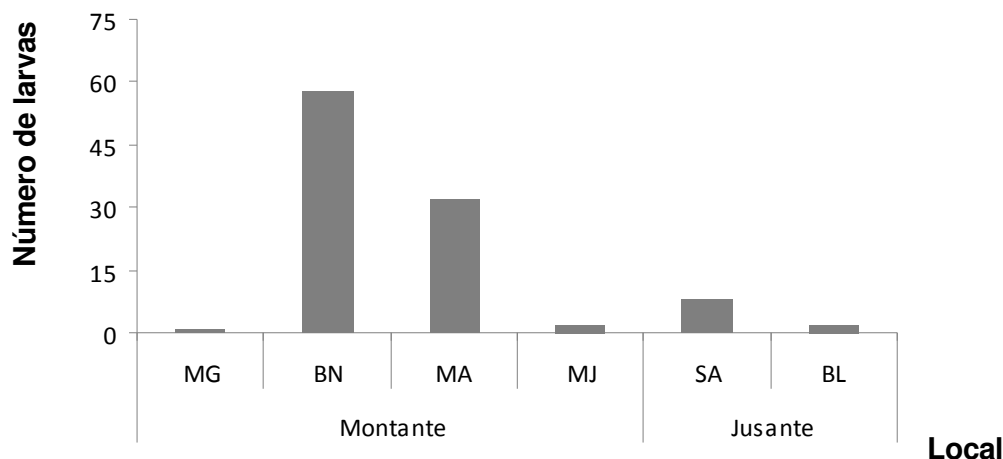


Figura 33. Distribuição espacial das larvas de *C. macropomum* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

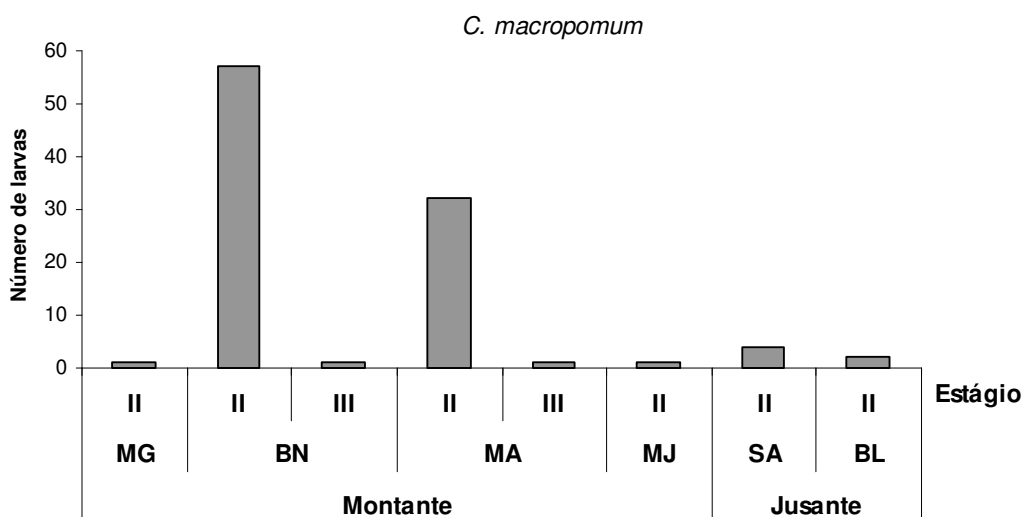


Figura 34. Distribuição das larvas de *C. macropomum* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

Pirapitinga – *Piaractus brachypomus*

As larvas de *P. brachypomus* (Figs. 35 e 36) foram mais abundantes na região a montante de Santo Antônio com 9 larvas no trecho do rio madeira entre o rio Beni e o rio Abunã. Larvas desta espécie quando encontradas não atingiram 6 larvas/50m³ sendo a maior em fevereiro no Belmont seguida da de agosto no rio Mamoré e em novembro no rio Beni com 3 larvas/50m³. Nos demais meses e locais larvas desta espécie foram quase inexistentes no canal do rio ao longo do período estudado.

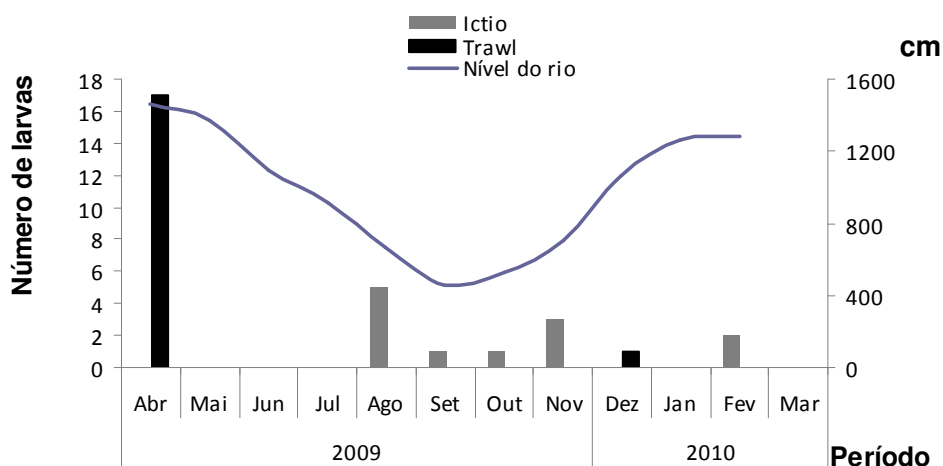


Figura 35. Abundância mensal de larvas de *P. brachypomus* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

Em abril de 2009, 17 exemplares dessa espécie foram capturados com rede de arrasto de fundo no rio Amazonas apresentando densidades que variaram de 0,3 a 3 larvas/1000m² em uma área varrida de 21.200 metros.

Não foi possível estabelecer comparações estatísticas para essa espécie mas ficou evidente a escassez de suas larvas ou a dificuldade de amostrá-las com os métodos de captura utilizados.

Segundo Araújo-Lima (1990) as fêmeas de pirapitinga possuem características de fecundidade semelhantes às apresentadas pelo tambaqui e também pertence ao grupo de peixes migradores que usam o canal dos rios para a dispersão de seus ovos. Neste contexto, a pouca participação de larvas da espécie em nossas amostras, reflete a escassez das mesmas no rio Madeira sendo uma resposta à condição de baixo estoque destes peixes com capacidade de reprodução. Ressalta-se aqui a ocorrência de larvas desta espécie bem próximo ao fundo do rio quando foi capturada com rede de arrasto de fundo na foz do rio Madeira (Fig. 36).

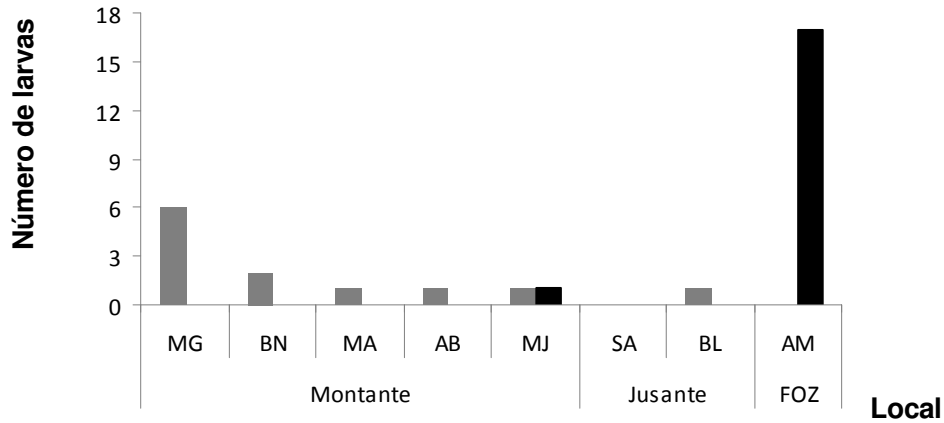


Figura 36. Distribuição espacial das larvas de *P. brachypomus* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

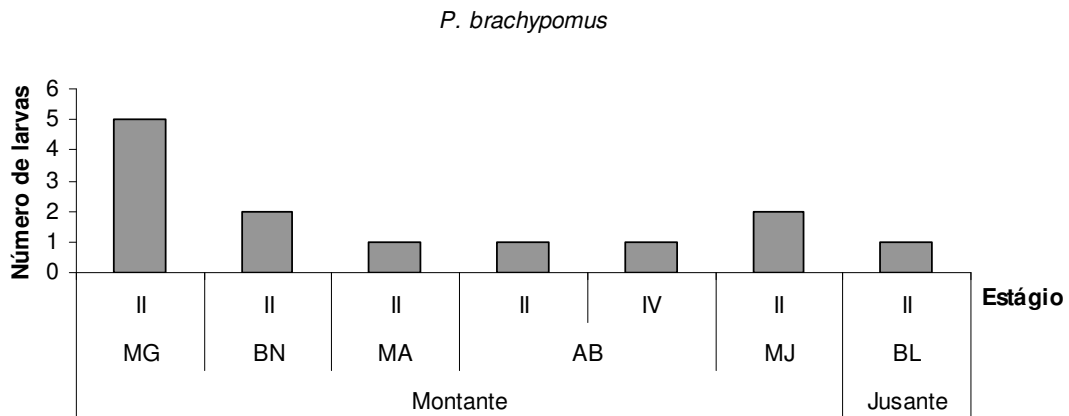


Figura 37 - Distribuição das larvas de *P. brachypomus* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

De todos os Characiformes migradores esta espécie apresentou o caso único de larvas no estágio IV, indicando a possibilidade dessa espécie conseguir recursos para o seu desenvolvimento ainda no canal do rio e isso pode representar uma estratégia diferenciada dentre os Characiformes migradores assim como ocorre com *Brycon amazonicus* (Leite & Araújo-Lima, 2002) que explora o canal do rio para comer larvas de menor tamanho e pertencentes a outras espécies.

Os dados obtidos com rede de arrasto de fundo permitiram afirmar, através de Análise de variância (Tab. 7) que existe diferença no aporte de larvas e juvenis incluindo-se todas as espécies identificadas na foz do rio Madeira com o rio

Amazonas. Com relação aos grandes bagres as análises serão mostradas individualmente por espécie.

Tabela 7. Análise de variância na abundância de larvas e juvenis de peixes capturados com rede de arrasto de fundo entre a foz do rio Madeira com o Amazonas (FM), no rio Amazonas acima da sua foz com o rio Madeira (AM) e no rio Amazonas abaixo da foz do rio Madeira (Amd) de abril/2009 a março/2010. (**) Significativo ao nível 0.01.

| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | P |
|--------------------|-----------|------|---------|--------|----|
| Rios (FM, AM, Amd) | 166.534 | 2 | 83.267 | 7.586 | ** |
| Meses | 1508.307 | 11 | 137.119 | 12.491 | ** |
| Erro | 26542.371 | 2418 | 10.977 | | |

Com a finalidade de dar uma visão geral sobre a abundância das larvas de cada espécie a seguir discriminadas, optamos pela inclusão de todos os dados coletados ao longo de todo o trecho estudado. Para responder sobre a importância do rio Madeira no aporte de larvas ao sistema Amazonas abaixo da sua foz com o Madeira utilizaram-se apenas os dados coletados nos três pontos amostrados que constam na tabela anterior os quais foram coletados somente com rede de arrasto de fundo.

Filhote – *Brachyplatystoma filamentosum*

As larvas de *B. filamentosum* (Figs.38 e 39) foram capturadas na coluna d'água com rede de ictioplâncton entre os meses de agosto de 2009 e fevereiro de 2010, mas foram mais abundantes a partir de Nov./2009 até Abr./2010 principalmente quando capturadas com redes de arrasto de fundo. Ocorreram larvas desta espécie em todos os pontos amostrados nas regiões que correspondem a montante e jusante de Santo Antonio e também na foz do Madeira e no rio Amazonas. As maiores densidades com rede de ictioplâncton ocorreram no rio Madeira acima da boca do rio Abunã, correspondendo a 9,13 larvas/50m³ seguida de 7,6 larvas/50m³ no rio Beni e 7.1 larvas/50m³ no Santo Antônio.

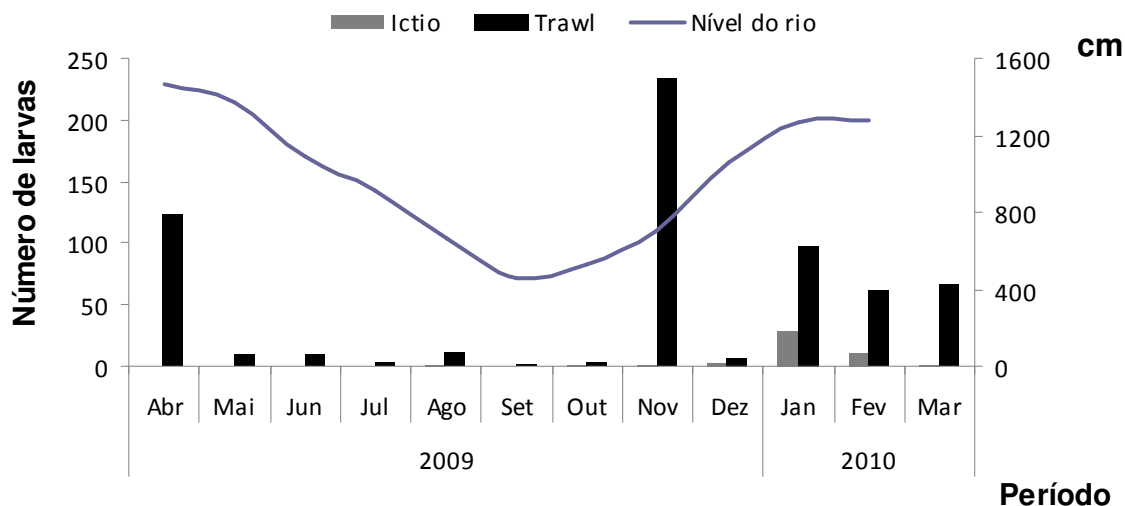


Figura 38. Abundância mensal de larvas de *B. filamentosum* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

O Teste *t* não acusou diferença na distribuição das larvas desta espécie na coluna d'água e a ANOVA mostrou que não há diferença entre as margens quando capturadas com rede de ictioplâncton.

Através das larvas capturadas e juvenis capturados foi observado que esta espécie reproduz durante quase todo o ano com maior atividade reprodutiva na fase enchente do rio assim como foi observado para a maioria dos Characiformes e Siluriformes.

Quando se utilizou a rede de arrasto de fundo, essa espécie só não ocorreu no mês de Jun./2009. Ocorreram no rio Beni na densidade de 3,10 larvas/1000m² e no trecho entre o Beni e o Abunã com 1,81 larvas/1000m² em janeiro de 2010. Imediatamente a jusante da cachoeira de Santo Antônio foram encontradas na densidade de 2,26 larvas/1000m² e nas imediações do igarapé do Belmont na densidade de 1,37 larvas/1000m² também em Jan./2010.

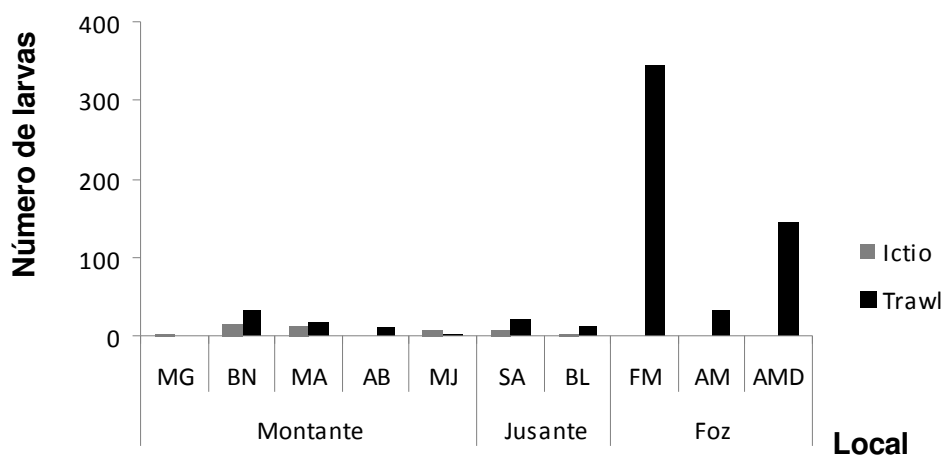


Figura 39. Distribuição espacial das larvas de *B. filamentosum* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

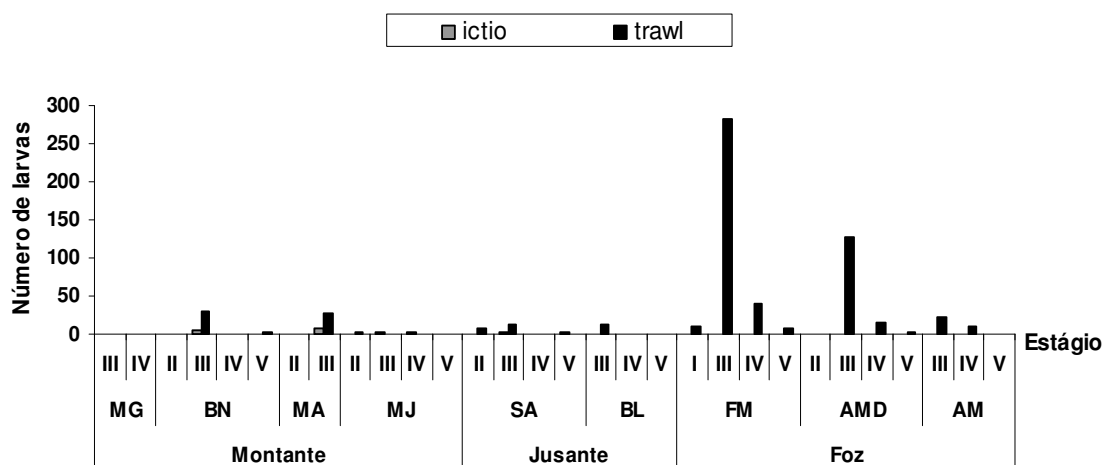


Figura 40. Distribuição das larvas de *B. filamentosum* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

Em fevereiro foi encontrada também no trecho localizado entre o rio Jaciparaná e a cachoeira de Santo Antonio uma densidade de 0,8 larvas/1000m². Nos meses subseqüentes, a concentração destas larvas por 1000m² não ultrapassou a 0,5 indivíduos abaixo da cachoeira de Santo Antonio.

As mais altas concentrações destas larvas próximo ao fundo do rio foram observadas na região de foz do rio Madeira com menor participação do rio Amazonas (Fig.39). O pico de abundância ocorreu de **Nov./2009 a Mar./2010** (Fig. 36).

Considerando-se os mesmos trechos do rio onde foram utilizados os dois aparelhos de captura de larvas, a abundância na coluna d'água foi de 1,7

larvas/50m³ com rede de ictioplâncton, enquanto que no fundo do rio a abundância foi de 3,7 indivíduos/1000m². Como Não foi possível estabelecer comparações devido ao esforço amostral ser diferenciado. Entretanto, no trecho encachoeirado a probabilidade de capturar larvas maiores e juvenis dessa espécie no fundo do rio.

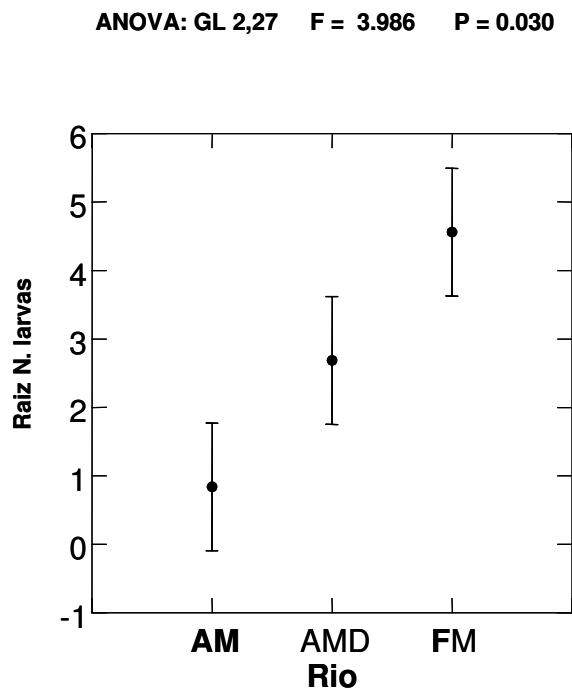


Figura 40. Comparação na contribuição de larvas e juvenis de *B. filamentosum* na foz do rio Madeira.

B. filamentosum apresentou médias de densidade e respectivos desvios padrões de $(2,7 \pm 3,2)$ no próprio rio Madeira, $(1,1 \pm 0,8)$ no Amazonas acima da foz com o rio Madeira e $(1,8 \pm 2$ larvas/1000m²) no Amazonas abaixo da sua foz com o rio Madeira. A Análise de Variância entre os locais amostrados indicou diferença na contribuição entre os pontos da foz (Fig. 40) e também o mês de Nov./2009 foi indicado como o mês de maior abundância da espécie na foz do rio Madeira (ANOVA; G.L. 9, 20; F = 2.902, p = 0,02).

Babão – *Brachyplatystoma platynemum*

As larvas de *Brachyplatystoma platynemum* – larvas desta espécie foram encontradas nas regiões a montante e a jusante do futuro AHE Santo Antônio com a maior densidade no rio Beni com 3,4 larvas/50m³ em março/2010 seguida de 1,6 larvas/50m³ no trecho localizado entre o rio Jaciparaná e a cachoeira de Santo Antônio. Na região a jusante da cachoeira a densidade foi de 0,79 larvas/50m³.

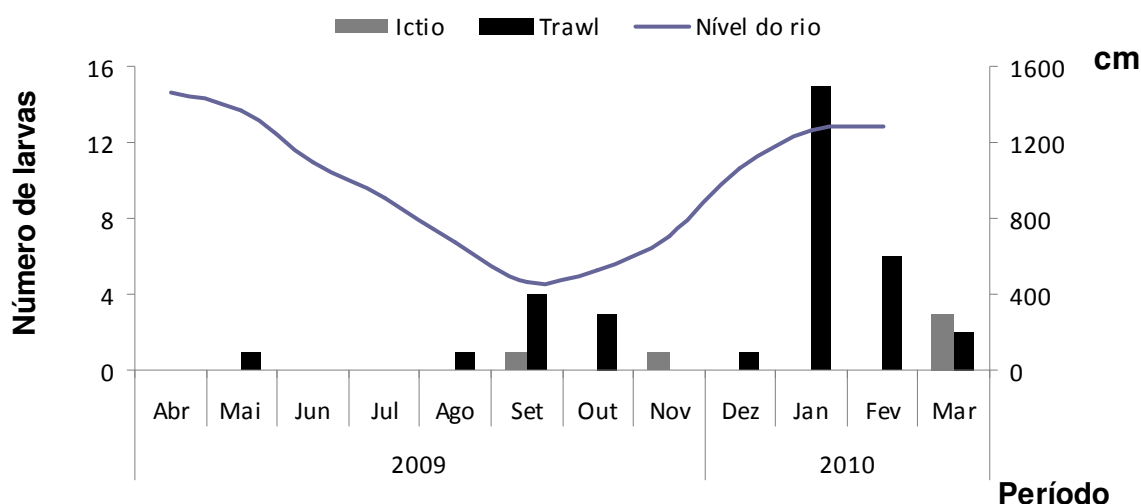


Figura 41. Abundância mensal de larvas de *B. platynemum* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

Esta espécie foi capturada, raramente, nos arrastos de fundo tanto a montante quanto a jusante da cachoeira de Santo Antonio sendo mais capturada no fundo do rio na foz do rio Madeira e nos pontos do rio Amazonas, nos meses de janeiro, fevereiro e março, com média geral de 0,68 larvas/1000m². Na foz, dentro do rio Madeira, houve um pico de densidade de 2,17 larvas/1000m², em fevereiro no Amazonas, abaixo da foz com o Madeira, houve uma segunda maior densidade com 1,24 larvas/1000m². A maioria das larvas encontradas apresentou-se no estágio III de desenvolvimento (Fig. 43).

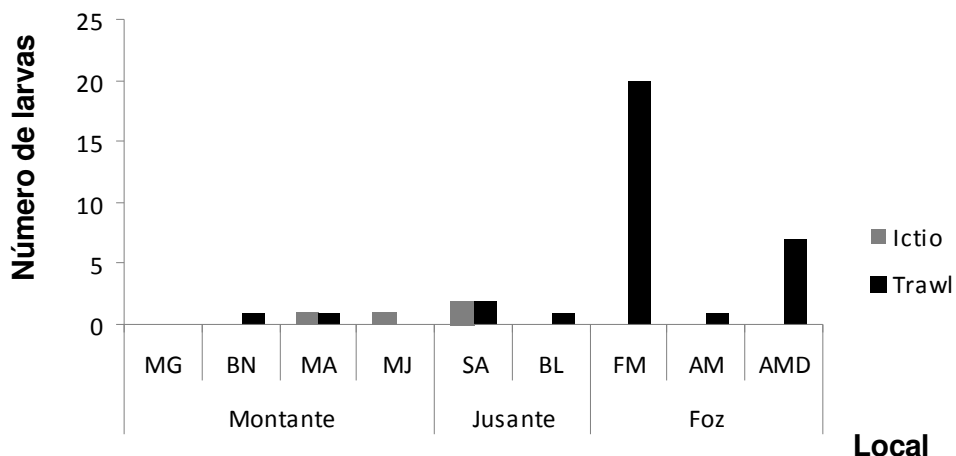


Figura 42. Distribuição espacial das larvas de *B. platyneum* nas áreas de influência da UHE Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

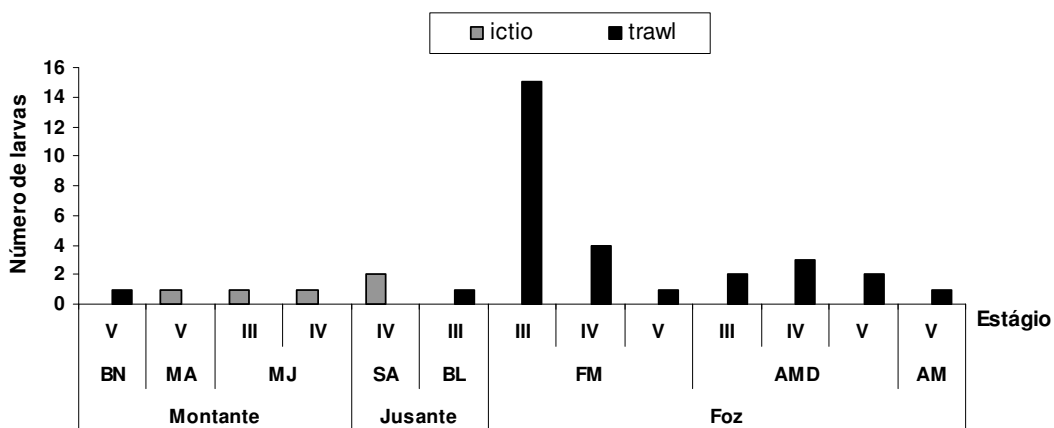


Figura 43. Distribuição das larvas de *B. platyneum* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

ANOVA: G.L. 2, 21; F = 7,056; p = 0,005

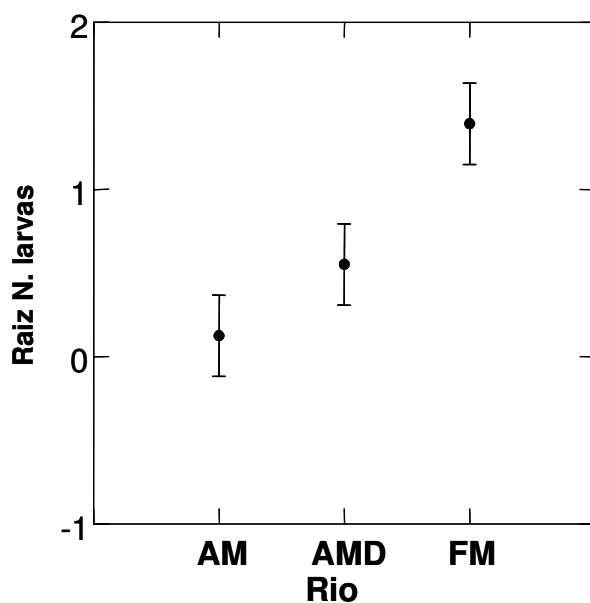


Figura 44. Comparação na contribuição de larvas e juvenis de *B. platynemum* na foz do rio Madeira.

As Análises de Variância demonstraram diferenças na contribuição entre os pontos amostrados no rio Madeira e no rio Amazonas para *B. platynemum*. Deste modo, o rio Madeira aportou mais larvas ao Amazonas do que o próprio Amazonas (Fig. 44) quando se comparou os três pontos da foz.

Dourada – *Brachyplatystoma rousseauxii*

A espécie *B. rousseauxii* (Figs. 45 e 46) apresentou atividade reprodutiva principalmente nas áreas a montante da cachoeira de Santo Antonio nos meses abril, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro/2009 e janeiro e fevereiro/2010. A densidade média observada das larvas e juvenis desta espécie foi de $1,56 \pm 1,36$ larvas/50m³. As densidades máximas foram obtidas no rio Beni com pico em fevereiro/2010 registrando-se 4,3 larvas/50m³.

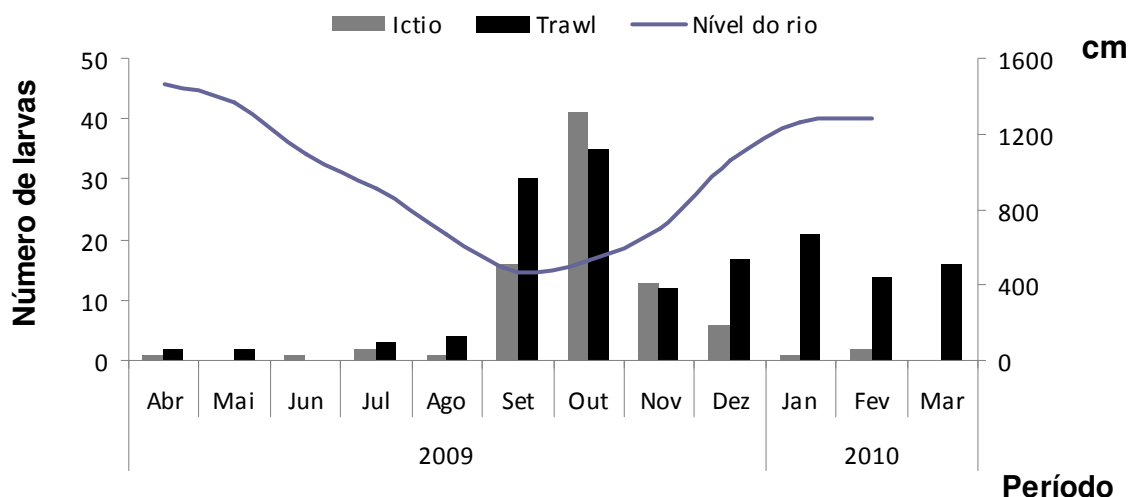


Figura 45. Abundância mensal de larvas de *B. rousseauxii* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

Na região a jusante da cachoeira de Santo Antonio a densidade máxima dessa espécie foi de 1,4 larvas/50m³. Também para essa espécie não houve diferença na abundância de larvas entre os estratos superfície e fundo quando as mesmas foram capturadas com rede de ictioplâncton e também não foi observada diferença na sua distribuição entre as margens (ANOVA; p = 0,237). Da mesma forma, quando foi realizada a comparação das abundâncias de larvas dessa espécie coletadas na coluna d'água e nos arrastos de fundo também não foi observada diferença significativa. A probabilidade de capturar larvas e juvenis de *Brachyplatystoma rousseauxii* em áreas de corredeiras do rio Madeira foi igual com qualquer aparelho e em qualquer profundidade.

Um aspecto tem que ser evidenciado após as nossas incursões em todo o trecho encachoeirado do rio Madeira: os maiores juvenis encontrados são capturados com maior eficiência pela rede de arrasto de fundo devido ao seu comportamento de ocupar aquela região para se alimentar. Uma informação importante e que contribui para a afirmação anterior é a ocorrência de indivíduos com o trato digestivo repleto de alimentos sempre que são capturados.

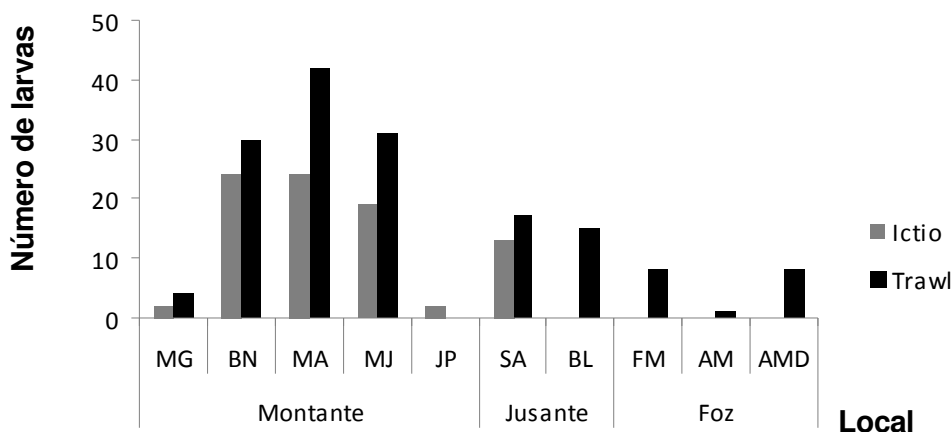


Figura 46. Distribuição espacial das larvas de *B. rousseauxii* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

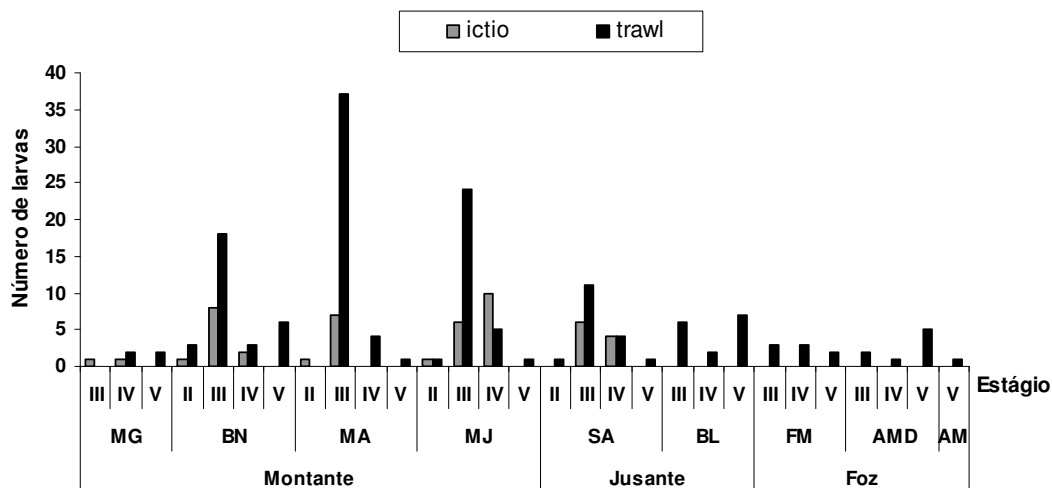


Figura 47. Distribuição das larvas de *B. rousseauxii* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

Quando foi explorado o fundo do rio com a rede de arrasto de fundo, *B. rousseauxii* foi bem representada na região a montante da cachoeira de Santo Antônio com a maior densidade obtida na região do rio Madeira no trecho localizado entre os rios Beni e Abunã foi 8,7 larvas/1000m² seguida de 7,8 larvas/1000m² no mesmo trecho em set./2009 e 3 larvas/1000m² no rio Beni em mar./2009 (Fig. 45). Esta espécie foi pescada em todos os meses exceto jun./2009. Na região localizada a jusante da cachoeira de Santo Antonio a maior densidade observada foi de 2,6 larvas/1000m² em outubro/2009. Em todos os pontos amostrados no rio Madeira com rede de ictioplâncton os indivíduos pertencentes a esta espécie encontravam-se em estágio larval bastante avançado. No fundo do rio todos eram juvenis iniciais.

Os jovens desta espécie capturados na foz do rio Madeira e no Amazonas foram poucos (Fig. 46) com densidades máximas de 0,5 indivíduos/1000m². Todos os exemplares desta espécie capturados na região da foz do rio Madeira encontravam-se na fase pós-larva com características inerentes a um adulto jovem.

Não foram encontradas larvas de *B. rousseauxii* no primeiro estágio de desenvolvimento larval indicando que esta espécie esteja reproduzindo em regiões relativamente mais distantes da foz do rio Madeira do que as demais espécies de *Brachyplatystoma* aqui estudadas.

Assim como a espécie anterior, as larvas de *B. vaillantii* (Figs. 18 e 19) ocorreram em todos os meses do ano exceto em junho/2009. A sua maior densidade quando capturadas com rede de ictioplâncton no rio madeira, foi observada nas imediações do igarapé do Belmont com concentração de 5,1 larvas/50m³ em Fev./2010. A sua abundância a montante da cachoeira de Santo Antônio foi apresentou baixos índices, alcançando densidade média de 1,45 larvas/50m³ em todo o período estudado. Apesar de pouco abundante nesta área, a espécie foi capturada em agosto, novembro e dezembro/2009 e janeiro e Fev./2010 no rio Madeira entre os rios Beni e Abunã. Esta espécie não foi capturada com rede de ictioplâncton no rio Mamoré.

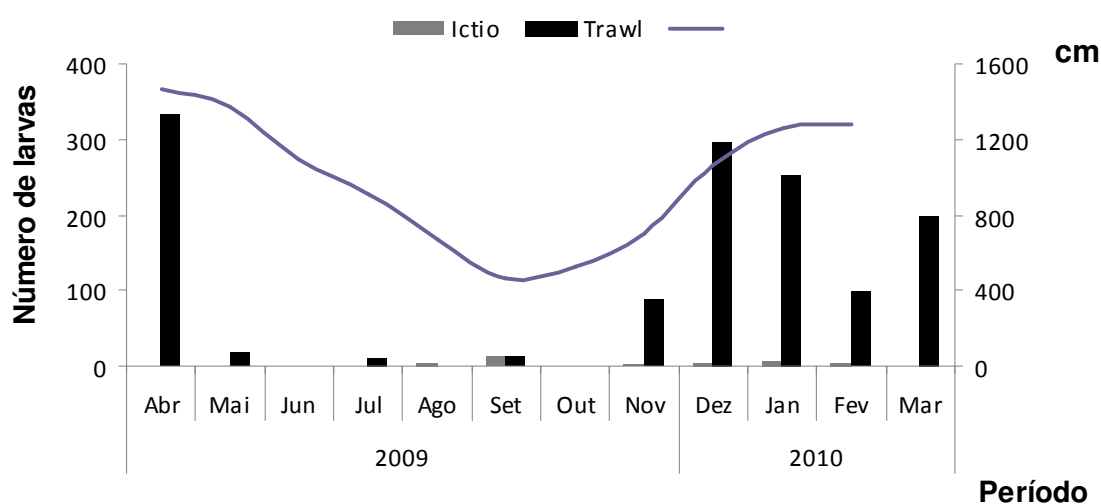


Figura 46. Abundância mensal de larvas de *B. vaillantii* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abril de 2009 a Março de 2010.

Esta espécie esteve presente em todos os pontos amostrados na foz do rio Madeira com o Amazonas em sete dos 12 meses estudados e em 9 meses no rio Amazonas acima e abaixo da confluência do rio Madeira com o rio Amazonas. A maior abundância de larvas e juvenis desta espécie ocorreu em mar./2010 com média de 4,81 larvas/1000m² e concentração máxima obtida no rio Madeira com 23,3 larvas/1000m².

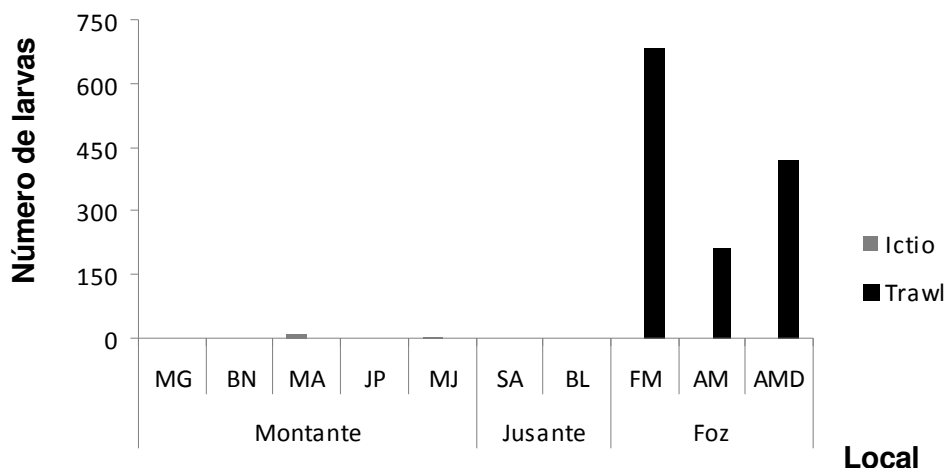


Figura 47. Distribuição espacial das larvas de *B. vaillantii* nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antonio de Abr./2009 a Mar./2010.

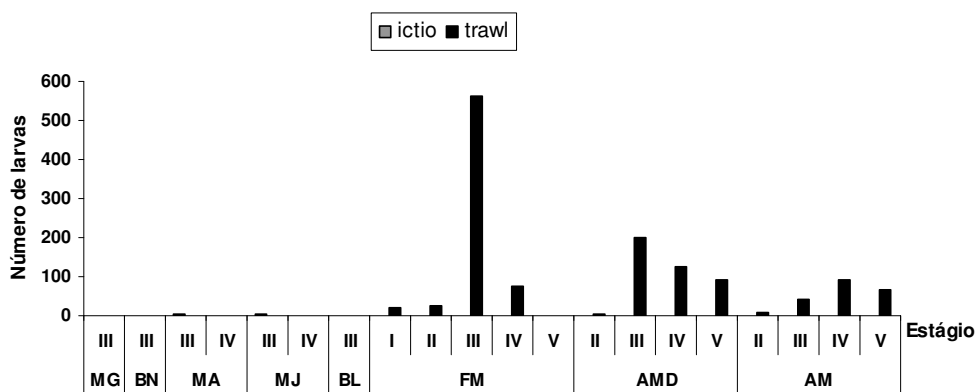


Figura 48. Distribuição das larvas de *B. vaillantii* por estágio de desenvolvimento e por local de captura de Abr./2009 a Mar./2010.

Em Abr./2009 em um caso isolado, foram capturadas larvas a uma densidade de 32,3 larvas/1000m² também no rio Madeira. No mesmo Abr./2009 no rio Madeira foram encontradas larvas em densidades superiores a 5 larvas/1000m² na foz.

Todos os dados obtidos para essa espécie indicam que a mesma está se reproduzindo na maior parte do ano principalmente entre a cachoeira de Santo Antônio e a região da foz do rio Madeira com o rio Amazonas e que pouca atividade reprodutiva ocorre na região a montante da cachoeira de Santo Antônio.

Ao comparar a abundância das larvas desta espécie entre os pontos amostrados na foz do rio Madeira, onde também foram avaliadas regiões a montante da foz no rio Amazonas e a jusante da foz também no rio Amazonas, não foi constatada diferença entre os pontos amostrados e entre os meses, indicando que ao longo do ano, o rio Amazonas e o rio Madeira são igualmente importantes no aporte de larvas e juvenis de *B. vaillantii* para o sistema.

4.5- Estimativa do fluxo diário das espécies alvos

As estimativas de fluxo diário das espécies alvos, calculadas com base nos resultados obtidos para cada uma delas, por mês de captura, encontram-se discriminados na tabela 8. Foi considerada para essa medida a densidade de larvas (larvas/l) no dia de sua captura o qual é representado pelo mês, multiplicando-se esse valor pela vazão do rio no ponto onde foram coletadas, multiplicando-se os valores obtidos por 24 horas.

Os maiores fluxos mensais de juvenis de *B. rousseauxii* de um lado para o outro da cachoeira de Santo Antonio no sentido montante-jusante ocorreram em Dez./2009 e Jan./2010. Especialmente os juvenis foram capturados a jusante da cachoeira de Santo Antônio, indicando que os indivíduos que chegam até a mesma são resistentes o suficiente para vencer obstáculos naturais como as corredeiras do rio Madeira desde o ponto onde foram gerados.

B. filamentosum apresentou maior fluxo diário em Fev./2010 seguido de Jan. e Mar./2010 e os seus representantes na cachoeira de Santo Antonio eram larvas já bem desenvolvidas.

B. platynemum teve um fluxo diário de larvas importante somente em Mar./2010 e as mesmas encontravam-se bem desenvolvidas.

B. vaillantii não foi capturada imediatamente a jusante da cachoeira de Santo Antônio, mas, em Fev./2010 foi estimada a passagem de 302.623 indivíduos/dia nas imediações do igarapé do Belmont. Esse fato é importante porque abre a possibilidade da mesma estar reproduzindo entre a cachoeira de Santo Antônio e o igarapé Belmont.

Para *P. latior* observou-se a mesma tendência uma vez que não foram encontradas larvas em na cachoeira de Santo Antônio. Aqui cabe a observação

de que esta espécie foi relativamente freqüente no trecho localizado entre o rio Jaciparaná e a cachoeira de Santo Antônio levantando-se duas hipóteses: a mortalidade total no trecho ou a colonização pelas larvas da espécie acima da cachoeira. Em Jan. e Mar./2010 *P. latior* esteve bem representada no rio nas imediações do igarapé do Belmont abrindo a possibilidade de que a mesma tenha reproduzido entre a cachoeira de Santo Antônio e o igarapé Belmont.

Também foi notado incremento no fluxo de *P. nigricans* entre a cachoeira de Santo Antônio e o igarapé Belmont. No caso de *C. macropomum* nos meses Ago. e Set./2009 a espécie conseguiu passar da montante para a jusante da cachoeira de Santo Antônio embora em pouca quantidade diária com apenas 10.726 indivíduos.dia⁻¹ e 15.699 indivíduos.dia⁻¹ no igarapé Belmont.

Tabela 8. Fluxo de larvas nos pontos de amostragem a jusante do reservatório de Santo Antônio baseados na abundância de larvas no dia da coleta em relação à vazão correspondente do rio de abril/2009 a março/2010. Pn – *P. nigricans*, Pl – *P. latior*, Cm – *C. macropomum*, Bf - *B. filamentosum*, Bp – *B. platynemum*, Br – *B. rousseauxii* e Bv – *B. vaillantii*.

| Ponto | Sp. | Meses | | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|--------|
| | | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | |
| S. Antônio | Pn | | | | | 13382 | | | | | |
| | Cm | | 21883 | 10726 | | | | | | | |
| | Bf | | | | | 11114 | | 64154 | | | 46777 |
| | Bp | | | | | | | | | | 52062 |
| | Br | 13761 | | | 13130 | 15760 | 48197 | 32077 | | | |
| Belmont | Pn | | | | | 31963 | | | | | |
| | Pl | | | | | | | 30173 | | | 268611 |
| | Cm | | | 15699 | | | | | | | |
| | Bf | | | | | | | 63391 | | | |
| | Bv | | | | | | | | 302623 | | |

Os dados observados de fluxo diário de larvas e juvenis em outros rios da Amazônia inexistem ou não foram ainda processados, mas em geral, os exemplares de *Brachyplatystoma* observados imediatamente a jusante da cachoeira de Santo Antonio estavam na fase juvenil, isto é, não se tratavam de larvas, indicando que os mesmos provinham de regiões distantes daquele ponto. De forma generalizada, os dados obtidos mostram que as espécies alvos que se encontravam na região a montante da cachoeira de Santo Antônio

conseguiram chegar até este ponto devido, talvez, à sua grande capacidade de resistência a uma série de obstáculos naturais, excetuando-se os fatores clássicos de mortalidade como predação, inanição, doenças, parasitas etc.

Para atingir as áreas a jusante da cachoeira de Santo Antônio, e sendo provenientes de regiões de cabeceira bem distantes, implica que esses indivíduos devam ter passado por um processo de seleção natural sendo, talvez, portadores de características genéticas excepcionais que, de algum modo, deverão estar sendo aproveitadas pela população em geral.

5. Considerações finais

5.1 – Parâmetros físico-químicos

Não houve diferença entre os locais amostrados com relação aos parâmetros físico-químicos, mas houve diferença dos parâmetros físico-químicos em relação aos meses amostrados.

As correlações positivas dos fatores pH, condutividade e oxigênio dissolvido com o aumento da quantidade de larvas ao longo do ano é significativa, principalmente se levarmos em consideração que os mesmos poderão atuar diretamente no comportamento dos peixes, tendo em vista o melhor momento para reproduzirem.

A maioria das larvas encontradas no trecho desde o encontro dos rios Mamoré e Beni com o rio Madeira já tinha ultrapassado o primeiro estágio de desenvolvimento larval, que ocorre em média de 3 a 5 dias após a eclosão dependendo do tamanho do vitelo. Logo, os locais de reprodução dessas larvas situavam-se bem acima dos primeiros pontos amostrados, isto é, os fatores físico-químicos daquelas regiões é que estariam induzindo a atividade reprodutiva. Ocorre que as águas das regiões mais baixas são provenientes das partes mais altas do rio o que de certa forma gera uma semelhança nos parâmetros físico-químicos.

Considerando o raciocínio acima, as alterações de qualidade da água nos pontos de coleta devem ser as mesmas sofridas nos ambientes de desova. O que foi observado nos pontos de captura foi aumento da condutividade, da

quantidade de oxigênio dissolvido e a passagem do pH de ligeiramente ácido para alcalino, acompanhados do aumento na abundância de larvas de peixes.

Portanto, os resultados levam à constatação de que, possivelmente, as mudanças de pH e condutividade elétrica sejam dois dos fatores mais importantes para o disparo da reprodução da maioria dos Characiformes e Siluriformes migradores do rio Madeira porque esses dois grupos reproduzem mais efetivamente desde o início da subida do nível do rio até 3 a 4 meses depois, mesmo que desacelerem este processo nos últimos meses de subida das águas.

Em relação à diminuição da quantidade de larvas com o aumento na velocidade da água interpretamos que, por ser um trecho com presença de muitas corredeiras a ação das mesmas sobre a mortalidade das larvas é muito elevada implicando na correlação negativa apresentada.

5.2 – Abundância de ovos e larvas

De acordo com Araújo-Lima (1984, 1985, 1990, 1994), os episódios de reprodução dos peixes são ligados às estratégias que maximizam o sucesso de sobrevivência de seus descendentes. Nos rios da Amazônia com características físico-químicas semelhantes ao rio Madeira, os peixes reproduzem durante todo o ano. Algumas espécies utilizam períodos de vazante, outras de enchente e outras de seca. Umas fazem ninhos e cuidam da prole, outras fazem ninhos e não cuidam da prole e outras não fazem ninhos e cuidam da prole.

As espécies que cuidam da prole necessitam estar em ambientes relativamente calmos para manter o controle de suas crias, os que fazem ninhos também precisam de ambientes calmos e com substratos adequados para depositarem seus ovos.

Aquelas espécies de peixes que não cuidam da prole, produzem uma grande quantidade de ovos como forma de compensação, e geralmente, necessitam do movimento da água para a dispersão de suas larvas, as quais necessitam alcançar áreas onde haja condições de sobrevivência.

A presença de larvas de peixes em todos os meses do ano sugere uma atividade reprodutiva quase contínua da comunidade de peixes no rio Madeira e seus tributários. Entretanto, a reprodução dos Characiformes migradores

ocorre principalmente no período de subida das águas dos rios da Amazônia (Schwassmann, 1978; Ribeiro, 1990).

5.3 - Contribuição das larvas de peixes dos tributários do rio Madeira

O comportamento das espécies de peixes no rio Madeira e de seus tributários está de acordo com o modelo sugerido por Goulding (1980). Ao avaliarmos os rios Jaci-Paraná e Abunã ambos de águas claras, no trecho entre a foz do rio Beni e a cachoeira de Santo Antônio, ambos apresentaram quantidade irrisória de larvas de peixes no mesmo momento em que, acima da boca desses rios, foi observado número bem superior de larvas.

Comparando-se os tributários Beni e Mamoré, sempre houve maior contribuição do rio Beni, exceto nos meses de final da vazante e início da seca, onde o rio Mamoré contribuiu com larvas de Perciformes do gênero *Plagioscion* em maiores quantidades para o sistema Madeira.

Em relação às espécies alvos, o rio Beni deu maior aporte de larvas ao rio Madeira entre todos os tributários e é provável que as áreas de reprodução estejam localizadas ao longo desse rio ou em suas regiões de cabeceira, dentre as quais o rio Madre de Diós, no Peru (Leite *et al.*, 2007). O rio Beni contribui com uma carga de partículas em suspensão mais acentuada que os demais tributários avaliados.

Lima & Araújo Lima (2004) observaram que a concentração de sólidos em suspensão nos rios foi correlacionada com o ictioplâncton e, relacionada à composição de juvenis das assembléias de Characiformes, reforçando a hipótese de que rios ricos em nutrientes associados com áreas de inundação funcionam como sítios de desova e criadouros na bacia amazônica.

Portanto, embora o rio Madeira na área estudada, a montante da cachoeira de Santo Antônio tenha atributos semelhantes aos rios ricos em nutrientes, o fato de nessa área não haver planícies inundáveis, corrobora a idéia de que as larvas de Characiformes migradores encontradas neste trecho, em sua maioria, são provenientes de outros sítios de reprodução, principalmente dos tributários de água branca nas regiões de cabeceira.

Como forma de esclarecimento sobre os possíveis pontos de reprodução da maioria dos Characiformes e Siluriformes no rio Madeira,

ilustramos abaixo um exemplo de uma das espécies alvos deste trabalho, levando em consideração o fato da maioria das larvas capturadas no rio Madeira ser composta por larvas acima do estágio I de desenvolvimento larval:

Potamorhina latior produz ovos minúsculos os quais levam de 12 a 13 horas para eclodir após a fecundação (Araújo-Lima, 1990). Sendo transportados à velocidade de 1m/s eles permaneceriam na fase de ovos até percorrer 43.200 m.

Após a fase embrionária, as larvas dessa espécie levariam cerca de 90 horas para consumir as suas reservas vitelínicas (estágio I). Entre o primeiro e o segundo estágio, esta mesma larva seria transportada pelo rio por uma distância de 320.400 m que somados aos 43.200m da fase ovo, resultaria em 360.600 metros para atingir o segundo estágio.

É importante ressaltar que a velocidade média do rio Madeira no trecho estudado foi de 1,2m/s. Portanto, utilizar 1m/s é uma boa medida para essa informação, embora esses 20cm a mais pudessem representar distâncias maiores para a definição dos pontos de reprodução.

Concluindo, os dados apontam para os territórios da Bolívia no próprio rio Beni ou do Peru, no rio Madre de Diós, como locais de reprodução da maioria das espécies a montante do encontro dos rios Beni e Mamoré com o rio Madeira.

Não descartamos os eventos reprodutivos dentro dos limites do trecho brasileiro do rio Madeira, porque foi observado um incremento no número de larvas entre a foz do rio Beni e a cachoeira de Santo Antônio em nossas análises, mas estes são realizados em menor escala.

O fato das larvas de Characiformes encontrarem-se principalmente no estágio II de desenvolvimento o que equivale ao estágio III das larvas de Siluriformes indica que no mínimo, já deverão ser capazes de se alimentarem no ambiente.

5.4 - Estratégias reprodutivas baseada na biologia das larvas de peixes.

Para falar de estágio de desenvolvimento das larvas encontradas no rio Madeira alguns aspectos devem ser evidenciados porque servem para

compreender a estratégia reprodutiva adotada pelos Characiformes e Siluriformes, principalmente migradores:

Quando relacionamos a abundância do conjunto de larvas independente da ordem à qual pertencem, com o regime hidrológico, percebemos que o período de subida das águas mostrou-se o fator determinante. Isso não é novidade para a comunidade de peixes dos rios da Amazônia. A possibilidade do aproveitamento do maior fluxo de água provocado pelo seu maior volume é um fator muito importante para a dispersão das larvas ao longo da área de drenagem.

Para que ocorra a dispersão dos ovos e larvas é necessário que estes sejam bons flutuadores. O que se observa é a dominância de ovos esféricos nas espécies migradoras e isso é o que ocorre com as espécies alvos.

Uma característica comum desses ovos é que eles possuem mais de 70% de espaço perivitelínico chegando até os 90%, enquanto os ovos de espécies que cuidam da prole ou reproduzem em ambientes lênticos possuem ovos com espaço perivitelínico inferior a 55% (Araújo-Lima, 1994). Portanto, os ovos das espécies alvos são preparados para flutuarem. Isso também foi observado em ovos de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Leite, Ob. Pess.).

Após as considerações acima, informamos que ovos foram raros em nossas amostras principalmente nas regiões de corredeiras. Mas ao que tudo indica, ovos são pouco abundantes nas redes de captura. Araújo-Lima & Oliveira (1998) mostraram que no rio Amazonas tanto na parte do rio Solimões acima do encontro das águas com o rio Negro, quanto abaixo desse encontro, na parte denominada Amazonas, durante três anos de captura a quantidade de ovos foi baixa em relação ao número de larvas capturadas.

Uma explicação possível para este resultado é a de que os peixes devem realizar sua desova em horários em que não fazemos coletas de larvas e este horário poderia coincidir com o período entre 4 e 6 horas da manhã. Entretanto, como estamos tratando de uma parte do rio bem encaixada, em algum momento da passagem desses ovos pela coluna d'água poderíamos capturá-los, tendo em vista que eles levam algum tempo para eclodir desde a postura até atingirem o primeiro estágio larval como descrito acima para *P. latior*.

De acordo com os nossos resultados, apenas larvas de *P. latior* foram capturadas no estágio I entre as espécies alvos no trecho de cachoeiras. Isto significa que esta espécie desovou em área mais próxima ao futuro reservatório do AHE Santo Antônio do que as demais.

Esta informação é muito importante porque, mesmo se considerássemos a dificuldade de identificação das larvas no primeiro estágio de desenvolvimento como justificativa para tal resultado, este argumento não poderia ser utilizado, pois a identificação de larvas com vitelo é muito fácil. Em resumo, do total de 18.841 larvas capturadas com a rede de ictioplâncton ao longo de um ano, apenas 10% se encontrava no estágio larval vitelino, de acordo com a nomenclatura proposta por Nakatani *et al.* (2001).

5.5 - As larvas capturadas e suas possibilidades de sobrevivência

A presença de larvas quase que exclusivamente no estágio II de desenvolvimento no caso dos Characiformes e III no caso dos Siluriformes, implica em questões ligadas às possibilidades de sobrevivência das larvas até que elas alcancem áreas de refúgio e alimentação para o seu crescimento. Por este motivo fez-se um ensaio para verificar a proporção de larvas que estava sendo transportada e que continha alimento no trato intestinal:

De 1.860 larvas examinadas, 40% estavam em alimentação. Este comportamento foge do que tem sido observado para larvas de Characiformes no canal do rio em outros estudos, exceto para *Brycon amazonicus* e *Raphiodon vulpinus* (Leite & Araújo-Lima, 2001; Araújo-Lima & Oliveira, 1998). No caso de Perciformes, *Plagioscion* spp., alimenta-se de copépodos e larvas de *Chaoborus* que são trazidos dos lagos para o rio durante a vazante (Worthman & Oliveira, 1987). Contudo, larvas que comem no canal do rio têm melhores chances de sobrevivência.

Uma explicação para o resultado em que 40% das larvas detinham alimento em seus estômagos pode ser dado pela computação de larvas de todas as ordens, dentre as quais os Siluriformes, que passam mais tempo no canal do rio durante o seu desenvolvimento larval, até atingirem a fase juvenil (Leite, dados não publicados).

Em todo caso, as perspectivas de sobrevivência para essas larvas são consideradas boas. A mortalidade por inanição poderia ser imputada a 60% das larvas transportadas pelo rio Madeira que não conseguirem atingir as margens inundadas em tempo hábil.

5.6 - A abundância das larvas do rio Madeira e sua relação com outros ambientes na Amazônia

No baixo rio Negro, na época de águas baixas em Set./2006, a densidade total de larvas de clupeiformes, perciformes e engrauliformes foi de 960 larvas/50m³ em uma área próxima ao encontro das águas com o rio Amazonas. Em julho/2006 no pico da cheia em uma região deste rio acima de Manaus, foi medida uma densidade de 16 larvas/50m³. No rio Solimões/Amazonas considerando-se amostras trimestrais no ano de 2006 correspondendo a quatro estações hidrológicas, encontrou-se ao longo de um ano uma densidade média de mais de 1100 larvas/50m³ (Leite, dados não publicados). Em 2006, no rio Madre de Diós, um dos contribuintes do rio Madeira no Peru, a densidade média de larvas ao longo de um ano de coletas foi 129 larvas/50m³. Transformando em número de larvas, com coletas mensais e arrastos de 5 minutos no rio Madre de Diós, foram capturadas 463.909 larvas/ano; no ano de 2006, no rio Solimões, aplicando coletas trimestrais (4 coletas), foram capturadas 126.849 larvas com arrastos de 3 minutos e no rio Madeira foram capturadas 18.841 larvas com arrastos de 10 minutos ao longo de todo o trecho encachoeirado (todos os dados de densidade informados foram coletados e/ou supervisionados por Leite, R. G).

Os dados informados sobre a abundância de larvas no rio Madeira até aqui são fruto das coletas efetuadas com rede de ictioplâncton no trecho que compreende a foz dos rios Mamoré e Beni com o rio Madeira, nos rios Jaci-Paraná e Abunã e no próprio rio Madeira até imediações do igarapé do Belmont cerca de ½ hora rio abaixo, partindo do Porto do Cai n'Água em Porto Velho-RO.

Conclui-se que a quantidade de larvas que está sendo transportada no rio Madeira nas regiões situadas a montante da Cachoeira de Santo Antônio

pode ser considerada muito baixa em relação a um de seus tributários indiretos caso do Madre de Diós que deságua no Beni e também em relação a um outro rio com características limnológicas semelhantes ao rio Madeira que é o rio Solimões/Amazonas.

Conforme foi constatado pelos nossos resultados, um dos fatores que deve estar influenciando nesta pouca quantidade de larvas é a mortalidade provocada pela sucessão de corredeiras desde os pontos de reprodução até o canal do rio Madeira no Brasil. Outro fator igualmente importante é a baixa atividade reprodutiva das espécies locais no trecho estudado.

Lima & Araújo-Lima (2004) encontraram adultos de tambaqui, jaraquis e curimatã tanto em rios pobres em nutrientes quanto em rios ricos em nutrientes. Entretanto, larvas e juvenis iniciais dessas espécies somente foram encontrados em rios ricos em nutrientes indicando que a atividade de desova foi restrita a estes rios.

A parte que poderá ou não ser afetada pelo AHE Santo Antônio no próprio canal do rio Madeira será bem explorada no segundo ano de pesquisas e ali, por este rio apresentar feições totalmente diferentes do sistema da montante, deveremos obter resultados de abundância de larvas mais compatíveis com os padrões de rios de águas brancas amazônicos, inclusive daquelas de Characiformes alvos neste estudo.

Na região a jusante da cachoeira de Santo Antônio ocorrem lagos marginais ao rio que poderão contribuir neste sentido com a possível saída de migradores para o canal do rio para efetuarem a desova conforme Goulding (1980) e Ribeiro & Petreire (1990), tendo em vista que ali existem áreas de planícies que inundam regularmente com a subida do nível do rio.

5.7 - Fluxo diário de larvas na cachoeira de Santo Antônio

Um dos maiores problemas para calcular o fluxo de partículas em um rio poderia ser a diferença de velocidade entre margens e centro do canal do rio e entre superfície e fundo, além de diferenças ao longo do canal do rio desde a sua cabeceira. O sedimento se desloca de acordo com a descarga de um rio (Mead, 1985).

Richey *et al.* (1986), estudando os principais tributários do rio Amazonas e seus aspectos de descarga de água e concentração de sedimentos em

suspensão observou para o rio Madeira que da superfície até o fundo do rio a velocidade da água não diferia entre os perfis amostrados.

Chama-se a atenção para os resultados obtidos para todas as espécies alvos e para o total de larvas capturadas independente de espécie, para as quais não foi constatada diferença em sua distribuição na coluna d'água quando capturadas com rede de ictioplâncton. Araújo-Lima & Oliveira (1998) também observaram que não havia diferença significativa na densidade das larvas de Characiformes e Clupeiformes no rio Solimões em duas estações de amostragem quando compararam superfície e fundo.

Os dados de Araújo-Lima & Oliveira (1998) obtidos para larvas de Characiformes e Clupeiformes no rio Solimões em início de enchente em que os mesmos consideraram uma descarga de $70.000\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ foram respectivamente 25.760 e 36.960 larvas. s^{-1} . Os dados obtidos para as espécies-alvos são infinitamente pequenos quando se compara com o fluxo de larvas no rio Solimões, considerando que os resultados dispostos na **tabela 3** estão disponibilizados em larvas por dia.

5.8 - Redes de arrasto de fundo

Os dados levantados sobre a abundância de juvenis dos grandes bagres que ocupam as áreas mais profundas do rio mostram que estes ambientes são muito importantes para a dispersão dos peixes nas fases iniciais da vida.

Estes dados não podem receber o mesmo tratamento dos dados levantados com rede de ictioplâncton porque as larvas e/ou juvenis coletados com a rede de arrasto já se encontram ativos, isto é, não podem ser enquadrados como indivíduos que estão sendo transportados pelo deslocamento das águas em uma determinada direção e sim, como indivíduos que estão habitando um espaço específico do rio. Como a rede de arrasto de fundo é passada por uma superfície na qual a sua parte inferior revolve uma área específica no fundo do rio e o seu cabo mestre passa rente a essa superfície, a abundância das larvas capturadas em arrastos de fundo foi estimada em indivíduos por 1000 m^2 .

Em rios encachoeirados como é o caso do rio Madeira, em algum momento, os jovens deverão vencer as barreiras naturais e, supostamente, a forma mais provável para que isso ocorra é o seu envolvimento pelas fortes

correntezas em regiões de afloramento de pedras, que, de alguma forma, os direciona para as regiões de menor altitude. Logo após as cachoeiras, foi possível capturar alguns juvenis de douradas e de filhotes mais desenvolvidos com a rede de ictioplâncton, indicando que os mesmos encontravam-se flutuando em estratos superiores do rio. Após esse trecho, a maior parte dos exemplares de juvenis foram capturados arrastando-se a rede no fundo. Neste caso, estima-se que a maior parte dos juvenis que chegam até a cachoeira de Santo Antônio é resistente à turbulência natural das cachoeiras.

Um fato que não pode passar despercebido, devido à sua importância para futuras estratégias com finalidade de promover a dispersão ou o deslocamento destes elementos é que, além dos juvenis de grandes bagres, também são encontradas, no fundo do rio, larvas e juvenis de outras espécies, principalmente de bagres, as quais exploram aquele ambiente de forma ativa, pois, na maioria dos casos, seu trato intestinal apresentou alimentos com alto grau de repleção.

Várias facetas do que realmente ocorre com a população de jovens dos *Brachyplatystoma* puderam ser obtidas com o uso da rede de arrasto de fundo:

1. Os juvenis de *Brachyplatystoma rousseauxii* ocorrem no rio durante quase todos os meses do ano e seus menores indivíduos são capturados principalmente nas regiões a montante da cachoeira de Santo Antonio. Quando esta espécie chega até a parte a jusante da cachoeira de Santo Antonio já se encontra bem formada sendo idêntica a um peixe adulto embora tenha medidas milimétricas que não ultrapassam os dois centímetros de comprimento. Quando estas espécies alcançam a foz do rio Madeira já medem aproximadamente 3 - 4 centímetros.

Na região a montante da cachoeira de Santo Antônio esta espécie alcançou a marca de mais de cinco indivíduos por 1000m² no trecho entre os rios Beni e o Abunã e mais de três larvas/1000m² no próprio rio Beni. Com base nos resultados ficou estabelecido que, no período amostrado, a parte do rio Beni da bacia do rio Madeira é a que está transportando esta espécie rumo ao rio Madeira na parte brasileira. Não foram encontrados indícios de que a espécie *Brachyplatystoma rousseauxii* esteja reproduzindo em território brasileiro porque não foram encontradas larvas em estágio inicial de desenvolvimento no trecho estudado incluindo-se o trecho compreendido entre

Porto Velho e a foz do rio Madeira com o rio Amazonas. Leite *et al.* (2007), encontrou larvas iniciais de *Brachyplatystoma rousseauxii* no rio Madre de Diós que drena o território peruano. Em território boliviano não foram efetuadas amostragens para coletar larvas dessa espécie. É possível que naquele país também ocorram eventos de reprodução da espécie em detalhe.

No que diz respeito a *Brachyplatystoma filamentosum* foi possível observar que esta espécie tem uma atividade reprodutiva ativa nas regiões de cabeceira do rio Madeira e, também, está entrando no rio Madeira através do rio Beni em quantidade relativamente semelhante a *Brachyplatystoma rousseauxii*, com cerca de 2 a 3 indivíduos/1000m² no fundo do rio.

Os dados de reprodução dessa espécie no rio Madre de Diós também foram anotados por Leite *et al.* (2007), mas essa espécie apresenta um particular em relação à dourada, principalmente no que diz respeito aos locais de reprodução mais próximos do que os estimados para *B. rousseauxii*, tendo em vista a presença de indivíduos mais precoces em relação ao seu estágio de desenvolvimento. Outro fato importante foi a observação de larvas de *B. filamentosum* também na foz do rio Madeira além de seus juvenis mais desenvolvidos. Isto nos permite afirmar que esta espécie pode ser ativa reprodutivamente entre a cachoeira de Santo Antônio e a foz do rio Madeira no Amazonas.

Quanto à abundância de *Brachyplatystoma platynemum*, os aparelhos não foram eficientes na sua captura ou então, realmente, as suas fases juvenis possuem algum outro tipo de distribuição em que não foi possível capturá-las com os aparelhos de forma eficiente. A abundância destes juvenis foi considerada muito baixa para os dois aparelhos utilizados.

As larvas de *Brachyplatystoma vaillantii*, ao contrário das demais, participaram fracamente na comunidade de larvas nas regiões situadas a montante da cachoeira de Santo Antônio. Observando-se os dados sobre essa espécie, observa-se o contraste que há entre o número de larvas e juvenis a montante da cachoeira de Santo Antonio e o numero de larvas e juvenis capturados na foz do rio Madeira e no rio Amazonas.

Nas coletas efetuadas no rio Madeira, próximas a sua foz com o rio Amazonas, encontrou-se larvas de *B. vaillantii* ainda com vitelo. Esse detalhe

mostra que a espécie está se reproduzindo nesta faixa do rio Madeira que vai de Porto Velho até o rio Amazonas.

No primeiro ano de coleta foi dada maior ênfase ao trecho do rio Madeira, compreendido entre o rio Beni e o igarapé do Belmont em Porto Velho. No segundo ano de coleta de dados, elas serão mais concentradas na parte intermediária que compreende a região imediatamente a montante de cachoeira de Teotônio até Humaitá, incluindo a parte da planície inundável do rio Madeira com a incorporação dos dados relacionados ao rio Jamari, ao Lago Cuniã e ao rio Machado.

O rio Madeira, na sua foz, aportou mais larvas e juvenis ao rio Amazonas do que o próprio rio Amazonas acima da foz com o rio Madeira. Certamente esta maior contribuição foi devida à grande abundância das larvas de *B. vaillantii* no rio Madeira em todas as fases de desenvolvimento. Comparando a foz do rio Madeira com a área de influência direta do AHE Santo Antônio, tanto a montante quanto a jusante, e na própria área do reservatório, há um imenso contraste na quantidade de indivíduos. Com a estratégia de realizar arrastos de fundo na foz do rio Madeira, é possível afirmar, categoricamente, que *B. vaillantii* e *B. filamentosum* estão reproduzindo entre a foz do Madeira e a cachoeira de Santo Antônio. Das duas espécies, *B. filamentosum* também reproduz nas regiões de cabeceira do rio Madeira, concordando com Leite *et al.* (2007). Com base nos resultados do presente estudo é possível que *B. vaillantii* esteja reproduzindo inclusive no sopé da cachoeira de Santo Antônio.

Ficou evidenciado, nas amostragens realizadas até o momento, que *B. rousseauxii* só está reproduzindo nas regiões a montante da cachoeira de Santo Antonio e que seus eventos reprodutivos estão sendo realizados no rio Madre de Diós no Peru (Leite *et al.* 2007) e, possivelmente, em território boliviano.

6. Referências Bibliográficas

Araújo-Lima, C.A.R.M. 1984. *Distribuição espacial e temporal de larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas, próximo a Manaus, AM, Brasil*. Tese de Mestrado INPA/AM,Manaus.

Araújo-Lima, C.A.R.M. 1991. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Biologia* **51**, 45-56.

Araújo-Lima, C. A. R. M., Kirovsky, A. L. & Marca, A. G. 1993. As larvas dos pacus, *Mylossoma* spp. (Teleostei; Characidae), da Amazonia Central. *Revista Brasileira de Biologia* **53**, 591-600.

Araújo-Lima, C.A.R.M. 1994. Egg Size and larval development in Central Amazon fish. *Journal of Fish Biology*, **44**, 371-389.

Araújo-Lima, C. A. R. M., Oliveira, E. C. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology* **53**, 297-306.

Bayley, P. B. 1988. Factors affecting growth rates of young floodplain fishes: seasonality and density-dependence. *Environmental Biology of Fishes* **21**, 127-142.

Fernandes, C. C. 1997. Lateral migrations of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish* **6**, 36-44.

Goulding, M., 1980. *The fishes and the Forest: Exploration in Amazon Natural History*. Los Angeles. University of California Press. 200p.

Leite, R. G. 2000. *Alimentação e fontes autotróficas de energia das larvas de peixes no rio Solimões e suas áreas inundáveis*. Tese de Doutorado, INPA/UFAM. 116P.

Leite, R. G., C. A. R. M. Araújo Lima. 2000. A dieta das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* na Amazônia Central. *Acta Amazônica* **30** (1) 129-147.

Leite, R. G., C. A. R. M. Araújo Lima. 2002. Feeding of the *Brycon cephalus*, *Triportheus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Characiformes) larvae in Solimões/Amazonas River and floodplain áreas. *Acta Amazônica* **32** (3) 499-515.

Leite, R. G. 2004. Alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Pisces, Characidae), em áreas inundadas da Ilha de Marchantaria, Amazonas Brasil. *Acta amazônica* **34** (4) 661-664.

Leite, R. G.; C. Cañas; B. Forsberg; R. Barthem; M. Goulding. 2007. *Larvas dos grandes bagres migradores*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Asociación para la conservación de la Cuenca amazônica (ACCA).

Lima, A. C.; C. A. R. M. Araújo-Lima, 2004. The distribution of larval and juvenile fishes in Amazonian Rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology* **49**, 787-800.

Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge. Cambridge University Press. 382p.

Nakatani K., A.A. Agostinho., G. Baumgartner., A. Bialecki, , P.V. Sanches., M. C. Makrakis., C. S. Pavanelli, 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM, NUPÉLIA. Maringá-PR.

Nascimento, F. L. & Araújo-Lima, C. 1993. Descrição das larvas de *Psectrogaster amazônia* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, **23**, 457-472.

Mead, R. H; 1985. Suspended sediment in the Amazon river and its tributaries in Brazil during 1982-84. In U.S. *Geological survey Open-file Report*, 39p . Denver, Colorado: U. S. Geological Survey.

Ribeiro, M.C.L.B & Petrere, M. Jr. 1990. Fisheries ecology and management of the jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*, *S. insignis*) in Central Amazonia. *Regulated Rivers: Research and Management* **5**, 195-215.

Richey J. E. Mead, R. H. Salati, E., Devol, A. H., Nordin, C. F. Jr & Santos U. 1986. Water discharge and suspended sediment concentrations in the Amazon river: 1982-1984. *Water Resource Research* **22**, 756-764.

Schwassmann, H. O. 1978. Times of annual spawning and reproductive strategies in Amazonian fishes. In: *Rhythmic Activity of Fishes* (Thorpe, J. E., ed) pp. 187-200 London: Academic Press.

Worthmann, H., Oliveira, J. L. 1987. Comparative nutritional analysis of two scianidian species, the pescadas, *Plagioscion squamosissimus* Heckel and *Plagioscion monti* Soares, from different water systems of the Central Amazon. In *Animal Research and Development*. Institute for Scientific Co-operation.