NEOTROPICAL
CONSULTORIA AMBIENTAL

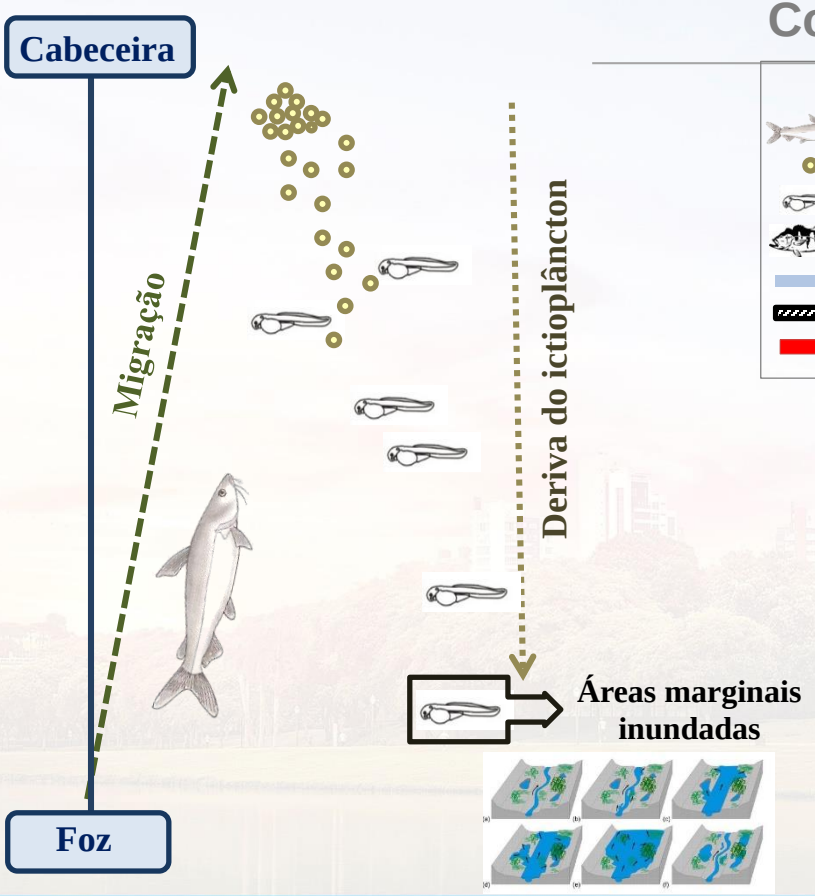
XXIV SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica

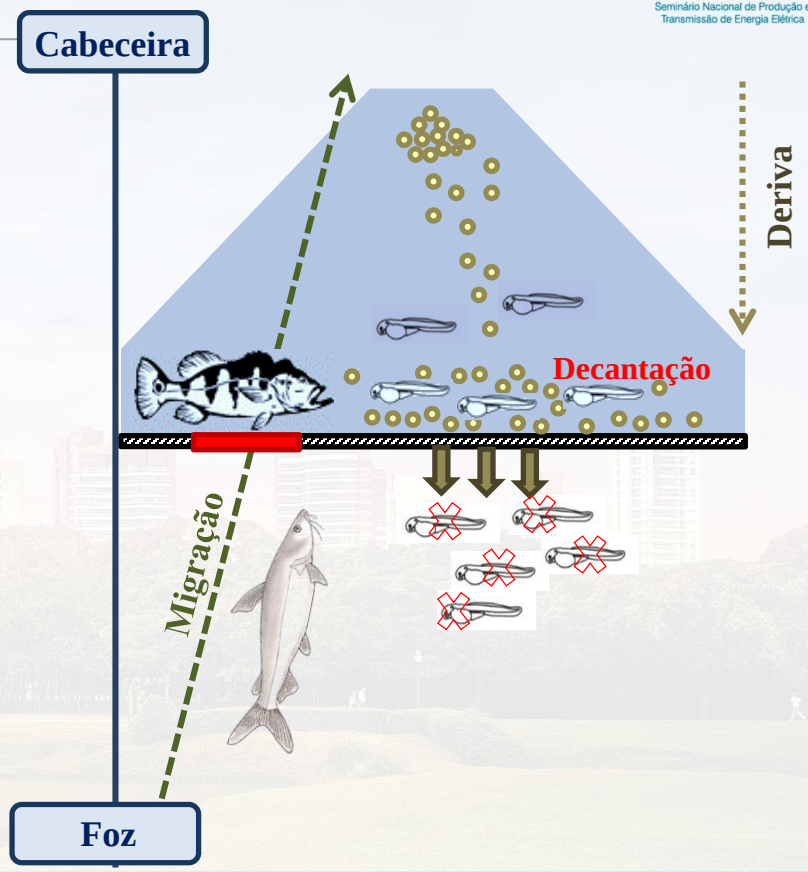
Mortalidade em larvas de peixes associada à passagem descendente por barragens hidrelétricas: protocolo de avaliação e estudo de caso de uma usina com turbinas tipo bulbo na Amazônia

Diego Corrêa Alves
Lilian P Vasconcelos
Luís F Câmara
Lisiane Hahn
Luciana F Assakawa
Angelo A Agostinho

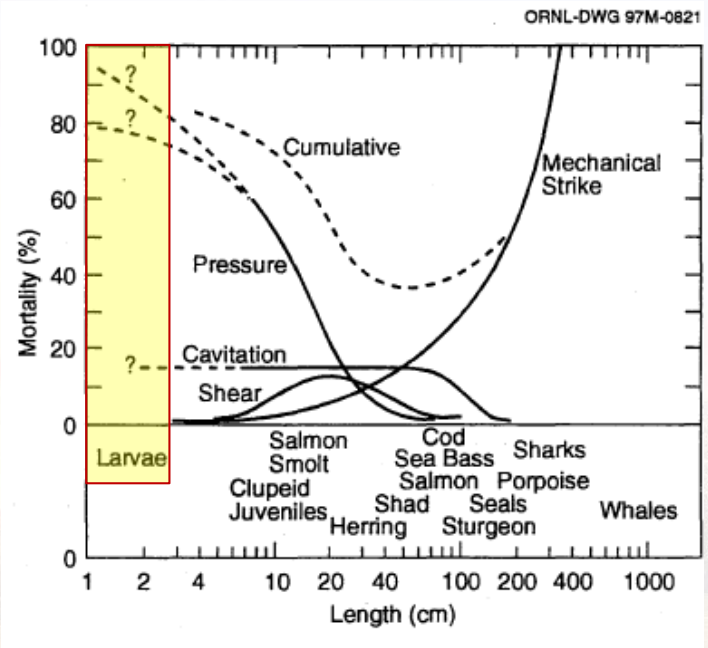
Grupo de impactos ambientais

Contexto


Cabeceira
Migração
Deriva do ictioplâncton
Áreas marginais inundadas
Foz

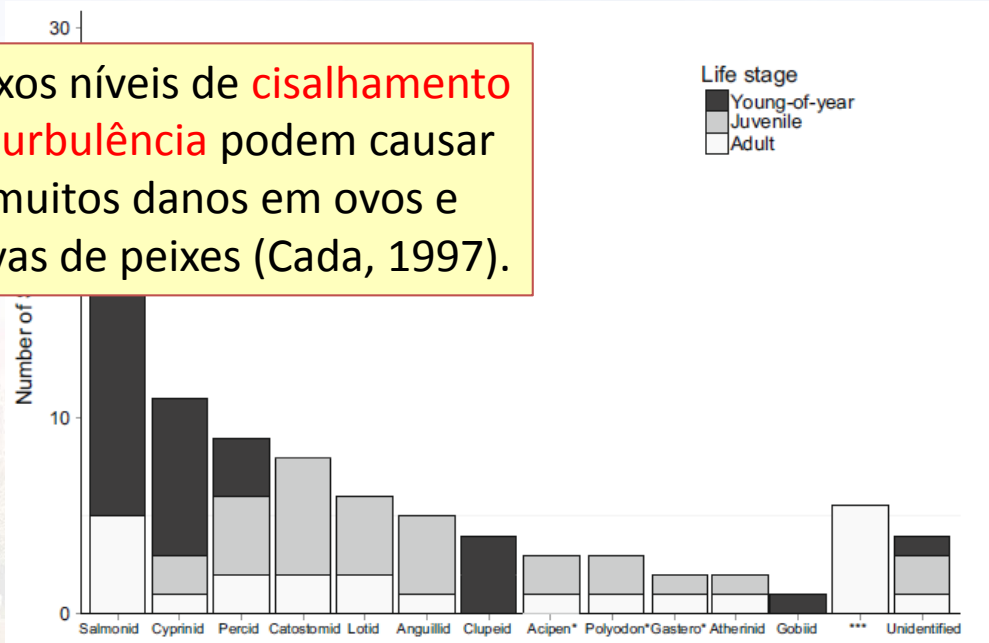

Legenda
Migradores
Ovos
Larvas
Predadores
Reservatório
Barragem
STP
Cabeceira
Deriva
Decantação
Migração
Foz

Contexto



Fonte: Cada et al., 1997 e
Dadswell & Rulifson, 1994

Baixos níveis de cisalhamento e turbulência podem causar muitos danos em ovos e larvas de peixes (Cada, 1997).

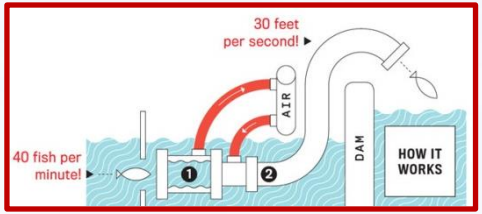


Fonte: Pracheil et al., 2016

Contexto

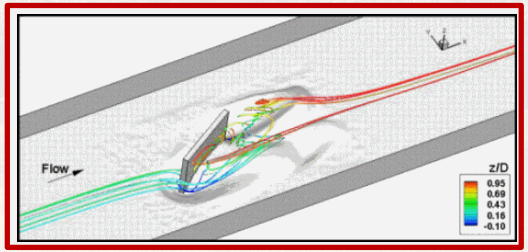
➤ América do Norte e Europa

- ➢ Bioensaios laboratoriais
- ➢ Estudos de campo
- ➢ Modelos ecohidráulicos



➤ Ambientes neotropicais

- ➢ **Avaliações comuns:**
  - ➢ Dados de densidade ⇔ ~~Sobrevivência~~ ~~Condição~~



Princípios da Proposta

Associar uma variável resposta (Y) a um evento.

Caracterizar a condição da larva

Sobrevivência
0: Larvas vivas
1: Larvas mortas

Amostras não fixadas

Sinais de injúrias
0: Ausentes
1: Presentes

Amostras fixadas

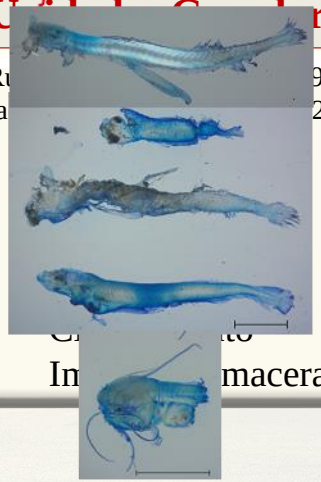
Passagem descendente pela barragem

Vertedouros

- Turbulência
- Cisalhamento
- Supersaturação gasosa e embolia

U ras

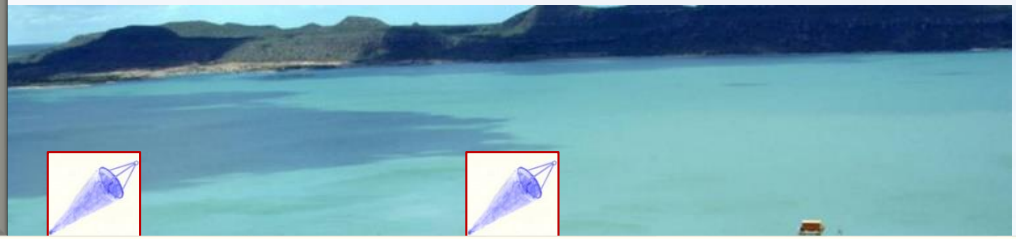
Injuriadas



(Ru 997,
Ca 2007)
-
-
-
-
- In macerações

Possíveis fatores injuriantes (Montante):

- Mortalidade natural;
- Amostragem.



Portanto, a diferença esperada na proporção de larvas injuriadas ou mortas entre as unidades amostrais à montante e à jusante é relativa à passagem descendente pela barreira.

Possíveis fatores injuriantes (Jusante):

- Mortalidade natural;
- Amostragem;
- Passagem descendente.

Pressupostos:

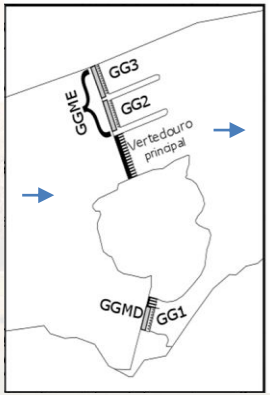
i) Estresse amostral equivalentes entre os pontos amostrais;

ii) Larvas amostradas à jusante são provenientes da montante;

Área de estudo

- **Maior tributário em área, transporte de sedimentos e vazão;**
- **Sexto maior rio do mundo em vazão;**
- **Rota migratória de diversos peixes migradores.**

Usina hidrelétrica Santo Antônio



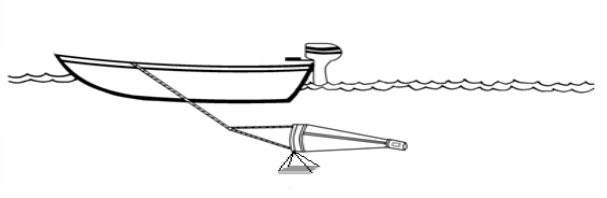
32 turbinas tipo bulbo:

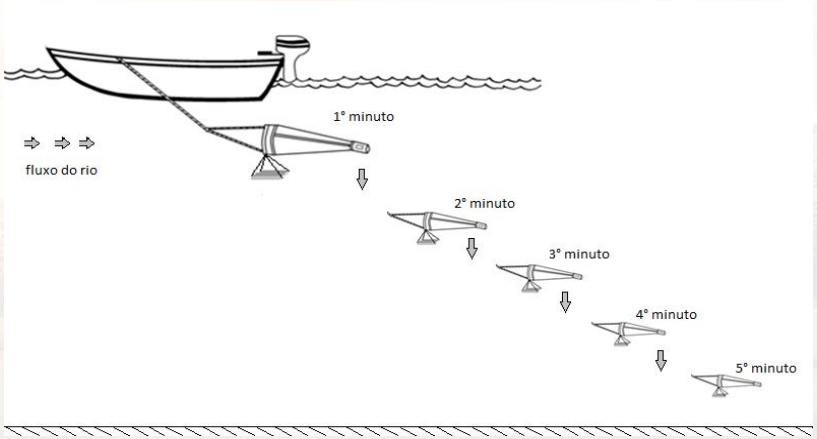
- **8 GG1**
- **12 GG2**
- **12 GG3**
- **GG4: 18 turbinas**

Vertedouros: 18 comportas de segmento.

Coleta de dados

- **Mensalmente de dezembro/2013 a dezembro/2014.**





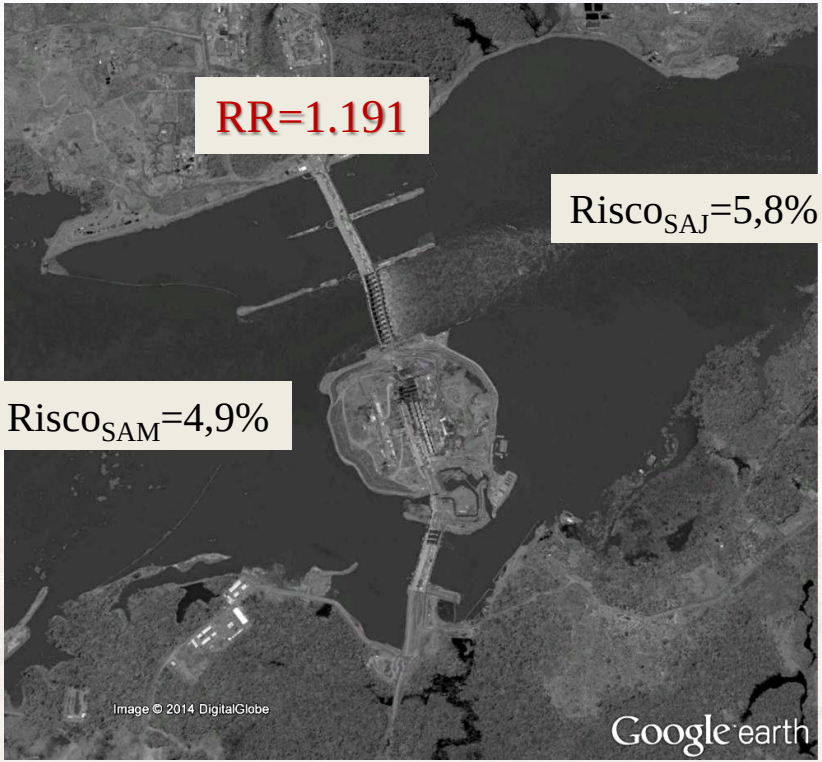
- Margens direita e esquerda e centro do rio/reservatório.
- Subsuperfície, fundo e integrado.

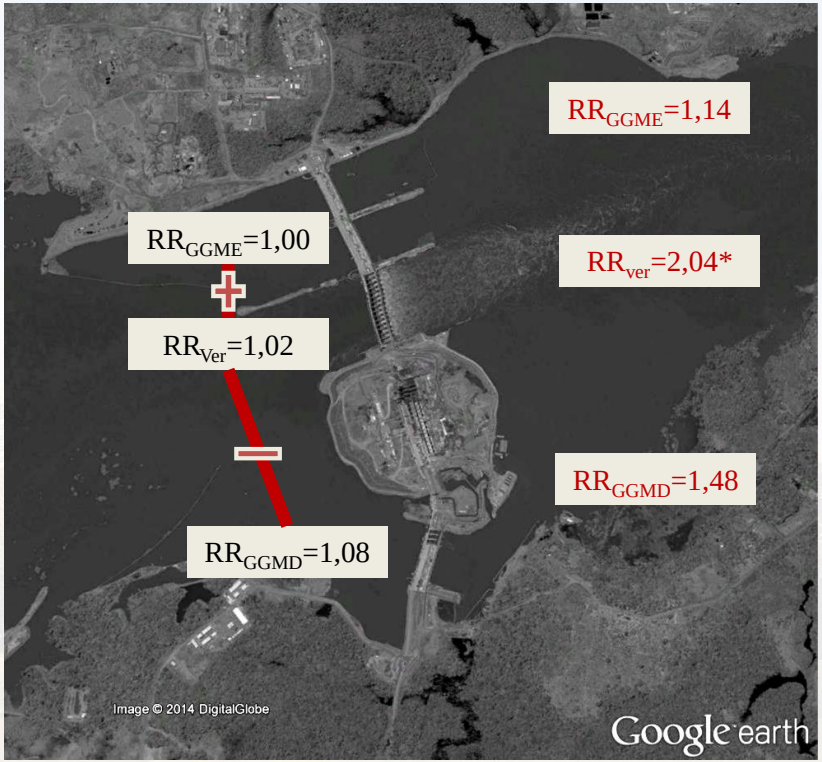
Médias diárias das vazões

Condição das larvas

Presença / Ausência de injúrias

Resultados

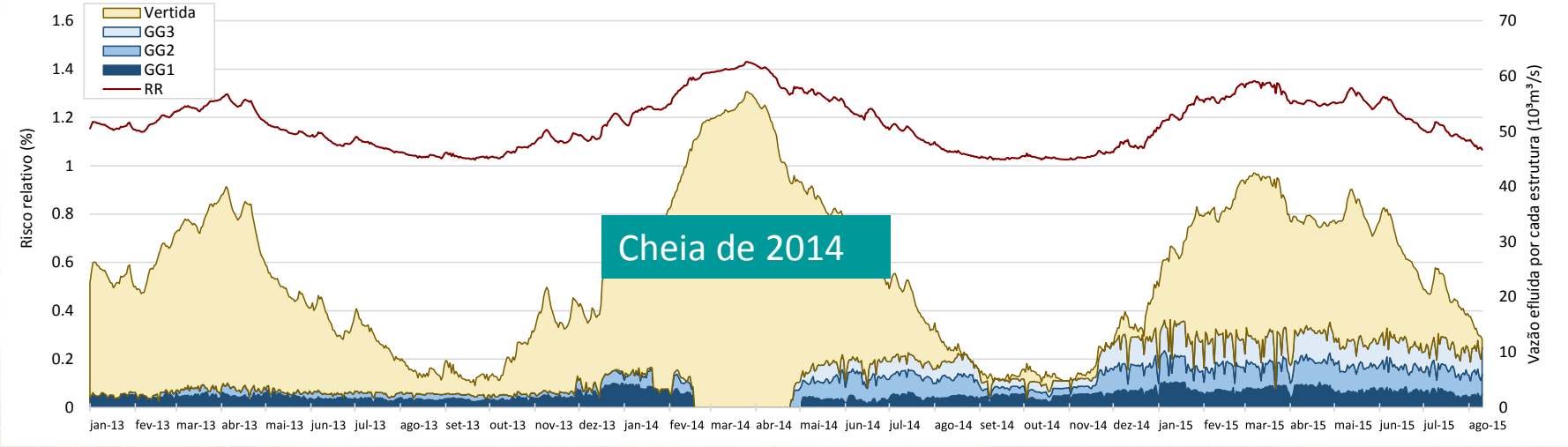




* Vazão vertida de 35 mil m³/s

Resultados

Risco de injúrias relativo à passagem descendente:
variou de 2,4% a 43%, com média de 17,7%

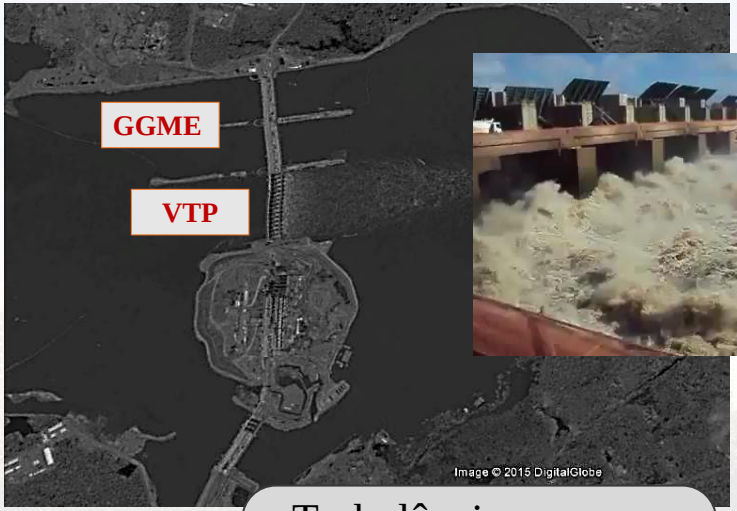


Seca: menores riscos de injúrias
Cheia: maiores riscos de injúrias

Resultados

Afluente	Vazões: Cenário 1 Vertida	Vazões: Cenário 2 GGMD	Vazões: Cenário 2 Vertida	Vazões: Cenário 2 GGME	Riscos de injúrias: SAM	Riscos de injúrias: SAJ_1	Riscos de injúrias: SAJ_2	Riscos Relativos (RR): SAJ_1/SAM	Riscos Relativos (RR): SAJ_2/SAM	Riscos Relativos (RR): SAJ_2/SAJ_1
5	5	0	0	5	0.041	0.045	0.042	1.077	1.019	0.946
10	10	0	0	10	0.043	0.049	0.044	1.159	1.038	0.895
15	15	0.6	0	14.4	0.044	0.055	0.049	1.248	1.105	0.886
20	20	4.8	0.8	14.4	0.045	0.061	0.073	1.344	1.615	1.202
25	25	4.8	5.8	14.4	0.046	0.067	0.105	1.447	2.250	1.555
30	30	4.8	10.8	14.4	0.048	0.074	0.150	1.558	3.135	2.013
35	35	4.8	15.8	14.4	0.049	0.082	0.215	1.677	4.367	2.604
40	40	4.8	20.8	14.4	0.051	0.091	0.308	1.806	6.083	3.369
45	45	4.8	25.8	14.4	0.052	0.101	0.441	1.944	8.474	4.359
50	50	4.8	30.8	14.4	0.054	0.112	0.632	2.093	11.805	5.640

Importância da avaliação *in situ*!



- Turbulência
- Força de cisalhamento

(Ruggles & Murray, 1983, Agostinho *et al.*, 2007a).

Conclusões

- A abordagem proposta possibilita **avaliar *in situ*** a passagem descendente do **ictioplâncton** pelas estruturas hidráulicas da barragem.
- O delineamento amostral proposto é relativamente simples, de fácil execução e baixo custo (Cada *et al*., 1997; Cada *et al*., 2006; Richmond *et al*., 2014).
- Esta proposta permite estudar larvas de peixes, diferentemente dos estudos supracitados que consideram peixes adultos ou juvenis.
- Os resultados gerados pela aplicação desta proposta também podem alimentar os modelos ecohidráulicos, tornando-os mais realísticos e específicos.

Conclusões

A execução sistemática desta proposta em empreendimentos hidrelétricos diversos, de diferentes:

- Tamanhos
- Tipos de turbinas
- Vertedouros
- Bacia de dissipação
- Bacias hidrográficas
- Assembleias de peixes

Incrementará o conhecimento a respeito da passagem descendente de ovos e larvas de peixes por barragens hidrelétricas nos rios neotropicais.

Subsidiará o planejamento dos projetos de implantação e a operação.

XXIV SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica

Diego Corrêa Alves
Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Estatística

(44) 3011-5342

(44) 99852-2427

dcalves@uem.br
dalveszoo@gmail.com