





---

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁG.</b>
<b>1 - JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS .....</b>	<b>0910-3</b>
<b>2 - METODOLOGIA .....</b>	<b>0910-6</b>
<b>2.1 - Estratégia Geral de Amostragem .....</b>	<b>0910-6</b>
2.1.1 - Estações de Amostragem da Ictiofauna .....	0910-6
2.1.2 - Parâmetros de Amostragem.....	0910-9
2.1.3 - Periodicidade das Amostragens .....	0910-9
<b>2.2 - Procedimentos de Amostragem .....</b>	<b>0910-9</b>
2.2.1 - Peixes Adultos.....	0910-9
2.2.2 - Ictioplâncton .....	0910-10
2.2.3 - Indicadores da Condição do Habitat .....	0910-11
<b>2.3 - Análises.....</b>	<b>0910-12</b>
2.3.1 - Abundância e Diversidade.....	0910-12
2.3.2 - Alimentação e Reprodução .....	0910-12
2.3.3 - Ictioplâncton .....	0910-13
2.3.4 - Análise de Metais Pesados .....	0910-14
2.3.5 - Qualidade Ambiental .....	0910-14
<b>2.4 - Ações de Resgate da Ictiofauna .....</b>	<b>0910-16</b>
<b>3 - PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS .....</b>	<b>0910-16</b>
<b>4 - RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO .....</b>	<b>0910-17</b>
<b>5 - CRONOGRAMA FÍSICO.....</b>	<b>0910-18</b>
<b>6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>0910-19</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>0910-22</b>
<b>ANEXO I - MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA</b>	

## 1 - JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

De forma a melhor organizar as atividades previstas no EIA, juntamente com as condicionantes da LP nº 217/2005, o *Programa de Conservação e Monitoramento da Ictiofauna* foi reagrupado nos dois subprogramas abaixo:

- *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna*, agrupando as atividades dos três subprogramas contidos no EIA (Estratégias Reprodutivas e Hábitos Alimentares das Espécies de Peixes, Monitoramento da Qualidade Ambiental e Bioacumulação de Metais Pesados), além de ações para resgate da ictiofauna; e
- *Subprograma de Implementação de Sistema de Transposição de Peixes*.

O presente documento apresenta o *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna*. As estações de amostragem foram significativamente ampliadas em relação ao EIA, para um total de 15 pontos no primeiro ano e 20 nos demais, de maneira a caracterizar os tributários da margem esquerda do rio Paraíba do Sul e atender a condicionante 2.20 da LP nº 217/2005. Foi realizada uma campanha, entre maio e junho de 2006, já considerando essa ampliação na rede de amostragem, cujos resultados estão apresentados no Anexo I. O Subprograma prevê a amostragem de peixes e do ambiente de maneira a se avaliar periodicamente as populações e comunidades, a alimentação, a reprodução, a contaminação por metais pesados e a qualidade dos habitats. Na metodologia também serão apresentadas as ações de resgate da ictiofauna necessárias durante o lançamento das enseadeiras.

Os represamentos, pelo fato de alterarem a dinâmica de um rio, determinam importantes mudanças na composição e estrutura das assembleias de peixes, tanto a montante do barramento, transformando um ambiente lótico em lêntico, como a jusante, onde a vazão pode ser diminuída (caso de trechos que têm parte do fluxo da água desviado). No escopo destas alterações, dois aspectos são de grande importância: as mudanças do ambiente, aí incluídas as condições físicas, químicas e biológicas, e a fragmentação dos habitats. Uma alteração imediata é a interrupção do fluxo migratório de espécies de peixes conhecidas como de piracema, que utilizam as áreas a montante para se reproduzir e as áreas a jusante para se alimentar (WELCOME, 1985). Conhecimento de aspectos da biologia das espécies, como estratégias reprodutivas e hábitos alimentares, são fundamentais para se compreender e acompanhar o processo de ocupação dos peixes nos novos habitats formados, uma vez que estas estratégias estão associadas ao processo de adaptação, manutenção das populações ou colonização dos novos ambientes.

Adicionalmente, o conhecimento das características biológicas das espécies de peixes é imprescindível para a tomada de decisões no sentido de implantação de medidas mitigadoras por empreendimentos que venham a alterar o fluxo natural dos rios. Dentre estas medidas, pode-se citar os sistemas de transposição de peixes que são determinados com base nas características biológicas das espécies que serão objeto de tais medidas mitigadoras.

A implementação de eventuais programas de manejo da ictiofauna na área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico Simplício Queda Única, ou simplesmente AHE Simplício, visando identificar e minimizar os efeitos negativos dos impactos ambientais que serão causados, necessita de acompanhamento dos aspectos da bioecologia dos peixes, antes e após a construção do empreendimento.

Segundo Karr *et al.*, (1986), as assembléias de peixes de um rio são controladas por alguns fatores, como: fluxo do rio, energia, qualidade da água, interações biológicas e estrutura de habitats. Isso significa que se o rio é modificado por barragens, esses fatores serão modificados. Além das alterações diretas provocadas pela barragem em um trecho do rio Paraíba do Sul, sua área de influência não se limitará apenas ao seu canal principal, mas também em drenagens (tributários) que deságuam no canal principal. Tais tributários são fundamentais, pois aumentam a complexidade do ecossistema aquático por servirem como área de abrigo, reprodução, alimentação, além de possuírem habitats bem diferentes daqueles encontrados no canal principal. Tais tributários servem também como entrada de nutrientes para o canal principal.

Segundo Karr *et al.*, (1986), Plafkin *et al.*, (1989) e Barbour *et al.* (1999) existem sete razões para utilizar assembléias de peixes para medir os efeitos de poluentes e fragmentação dos habitats em ambientes aquáticos. 1) estão presentes nos sistemas aquáticos, mesmo aqueles com diferentes níveis de poluição; 2) os diferentes grupos distribuem-se em vários níveis tróficos, podendo ser classificados como: herbívoros, fitófagos, iliófagos, invertívoros, insetívoros, larvófagos, detritívoros, onívoros, piscívoros/carnívoros, etc.; 3) possuem mobilidade, permitindo percorrer distâncias consideráveis e habitats variados, explorando todo o ambiente; 4) possuem ciclo de vida relativamente longo, permitindo a avaliação temporal do ambiente onde vivem; 5) a identificação ao nível de espécie é relativamente fácil, ao contrário dos invertebrados ou algas, que exigem maior treinamento para identificação dos grupos; 6) possuem valor econômico e alimentar, de direto interesse para o homem, apresentando, portanto, um atrativo extra além do objetivo da pesquisa; e 7) são menos dispendiosos do que os métodos bioquímicos comumente utilizados na avaliação da qualidade da água.

Assim, estas comunidades de peixes integram a totalidade de fatores ambientais de um corpo d'água e, portanto, representam uma poderosa ferramenta de avaliação da sua qualidade, de maneira rápida, econômica e compreensiva (PALLER 1996). Uma das formas de mensurar essas relações é a utilização de índices que fundamentam-se basicamente na análise da estrutura da comunidade de peixes, com enfoque da diversidade, abundância e estrutura trófica, utilizados juntamente com os parâmetros físico-químicos tradicionais de qualidade da água e com indicadores da qualidade dos habitats aquáticos.

Essa avaliação torna-se fundamental para o monitoramento da ictiofauna do AHE Simplício, uma vez que os impactos envolvem formação de barreiras, fragmentação dos habitats, alteração na qualidade das águas, alteração nos fluxos de água e nos regimes de vazões, trazendo reflexos diretos sobre as comunidades aquáticas e os peixes.

O monitoramento biológico é essencial para identificar as respostas do ambiente aos impactos causados pela ação antrópica, além de fornecer diretrizes que possam regulamentar o uso dos recursos hídricos, possibilitando o desenvolvimento de

alternativas para minimizar a degradação dos rios e a conservação da biodiversidade (KARR *et al.* 2000).

A deposição de efluentes ou de resíduos contendo espécies metálicas em corpos d'água geram alterações ambientais como a mudança das características da água, redução da biodiversidade e contaminação de organismos vivos. As espécies metálicas presentes no meio líquido, sob as forma de íons ou complexos organometálicos dissolvidos ou como partículas em suspensão, se depositam no leito de sedimentos onde se acumulam, podendo alcançar elevadas concentrações. Essas substâncias e compostos podem se acumular na cadeia trófica e chegar aos seres humanos. A intoxicação por metais pesados provoca quadros clínicos específicos e sintomas próprios que interferem nos processos biológicos.

Os organismos aquáticos são capazes de concentrar metais pesados em níveis de várias ordens de grandeza, superiores às concentrações encontradas na água, sendo por isso responsáveis por grande parte da dinâmica destes poluentes no ambiente. Assim, avaliar eventuais níveis de bio-acumulação no pescado vem sendo utilizado como uma importante ferramenta para monitorar a poluição aquática, pois os peixes são o elo mais imediato de transferência para o homem.

A área à montante de influência do AHE de Simplício, tanto do canal principal do rio Paraíba do Sul, onde situa-se o parque industrial de Volta Redonda, como do rio Paraibuna, onde localiza-se o pólo industrial de Juiz de Fora, e do rio Piabanha, onde localiza-se o município de Petrópolis, apresentam potencialidade de poluição do sistema com metais pesados.

Este subprograma tem como objetivo geral avaliar os impactos do AHE Simplício sobre a ictiofauna de sua área de influência. São objetivos específicos:

- tomar amostras da ictiofauna antes, durante e depois das interferências do empreendimento sobre o rio Paraíba do Sul e tributários;
- caracterizar o comportamento reprodutivo das espécies migradoras e outras espécies abundantes;
- detectar as áreas de desova e crescimento inicial de relevância;
- monitorar o ictioplâncton;
- determinar o hábito alimentar das espécies de peixes mais abundantes;
- avaliar a qualidade ambiental do trecho estudado;
- promover o resgate dos exemplares aprisionados pelas ensecadeiras e respectiva soltura dos mesmos em locais adequados, quando possível;
- avaliar eventuais níveis de bio-acumulação de metais pesados no pescado; e
- permitir a geração de informações científicas.

## 2 - METODOLOGIA

### 2.1 - Estratégia Geral de Amostragem

#### 2.1.1 - Estações de Amostragem da Ictiofauna

Para o monitoramento da ictiofauna está sendo prevista uma rede de estações que permite avaliar as alterações nas comunidades de peixes decorrentes da implantação do empreendimento.

Serão amostrados um total de 20 sítios, conforme Quadro 2.1 e Figura 2.1. Os pontos selecionados deverão ser fixos, de maneira a permitir comparações entre os diferentes períodos de amostragem. Esses pontos também buscam ser coincidentes com a rede de monitoramento prevista no *Subprograma de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água*. Entretanto, alguns ajustes poderão ocorrer entre a fase anterior e a fase posterior ao enchimento dos reservatórios. Outros ajustes também poderão ocorrer à medida que os resultados das campanhas forem sendo consolidados.

A rede de amostragem aqui proposta procura ser coincidente com os pontos amostrados durante o EIA e com os pontos amostrados para o presente PBA, conforme consta no Anexo I, que inclui, conforme exigência da condicionante 2.20 da LP nº 217/2005, pontos da amostragem nos riachos afluentes formadores dos reservatórios acessórios da margem esquerda do rio Paraíba do Sul e pontos a montante, a jusante e nos reservatórios construídos. Assim, serão amostrados os diversos compartimentos sob influência do AHE Simplício, a saber:

- rio Paraíba do Sul nos seus diversos trechos: a montante da barragem de Anta, no trecho de vazão reduzida e após a restituição das águas pelo canal de fuga em Simplício;
- grandes tributários a montante, representados pelos rios Paraibuna e Piabanha;
- pequenos tributários da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, sob influência do circuito de adução, cujas drenagens serão barradas por diques.

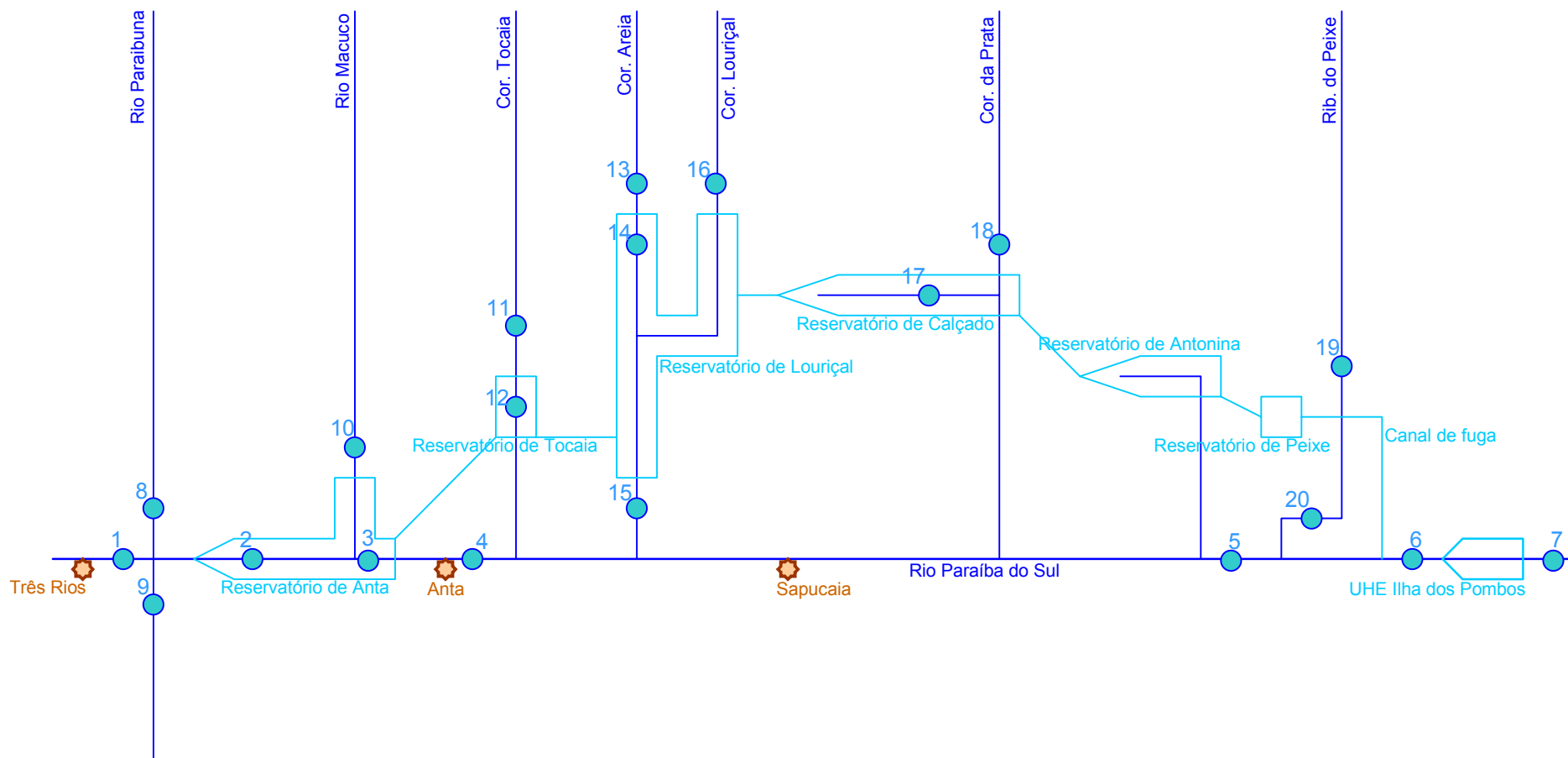
O monitoramento será dividido em duas fases, uma anterior ao enchimento dos reservatórios, onde estão previstas quinze estações de amostragem, e a outra após a formação dos reservatórios, quando serão monitoradas 20 estações (Quadro 2.1 e Figura 2.1).

**QUADRO 2.1**  
**PONTOS DE AMOSTRAGEM E PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA**

COMPARTIMENTO	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	FASE <sup>1</sup>		PARÂMETROS <sup>2</sup>				
		PRÉ	PÓS	ABUND. E DIV.	BIOLÓGICOS	ICTIO-PLÂNC.	METAIS	QUAL. AMB.
Rio Paraíba do Sul	1. Montante do encontro dos três rios	X	X	B	T	T	S	S
	2. Região do reservatório de Anta no trecho lótico	X	X	B	T	T	S	S
	3. Região do reservatório de Anta próximo à barragem	...	X	...	...	...	...	...
	4. TVR a jusante da cidade de Anta	X	X	B	T	...	S	S
	5. TVR a jusante da cidade de Sapucaia	X	X	B	T	...	S	S
	6. Jusante do canal de fuga em Simplício	X	X	B	T	T	S	S
	7. Jusante da UHE Ilha dos Pombos	...	X	B	T	T	S	S
Grandes tributários a montante	8. Rio Paraibuna	X	X	B	T	T	S	S
	9. Rio Piabanha	X	X	B	T	T	S	S
Pequenos tributários da margem esquerda	10. Rio Macuco a montante do reservatório de Anta	X	X	B	T	T	...	S
	11. Córrego da Tocaia a montante do reservatório de Tocaia	X	X	T	T	T	...	S
	12. Córrego da Tocaia dentro do reservatório de Tocaia	...	X	T	T	...	...	S
	13. Córrego Areia a montante do reservatório Louriçal	X	X	T	T	...	S	S
	14. Córrego Areia dentro do reservatório de Louriçal	...	X	T	T	T	S	S
	15. Córrego Louriçal a jusante do dique	...	X	...	...	...	...	...
	16. Córrego Louriçal a montante do reservatório de Louriçal	X	X	T	T	...	...	S
	17. Córrego Estaca dentro do reservatório de Calçado	X	X	T	T	...	...	S
	18. Córrego da Prata a montante do reservatório de Calçado	X	X	T	T	...	...	S
	19. Ribeirão do Peixe a montante do canal de fuga	X	X	T	T	T	...	S
	20. Ribeirão do Peixe a jusante do canal de fuga	X	X	T	T	...	...	S

NOTAS: <sup>1</sup> FASE: PRÉ = Pré-enchimento; PÓS: Pós-enchimento. <sup>2</sup> PARÂMETROS: ABUND. E DIV. = abundância, riqueza, diversidade, equitabilidade e similaridade de espécies; BIOLÓGICOS: alimentação (amostra de estômagos) e reprodução (amostra de gônadas); ICTIOPLÂNC. = densidade de ovos e larva; METAIS: Análises de metais pesados; QUAL. AMB.: Qualidade ambiental medida pelo índice de integridade biótica; B = coletas bimestrais; T = coletas trimestrais; S = coletas semestrais.




**FIGURA 2.1**
**DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM PROPOSTOS PARA O MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA**

### 2.1.2 - Parâmetros de Amostragem

Os parâmetros a serem tomados nas estações definidas acima são agrupados em:

- parâmetros abundância e diversidade (riqueza, diversidade, equitabilidade e similaridade), que permitirão responder a perguntas básicas, como quais espécies estão presentes em cada local e em que quantidades;
- dados biológicos de alimentação, por meio da análise de amostras de estômagos, e reprodução, por meio de análise das gônadas dos peixes, que permitirão inferir sobre o que os peixes comem e qual a época de reprodução;
- ictioplâncton, cujos dados de densidade de ovos e larvas, conjugados com a análise das gônadas, permitirão inferir em quais locais os peixes estão desovando e se desenvolvendo;
- indicadores de contaminação do pescado por metais pesados, cujos resultados, aliados aos dados do *Subprograma de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água*, permitirão avaliar a possibilidade de contaminação da cadeia alimentar, incluindo o homem;
- qualidade ambiental, tomada pela avaliação de componentes do habitat, o que permitirá avaliar a integridade biótica da ictiofauna.

### 2.1.3 - Periodicidade das Amostragens

O *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna* será dividido em duas fases, uma com duração de um ano, com início após a obtenção da Licença de Instalação, e outra com duração de quatro anos, que deverá iniciar a partir do enchimento do reservatório de Anta. As amostragens estão previstas para serem tomadas a cada dois ou três meses, exceto as análises de metais pesados que deverão ser realizadas a cada seis meses. As datas de amostragem poderão sofrer ajustes para, propositalmente, coincidir e concentrar esforços durante marcos das obras que causam impactos aos ecossistemas aquáticos, como o lançamento de ensecadeiras, o desvio do rio e o enchimento dos reservatórios.

A partir do primeiro ano de operação, deverá ser reavaliada, a cada ano, com base na consolidação dos resultados dos anos anteriores, a necessidade de manutenção dessa periodicidade ou da manutenção de todos os parâmetros e estações de amostragem. O Subprograma está previsto para durar cinco anos.

## 2.2 - Procedimentos de Amostragem

### 2.2.1 - Peixes Adultos

Os peixes serão coletados com equipamentos convencionais de pesca (tarrafa, peneira, picaré, pesca elétrica e redes de espera), visando coletas quantitativas e qualitativas. O

esforço amostral para as coletas quantitativas deverá ser será padronizado, tal como nas coletas realizadas para o EIA e nos levantamentos realizados para o presente PBA (Anexo I), visando comparações espaciais e temporais.

Parte dos peixes coletados terão órgãos e tecidos retirados e encaminhados para análises de alimentação, reprodução e contaminação por metais pesados, como será descrito adiante. Os espécimes serão fixados em formol a 10%, conservados em álcool 70% e depositados em coleções de referência, tais como as do museu do Laboratório de Ecologia de Peixes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e o Museu Nacional do Rio de Janeiro, onde já estão depositados os espécimes coletados no EIA e no presente PBA. Todas as coletas deverão ser realizadas mediante licença a ser emitida pelo IBAMA.

O esforço amostral será padronizado, visando comparações espaciais e temporais, para os três diferentes tipos de ambientes, conforme descrito abaixo:

- **Riachos** – As amostragens serão feitas em cada sítio, em uma extensão de aproximadamente 100 m, onde serão realizadas 20 tarrafadas (diâmetro de 3 m e malhas de 2 cm a 3 cm), 20 peneiradas (diâmetro de 80 cm e malha de 1 mm), dois cercos de picaré (10 m de comprimento e altura de 2 m e 5 m entre-nós) e aproximadamente uma hora de pesca elétrica;
- **Grandes rios** (rios Paraíba do Sul, Paraíba e Piabanha) – O tamanho do sítio varia entre 700 m e 1 000 m. As redes, em pares (uma malha pequena e uma malha grande) serão colocadas em margens alternadas do rio, a uma distância de aproximadamente 100 m, visando cobrir todos os microhabitats no trecho de amostragem. Serão utilizadas 22 redes de malha variando entre 2,5 a 7,5 cm e comprimento entre 30 a 50 m. O esforço será determinado como o número total de peixes / 100 m<sup>2</sup> de redes / 12 horas, que será somado ao número de peixes em 50 lances de tarrafas em horários alternados e 50 lances de peneiras;
- **Reservatórios** – O tamanho do sítio compreende uma área de cerca de 1 ha nas proximidades da margem onde as redes serão utilizadas. As redes, em pares (uma malha pequena e uma malha grande), serão colocadas ao longo das margens, a uma distância de aproximadamente 100 m, visando cobrir todos os microhabitats no trecho de amostragem. Serão utilizadas 22 redes de malha variando entre 2,5 a 7,5 cm e comprimento entre 50 a 70 m. Em cada sítio também serão realizadas cinco repetições de 20 tarrafadas (com diâmetro de 3 m e malhas de 2 cm a 3 cm) e 20 peneiradas (com diâmetro de 80 cm e malha de 1 mm). O esforço será determinado como o número total de peixes / 100 m<sup>2</sup> de redes / 12 horas, que será somado ao número de peixes em 50 lances de tarrafas em horários alternados e 50 lances de peneiras.

### 2.2.2 - Ictioplâncton

Estudos sobre distribuição e abundância do ictioplâncton (ovos e larvas) são de extrema importância na determinação dos períodos e locais de desova, tornando-se assim, fundamentais tanto para a taxonomia como para a ecologia das espécies. Estes estudos

requerem uma abrangência espacial de amostragem que inclua uma rede de amostragem adequada para a captura dos menores ovos, dados do volume de água filtrada ou um tempo de amostragem padronizada, georreferenciação dos pontos amostrados, como também a caracterização fisiográfica da área e os parâmetros físicos e químicos da água. Estas informações indicarão as áreas de desova e permitirão a identificação das mais relevantes (NAKATANI *et al.*, 2001).

Nas estações de amostragem serão realizadas as coletas em remansos e locais mais protegidos, onde possam estar ocorrendo desovas e desenvolvimento inicial das formas jovens de peixes. Serão utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, com malha 0,5mm, arrastadas na superfície da água, e fluxômetro acoplado à boca para a obtenção do volume de água filtrada.

No rio (ambiente lótico), as redes serão fixadas a um cabo estendido perpendicularmente à superfície da água, sendo três redes de superfície (margens esquerda e direita e centro do rio) e uma de fundo, todas expostas por 10 minutos. Nos lagos formados (ambientes lênticos), as redes serão arrastadas na superfície e fundo, por 10 minutos. As amostras serão preservadas em formalina 4 %, tamponada com carbonato de cálcio (1g de  $\text{CaCO}_3$  para 1 000 ml de solução de formalina).

### 2.2.3 - Indicadores da Condição do Habitat

Para avaliar a estrutura dos habitats físicos dos riachos e do canal principal do rio Paraíba do Sul, na Área de Influência do AHE de Simplício, serão feitas observações da diversidade de habitats e/ou abrigos, tipos de substrato e proporções dos mesmos, condições da margem, profundidade, volume e fluxo, observações e estimativas. A quantificação deste tipo de alteração permitirá avaliar a relação entre alteração física e integridade da biota. Por ser uma alteração exclusivamente física é um dado que não é incluído na avaliação qualidade química da água, prevista no *Subprograma de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água*. Os atributos e notas da condição de habitat podem ser avaliados de acordo com os seguintes itens:

- **Cobertura vegetal e abrigos:** A existência de cobertura vegetal e a presença de abrigos associados ao leito do rio são um indicador de boa qualidade ambiental, propiciando o aumento da diversidade e de alimentação para a biota. As quantificações destes parâmetros serão feitas de maneira variada e normalmente baseadas em observações de campo. A cobertura vegetal está relacionada à vegetação ciliar e aquática (macrófitas) presentes, ausentes ou muito pouco representadas em cada localidade. Os abrigos se referem, como sugerem Belliard *et al.* (1999), às raízes, pedras e troncos que possam gerar diferentes circulações de água e serve como esconderijos para espécies de pequeno porte e formas jovens;
- **Diversidade de substrato:** Num rio em boas condições ambientais é de se esperar que o substrato seja diverso. Serão feitas avaliações dos substratos ao longo dos corpos d'água para quantificar a diversidade de substrato. A partir daí, infere-se a diversidade ideal de substratos;

- **Condições da margem:** Este atributo também será avaliado através de observações diretas ao longo do rio. Este atributo será utilizado por ser um importante avaliador do processo de erosão do rio;
- **Influência antrópica direta:** A influencia antrópica será avaliada a partir de observações de campo (visíveis ao entorno do rio ou riacho estudado) da presença de indústrias (com lançamentos de efluentes industriais), área urbana (com lançamentos de esgoto doméstico), atividades de agricultura, pastagens e etc., os quais serão quantificados em valores de porcentagem;
- **Características do rio:** A diversidade de microhabitats (rápidos, corredeiras e remansos) indica a maior heterogeneidade de rios e riachos. Áreas caracterizadas por rápidos, corredeiras e remansos são características da maior qualidade de habitats e diversidade de fauna. Ambientes aquáticos, quando mais homogêneos, apresentam ausência de determinadas espécies indicadoras de tais microhabitats, que não são encontrados;
- **Volume e Nível de Fluxo:** A profundidade é um parâmetro de importância para a diversidade de habitats. Quando em trechos amostrados o nível da água é baixo, diversos abrigos encontrados no local são expostos, e assim se reduz a área de bons habitats.

Os indicadores para avaliação da qualidade do macrohabitat serão tomados dos estudos de uso e ocupação do solo realizados no EIA. As diferentes classes de uso e ocupação do solo serão estimadas em termos de área e relacionadas aos indicadores de qualidade ambiental.

## 2.3 - Análises

### 2.3.1 - Abundância e Diversidade

Serão montadas matrizes de espécies x estação de amostragem, de maneira a extrair os dados de abundância e diversidade. A diversidade das comunidades de peixes será quantificada por meio dos índices de riqueza, diversidade, equitabilidade e similaridade. De forma complementar, serão realizadas análises multivariadas, permitindo uma leitura rápida e objetiva da similaridade entre as comunidades. As matrizes de espécies ainda poderão ser analisadas conjuntamente com a matriz dos dados de qualidade ambiental, permitindo inferir quais variáveis ambientais são mais importantes na determinação das comunidades de peixes e que merecem mais atenção nas ações de manejo futuras.

### 2.3.2 - Alimentação e Reprodução

Os estômagos analisados deverão ter seu grau de enchimento estimado em cheio (totalmente cheio), semi-cheio (muito conteúdo), com conteúdo (presença de conteúdo) e vazio (sem conteúdo), sendo classificados visualmente. O conteúdo estomacal será analisado e classificado com base na literatura disponível e com o auxílio de especialistas, procurando chegar ao nível taxonômico mais baixo possível.

Deverão ser utilizados os métodos tradicionais de Frequência de Ocorrência - FO, Número - FN e Peso - FP. Para interpretar a informação de um índice aplicado em biologia, amenizando possíveis discrepâncias das frequências quando analisadas separadamente, Pinkas *et al.* (1971), propuseram o cálculo do Índice de Importância Relativa - IIR, onde: [ IIR= (FN+FV) x FO].

A amplitude do nicho trófico deverá ser determinada de acordo com o Índice Estandartizado de Levin e a sobreposição alimentar entre as duas espécies será feita através do Índice Simplificado de Morisita (KREBS, 1985).

As análises reprodutivas visam apresentar o ciclo reprodutivo de cada espécie, indicando o tamanho da primeira maturação, o tipo e a(s) época(s) de desova, a fecundidade total e relativa, o comportamento reprodutivo e a relação gonadossomática.

As gônadas deverão ser pesadas com precisão de 0,01 g e medidas com precisão de 0,1 mm. A classificação macroscópica dos estádios de maturação das gônadas será feita com base na coloração, intensidade de irrigação vascular, turgidez e proporção de ocupação da cavidade celomática. Para os ovários também serão consideradas a forma, bem como o grau de visualização, coloração e tamanho dos ovócitos (VAZZOLER, 1996).

Análise histológica deverá ser efetuada para o detalhamento de aspectos reprodutivos ou para a confirmação da classificação macroscópica. Para a análise microscópica, deverão ser coletados fragmentos de gônadas de alguns exemplares, os quais serão fixados em líquido de Bouin e conservados em álcool 700 GL, após 24 horas, para posterior processamento histológico. Deverão ser alvo de estudos histológicos aquelas espécies mais abundantes.

A Relação Gonadossomática - RGS deverá ser avaliada através da aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{RGS} = \text{PG} / \text{PC} \times 100$$

Onde:

- PG = peso da gônada;
- PC = peso corporal

### 2.3.3 - Ictioplâncton

O material coletado será encaminhado ao laboratório, onde os ovos e larvas de peixes serão separados do restante do plâncton e de detritos sob microscópio estereoscópio, sobre placa do tipo Bogorov. A identificação dos ovos e larvas será feita nos níveis genéricos e específicos, mediante análise morfométrica e merística utilizando chaves e ilustrações publicadas na literatura especializada. A abundância dos organismos capturados será padronizada para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada, de acordo com Tanaka (1973), modificado por Nakatani (1994).

#### 2.3.4 - Análise de Metais Pesados

A deposição de efluentes ou de resíduos contendo espécies metálicas em corpos d'água geram alterações ambientais, como a mudança das características da água, redução da biodiversidade e contaminação de organismos vivos. As espécies metálicas presentes no meio líquido, sob as forma de íons ou complexos organometálicos dissolvidos ou como partículas em suspensão, se depositam no leito de sedimentos onde se acumulam podendo alcançar elevadas concentrações. Essas substâncias e compostos podem se acumular na cadeia trófica e chegar aos seres humanos. A intoxicação por metais pesados provoca quadros clínicos específicos e sintomas próprios que interferem nos processos biológicos.

Os organismos aquáticos são capazes de concentrar metais pesados em níveis de várias ordens de grandeza, superiores às concentrações encontradas na água, sendo por isso responsáveis por grande parte da dinâmica destes poluentes no ambiente. Assim, avaliar eventuais níveis de bio-acumulação no pescado vem sendo utilizada como uma importante ferramenta para monitorar a poluição aquática, pois os peixes são o elo mais imediato de transferência para o homem.

A área de influência a montante do AHE de Simplício, tanto do canal principal do rio Paraíba do Sul, onde situa-se o parque industrial de Volta Redonda, como do rio Paraibuna, onde localiza-se o pólo industrial de Juiz de Fora, e do rio Piabanha, onde localiza-se o município de Petrópolis, apresenta potencialidade de poluição do sistema com metais pesados.

Os metais pesados a serem analisados nos tecidos de peixes serão os mesmo analisados na água, conforme o *Subprograma de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água*, ou seja: Cádmiu, Cromo Total, Cobre, Chumbo, Ferro e Mercúrio. Serão utilizadas para as análises duas espécies de peixes de diferentes níveis tróficos e amplamente consumidos pela população local.

Para as amostras de peixes, as estruturas (fígado e músculos) serão retiradas e acondicionadas em potes de polietileno e identificadas de acordo com a espécie e local coletado. Posteriormente as amostras serão encaminhadas para o laboratório. As análises dos músculos serão usadas para investigar possível transporte de metais pesados para a população humana via consumo de peixes, enquanto as análises dos fígados serão usadas para determinar recente acúmulo de metais.

#### 2.3.5 - Qualidade Ambiental

Índices para avaliação da qualidade dos habitats foram desenvolvidos e têm sido incorporados no monitoramento de várias agências de proteção ambiental através dos Protocolos de Avaliações Rápidas (RANKIN, 1995; PLAFKIN *et al.*, 1989; BARBOUR *et al.*, 1999). O tipo de substrato, o volume de poças inundáveis e de remansos e a complexidade de habitat são proximamente associados à composição e estrutura das comunidades de peixes (ANGERMEIER & KARR, 1983; JONES *et al.*, 1999). Também a importância da sazonalidade, com períodos de seca e de cheia, determina a disponibilidade de habitats e a estrutura da comunidade de peixes.

Em uma escala mais ampla, a geomorfologia fluvial e a hidrologia são duas importantes variáveis regionais que influenciam a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, com a primeira representando a expressão espacial e compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica; e a segunda, considerando os fluxos e o escoamento dos rios, sendo determinantes dos habitats (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Bunn & Arthington (2002) listaram quatro princípios para o entendimento da importância dos mecanismos que unem hidrologia e biodiversidade aquática:

- O fluxo é o maior determinante do habitat físico em rios, que por sua vez é o maior determinante da composição biótica;
- Espécies aquáticas têm suas estratégias de sobrevivência diretamente ligadas ao regime natural de fluxo;
- A manutenção dos padrões naturais (conectividade longitudinal e lateral) é essencial para a viabilidade das populações de muitas espécies ribeirinhas; e
- A invasão e o sucesso de espécies exóticas em rios são facilitados pela alteração do regime de fluxo.

Também os usos da terra por florestas, agricultura, área urbana e zonas inundadas têm sido associadas a características do habitat local e à condição ambiental (LAMMERT & ALLAN, 1999). Na determinação destas relações estão as bases para o monitoramento e o manejo dos ecossistemas aquáticos, principalmente os lóticos.

Um dos índices utilizados, e que poderá ser ajustado para o monitoramento da qualidade ambiental dos habitats aquáticos sob influência do AHE Simplício, é o Índice de Integridade Biótica - IBI. Esse índice fundamenta-se basicamente na análise da estrutura da comunidade de peixes, com enfoque da diversidade, abundância e estrutura trófica, e é hoje utilizado juntamente com os parâmetros físico-químicos tradicionais, na definição dos Objetivos/Padrões de qualidade da água em vários estados dos EUA monitorados pela EPA (*Environmental Protection Agency*) (FAUSCH *et al.*, 1984), tendo sido adaptado para outros países, como o Canadá (STEEDMAN, 1988), Europa (OBERDORFF & HUGHES, 1992), África (HUGUENY *et al.*, 1996) e Austrália (HARRIS, 1995).

No Brasil, este índice foi adaptado pela primeira vez para o rio Paraíba do Sul por Araújo (1998) e recentemente esse método foi aplicado no EIA, no presente PBA e por Pinto *et al.* (2006), para avaliar a qualidade ambiental do trecho médio inferior do rio Paraíba do Sul. Os resultados indicam uma qualidade moderadamente degradada na área de influência do AHE de Simplício.

Tal índice necessitará ser adaptado para a região dos lagos a serem formados e para o trecho cuja água será desviada. Os indicadores da condição do habitat também necessitam ser adaptados para as novas condições a serem formadas.



## 2.4 - Ações de Resgate da Ictiofauna

Durante o lançamento das ensecadeiras para o desvio do rio, a equipe de monitoramento realizará ações específicas de resgate dos peixes que porventura fiquem presos nas poças dessa área das obras. Será estabelecido um posto de apoio provisório para as operações, durante o desenvolvimento das atividades na implantação das ensecadeiras, composta de um galpão aberto de 5x10 metros de área, construção rústica e caráter provisório. Contará com uma bancada para o desenvolvimento de atividades de análises zootécnicas e seletividade dos lotes. Apresentará ainda seis caixas d'água de 1 000 litros para o transporte e armazenamento temporário de exemplares, além de aeradores e outros materiais e equipamentos necessários aos procedimentos de salvamento.

Os peixes recolhidos ao longo da operação de resgate terão dois destinos: translocação para o trecho de montante da ensecadeira e coleções científicas de instituições reconhecidas. Desta forma, a equipe envolvida no programa deverá ser dividida de forma a atender a seletividade e o destino dos lotes resgatados. Dois grupos serão formados: o primeiro direcionado a atividade de resgate, propriamente dita e outro de apoio em terra.

Para capturar os peixes aprisionados com a construção das ensecadeiras serão adotadas diferentes artes de pesca, utilizando instrumentos diversos, tais como: tarrafas com malhas de 2, 4 e 6 cm, redes de arrasto com malha de 12 mm, peneiras com malha de 2 mm e puçás. No primeiro momento do resgate deve-se utilizar as tarrafas de maior malha para capturar os indivíduos de maiores tamanhos, reduzindo a malha a medida que os peixes forem diminuindo suas dimensões, esta medida evita danos desnecessários às redes e tarrafas. No decorrer do salvamento deve-se dar prioridade a utilização da técnica de rede de arrasto, com a finalidade de reduzir o número de óbitos dos indivíduos aprisionados entre as malhas da rede.

O salvamento tem que ser realizado no menor tempo possível e, no máximo, em uma semana. A atividade contará com duas caminhonetes para o transporte do rio para a base e da base para o destino final.

No posto de apoio, os técnicos analisarão os indivíduos e espécies de interesse e realizarão a seletividade dos indivíduos ainda na caminhonete. As espécies destinadas à devolução ao rio permanecerão na caminhonete, evitando remoções desnecessárias.

Os peixes devolvidos serão dispostos cuidadosamente abaixo da ensecadeira de jusante e de montante em pontos selecionados previamente, preferencialmente longe das obras.

## 3 - PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS

Para a execução do monitoramento, todas as coletas deverão ser previamente autorizadas pelo IBAMA.

As estações de amostragem propostas no presente Subprograma foram significativamente ampliadas em relação ao EIA e a campanha realizada entre maio e junho de 2006, já considerou essa ampliação na rede de amostragem. Assim, o presente

documento busca atender às condicionantes 2.3 e 2.20 da LP nº 217/2005, abaixo transcritas:

“2.3 Detalhar todos os programas ambientais propostos nos estudos ambientais e os determinados pelo IBAMA, apresentando metodologia, responsável técnico e cronograma físico de implantação.”

“2.20 Incluir, nos Programas de Monitoramento de Ecossistemas Aquáticos e da Ictiofauna, na fase de construção e enchimento, novos pontos de amostragem nos riachos afluentes formadores dos reservatórios acessórios da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, e na fase de operação, novos pontos a montante, a jusante e nos reservatórios construídos.”

#### **4 - RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO**

A responsabilidade pelo Subprograma é de FURNAS.



## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, N. S., RONDORF, D. W., EVANS, S. D. & KELLY, J. E. Effects of surgically and gastrically implanted radio transmitters on growth and feeding behavior of juvenile Chinook salmon. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, v. 127, n. 1, p. 128-13, 1998.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Applying an index of biotic integrity based on stream-fish communities: considerations in sampling and interpretation. *North American Journal of Fisheries Management*, v. 6, p. 418 – 429, 1986.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira Biologia*, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.

BAGENAL, T. B. & BRAUM, E. Eggs and early life history. In: Bagenal, T. B. (Ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. 3rd. Edition Oxford: Blackwell Scientific, Cap.7, p. 165-201 (IBP Handbook, no. 3), 1978.

BARBOUR, M. T., J. GERRITSEN, B. D. SNYDER & J. B. STRIBLING. *Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*, 2nd. Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Washington, D.C: Environmental Protection Agency; Office of Water, 1999.

BELLIARD, J., R. B. THOMAS & D. MONNIER. Fish communities and river alteration in the Seine Basin and nearby coastal streams. *Hydrobiologia*, v. 400, p. 155-166, 1999.

BUNN, S.E. & ARTHINGTON, A.H. Basic Principles and Ecological Consequences Of Altered Flow Regimes For Aquatic Biodiversity. *Environmental Management*, v. 30, n. 4, p. 92-507, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2a. Edição, São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FAUSCH, K. D., J. R. KARR & P. R. YANT. Regional application of an index of biotic integrity based on stream fish communities. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 113, p. 39-55, 1984.

HAHN, L. Telemetria na pesquisa de peixes em debate. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, n. 79, p. 9, junho de 2005.

HARRIS, J. H. The use of fish in ecological assessment. *Australian Journal of Ecology*, v. 20, p. 65-80, 1995.

HUGUENY, B., S. CAMARA, B. SAMOURA & M. MAGASSOUBA. Applying an index of biotic integrity based on fish assemblages in a West African river. *Hydrobiologia*, v. 331, p. 71-78, 1996.

JONES, E. B. D., HELFMAN, G. S., HARPER, J. O. & BOLSTAD, P. V. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in southern Appalachian streams. *Conservation Biology*, v. 13, p. 1454–1465, 1999.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, v. 6, n. 6, p. 21-27, 1981.

KARR, J. R., D. ALLAN & A. C. BENKE. River conservation in the United States and Canada: Science, Policy, and Practice. In: BOON, P. J., B. R. DAVIS & G. E. PETTS (eds.). *Global Perspectives on River Conservation: Science, Policy, and Practice*, Chichester: 35 p. 2000, John Wiley., 2000.

KARR, J. R., K. D. FAUSCH, P. L. ANGERMEIER, P. R. YANT & I. J. SCHLOSSER. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. *Illinois Natural History Survey Special Publication*, n. 5, 1986. 28 pp

KREBS, C. J. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and abundance*. Third Edition. New York: Harper & Row, Publishers, 1985, Inc. 800p.

LAMMERT, M. & ALLAN, J.D. Environmental Auditing :Assessing Biotic Integrity of streams: Ef-fecs of scale in measuring the influence of land use/ cover and habitat structure on fish and macro-invertebrates. *Environmental Management*, v. 23, n. 2, p. 257-270, 1999.

MUHAR, S.; SCHWARZ, M.; SCHMUTZ, S. JUNGWIRTH, M. Identification of rivers with high and good habitat quality: methodological approach and applications in Austria. *Hydrobiologia*, v. 422/423, p. 343-358, 2000.

NAKATANI, K. Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipu (rio Paraná - Brasil): levantamento das áreas de desova. 254 f., il. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba: VFRR, 1994.

NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A, BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: EDUEM, 2001, 378 pp.

NIELSEN, L. A. *Methods of Marking Fish and Shellfish*. American Fisheries Society Special Publication, n. 23, 1992.

OBERDORFF, T. & R. M. HUGHES. Modification of an Index of Biotic Integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia*, v. 228, p. 117-130, 1992.

PALLER M. H. Use of Fish Communities to Assess Environmental Impacts in South Carolina Coastal Plain Streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 125, n. 5, p. 633-644, 1996.

PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S. & IVERSON, I. L. K. Foods habitats of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. *Calif. Fish Game*, v. 152, p. 1-105, 1971.

PINTO, B. C. T.; ARAÚJO, F. G.; HUGHES, R. M. Effects of landscape and riparian condition on a fish index of biotic integrity in a large southeastern Brazil river. *Hydrobiologia*, v. 556, p. 69-83, 2006.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish. EPA/444/4-89-001. U. S., Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1989.

RANKIN, E. D. Habitat indices in water resource quality assessments. In: DAVIS, W. S.; SIMON, Th. P. (Eds.). Biological Assessments and Criteria. Tools for Water Resource Planning and Decision Making. Lewis Publishers: Boca Raton. London, Tokyo. p. 181-208, 1995.

STEEDMAN, R. J. Modification and assessment of an index of biotic integrity to quantify stream quality in southern Ontario. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 45, p. 492-501, 1988.

TANAKA, S. Stock assessment by means of ecythyoplankton surveys. FAO Fisheries Technical Paper Rome, v. 122, p. 33-51, 1973.

VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Editora Universidade Estadual de Maringá e Sociedade Brasileira de Ictiologia, 169p. Brasília, CNPq/Programa Nacional de Zoologia, 169p. 1996.

WELCOMME, R. L. River Fisheries. FAO Fish.Tech PAP, 1985.







---

## 1 – PROGRAMA AMOSTRAL

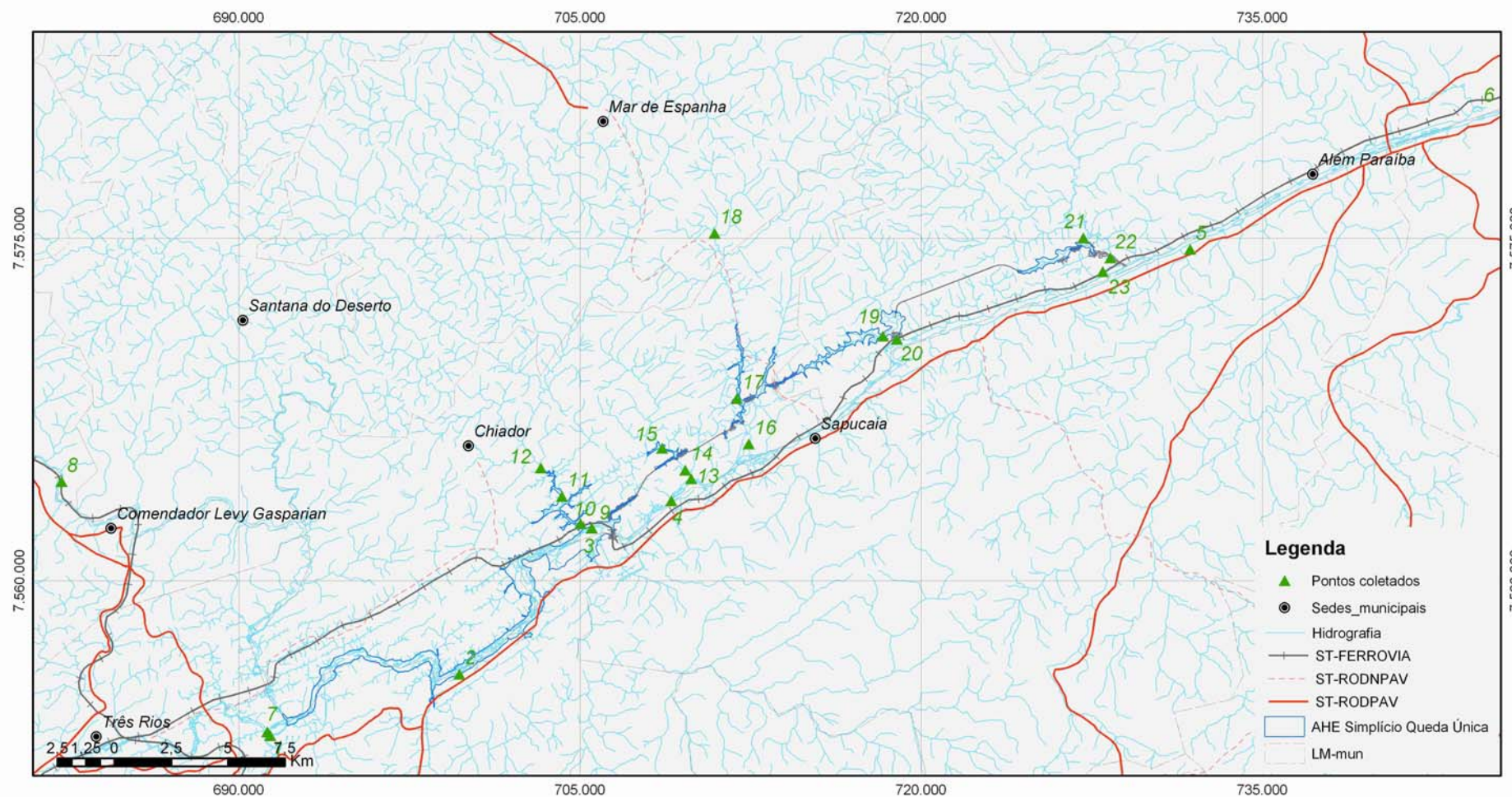
Para as presentes análises foram considerados os dados coletados para o EIA, em setembro e dezembro de 2003, e uma campanha realizada para o presente PBA, entre maio e junho de 2006.

A área de influência da bacia hidrográfica de contribuição intermediária do AHE Simplício foi limitada a montante pelo aproveitamento de Santa Cecília e a jusante pelo reservatório de Ilha dos Pombos, ambas barragens de concessão da LIGHT Serviços de Eletricidade S/A. Também foram consideradas as contribuições dos dois grandes tributários situados imediatamente a montante da área do empreendimento, o rio Paraibuna e o rio Piabanha, que se juntam ao rio Paraíba do Sul no município de Três Rios.

Na campanha de maio/junho de 2006 também foram incluídos no programa amostral os cinco tributários da margem esquerda (rio Macuco, córregos da Tocaia, Areia, Louriçal, da Prata e ribeirão do Peixe) que sofrerão influência direta do empreendimento, resultante da interceptação dos mesmos pelo sistema de diques, canais e túneis a serem construídos. Ao todo foram estabelecidos cinco sítios de coleta no rio Paraíba do Sul (quatro na última campanha), um sítio no rio Paraibuna, um sítio no rio Piabanha e nove sítios nos pequenos tributários da margem esquerda, sendo dois em cada tributário, um nas proximidades do encontro com o rio Paraíba do Sul e o outro à montante da interceptação pelo sistema de lagos, canais e túneis de Simplício (Quadro 1; Figura 1). O sítio à montante deve permanecer com suas atuais condições ambientais após a construção e deverá ser usado como sítio de monitoramento, enquanto o sítio próximo da foz com o rio Paraíba do Sul será interceptado pelas obras do empreendimento e terá suas condições modificadas, podendo também ser usado como monitoramento das novas condições que serão criadas a partir do empreendimento.

**QUADRO 1**  
**LOCAIS DE AMOSTRAGEM NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO AHE SIMPLÍCIO**

SÍTIO	LOCALIDADES	COORDENADAS UTM	
		LATITUDE	LONGITUDE
<b>RIO PARAÍBA DO SUL E GRANDES TRIBUTÁRIOS</b>			
1.	Montante da foz dos rios Paraibuna e Piabanha	7553367	691239
2.	Jusante da foz dos rios Paraibuna e Piabanha	7555900	699692
3.	Montante do distrito de Anta	7562245	705460
4.	Trecho entre Anta e o município de Sapucaia	7563500	709000
5.	Jusante de Sapucaia/Montante Além Paraíba	7574500	731800
7	Rio Piabanha nas proximidades do exutório	7553208	691373
8	Rio Paraibuna	7564338	682207
<b>PEQUENOS TRIBUTÁRIOS DA MARGEM ESQUERDA</b>			
9	Rio Macuco – futuro reservatório de Anta	7562300	705500
10	Rio Macuco – montante	7562500	705000
13	Córrego da Tocaia – futuro reservatório de Tocaia	7564473	709871
15	Córrego da Tocaia – montante	7565809	708600
16	Córrego Areia – futuro reservatório de Louriçal	7565993	712401
17	Córrego Areia – montante	7567955	711879
19	Córrego da Prata – montante	7570701	718292
20	Córrego da Prata – foz	7570565	718911
21	Ribeirão do Peixe – montante	7575000	727100
23	Ribeirão do Peixe – retorno das águas turbinadas	7573523	727950



**FIGURA 1**  
**PONTOS DE COLETA DA ICTIOFAUNA**

## 2 – ICTIOFAUNA DOS RIOS PARAIBA DO SUL, PARAIBUNA E PIABANHA

### 2.1 – Padrões de Diversidade

Foi feito inicialmente uma avaliação da ictiofauna nos sítios amostrados no rio Paraíba do Sul e nos dois grandes tributários (Paraibuna e Piabanha), onde foi utilizado um esforço de pesca padronizado, tornando portanto estes sítios comparáveis. Posteriormente, serão avaliados os cinco pequenos tributários da margem esquerda, que tiveram esforço diferenciado do rio Paraíba do Sul, mas que foram comparáveis entre si.

Um total de 43 espécies foi registrado nos sete sítios de amostragens dos grandes rios (Paraíba do Sul, Paraibuna e Piabanha) durante as três campanhas (setembro – 2003; dezembro – 2003; e maio/junho – 2006), que foram dominadas, como era de se esperar, pelas ordens Characiformes e Siluriformes (Quadro 2). As famílias de maior riqueza de espécies foram Characidae, com treze espécies, seguida por Cichlidae, com sete espécies (Quadro 2). Cinco das espécies capturadas, curimatá (*Prochilodus lineatus*), piaus (*Leporinus copelandii*, *L. conirostris* e *L. mormyrops*) e piabanha (*Brincon insignis*) apresentam hábitos migratórios, sendo de médio porte e grande interesse e valor econômico na pesca regional, portanto, consistindo de grande interesse especialmente quando se considera o empreendimento como fator de fragmentação do habitat e, em consequência de suas rotas migratórias. Duas espécies de grande interesse foram registradas nos dados pretéritos, porém não ocorreram nestas amostragens: o dourado (*Salminus maxillosus*) e o surubim-do-paraíba (*Steindachneridium parahybae*). Nas amostragens anteriores realizados pela ENGEVIX em 1989/1990, o surubim-do-paraíba foi registrado apenas no atual sítio 1 (Três Rios, à montante da confluência com os rios Paraibuna e Piabanha), enquanto o dourado, embora tenha sido registrado na área de influência direta do empreendimento, teve suas maiores ocorrências à jusante do reservatório de Ilha dos Pombos.

A riqueza de espécies nas amostragens foi relativamente menor do que a do registro dos dados pretéritos, refletindo diferenças no esforço amostral continuado dos dados pretéritos, em relação a amostragens realizadas em três períodos de 24 horas em cada um dos sítios. Esse maior número de espécies (155) foi resultado do levantamento de dados pretéritos utilizando-se listas de espécies de vários trabalhos realizados pelo Laboratório de Ecologia de Peixes - LEP da UFRRJ (ARAÚJO 1996; PEIXOTO, 2003; ARAÚJO *et al*, 2001) ou outras informações disponíveis (BIZERRIL & PRIMO 2001), além de dados ainda não publicados do LEP-UFRRJ (coletas do CT HIDRO 2003). Os peixes listados por Bizerril & Primo (2001) que levaram em consideração uma fauna de pequenos riachos, acrescentou principalmente espécies endêmicas de vários rios localizados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e do Parque Nacional de Itatiaia bem como dos seus tributários associados do Alto Rio Paraíba.

No entanto, é importante também salientar que com a continuidade de degradação do rio, muitas espécies podem não mais ocorrer nos habitats que foram alterados, podendo isto também ser uma das causas da menor riqueza de espécies atualmente, quando comparadas com dados pretéritos. Adicionalmente, os sítios 2, 3 e 4 são de difícil acesso, com o leito do rio apresentando formação predominantemente pedregosa, o que também

dificulta as operações de amostragens. No entanto, a presença da ictiofauna foi bem representada, incluindo aquelas espécies migradoras. É fato, no entanto, decorrente da análise das publicações e das observações de campo, realizadas ao longo de todo período em toda a bacia do rio, que as pescarias de maior importância são aquelas que ocorrem no trecho inferior do rio (de São Fidélis até a foz), onde o rio é mais piscoso devido o maior volume de água e de micro-habitats, bem como pela intrusão de espécies marinhas migradoras.

Considerando o trecho estudado do rio Paraíba do Sul, observou-se que o sítio mais a montante (Três Rios) e o mais a jusante (Além Paraíba) foram aqueles de maior riqueza de espécies, onde foram registradas respectivamente 30 e 34 espécies; os trechos intermediários foram de menor riqueza, o que pode estar associado à menor diversidade de habitat (leitos predominantemente pedregoso e margens íngremes) e ao difícil acesso, dificultando o uso dos equipamentos de pescas. As espécies *Pimelodus fur*, *Oligosarcus hepsetus*, *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax parahybae*, *Geophagus brasiliensis*, *Hypostomus luetkeni*, *Astyanax giton*, *Hoplosternun litoralle*, *Hypostomus affinis*, *Leporinus copelandii*, *Rineloricaria* sp 1 e *Eigenmania virescens* ocorreram em todo o trecho. Em geral, conclui-se que um padrão de variação espacial na riqueza de espécies é apresentado no trecho de influência direta durante as três campanhas (Quadro 2); uma diminuição gradativa do número de espécies é apresentada a partir da área mais à montante de Três Rios, atingindo menores valores no trecho onde o rio terá sua vazão diminuída (sítio 4), seguido de um acréscimo na diversidade nos pontos de jusante, atingindo maiores valores no local mais a jusante, nas proximidades de Além Paraíba. Os menores valores de diversidade foram apresentados consistentemente nos sítios 3 e 4.



TÁXON	1			2			3			4			5			6			7			8			
	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	
<i>Probolodus heterostomus</i>				X																					
Subfamília Serrasalminae																									
<i>Metynnis maculatus</i>		X											x												
Subfamília Bryconinae				X																					
<i>Brycon insignes</i>				x	X					X		X					X								
Família Erythrinidae																									
<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X					X			X					X	X									
Família Curimatidae																									
<i>Cyphocharax gilberti</i>													X	X	X										
Família Prochilodontidae																									
<i>Prochilodus lineatus</i>			X	X									X	X	X						X				
<i>Prochilodus vimboides</i>		X		X									X												
Família Anostomidae																									
<i>Leporinus copelandii</i>	X	X		X	X	X	X			X		X	X		X						X				
<i>Leporinus conirostris</i>													X												
<i>Leporinus mormyrops</i>			X	X								X	X												
<i>Leporinus</i>													X												
<b>Ordem Siluriformes</b>																									
Família Auchenipteridae																									
<i>Glanidium albescens</i>				X	X					X	X	X	X	X	X						X			X	
<i>Trachelyopterus striatulus</i>	X	X		X			X					X			X										
Família Pimelodidae																									
<i>Pimelodus maculatus</i>	X	X	X				X					X		X	X						X			X	

TÁXON	1			2			3			4			5			6			7			8		
	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006
<i>Pimelodus fur</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X				X			X
Família Heptapteridae																								
<i>Rhamdia quelen</i>	X		X	X		X							X											
Família Callichthyidae																								
<i>Corydoras nattereri</i>															X	X								
<i>Hoplosternun litoralle</i>	x	X	X	X			X			X		X		X		X	X							
Família Loricariidae																								
Subfamília Loricariinae																								
<i>Harttia</i> sp									X	X		X	X											
<i>Harttia loricariformes</i>						X	X	X		X	X		X											
<i>Rineloricaria</i> sp.		X		X	X	X		X			X	X		X	X		X				X			
<i>Rineloricaria nigricauda</i>		x																						
Subfamília Hypostominae																								
<i>Hypostomus affinis</i>		X					X			X	X		X			X	X							
<i>Hypostomus luetkeni</i>		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X					X			X
<i>Hypostomus punctatus</i>						X																		
<i>Hypostomus unitaeniatus</i>																								
<i>Hypostomus</i> sp		X																						
<b>Ordem Gymnotiformes</b>																								
Família Gymnotidae																								
<i>Gymnotus</i> cf. <i>carapo</i>	X		X	X				X					X	X		X	X							
Família Sternopygidae																								
<i>Eigenmannia virescens</i>		X	X	X	X			X		X	X		X	X		X	X							

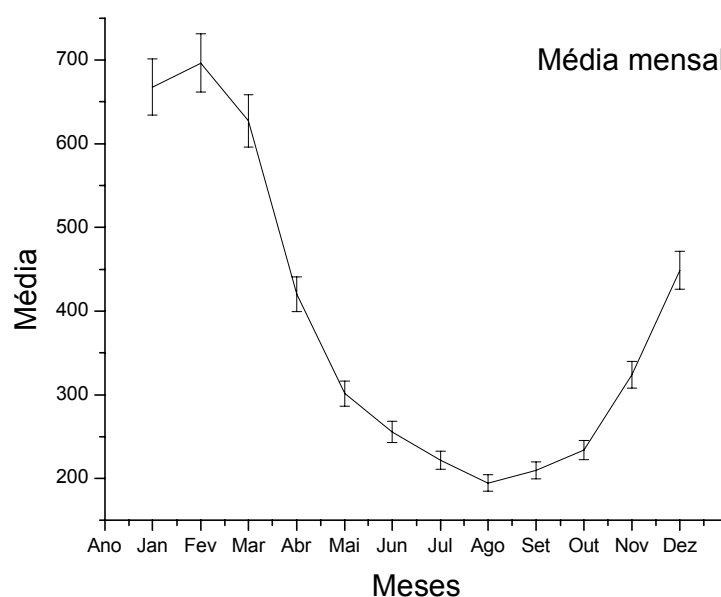


TÁXON	1			2			3			4			5			6			7			8			
	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	Set/2003	Dez/2003	Mai/2006	
<b>Ordem Cyprinodontiformes</b>																									
Família Poeciliidae																									
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>		X			X											X	X								
<i>Poecilia reticulata</i>		X		x		X									X	X	X								
<i>Poecilia vivipara</i>				x																					
<b>Superordem Acanthopterygii</b>																									
<b>Ordem Perciformes</b>																									
Família Cichlidae																									
<i>Cichla ocellaris</i>																X									
<i>Cichla monoculus</i>		X			x										x										
<i>Crenicichla lacustris</i>	X	X			X	X				X	X			X		X	X								
<i>Cichlasoma facetus</i>		X					X					X			X		X								
<i>Geophagus brasiliensis</i>		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X				X				X
<i>Oreochromis niloticus</i>	X				X						X				X	X	X								
<i>Tilapia rendalli</i>		X	X		X			X			X	X		X	X	X	X								
<i>Tilapia hybrida</i>																X	X								
Família Sciaenidae																									
<i>Pachyurus adspersus</i>													X	X	X	X	X								

NOTAS: Sítios de amostragem: 1 - Três Rios (montante do reservatório); 2 - A jusante de Três Rios (Início da Área Inundada); 3 - Montante da cidade de Anta (Área inundada); 4 - Trecho entre Anta e Sapucaia (jusante do reservatório-trecho do rio que terá vazão diminuída); 5 - Jusante de Sapucaia/Montante Além Paraíba (retorno do rio); 6\* - amostragens realizadas em 09/2001 em Além Paraíba como parte do trabalho de Peixoto (2003). 7- Rio Piabanha; 8 - Rio Paraíba. Seqüência de apresentação das espécies baseada em Lauder & Liem (1983).

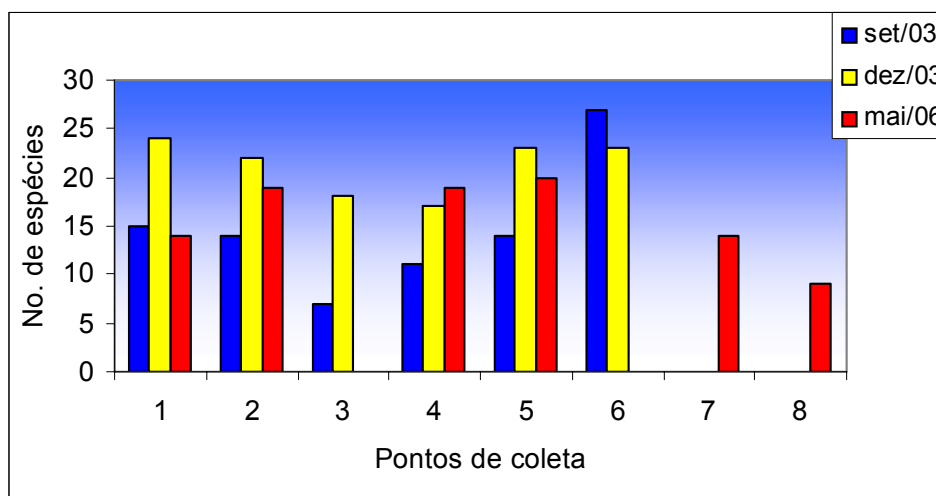
Em relação aos grandes tributários, o rio Paraibuna apresentou menor número de espécies (9) que o rio Piabanha (14).

Sazonalmente, um maior número de espécies foi registrado nos períodos de maio-junho (32 espécies), e dezembro (35 espécies) com os menores registros em setembro (26 espécies). A campanha de maio apresentou padrão de riqueza de espécies muito semelhante ao período chuvoso, com exceção do sítio 1, que se assemelhou ao período seco. Esta variação no número de espécies pode ser associada aos menores fluxos de setembro, quando comparados com dezembro (início das cheias) e maio, quando ainda se observa o efeito das cheias do verão anterior (Figura 2). Conclui-se, portanto, que no período chuvoso a riqueza de espécies foi maior do que no período seco.



**FIGURA 2**  
**MEDIA MENSAL (+ ERRO PADRÃO) DO FLUXO DO RIO PARAIBA DO SUL, NAS PROXIMIDADES DO DISTRITO DE ANTA EM UMA SÉRIE HISTÓRIA DE 20 ANOS (1984 – 2004). FONTE: ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**

O número de espécies por amostra (Figura 3) apresentou o padrão verificado para a riqueza de espécies a nível local, com maiores valores nos sítios do rio Paraíba do Sul quando comparada com os dois grandes tributários (Paraibuna e Piabanha). Sazonalmente, o período de dezembro, seguindo de maio, apresentou maior número de espécies / amostra, enquanto setembro apresentou o menor número de espécie / amostra em quase todos os sítios de amostragens examinados.



**FIGURA 3**  
**RIQUEZA DE ESPÉCIES NOS RIOS PARAÍBA DO SUL, PIABANHA E**  
**PARAIBUNA. CÓDIGOS SEGUNDO QUADRO 1**

As espécies mais abundantes capturadas em todos os três períodos foram: *Tilapia rendalli*, *Pimelodus fur*, *Oligosarcus hepsetus*, *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax parahybae*, *Geophagus brasiliensis*, *Hypostomus luetkeni*, *Astyanax giton*, *Glanidium albescens* e *Pimelodus maculatus* (Quadro 3). As espécies que foram registradas somente no período de setembro - 2003 foram: *Poecilia vivipara*, *Leporinus* sp e *Rineloricaria nigricauda*. Em dezembro - 2003 foram registradas exclusivamente as seguintes espécies: *Phalocerus caudimaculatus*, *Prochilodus vimboides*, *Metynniss maculatus* e *Cichla monoculus*; enquanto em maio - 2006, as espécies exclusivas foram *Characidium* sp, *Astyanax scabripinis*, *Cyphocarax gilberti* e *Hypostomus punctatus*.

Analisando-se o Quadro 3 pode ser concluído que ocorre uma maior riqueza de peixes no período chuvoso (Dezembro), que tem seus efeitos até maio, devido provavelmente o efeito do período de maiores volumes de água do verão se estender até o outono. Já em setembro, quando a influência do período seco é predominante, as riquezas e número de espécies são mais baixas.

**QUADRO 3**  
**LISTA DAS ESPÉCIES EM ORDEM DE ABUNDÂNCIA NUMÉRICA E EXPRESSA EM**  
**PERCENTAGEM DO NÚMERO DE INDIVÍDUOS CAPTURADO EM CADA CAMPANHA**

SET/03		DEZ/03		MAIO/06	
ESPÉCIE	%	ESPÉCIE	%	ESPÉCIE	%
<i>Astyanax parahybae</i>	23,06	<i>Tilapia rendalli</i>	33,63	<i>Pimelodus fur</i>	18,13
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	16,94	<i>Pimelodus fur</i>	14,20	<i>Oligosarcus hepsetus</i>	17,59
<i>Astyanax bimaculatus</i>	13,89	<i>Astyanax bimaculatus</i>	8,75	<i>Astyanax bimaculatus</i>	12,03
<i>Pimelodus fur</i>	13,06	<i>Oligosarcus hepsetus</i>	7,72	<i>Astyanax parahybae</i>	11,40
<i>Geophagus brasiliensis</i>	4,72	<i>Astyanax giton</i>	5,38	<i>Geophagus brasiliensis</i>	9,43
<i>Poecilia vivipara</i>	3,33	<i>Geophagus brasiliensis</i>	4,76	<i>Glanidium albescens</i>	6,10

SET/03		DEZ/03		MAIO/06	
ESPÉCIE	%	ESPÉCIE	%	ESPÉCIE	%
<i>Pimelotus maculatus</i>	2,78	<i>Hypostomus luetkeni</i>	3,93	<i>Hypostomus luetkeni</i>	5,39
<i>Hoplosternun litoralle</i>	2,50	<i>Hoplosternun litoralle</i>	3,31	<i>Pimelotus maculatus</i>	3,14
<i>Eigenmania virescens</i>	2,22	<i>Pimelotus maculatus</i>	2,76	<i>Tilapia rendalli</i>	2,96
<i>Leporinus copelandii</i>	2,22	<i>Glanidium albescens</i>	1,86	<i>Astyanax giton</i>	2,60
<i>Leporinus sp</i>	1,94	<i>Leporinus copelandii</i>	1,86	<i>Hypostomus affinis</i>	2,24
<i>Glanidium albescens</i>	1,67	<i>Hypostomus affinis</i>	1,45	<i>Characidium sp</i>	1,80
<i>Hypostomus luetkeni</i>	1,67	<i>Eigenmania virescens</i>	1,31	<i>Prochilodus lineatus</i>	1,26
<i>Gymnotus carapo</i>	1,39	<i>Rineloricaria sp 1</i>	1,24	<i>Rineloricaria sp 1</i>	1,26
<i>Hartia sp</i>	1,39	<i>Hartia sp</i>	0,96	<i>Hoplosternun litoralle</i>	0,72
<i>Leporinus mormyrops</i>	1,39	<i>Crenicichla lacustris</i>	0,90	<i>Pachyurus adspersus</i>	0,63
<i>Hypostomus affinis</i>	1,11	<i>Trachelyopterus striatulus</i>	0,69	<i>Brycon insignis</i>	0,54
<i>Harttia loricariiformes</i>	1,11	<i>Deuterodon sp</i>	0,62	<i>Astyanax scabripinis</i>	0,36
<i>Pachyurus adspersus</i>	0,83	<i>Hyphessobrycon eques</i>	0,62	<i>Leporinus copelandii</i>	0,36
<i>Oreochromis niloticus</i>	0,56	<i>Astyanax paraguaybae</i>	0,48	<i>Cichlasoma facetum</i>	0,27
<i>Poecillia reticulata</i>	0,56	<i>Phalocerus caudimaculatus</i>	0,48	<i>Poecillia reticulata</i>	0,27
<i>Rhandia quelen</i>	0,56	<i>Prochilodus vimboides</i>	0,48	<i>Eigenmania virescens</i>	0,18
<i>Cichlasoma facetum</i>	0,28	<i>Metynnis maculatus</i>	0,34	<i>Gymnotus carapo</i>	0,18
<i>Crenicichla lacustris</i>	0,28	<i>Pachyurus adspersus</i>	0,34	<i>Hyphessobrycon eques</i>	0,18
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,28	<i>Poecillia reticulata</i>	0,34	<i>Harttia loricariiformes</i>	0,18
<i>Rineloricaria nigricauda</i>	0,28	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,28	<i>Leporinus mormyrops</i>	0,18
		<i>Gymnotus carapo</i>	0,21	<i>Rhandia quelen</i>	0,18
		<i>Hoplias malabaricus</i>	0,21	<i>Crenicichla lacustris</i>	0,09
		<i>Leporinus mormyrops</i>	0,21	<i>Cyphocaraax gilbert</i>	0,09
		<i>Cichla monoculus</i>	0,21	<i>Hypostomus punctatus</i>	0,09
		<i>Brycon insignis</i>	0,14	<i>Hoplias malabaricus</i>	0,09
		<i>Cichlasoma facetum</i>	0,14	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,09
		<i>Probolodus heterostomus</i>	0,07		
		<i>Prochilodus lineatus</i>	0,07		
		<i>Rhandia quelen</i>	0,07		
Numero total de espécies	26		35		32
Numero Total de Indivíduos	360		1 451		1 114

## 2.2 - Padrão de Distribuição Espaço-Temporal da Ictiofauna

Todas as 43 espécies registradas nos sítios de amostragens (Quadro 4) foram analisadas para determinação dos padrões espaço temporal, através da técnica de ordenação de Análise de Correspondência Distendenciada - DCA. Os eixos I e II da DCA que explicam a maior parte da variabilidade dos dados foram analisados, juntamente com as análises

de agrupamento (*cluster analysis*) e serviram para definir e caracterizar os sítios e os meses de amostragem de acordo com o padrão de ocorrência da ictiofauna.

**QUADRO 4**  
**CODIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE PEIXES UTILIZADAS NAS ANÁLISES**

ESPÉCIE	CÓDIGO	ESPÉCIE	CÓDIGO
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Astbim	<i>Hartia sp</i>	Harsp
<i>Astyanax paraguayae</i>	Astpar	<i>Leporinus copelandii</i>	Lepcop
<i>Astyanax giton</i>	Astgit	<i>Leporinus mormyrops</i>	Lepmor
<i>Astyanax scabripinis</i>	Astsca	<i>Leporinus sp</i>	Lepsp
<i>Brycon insignis</i>	Bryins	<i>Metynnis maculatus</i>	Metmac
<i>Cichlasoma facetum</i>	Cicfac	<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Olihep
<i>Cyphocarax gilbert</i>	Cypgil	<i>Oreochromis niloticus</i>	Orenil
<i>Crenicichla lacustris</i>	Crelac	<i>Pachyurus adspersus</i>	Pacads
<i>Cichla monoculus</i>	Cicmon	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Phacau
<i>Characidium sp 1</i>	Chasp1	<i>Pimelodus fur</i>	Pimfur
<i>Deuterodon sp</i>	Deusp	<i>Probolodus heterostomus</i>	Prohet
<i>Eigenmania virescens</i>	Eigvir	<i>Prochilodus lineatus</i>	Prolin
<i>Glanidium albescens</i>	Glaalb	<i>Pimelodus maculatus</i>	Pimmac
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Geobra	<i>Poecilia reticulata</i>	Poeret
<i>Gymnotus carapo</i>	Gymcar	<i>Prochilodus vimboides</i>	Provim
<i>Hypostomus affinis</i>	Hypaff	<i>Poecilia vivipara</i>	Poeviv
<i>Hyphessobrycon eques</i>	Hypequ	<i>Rineloricaria nigricauda</i>	Rinnig
<i>Hoplosternun litoralle</i>	Hoplit	<i>Rhandia quelen</i>	Rhaque
<i>Harttia loricariiformes</i>	Harlor	<i>Rineloricaria sp</i>	Rinsp
<i>Hypostomus luetkeni</i>	Hyplue	<i>Tilapia rendalli</i>	Tilren
<i>Hoplias malabaricus</i>	Hopmal	<i>Trachelyopterus striatulus</i>	Trastr
<i>Hypostomus punctatus</i>	Hyppun		

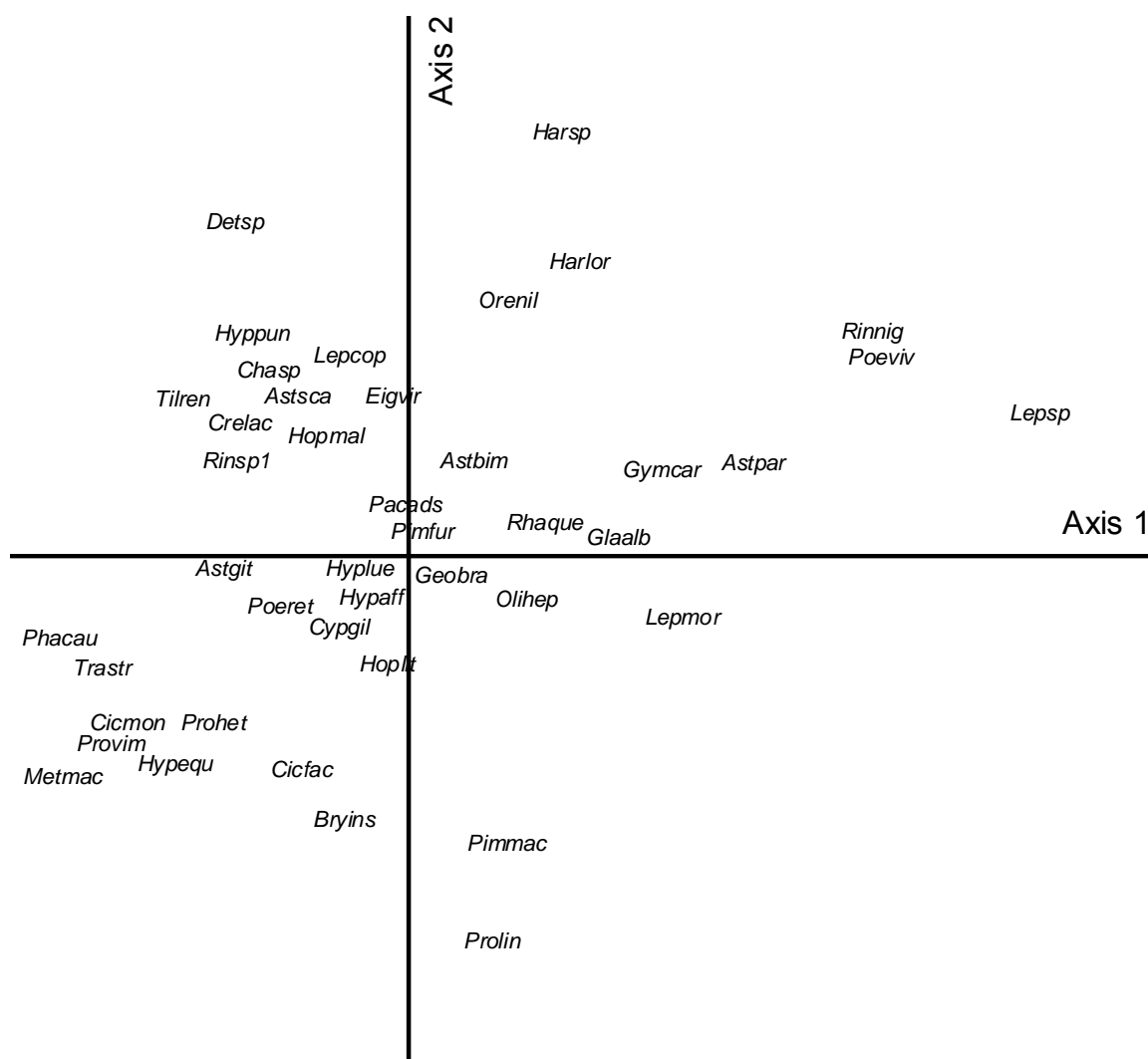
Os dois primeiros eixos explicaram apenas 35,6% da variabilidade total, uma indicação de que grande número de espécies encontra-se distribuído entre os diferentes sítios e períodos de amostragem (Quadro 5).

**QUADRO 5**  
**SUMÁRIO DAS INFORMAÇÕES DA DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE PEIXES EM SÍTIOS DE AMOSTRAGENS NO RIO PARAÍBA DO SUL**

EIXOS DE ORDENAÇÃO	1	2	3	4	INÉRCIA TOTAL
Autovalores	0,41	0,23	0,09	0,06	1,83
Comprimento do gradiente	2,79	2,09	2,07	1,65	
% cumulativa da variância explicada	22,8	35,6	40,7	44,0	

As espécies mais abundantes e de distribuição mais amplas se localizaram no centro do diagrama de dispersão, como foi o caso do acará (*G. brasiliensis*), peixe-cachorro (*O.*

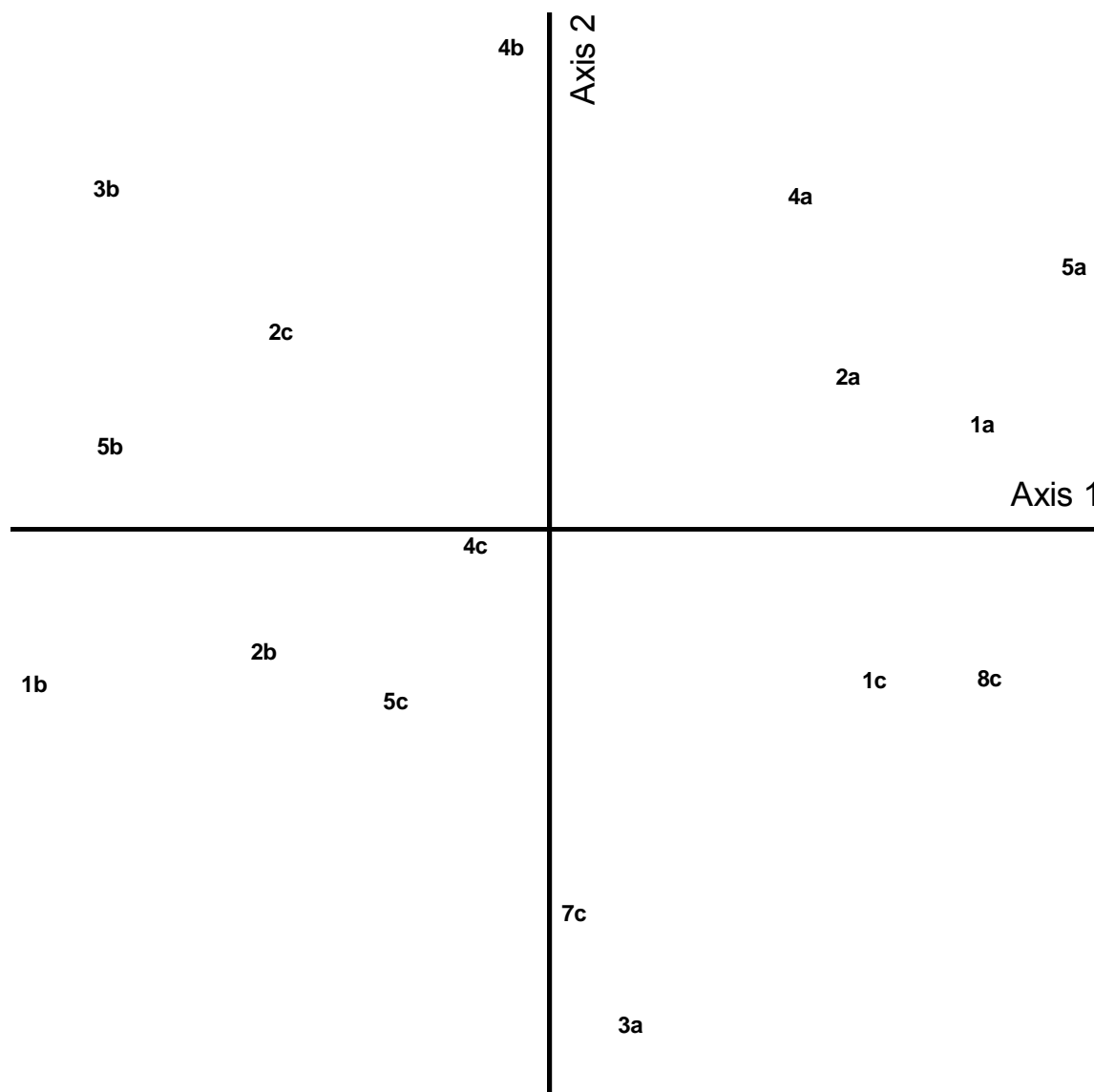
*hepsetus*) e dos cascudos (*H. affinis* e *H. luetkeni*), o mandi (*P. Fur* e *P. maculatus*) e o lambari de rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*). Por outro lado, peixes que apresentaram baixa frequência de ocorrência são localizados nos extremos do diagrama, como foi o caso de *R. nigricauda*, *P. vivipara* e *Leporinus* sp, no extremo direito do diagrama, e de *M. maculatus*, *P. vimboides* e *C. monoculos*, no extremo esquerdo do diagrama (Figura 4).



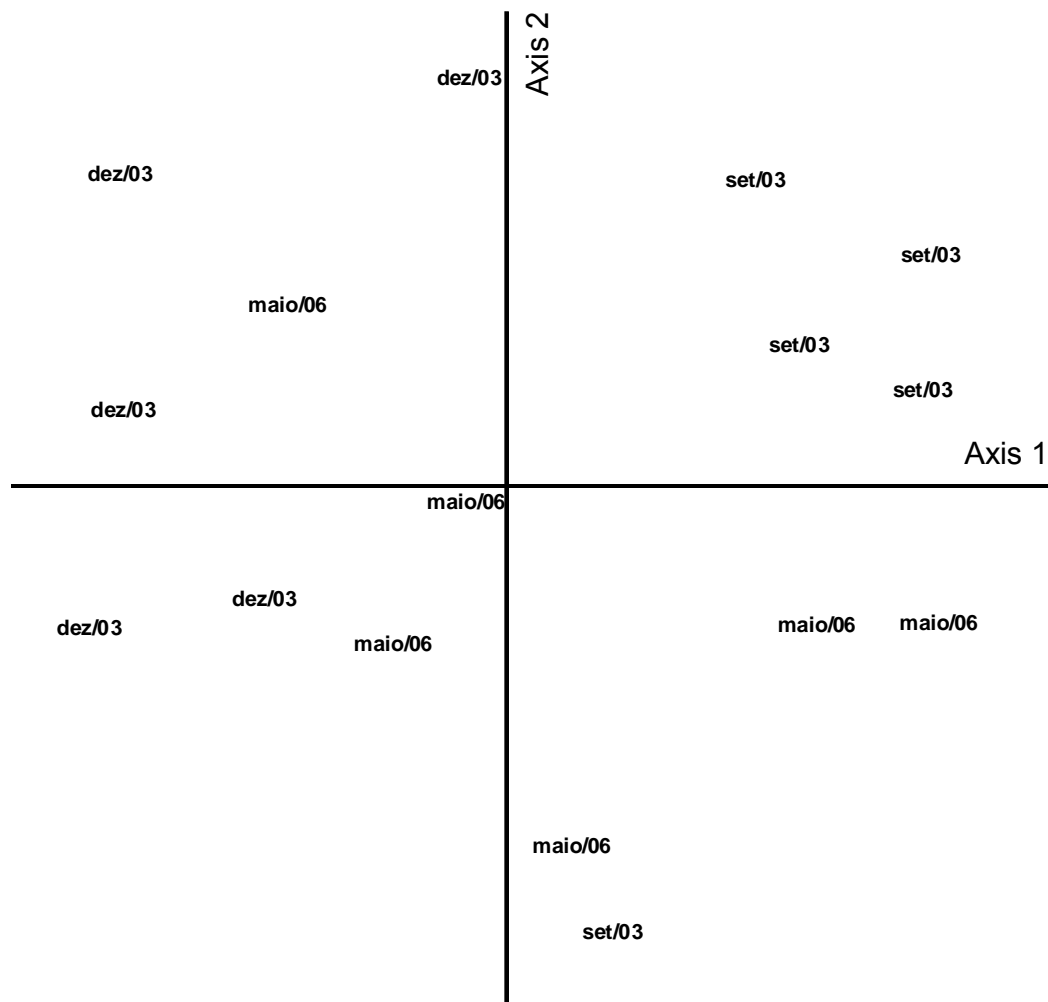
**FIGURA 4**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM, CONFORME CODIFICAÇÃO APRESENTADA NO QUADRO 4**

Um padrão de separação temporal foi detectado, com as amostras do mês de setembro 2003 localizando-se no lado direito do diagrama de ordenação, enquanto as amostras do mês de dezembro, que apresentaram maiores riquezas e abundâncias, localizaram-se no

lado direito e inferior de diagrama. As amostras de maio 2006 apresentaram posição intermediária, se aproximando mais das amostras de dezembro de 2003. Em relação ao padrão espacial, não foram verificadas marcadas diferenças entre os sítios de amostragens (Figura 5), com os diferentes sítios localizando-se em uma mesma área do diagrama, indicando que a separação temporal foi o fator mais determinante da estruturação das comunidades de peixes.



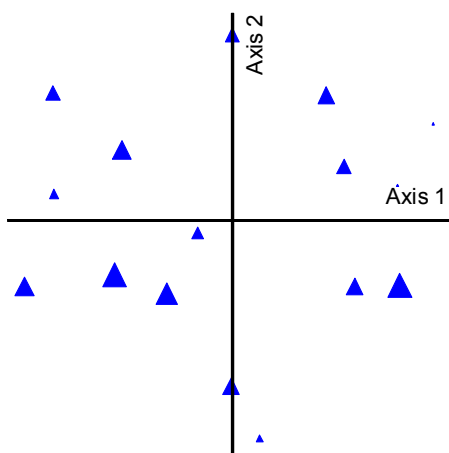
**FIGURA 5**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES**  
**DE PEIXES NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**



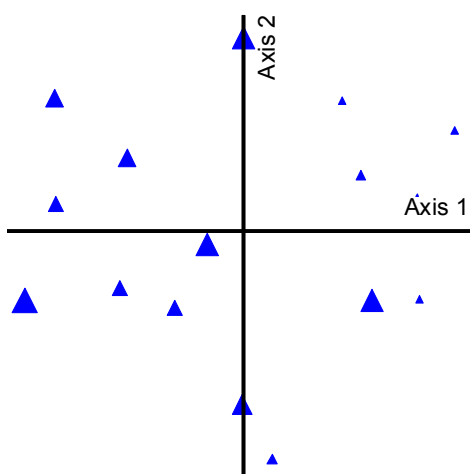
**FIGURA 6**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE**  
**PEIXES NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

Algumas espécies de peixes que apresentaram ampla distribuição durante as três campanhas foram examinados seus padrões espaço-temporal, como foi o caso do acará - *G. brasiliensis*, do cascudo - *H. luetkeni* e do lambari-de-rabo-amarelo - *A. bimaculatus* (Figuras 7, 8 e 9). O acara (*G. brasiliensis*) e o lambari-rabo-amarelo (*A. bimaculatus*) se distribuíram amplamente por todos os sítios de amostragem em todos os períodos, como foi indicado pela ampla dispersão dos pontos nos diagramas; já o cacudo (*H. luetkeni*), apesar de amplamente distribuído, foi mais abundante nas amostras de setembro e maio (lado esquerdo do diagrama).

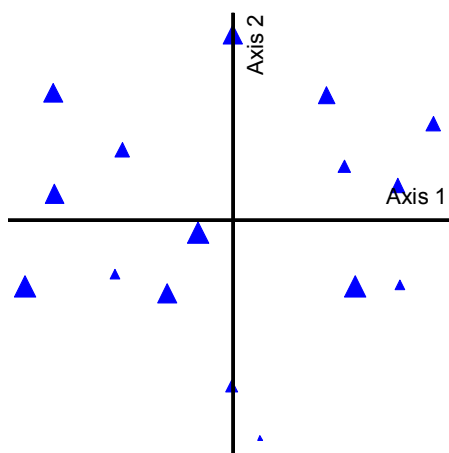




**FIGURA 7**  
**DCA MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE *G. BRASILIENSIS***  
**NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

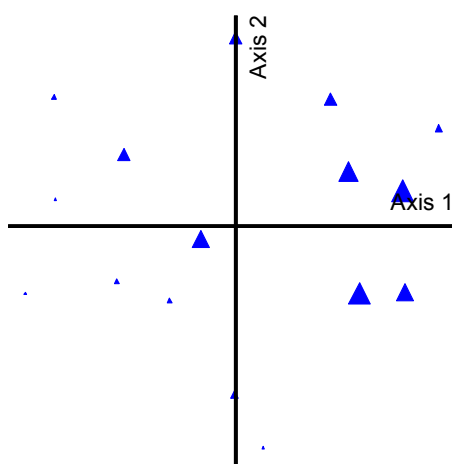


**FIGURA 8**  
**DCA MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE *H. LUETKENNI***  
**NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

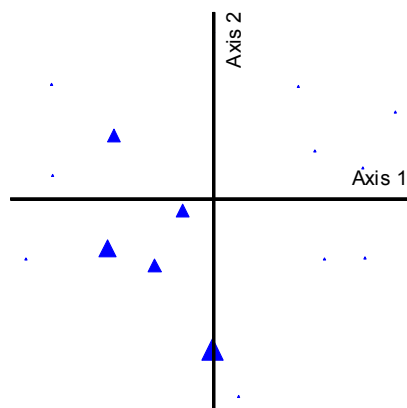


**FIGURA 9**  
**DCA MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE *A. BIMACULATUS***  
**NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

Um padrão diferenciado de distribuição espaço-temporal foi apresentado para o lambari-rabo-vermelho (*A. paraybae*) e para a piabanha (*Brycon insignis*), com a primeira espécie tendo sido mais abundante nas amostras de setembro-2003 (Figura 10), enquanto a segunda em dezembro de 2003 (Figura 11), porém somente em alguns sítios de amostragem, mostrando que esta última espécie só ocorre em determinados habitats e apresenta distribuição mais restrita.



**FIGURA 10**  
**DCA MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE *A. PARAYBAE***  
**NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

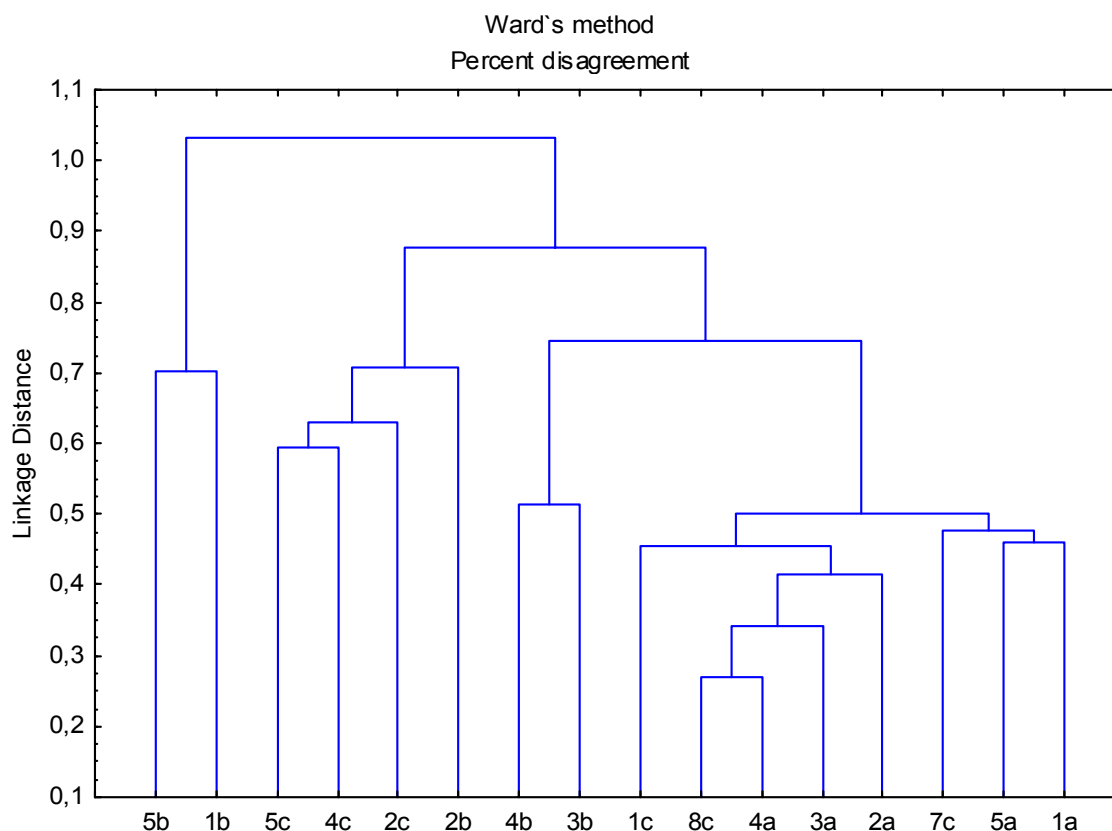


**FIGURA 11**  
**DCA MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE *B. INSIGNIS***  
**NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

Uma análise de agrupamento sobre a ocorrência das espécies por sítios de amostragens nas três campanhas foi realizada visando determinar eventuais grupos mais homogêneos de distribuição de peixes (Figura 12). A percentagem de similaridade foi utilizada para medir a distância entre as espécies e o método de Ward, também chamado de Variância Mínima, para determinação da distância entre os grupos. Este método foi utilizado para dados de presença e ausência das espécies, onde um grupo será reunido a um outro se esta reunião proporcionar o menor aumento da variância intra-grupo. A variância intra-grupo foi calculada para todas as alternativas de aglomeração, escolhendo a que proporciona menor variação (VALENTIN, 2000).

Observou-se um padrão de separação temporal dos períodos de amostragem, quando codificou-se as amostras por campanhas e por sítios de amostragens (Figura 12). Isto sugere uma relativa mudança na composição e estrutura da ictiofauna em função da variação temporal (seca e cheia), sendo que as amostragens do mês de maio se situam intermediárias aos dois grupos, porém com maior influência do período das cheias; como o empreendimento irá diminuir ainda mais o volume de água do trecho do rio que será desviado, há que se considerar eventuais futuras mudanças na composição e estrutura da ictiofauna neste trecho, uma vez que o volume das águas é um fator relevante neste aspecto da ictiofauna.

Pode-se também observar que os sítios de amostragem com menor número de espécies em maio de 2006, como 1c, 8c e 7c (rio Paraíba do Sul próximo a Três Rios, rios Piabanha e Paraibuna), se agruparam junto aos sítios de setembro de 2003, e as amostras de maio de 2006 com maior riqueza, formaram um outro grupo juntamente com dezembro de 2004, mostrando que a riqueza de espécies foi um fator importante para a formação dos grupos.



**FIGURA 12**  
**DENDOGRAMA DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DOS DADOS DE PRESENÇA E AUSÊNCIA DAS ESPÉCIES DE PEIXES CAPTURADAS NO RIO PARAÍBA DO SUL, CODIFICADO CONFORME O QUADRO 1**

## 2.4 – Índices de Diversidade

Foram utilizados diferentes índices de diversidade, além do número de indivíduos e do número de espécies para descrição da estrutura das comunidades de peixes entre os sítios de amostragens durante as três campanhas. Foram utilizados quatro índices de diversidade: a riqueza de espécies (D) de Margalef (1968), o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e a Equitabilidade (J), estes dois últimos descritos por Pielou (1966) e o índice de dominância de Simpson (1949).

A riqueza de Margalef (D) foi calculada a partir da seguinte equação:  $D = (S - 1) / \ln(N)$ , onde S = número de espécies na amostra; N = número de indivíduos na amostra. O índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi calculado como:  $H' = - \sum (p_i * \ln(p_i))$ , onde  $p_i$  = proporção da espécie i na amostra total, e s = número de espécies, e o i variando de 1 a s. A equitabilidade (J) foi calculada como:  $J = H' / H'_{\max}$ . A dominância foi calculada pelo índice de Simpson que foi:  $S = \sum [n_i(n_i-1)/N(N-1)]$  onde  $n_i$  = número de indivíduos da espécie i em uma amostra e N = número total de indivíduos na amostra. Todos os cálculos foram feitos com o uso do logaritmo natural (Ln).

Os índices de diversidade, mesmo sendo dependentes do número de espécies e de indivíduos, foram comparados entre os sítios de amostragens (variação espacial) e entre os períodos do ano através da Análise de Variância bi-fatorial (ANOVA), seguido do teste “a posteriori” de Tukey, uma vez que o esforço foi sempre igual nestes fatores. O mesmo procedimento também foi feito para o número de indivíduos e para o número de espécies.

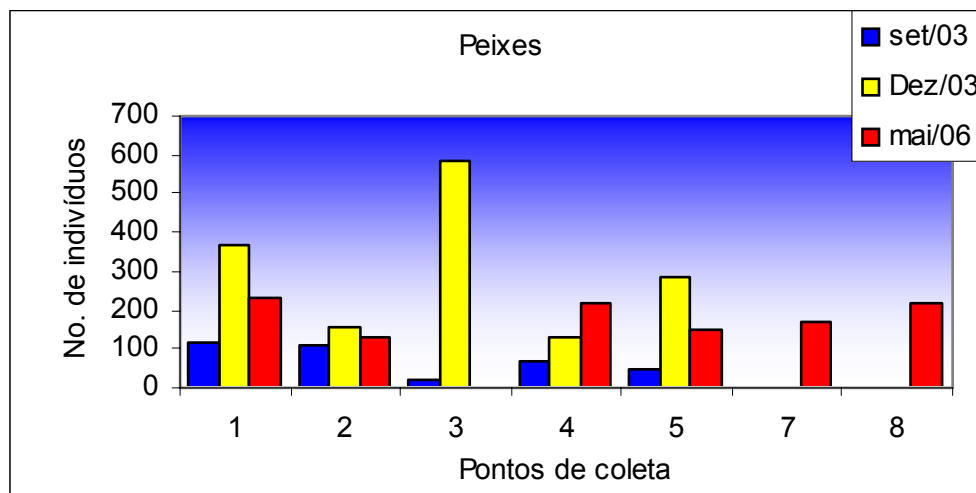
Somente o número de espécies, o número de indivíduos e o a riqueza de Margalef apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os períodos (Quadro 6), com o período da cheia (dezembro de 2003) apresentando maiores valores do que o período de seca (setembro de 2003). Entre os sítios de amostragem, o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), e o Índice de Simpson apresentaram diferenças significativas, como sítio 3 apresentando valores diferentes em comparação com os outros sítios de amostragem.

**QUADRO 6**  
**RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA E DO TESTE “A POSTERIORI” DE TUKEY**  
**PARA COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE INDIVÍDUOS, NÚMERO DE ESPÉCIES E**  
**ÍNDICES DE DIVERSIDADE ENTRE OS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM E AS**  
**DIFERENTES CAMPANHAS**

	SÍTIOS DE AMOSTRAGEM		PERÍODO DO ANO
	F	TUKEY	F
Número de Indivíduos	n.s		6,8** Dez/03 >Set/03
Número de Espécies	n.s		9,1** Dez/03 >Set/03
Riqueza de Margalef (D)	n.s		7,3* Dez/03 >Set/03
Shannon-Wiener ( $H'$ )	6,4**	3 < demais locais	n.s
Equitabilidade (J)	n.s		n.s
Simpson	4,2*	3 > demais locais	n.s

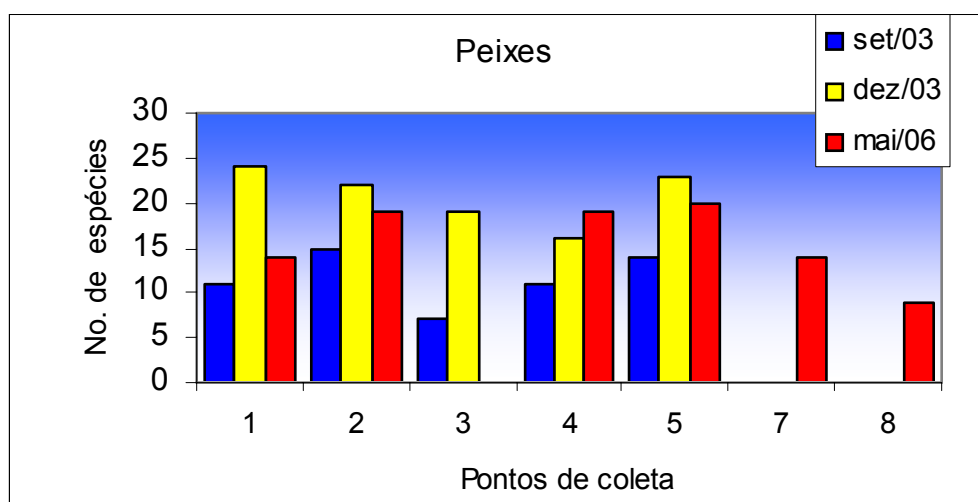
**NOTA:** n.s. = não significativa; \* ( $p < 0,05$ ) = significativa; \*\* ( $p < 0,01$ ) = altamente significativa.

Em quase todos os sítios de amostragem houve uma maior abundância de peixes no período chuvoso, especialmente no sítio 3 (montante da barragem de Anta), onde a abundancia de peixes variou de maneira mais acentuada com o período cheia/seca (Figura 13). No período de seca, os sítios 1 e 2 apresentaram valores maiores, embora tais diferenças não tenham sido estatisticamente significativas.



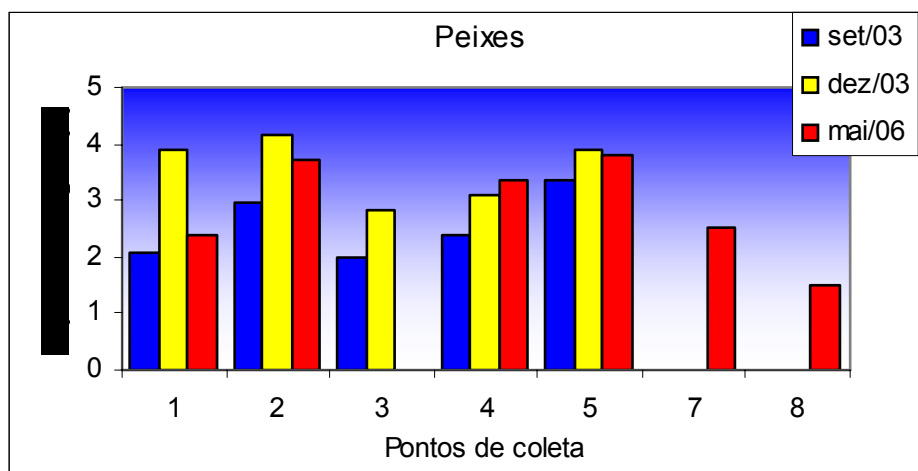
**FIGURA 13**  
**NÚMERO DE INDIVÍDUOS NOS SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**

A exemplo do número de indivíduos, o número de espécies (Figura 14) também foi consistentemente maior no período chuvoso, com decréscimo para jusante do sitio 1 até o sitio 4, e um aumento no sitio 5, durante este período do ano. No período de seca o padrão de variação foi muito assemelhado ao período de cheia, com maiores valores nos sítios 2 e 5. As amostragem realizadas em maio de 2006 se assemelham às amostragem de dezembro de 2003, com exceção do sitio 1, que apresentou número de espécies comparativamente mais baixo. O número de espécies do rio Piabanha foi maior do que o rio Paraibuna.



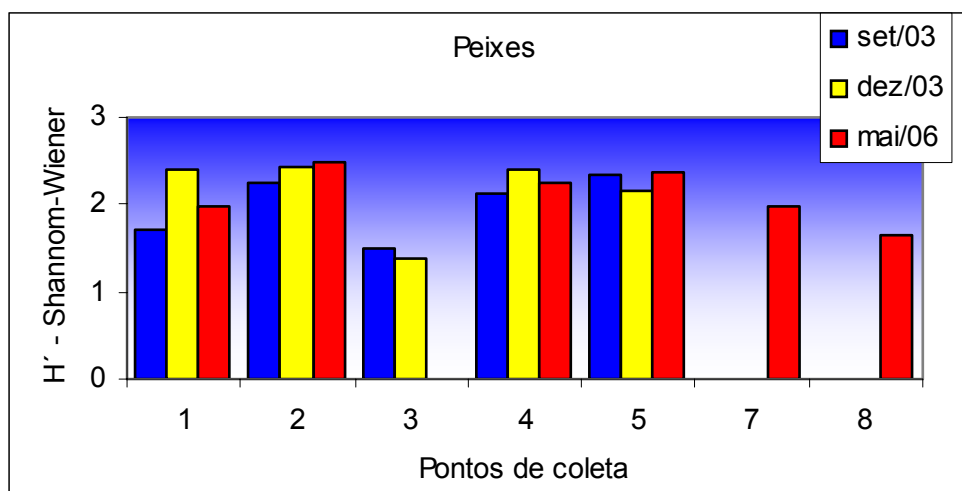
**FIGURA 14**  
**NÚMERO DE ESPÉCIES NOS SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**

O índice de riqueza de Margalef apresentou consistentemente maiores valores no período chuvoso, com tais diferenças tendo sido estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ). Os sítios de amostragens 2 (jusante da confluência do rios Paraibuna e Piabanha) e 5 (entre Sapucaia e Além Paraíba) foram os que apresentaram maiores riquezas de espécies, embora sem se diferenciarem significativamente dos outros sítios de amostragens (Figura 15). Em geral, os maiores valores foram registrados nos sítios 1, 2 e 5, e os menores nos sítios 3 e 4. O rio Piabanha apresentou maior riqueza do que o rio Paraibuna.



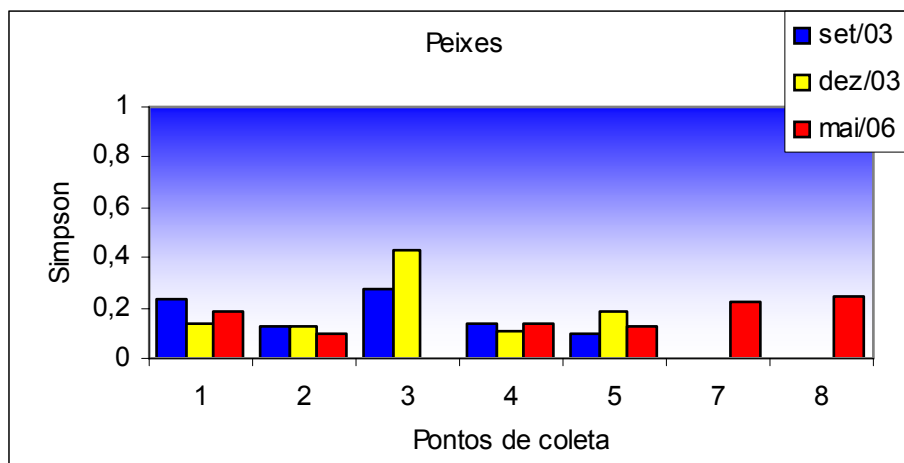
**FIGURA 15**  
**RIQUEZA DE ESPÉCIES DE MARGALEF (D) NOS**  
**SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**

O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi muito semelhante entre os períodos de seca e cheia, bem como entre os sítios de amostragem, com menores valores no sítio 3 nos períodos amostrados (Figura 16).



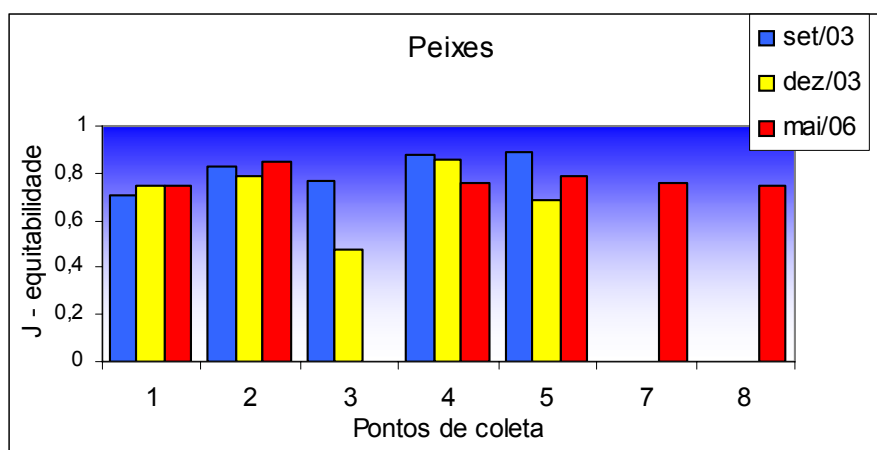
**FIGURA 16**  
**ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H')**  
**NOS SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**

A dominância de Simpson foi muito assemelhada entre os três períodos, com destaque apenas para os maiores valores do sítio 3 em ambos os períodos, onde algumas espécies dominantes destacaram-se, elevando os valores deste índice, especialmente em dezembro de 2003 (Figura 17).



**FIGURA 17**  
**DOMINÂNCIA DE SIMPSON NOS SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**

A equitabilidade não apresentou diferenças significativas entre as três campanhas e entre os sítios de amostragem, embora os menores valores tenham sido registrados em dezembro de 2003 (período de cheia) no sítio 3 (Figura 18).



**FIGURA 18**  
**ÍNDICE DE EQUITABILIDADE (J) NOS SÍTIOS E PERÍODOS DE AMOSTRAGEM**



## 2.5 - Influência das Variáveis Ambientais nas Assembléias de Peixes

Os estudos ecológicos sobre comunidades biológicas requerem uma investigação sobre a relação existente entre as variáveis ambientais e a composição das comunidades. Para extrair dos dados o padrão dominante de variação na composição da comunidade de peixe e tentar relacioná-lo com medidas das variáveis ambientais, foi utilizada uma técnica de análise multivariada de gradiente direto, a Análise de Correspondência Canônica - ACC (CANOCO, TER BRAAK, 1986). Os padrões de relação espécies-ambientes foram feitas através da codificação dos sítios de amostragem (1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8) e período do ano (a=set/03, b=dez/03 e c= maio/06) em conjunto (1a, 1b, 1c), bem como pela plotagem das espécies e das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos da ordenação gerada pelo programa CANOCO, obtendo-se assim os relacionamentos mais significativos.

Esta técnica identifica uma base ambiental para a ordenação da comunidade, através da detecção de padrões de variação na composição específica, que podem ser explicados pelas variáveis ambientais medidas. As projeções das espécies nos eixos do diagrama mostram as tendências de abundância das espécies que ocorrem em valores altos ou baixos do gradiente ambiental (Ter BRAAK, 1991). Este método de ordenação demonstra como múltiplas espécies respondem simultaneamente a fatores ambientais, possibilitando extrair gradientes ambientais de dados ecológicos. Tais gradientes são base para descrição de espécies com diferentes preferências de habitat via diagrama de ordenação (Ter BRAAK & VERDONCHOT, 1995; Ter BRAAK & SMILAUER, 1998). Espécies e locais de amostragem são marcados por pontos representando sua distribuição ótima. As variáveis explanatórias são representadas por vetores apontando para o máximo do valor da variável associada. Os coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação refletem a importância relativa de cada variável ambiental na composição da comunidade. As análises de correspondência canônica foram realizadas utilizando-se o programa estatístico "Canoco for Windows- Versão 4 " desenvolvido por Cajo J. F. ter Braak and Petr Smilauer (1998).

As variáveis que apresentaram padrão mais definido e tiveram maior relação com a distribuição das espécies foram o ferro, oxigênio dissolvido, turbidez e temperatura, todas apresentando significativa associação negativa com o eixo I (Quadro 7). Os dois primeiros eixos da ordenação explicaram 21,4% e 19,0% da variância total, respectivamente. Valores elevados da turbidez e temperatura são associados com o período de cheia, que também apresentou maiores teores de oxigenação da água, provavelmente devido à maior capacidade de diluição e maior turbulência do rio, bem como maiores teores de ferro, provavelmente carregado para o sistema pela águas de lixiviação. Uma situação oposta, correspondendo a menores valores destes parâmetros ambientais, ocorre durante o período de seca (Quadro 7, Figura 19). No período de seca, que corresponde principalmente aos meses do inverno, verifica-se a condutividade mais elevada, uma indicadora da decomposição da matéria orgânica, bem como maiores índices de coliformes fecais (poluição de origem doméstica) e maiores influências de poluição por metais (mercúrio), caracterizando uma água de mais baixa qualidade. As amostras do mês de maio 2006 se situaram no lado direito inferior do diagrama, demonstrando uma situação intermediária entre a situação seca e cheia (Figura 19).

**QUADRO 7**  
**CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA**  
**ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE PEIXES DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA**  
**CANÔNICA, AUTOVALORES E RELAÇÕES ESPÉCIES - AMBIENTE**

EIXOS	1	2	3	4
<b>Correlação das variáveis ambientais com os eixos</b>				
Condutividade	0,5508	0,1057	0,1814	0,3936
Ferro	<b>-0,8224</b>	-0,2917	0,3149	0,0813
Fósforo	0,2783	0,1219	0,1724	0,4234
Mercúrio	0,2710	0,4454	0,2549	0,2239
Nitrogênio Total	-0,2799	0,1071	0,4878	0,1332
Oxigênio dissolvido	<b>-0,8236</b>	0,0245	0,1859	0,1861
pH	-0,1459	0,0297	-0,2374	-0,1575
Temperatura	<b>-0,8614</b>	0,0208	0,1695	0,0622
Turbidez	<b>-0,7016</b>	-0,2965	-0,0428	0,2579
Coliformes Fecais	.0,1949	-0,2062	0,204	0,0961
<b>Sumário do diagnóstico da ordenação</b>				
Autovalores	0,153	0,136	0,089	0,084
Espécie-ambiente (%)	21,4	40,4	52,8	64,6

NOTA: Valores significativos em negrito.

Algumas mudanças podem ser observadas na estrutura das comunidades de peixes entre as diferentes campanhas. Amostras do período de cheia (dezembro de 2003) são apresentadas no lado esquerdo do diagrama, enquanto que os de seca (setembro de 2003), no lado direito superior, e os do período intermediário entre cheia e seca (maio de 2006), no lado direito inferior do diagrama (Figura 19). Espécies de peixes associadas ao período de cheia incluíram corimba (*Prochilodus vimboides*), Tilápias (*Tilapia rendali*), Lambaris (*Deuterodon* sp), com a primeira espécie associada à formação de lagoas marginais no período de cheia. As espécies associadas ao período de seca são o bagre (*Glanidium asbescens*) e o lambari (*Astyanax parahybae*), enquanto as espécies do período intermediário entre seca e cheia foram a piabanha (*Brycon insignis*) e o corimba (*Prochilodus lineatus*).

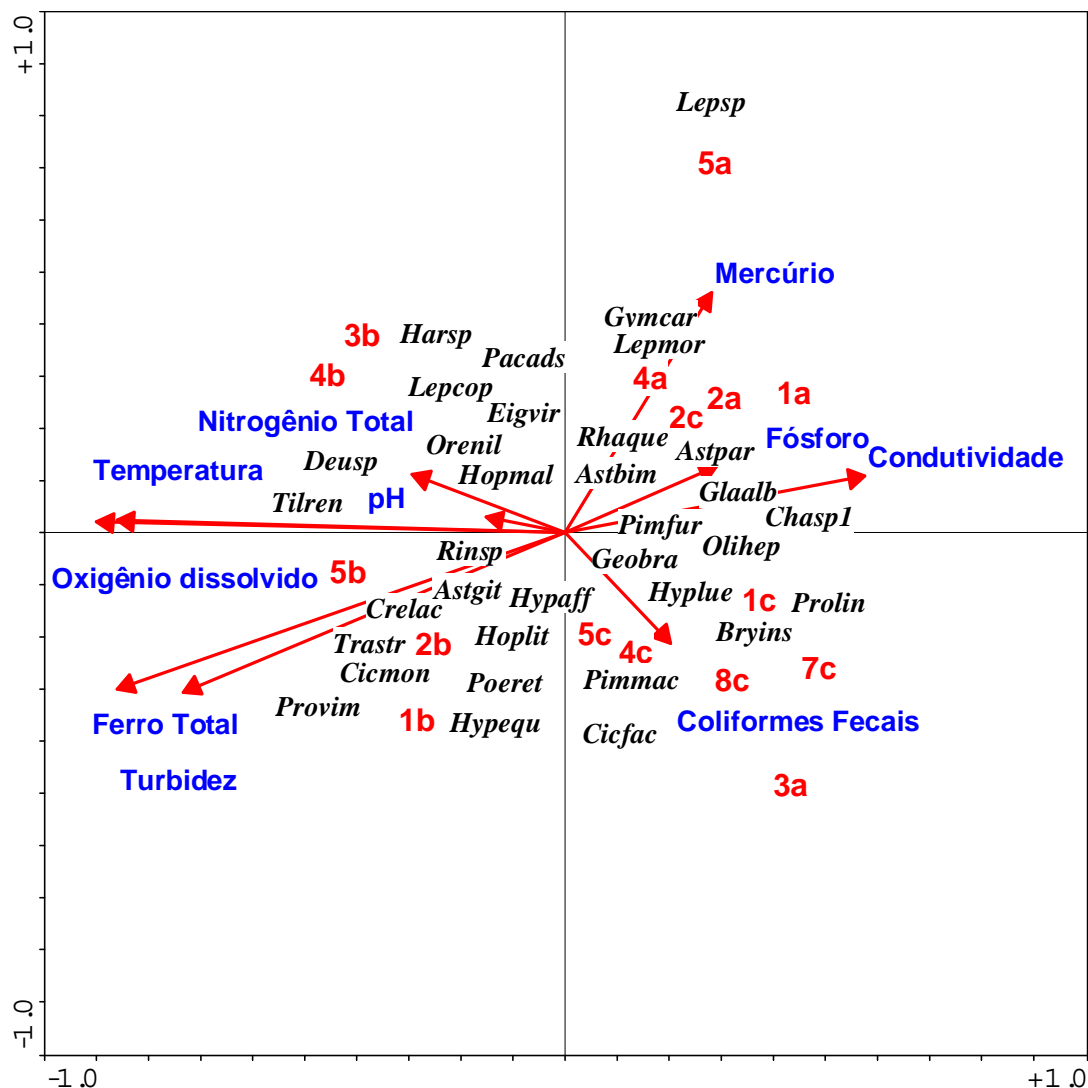

**FIGURA 19**

DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA, INDICANDO AS ESPÉCIES DE PEIXES, AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E AMOSTRAS CODIFICADAS PELOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM (1, 2, 3, 4, 5, 7 E 8) E CAMPANHAS (a=SETEMBRO DE 2003; b = DEZEMBRO DE 2003; c = MAIO DE 2006)

### 3 - ICTIOFAUNA NOS TRIBUTÁRIOS DA MARGEM ESQUERDA

#### 3.1 – Composição da Ictiofauna

Foram registrados um total de 55 espécies considerando o canal principal do rio Paraíba do Sul e os cinco tributários, uma indicação de uma biodiversidade bastante representativa deste trecho do rio. Destas 55 espécies, 43 foram registradas para o canal principal do rio Paraíba do Sul e 34 para os cinco tributários.

Vinte e duas espécies foram comuns aos dois sistemas, tendo ocorrido tanto nos tributários, como no canal principal do rio Paraíba do Sul: *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax scabripinis*, *Astyanax giton*, *Characidium sp*, *Deuterodon sp*, *Hyphessobrycon eques*, *Oligosarcus hepsetus*, *Leporinus copelandii*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus fur*, *Rhandia quelen*, *Hypostomus affinis*, *Hypostomus luetkeni*, *Hypostomus punctatus*, *Rineloricaria sp1*, *Harttia loricariiformes*, *Gymnotus carapo*, *Phalocerus caudimaculatus*, *Poecillia reticulata*, *Geophagus brasiliensis*, *Crenicichla lacustris*, e *Cichlasoma facetum*.

Foram exclusivas dos tributários doze espécies, e portanto, merecem especial atenção: *Astyanax intermedium*, *Astyanax taeniatus*, *Astyanax sp3*, *Rhandella sp*, *Imparfinis minutus*, *Callichthys callichthys*, *Coridoras nattereri*, *Hypostomus unitaeniatus*, *Neoplecostomus microps*, *Pimelodela sp*, *Trichomycterus sp1*, e *Synbranchus marmoratus*. Embora tenham sido registradas exclusivamente nos tributários da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a maioria destas espécies é típica de outros pequenos tributários existentes ao longo do rio Paraíba do Sul, conforme tem sido registrado nos dados pretéritos.

Foi feita uma análise geral da composição de espécies que ocorrem no Rio Paraíba do Sul, com especial atenção aquelas capturadas nas campanhas de setembro de 2003, dezembro de 2003 e maio/junho de 2006, bem como as espécies registradas anteriormente nos tributários (ENGEVIX 1989/1990) (Quadro 8). Um total de 70 espécies foi registrado, das quais, 43 também ocorreram no canal principal do rio Paraíba do Sul. Um total de 39 e de 34 espécies foram registradas nos tributários nas campanhas de dados pretéritos (ENGEVIX 1989/1990) e na campanha de maio/junho de 2006, respectivamente. Treze espécies foram comuns no rio Paraíba do Sul e nas duas campanhas dos tributários (1989/90 e 2006): *A. bimaculatus*, *O. hepsetus*, *P. maculatus*, *R. quelen*, *C. nattereri*, *H. loricariiformes*, *Rineloricaria sp.*, *H. affinis*, *G. carapo*, *P. reticulata*, *C. lacustris*, *C. facetus* e *G. brasiliensis*. Somente 5 espécies foram comuns e exclusivas apenas dos tributários, considerando os dados pretéritos e os atuais: *A. taeniatus*, *A. intermedium*, *Characidium sp 1*, *C. callichthys* e *N. microps* (Quadro 8).

Embora considerando as diferenças no esforço amostral quando se compara os dados pretéritos da ictiofauna dos tributários com os dados atuais, pode-se inferir em uma mudança da ictiofauna, pois do total de 70 espécies registradas somente treze terem sido comuns a ambas as campanhas, é uma indicação de mudança na composição da comunidade de peixes.

**QUADRO 8**  
**LISTA DE ESPÉCIES DE PEIXES COLETADAS NOS TRIBUTÁRIOS**  
**DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO AHE SIMPLÍCIO**

TAXA (SUPER ORDEM, ORDEM, FAMÍLIA E ESPÉCIES)	TOTAL			SÍTIOS DE AMOSTRAGEM MAIO/JUNHO - 2006														
	RPS	TRI P	TRI A	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Superordem Ostariophysi																		
Ordem Characiformes																		
Família Characidae																		
Subfamília Tetragonopterinae																		
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	



TAXA (SUPER ORDEM, ORDEM, FAMÍLIA E ESPÉCIES)	TOTAL			SÍTIOS DE AMOSTRAGEM MAIO/JUNHO - 2006																		
	RPS	TRI P	TRI A	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
Família Callichthyidae																						
<i>Corydoras nattereri</i> Steindachner, 1876	X	X	X		X	X	X				X	X										
<i>Hoplosternun litoralle</i> (Hancock, 1828)	X																					
<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)		X	X									X										
Família Loricariidae																						
Subfamília Loricariinae																						
<i>Harttia loricariformes</i> Steindachner, 1876	X	X	X							X												
<i>Harttia</i> sp																						
<i>Rineloricaria</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X				X			
<i>Neoplecostomus microps</i>		X	X									X										
<i>Otocinchus</i> sp1		X																				
Subfamília Hypostominae																						
<i>Hypostomus affinis</i> (Steindachner, 1876)	X	X	X	X	X						X	X										
<i>Hypostomus luetkeni</i> (Steindachner, 1876)	X		X									X							X			
<i>Hypostomus punctatus</i>			X							X		X	X		X							
<i>Hypostomus unitaeniatus</i>			X													X						
<i>Hypostomus</i> sp	X																					
Ordem Gymnotiformes																						
Família Gymnotidae																						
<i>Gymnotus cf. carapo</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			
<i>Gymnotus pantherinus</i>		X																				
Família Sternopygidae																						
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1847)	X	X																				
Família Synbranchidae																						
<i>Synbranchus</i> sp1		X																				
<i>Synbranchus marmoratus</i>			X						X													
Ordem Cyprinodontiformes																						
Família Poeciliidae																						
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	X	X																				
<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	X	X	X	X	X							X	X									
Superordem Acanthopterygii																						
Ordem Perciformes																						
Família Cichlidae																						
<i>Cichla ocellaris</i>	X																					
<i>Crenicichla lacustris</i> (Castelnau, 1855)	X	X	X			X					X								X			
<i>Cichlasoma facetus</i> Jenys, 1842	X	X	X	X					X			X	X		X				X			
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X																				
<i>Tilapia rendalli</i>	X	X																				
<i>Tilapia hibrida</i>	X																					
<i>Aequidens</i> sp1		X																				
Família Sciaenidae																						
<i>Pachyurus adspersus</i> (Steindachner, 1879)	X	X																				

NOTAS: RPS = espécies encontradas no rio Paraíba do Sul (Setembro - 2003, Dezembro - 2003 e Maio/Junho - 2006); TRIP= espécies encontradas nos tributários (dados pretéritos-1990); TRIA= espécies encontradas nos tributários (dados atuais- Maio/Junho - 2006).

### 3.2 - Padrões Espaciais da Comunidade de Peixes nos Pequenos Tributários

Foi realizada uma análise utilizando os dados pretéritos de presença e ausência da ictiofauna dos tributários e os dados da campanha atual (maio/junho de 2006) visando

obter uma análise de eventuais variações temporais entre estas duas bases de dados, tomadas em um intervalo de quase 20 anos (1989-1990 a 2006). Foi aplicada uma DCA para detectar eventuais padrões. Através da DCA foram analisados os maiores comprimentos de gradientes nos eixos I e II, visando a explicação da maior parte da variabilidade dos dados. Esta análise serviu para definir e caracterizar os sítios de amostragem de acordo com a ictiofauna dos mesmos (Quadro 9).

**QUADRO 9**  
**CODIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE PEIXES UTILIZADAS NAS ANÁLISES**

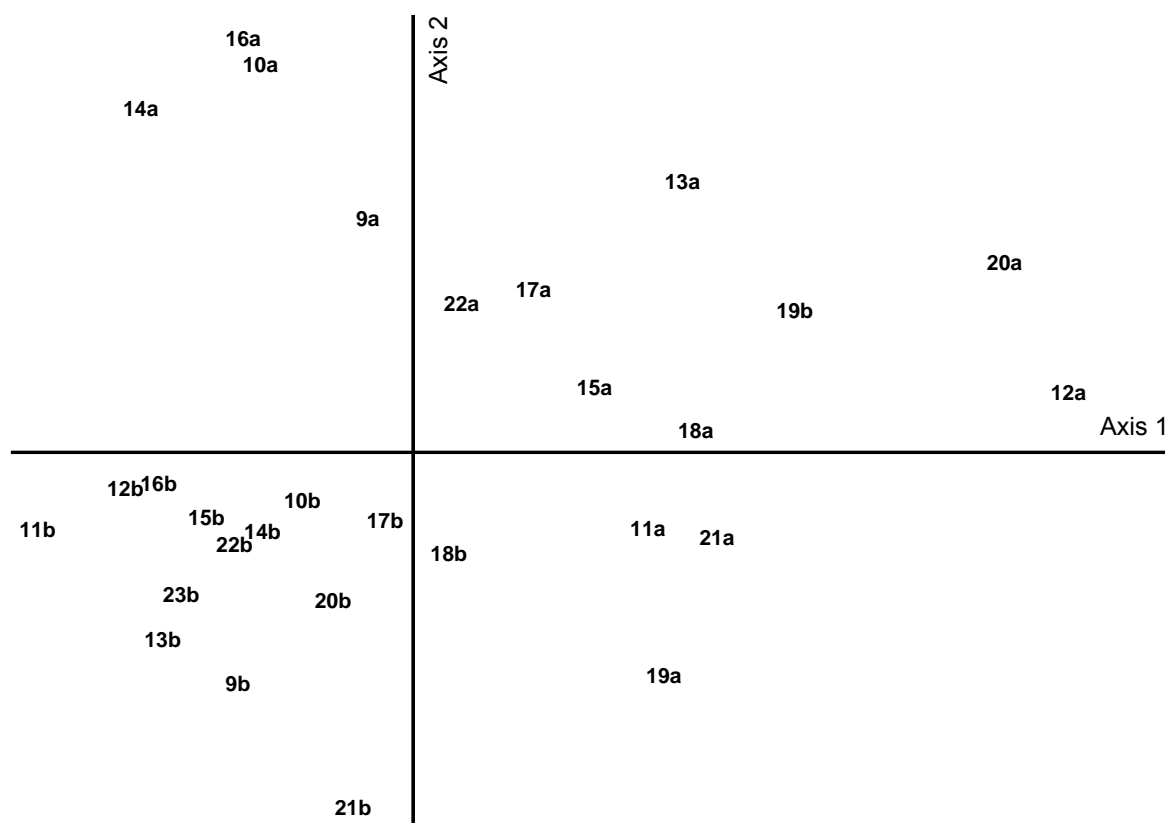
<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPÉCIES</b>
Astbim	<i>Astyanax bimaculatus</i>
Astint	<i>Astyanax intermedium</i>
Astgit	<i>Astyanax giton</i>
Astsca	<i>Astyanax scabripinis</i>
Asttae	<i>Astyanax taeniatus</i>
Astsp3	<i>Astyanax sp3</i>
Calcal	<i>Callichthys callichthys</i>
Cicfac	<i>Cichlasoma facetum</i>
Crelac	<i>Crenicichla lacustris</i>
Cornat	<i>Corydoras nattereri</i>
Chasp	<i>Characidium sp</i>
Detsp	<i>Deuterodon sp</i>
Geobra	<i>Geophagus brasiliensis</i>
Gymcar	<i>Gymnotus carapo</i>
Hypaff	<i>Hypostomus affinis</i>
Hypequ	<i>Hyphessobrycon eques</i>
Harlor	<i>Harttia loricariiformes</i>
Hyplue	<i>Hypostomus luetkeni</i>
Hyppun	<i>Hypostomus punctatus</i>
Hypuni	<i>Hypostomus unitaeniatus</i>
Impmin	<i>Imparfinis minutus</i>
Lepcop	<i>Leporinus copelandii</i>
Neomic	<i>Neoplecostomus microps</i>
Olihep	<i>Oligosarcus hepsetus</i>
Phacau	<i>Phalocerus caudimaculatus</i>
Pimfur	<i>Pimelodus fur</i>
Pimmac	<i>Pimelotus maculatus</i>
Poeret	<i>Poecilia reticulata</i>
Pimsp	<i>Pimelodella sp</i>
Rhaque	<i>Rhandia quelen</i>
Rhadel	<i>Rhandella sp</i>
Rinsp1	<i>Rineloricaria sp 1</i>
Synmar	<i>Synbranchus marmoratus</i>
Trisp	<i>Trichomycterus sp</i>

Os dois primeiros eixos explicaram 19,2% da variância total (Quadro 10), indicando que a maioria dos peixes apresenta distribuição nos vários sítios de amostragens e a ausência de um padrão de separação dos sítios de amostragem de acordo com a ictiofauna.

**QUADRO 10**  
**SUMÁRIO DOS RESULTADOS DA DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE PEIXES NOS**  
**PEQUENOS TRIBUTÁRIOS DO RIO PARAÍBA DO SUL**

EIXOS DE ORDENAÇÃO	1	2	3	5	INÉRCIA TOTAL
Autovalores	0,512	0,431	0,276	0,178	4,85
Comprimento do gradiente	3,58	4,29	2,76	2,09	
% cumulativa da variância explicada	10,5	19,2	25,1	28,7	

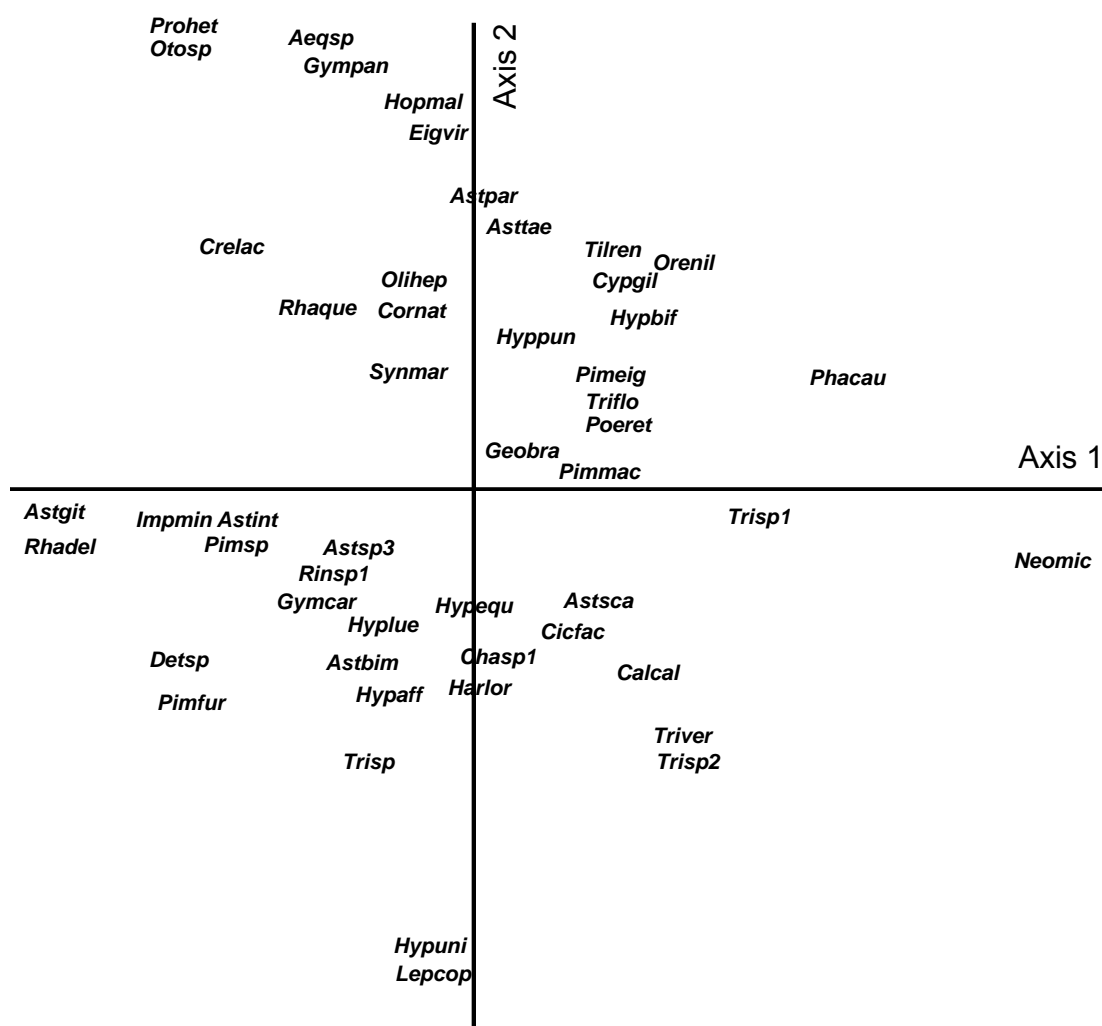
Uma marcada separação da ictiofauna entre os períodos de amostragem foi observada com as amostras desta última campanha (2006) localizadas no lado esquerdo inferior do diagrama enquanto as amostras da campanha de 1989/90 foram localizadas no lado direito do diagrama (Figura 20). As espécies mais próximas a região central do diagrama como *P. maculatus*, *P. reticulata*, e *G. brasiliensis* apresentaram maior similaridade de ocorrência nas duas campanhas, em oposição as espécies situadas nos extremos dos eixos.



**FIGURA 20**  
**DIAGRAMA FORMADO PELOS DOIS PRIMEIROS EIXOS DA DCA. SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM, CONFORME CODIFICAÇÃO APRESENTADA NO QUADRO 1; A –**  
**AMOSTRAS PRETÉRITAS (1989/90); B – AMOSTRAS ATUAIS (JUNHO/06)**



Os peixes de mais ampla distribuição e comuns às duas campanhas (1999/90 e 2006) ocorreram nas proximidades do centro do diagrama de ordenação, como foi o caso do mandi - *P. maculatus*, - *P. reticulata*, e do acará - *G. brasiliensis*. (Figura 21). Os peixes mais associados com a amostra dos dados pretéritos foram *N. microps*, *P. caudimaculatus* e *Trichomycterus* sp.1, localizados no lado direito do diagrama, enquanto os peixes mais associados aos dados atuais foram *A. giton*, *Rhandella* sp, *Deuterodon* sp e *P. fur*, localizados no lado esquerdo do diagrama.



**FIGURA 21**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM, CONFORME CODIFICAÇÃO APRESENTADA NO QUADRO 9**

Foi realizada uma DCA de todos os dados de ocorrência de peixes nas três campanhas realizadas, tanto no rio Paraíba do Sul e seus dois grandes tributários (Paraibuna e Piabanha) como os pequenos tributários da margem esquerda entre Três Rios e Além Paraíba, visando encontrar padrões de distribuição. Os maiores comprimentos de gradientes nos eixos I e II explicaram 23,4% da variância, indicando a ocorrência de

espécies amplamente distribuídas, tanto nos grandes rios como nos pequenos tributários (Quadro 11).

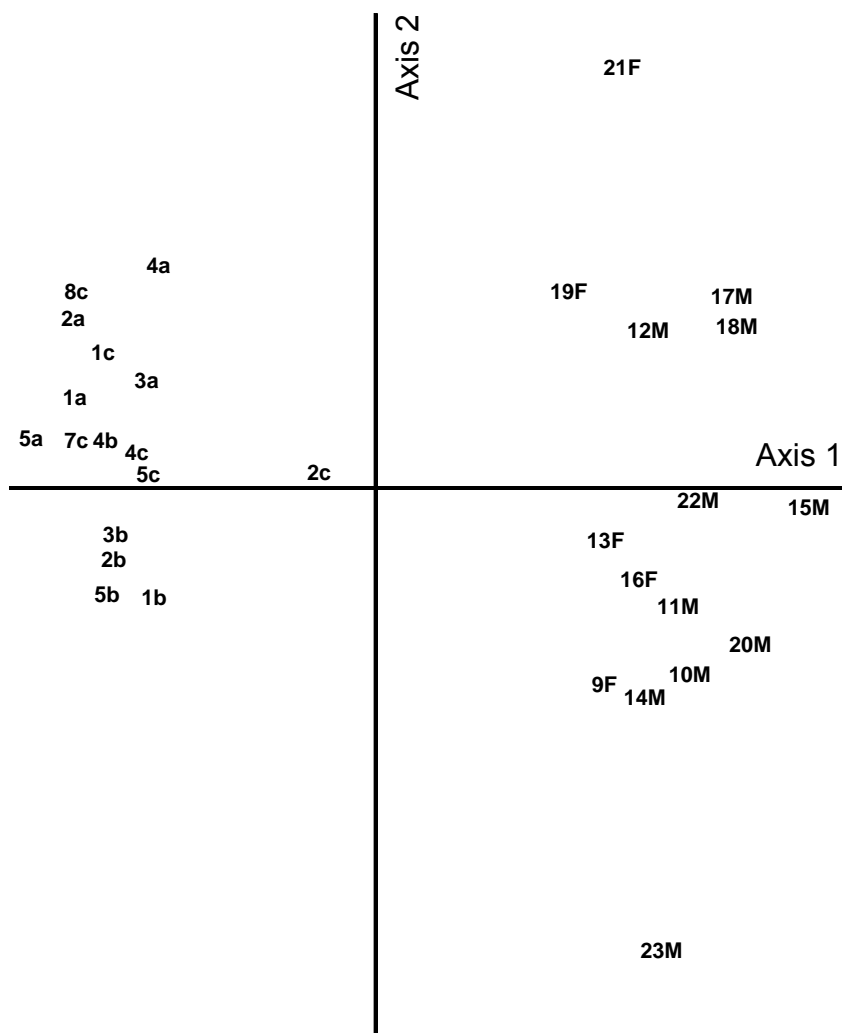
**QUADRO 11**  
**SUMÁRIO DOS RESULTADOS DA DCA SOBRE A ABUNDÂNCIA DE PEIXES EM**  
**SÍTIOS DE AMOSTRAGENS NO RIO PARAÍBA DO SUL E NOS TRIBUTÁRIOS**

EIXOS DE ORDENAÇÃO	1	2	3	4	INÉRCIA TOTAL
Autovalores	0,85	0,44	0,27	0,15	5,513
Comprimento do gradiente	6,09	3,09	2,26	2,57	
% cumulativa da variância explicada	15,5	23,4	28,3	31,2	

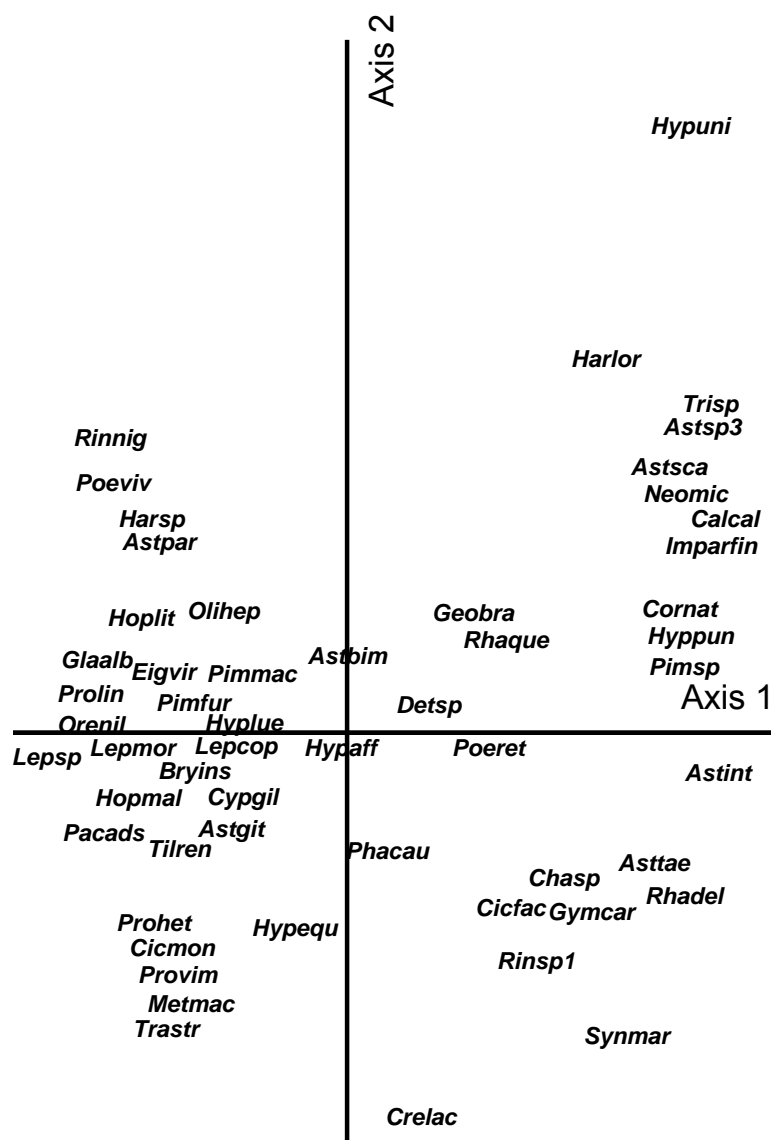
Uma evidente separação nas assembléias de peixes entre os sítios de amostragens do rio Paraíba do Sul e dos tributários foi observada, com as amostras do rio Paraíba localizadas no lado esquerdo do diagrama e as amostras dos tributários do lado direito. Os tributários foram codificados de acordo com o local de coleta como foz e montante. Nota-se um padrão das amostras da foz dos tributários se situarem mais ao centro do diagrama de ordenação, e as amostras a montante, ou seja, mas distantes da calha do rio Paraíba, se situaram mais a esquerda do diagrama (Figura 22).

Observou-se que os sítios dos pequenos tributários mais distanciados do canal principal (M = montante) apresentaram ictiofauna assemelhada e se localizaram no lado extremo direito do diagrama, enquanto aqueles mais próximos do canal principal (F = Foz) apresentaram ictiofauna em posição intermediária, mais aproximada do centro do diagrama, enquanto os sítios do canal principal do rio Paraíba do Sul do Paraíba e do Piabonha se localizaram no lado esquerdo do diagrama, apresento assim, um padrão diferenciado da ictiofauna dos pequenos tributários (riachos).

As espécies mais próximas a região central do diagrama foram *A. bimaculatus*, *G. brasiliensis*, *R. quelen* e *H. affinis*, sugerindo a presença das mesmas tanto nos grandes rios como nos pequenos tributários. Por outro lado, *A. intermedium*, *A. taeniatus*, *Imparfinis* sp e *Rhandella* sp foram espécies típicas de tributários, enquanto espécies migradoras, como as três espécies de piaus (*L. mormyrops*, *L. copelandii* e *Leporinus* sp) e *P. lineatus*, além de *G. albescens*, *P. adspersus*, e a introduzida *O. niloticus*, terem sido comuns dos grandes rios.



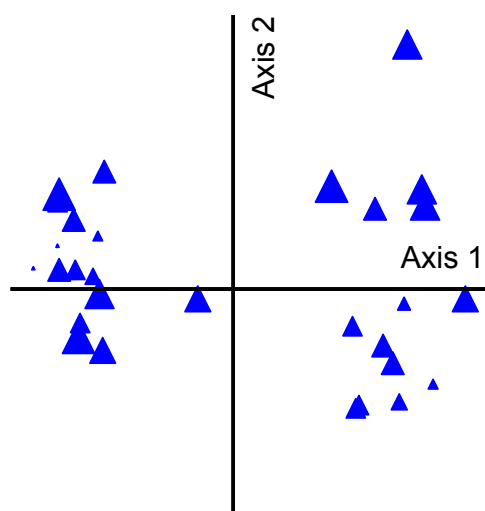
**FIGURA 22**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NOS SÍTIOS**  
**DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



**FIGURA 23**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NOS SÍTIOS**  
**DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

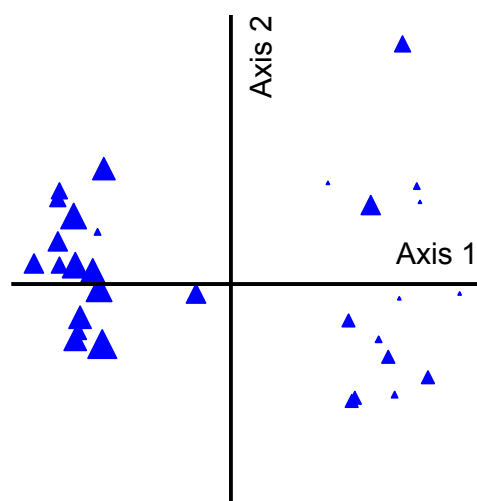
Abaixo são apresentados os diagramas de ordenação das espécies *G. brasiliensis*, *A. bimaculatus*, *Rineloricaria* sp, *O. hepsetus* que ocorreram amplamente tanto nos grandes rios como nos tributários (Figuras 24 a 27).

*Geophagus brasiliensis* foi, de todos os peixes registrados, a espécie que mais homoganeamente se distribuiu, tanto nos sítios dos rios como nos pequenos tributários, indicando sua extrema adaptação e capacidade de colonização dos habitats disponíveis (Figura 24).



**FIGURA 24**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *G. BRASILIENSIS* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

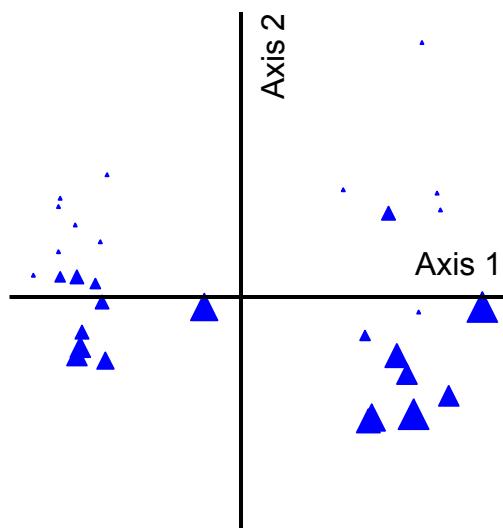
*Astyanax bimaculatus*, apesar de amplamente distribuído no sistema em análise, foi mais abundante nos sítios dos grandes rios e nos sítios dos pequenos tributários localizados próximo da confluência (fz) com os grandes rios, como indicados pelos maiores tamanhos dos triângulos no diagrama de ordenação (Figura 25).



**FIGURA 25**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *A. BIMACULATUS* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

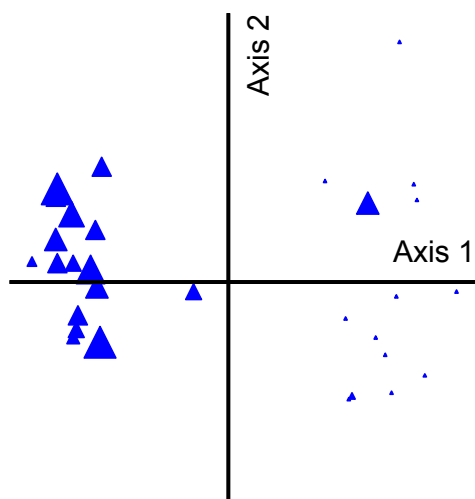
*Rineloricaria* sp, por outro lado, apesar de amplamente distribuído dos rios e tributários, apresentou maiores abundância em alguns dos tributários, tais como aqueles mais

próximos a Três Rios (Macuco, Tocaia e Areia/Louriçal) e na foz do ribeirão do Peixe. (Figura 26), indicando alguma especificidade de habitat.



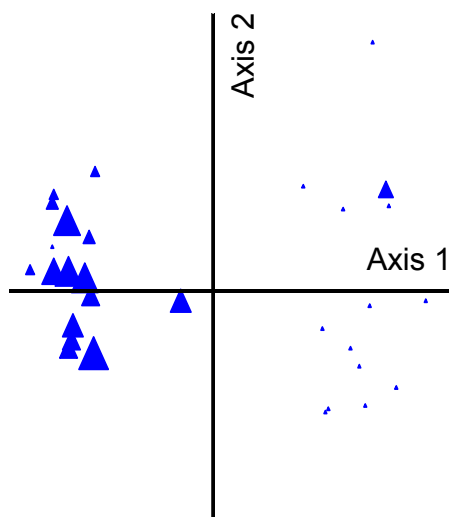
**FIGURA 26**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *RINELORICARIA* SP. NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

*Oligosarcus hepsetus*, apesar de ser amplamente distribuído, teve abundâncias bem maiores nos sites do rio Paraíba do Sul e dos grandes tributários (Paraibuna e Piabanha).

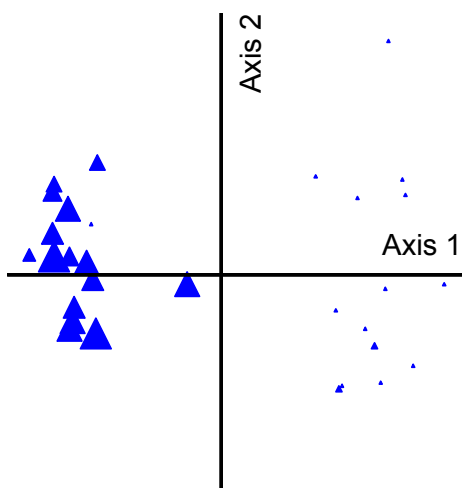


**FIGURA 27**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *O. HEPSETUS* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

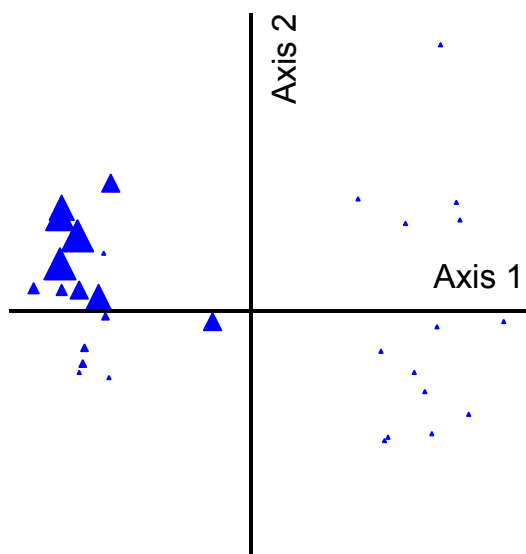
As espécies *H. luetkeni* (Figura 28), *P. fur* (Figura 29) e *A. parahyabae* (Figura 30) apresentaram distribuição mais restrita nos sítios de amostragens do rio Paraíba do Sul e dos grandes tributários.



**FIGURA 28**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *H. LUETKENI* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

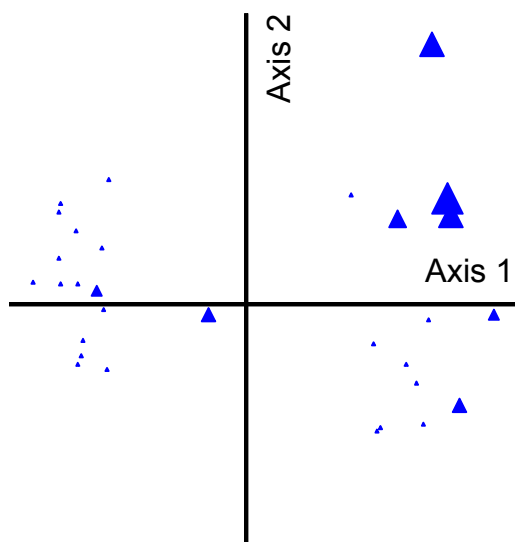


**FIGURA 29**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *P. FUR* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



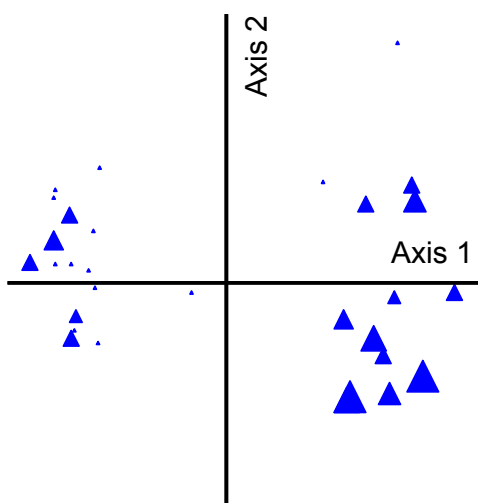
**FIGURA 30**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *A. PARAHYBAE* NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

*Astyanax scabripinis* (Figura 31), *G. carapo* (Figura 32), em menor instância, *H. loricariformes* (Figura 33), *I. minutus* (Figura 34), *Trichomycterus* sp (Figura 35) e *H. punctatus* (Figura 36) são característicos da ictiofauna de pequenos tributários com distribuições registradas nestes sistemas lóticos da margem esquerda do rio Paraíba do Sul.

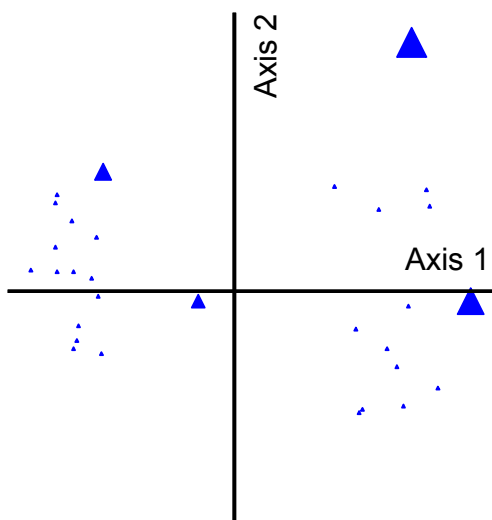


**FIGURA 31**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *A. SCABRIPINIS* NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

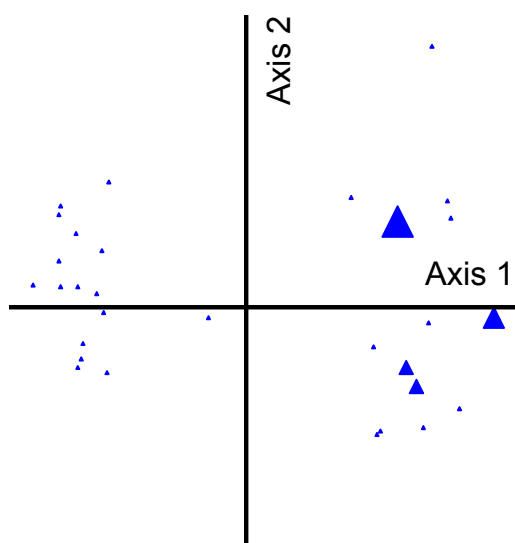




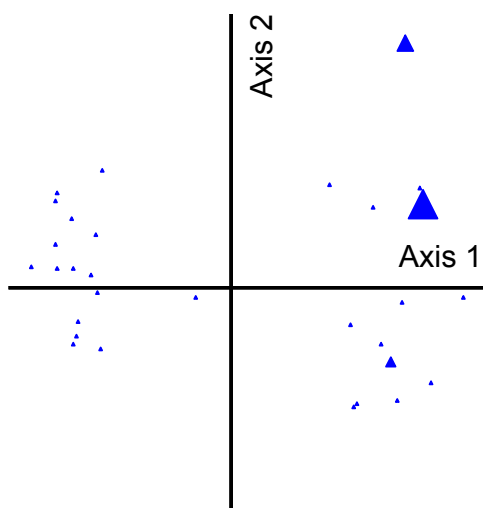
**FIGURA 32**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *G. CARAPO* NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



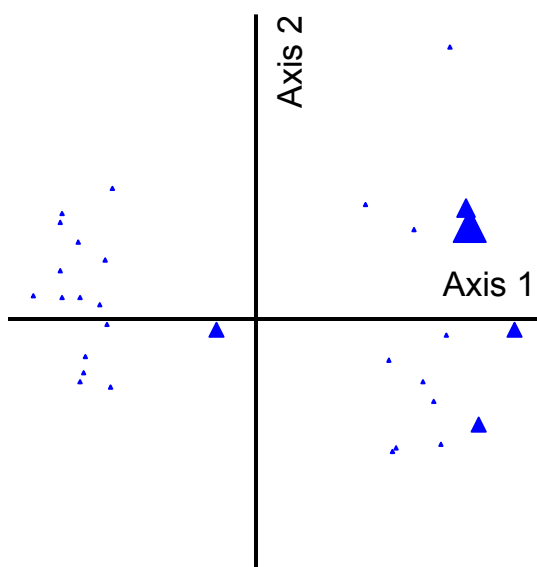
**FIGURA 33**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *H. LORICARIFORMES* NOS SÍTIOS**  
**DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



**FIGURA 34**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *I. MINUTUS* NOS SÍTIOS DE**  
**AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



**FIGURA 35**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *TRICHOMYCTERUS SP.* NOS SÍTIOS**  
**DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**



**FIGURA 36**  
**DCA DAS CONTRIBUIÇÕES DE *H. PUNCTATUS* NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PARAÍBA DO SUL E TRIBUTÁRIOS**

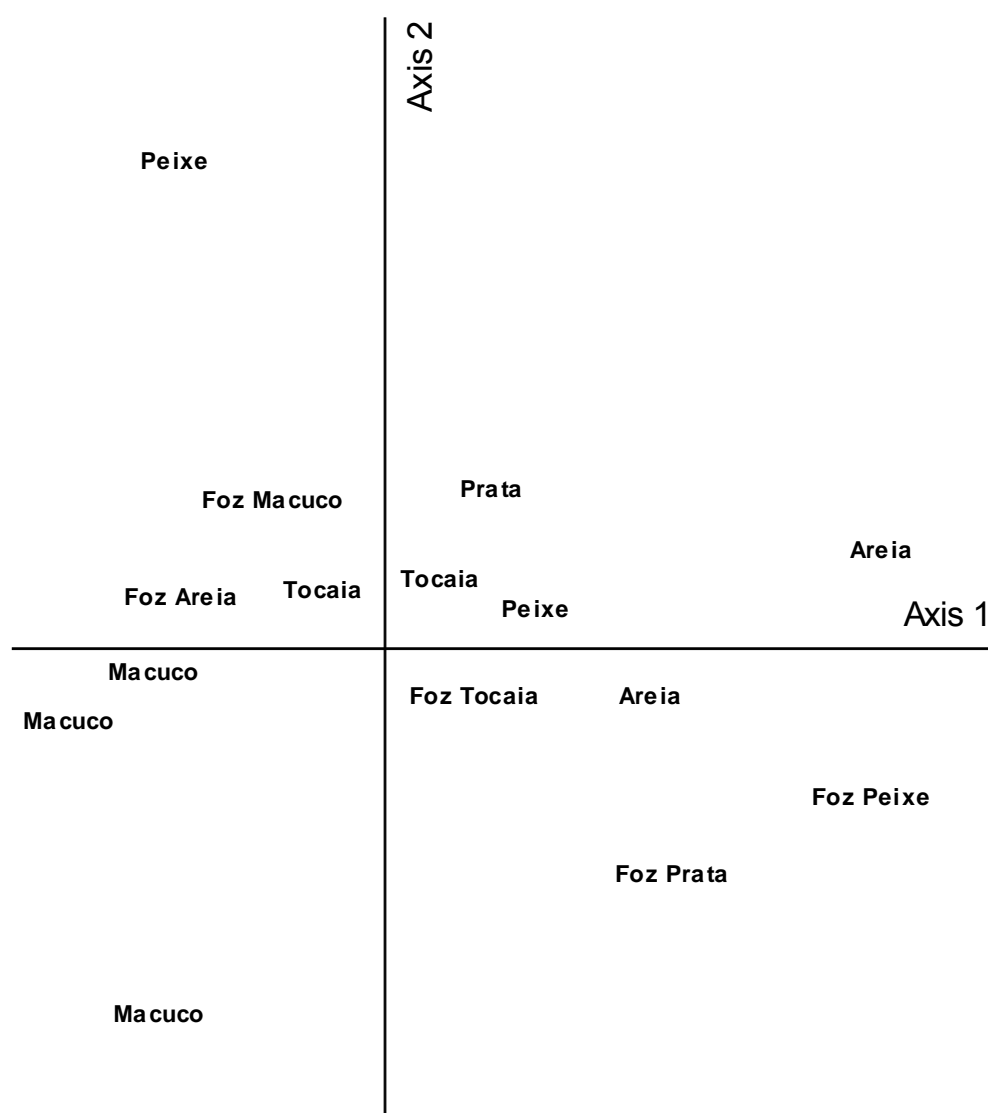
Também foi realizada uma análise visando determinar os padrões das comunidades de peixes considerando somente os tributários amostrados na última campanha (maio/junho de 2006). A análise de correspondência distendenciada apresentou os maiores comprimentos de gradientes nos eixos I e II, os quais foram explicados 26,9 % da variância total (Quadro 12), tendo sido examinados para determinação de padrões de distribuição entre os sítios mais a montante (relativamente menos impactados pelo empreendimento) e os sítios mais à jusante (que receberão impacto direto do empreendimento), bem como para comparações inter-tributários.

**QUADRO 12**  
**SUMÁRIO DOS RESULTADOS DA DCA SOBRE A ABUNDÂNCIA DE PEIXES NOS TRIBUTÁRIOS DO RIO PARAÍBA DO SUL**

EIXOS DE ORDENAÇÃO	1	2	3	4	INÉRCIA TOTAL
Autovalores	0,43	0,18	0,1	0,27	2,29
Comprimento do gradiente	2,65	2,40	1,92	1,80	
% cumulativa da variância explicada	19,0	26,9	31,4	32,5	

Não foi encontrado um padrão significativo de separação das amostragens realizadas nos tributários. Somente as amostras do rio Macuco apresentaram-se todas localizadas no lado esquerdo do diagrama e as demais se apresentaram dispersas amplamente no diagrama de ordenação, indicando que os tributários não diferem significativamente em relação à ictiofauna (Figura 37). O padrão apresentado para o rio Macuco é possivelmente devido o maior número de espécies registrados neste sistema; o

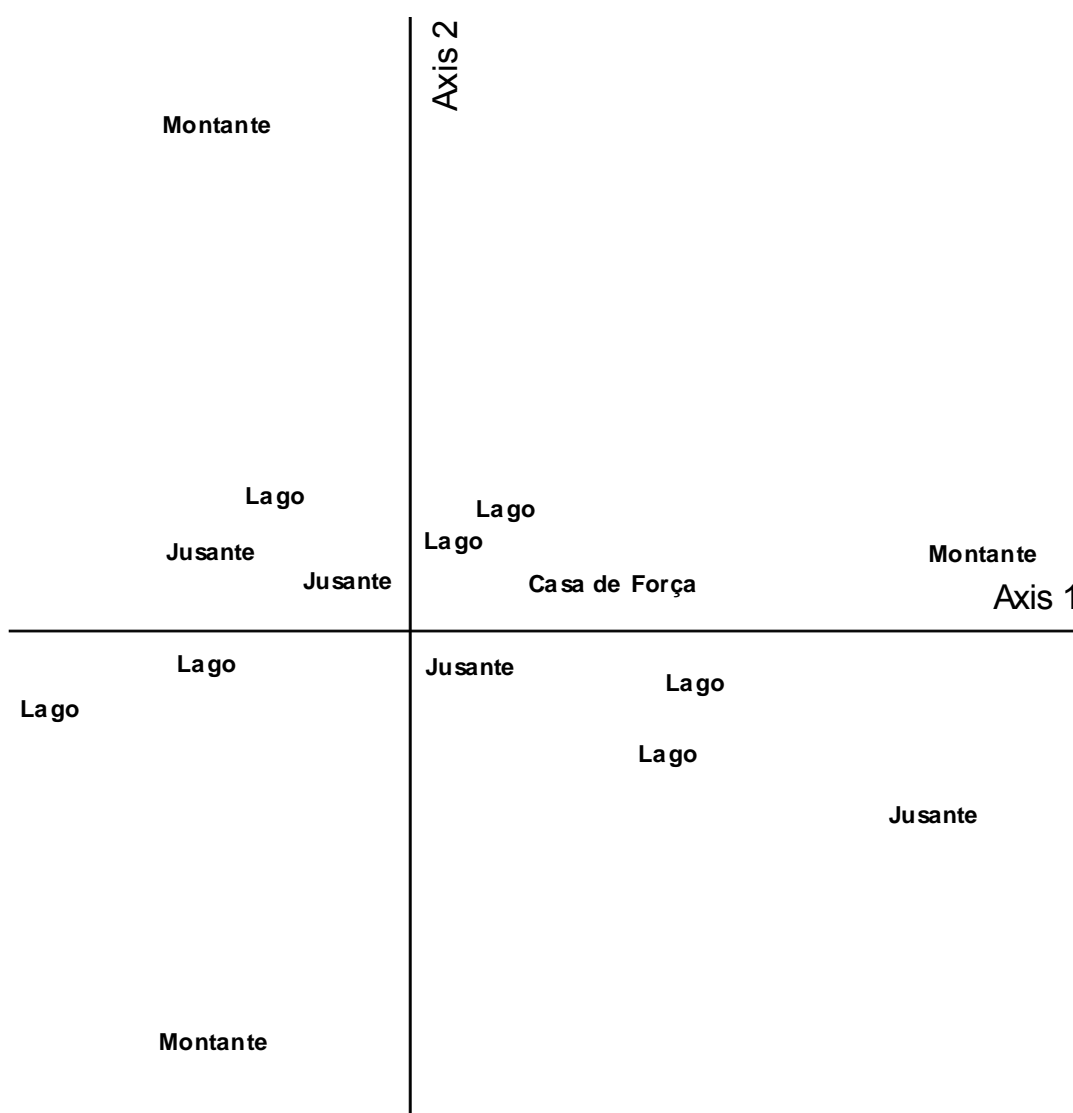
inesperado baixo número de espécies registrados no ribeirão do Peixe, se deve principalmente à limitações na metodologia de amostragens, o que é dificultada nos ribeirões, que são ambientes relativamente grandes para o uso da pesca elétrica com eficiência, e são ambientes relativamente pequenos, para o uso de redes de espera com eficiência. Tem sido muito comum, em sistemas de tamanho intermediários entre os riachos e os rios, tais como os ribeirões, terem sua ictiofauna subamostrada, e o ribeirão do Peixe foi mais um exemplo deste tipo de limitação do equipamento de pesca.



**FIGURA 37**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES**  
**NOS TRIBUTÁRIOS DO RIO PARAÍBA DO SUL**

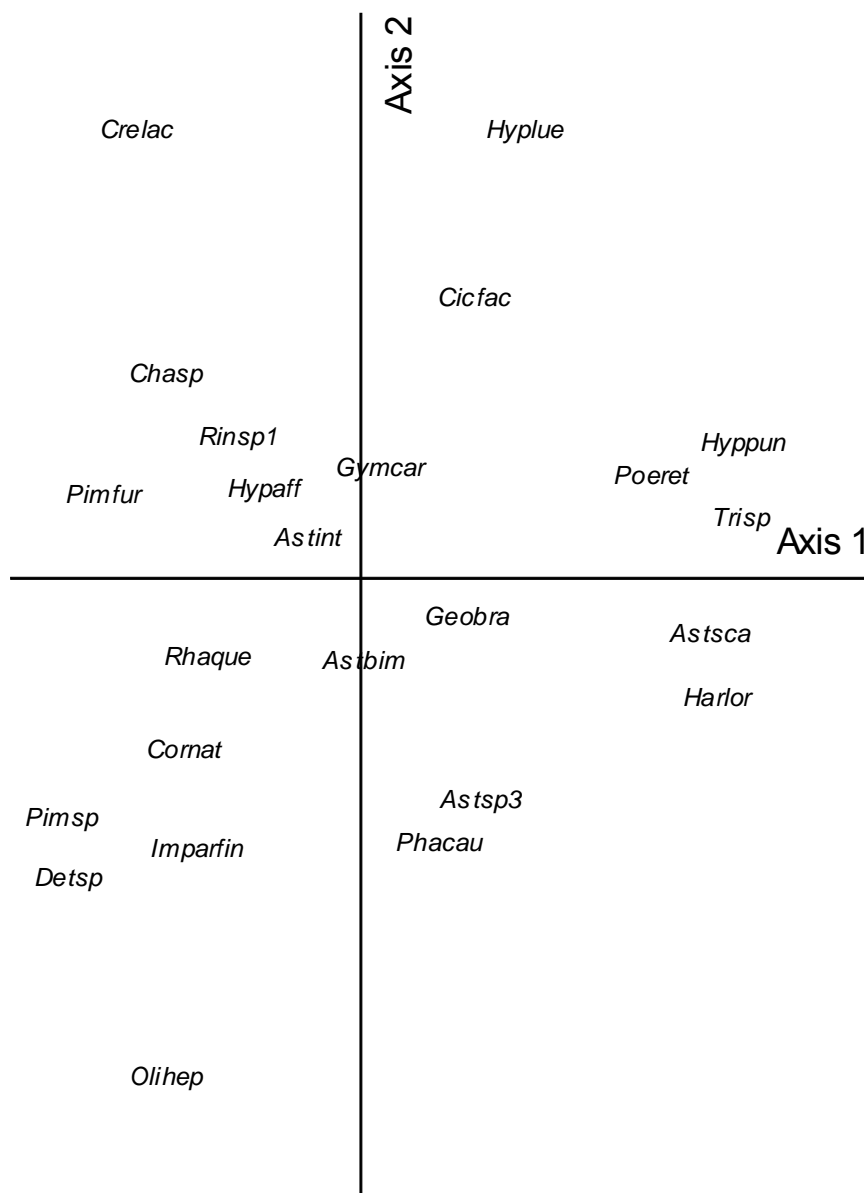
Os sítios de amostragens nos tributários foram codificados pela suas localizações em relação aos lagos que serão formados pelo empreendimento em três tipos: 1) Montante – sítios de amostragens que se localizam à montante dos futuros lagos; 2) Lagos = sítios de

amostragens que serão transformados nos futuros lagos devido a interceptação dos tributários; e 3) Jusante = sítios de amostragens próximos da confluência com o rio Paraíba do Sul, a jusante dos futuros lagos, mas que terão seus fluxos mantidos. No diagrama de ordenação dos sítios de amostragens dos riachos codificados por suas posições em relação ao empreendimento, observou-se a inexistência de um padrão definido (Figura 38), indicando que a ictiofauna não difere entre as posições dos sítios de amostragens, e que devido às suas pequenas extensões, as espécies se distribuem amplamente em cada sistema, tanto na parte mais de montante, como na mais de jusante.



**FIGURA 38**  
**DCA SOBRE A ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES**  
**DE PEIXES NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

As espécies de peixes mais associadas ao rio Macuco, o de maior riqueza específica foram *Deuterodon* sp, *Imparfinis* sp, *Pimelodus* sp e *O. hepsetus*, enquanto as demais espécies apresentaram-se amplamente distribuídas em todos os tributários (Figura 39).



**FIGURA 39**  
**DCA SOBRE A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES**  
**DE PEIXES NOS PEQUENOS TRIBUTÁRIOS**

### 3.3 - Influência das Variáveis Ambientais na Assembléia de Peixes

As variáveis que apresentaram padrão mais definido e tiveram maior relação com a distribuição das espécies foram coliformes fecais associada ao eixo I, que explicou 34,4% da variação dos dados, e temperatura e turbidez associadas ao eixo 2, explicando 21,2 % da variação dos dados (Quadro 13).

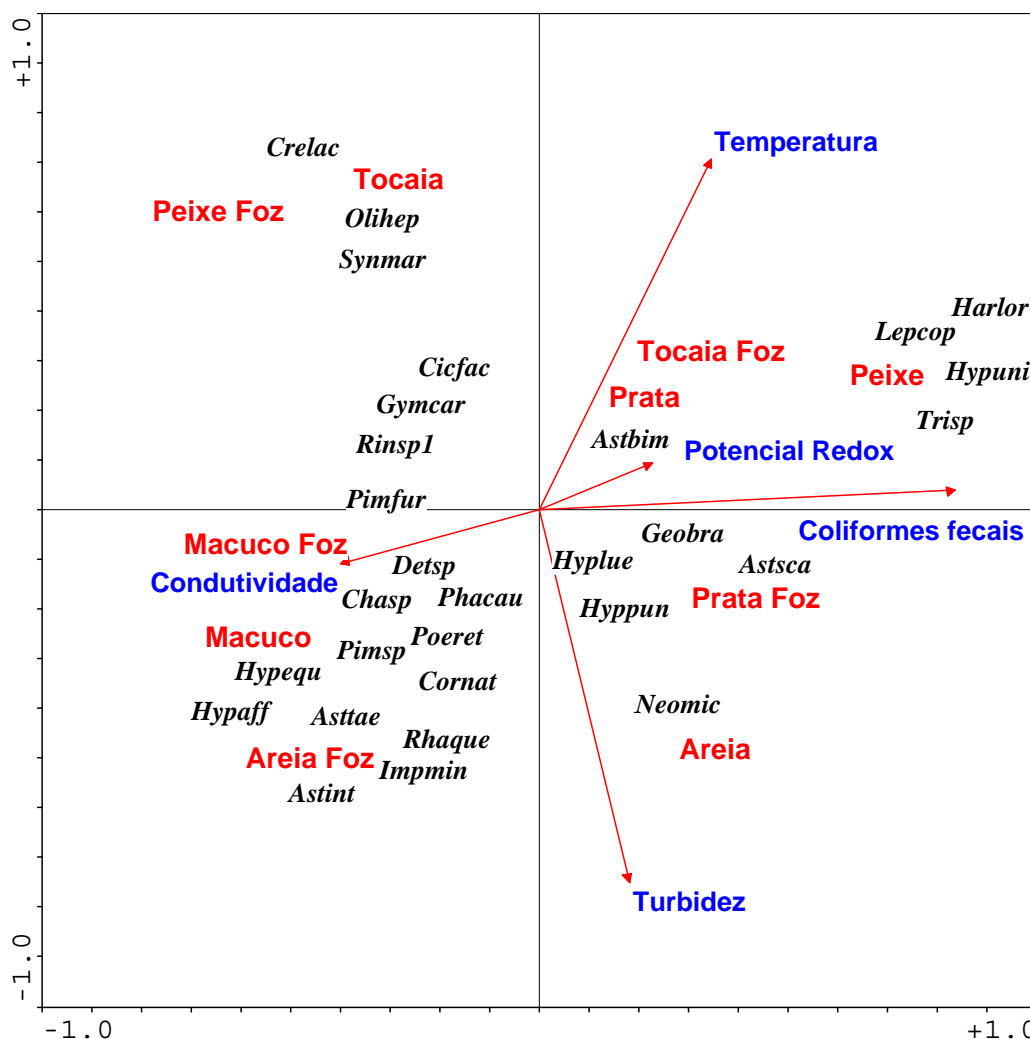
**QUADRO 13**  
**CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE PEIXES DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA**

EIXOS	1	2	3	4
<b>Correlação das variáveis ambientais com os eixos</b>				
Condutividade	-0,4431	-0,0855	0,4957	0,6515
Temperatura	0,4139	<b>0,7349</b>	-0,0173	-0,2379
Turbidez	0,1555	<b>-0,7708</b>	-0,2806	-0,238
Coliformes fecais	<b>0,9288</b>	0,1943	0,0087	-0,2887
Potencial Redox	0,1757	-0,1267	-0,7356	0,5187
<b>Sumário do diagnóstico da ordenação:</b>				
Autovalores	0,46	0,28	0,28	0,17
Espécie-ambiente (% explicação var)	34,4	55,6	76,3	89,5

NOTA: Valores significativos em negrito

Verificou-se uma separação ao longo do eixo I que foi significativamente correlacionado com a variável coliformes, a qual apresentou maiores valores nos sítios de amostragens córregos da Prata, da Tocaia (Foz) e ribeirão do Peixe (montante), onde predominaram as espécies *H. loricariformes*, *Thycomichterus* sp, *H. unifasciatus* e *L. copelandi* (Figura 40). Um situação oposta, com os menores valores coliformes fecais foi apresentado no lado oposto (esquerdo) do diagrama, associado ao rio Macuco, Foz do córrego Areia e ribeirão do Peixe, onde a riqueza de espécies foi maior, e foram mais abundantes as espécies *H. affinis* e *H. eques*. As espécies mais próximas a região central do diagrama como *G. brasiliensis*, *H. luetkeni*, *A. bimaculatus*, *P. fur* apresentaram ampla distribuição em todas as amostras, em oposição as espécies situadas nos extremos dos eixos.

No eixo II (Figura 40), que parece mais associado à variação sazonal, as maiores temperaturas e menores turbidez foram associadas ao córrego da Tocaia, onde foram abundantes as espécies *C. lacustris* e *O. hepsetus*. Um padrão inverso, de menores temperatura e maior turbidez foi apresentada para o córrego Areia, onde forma mais abundantes *A. intermedium* e *I. minutus*.



**FIGURA 40**  
**DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO (CANOCO), INDICANDO AS ESPÉCIES DE PEIXES, AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

### 3.4 – Índices de Diversidade

Os índices de diversidade, mesmo sendo dependentes do número de espécies e de indivíduos, foram comparados entre os sítios de amostragens (variação espacial) através da Análise de Variância bi-fatorial (ANOVA), seguido do teste “a posteriori” de Tukey, uma vez que o esforço foi sempre igual nestes fatores. O mesmo procedimento também foi feito para o número de indivíduos e para o número de espécies.

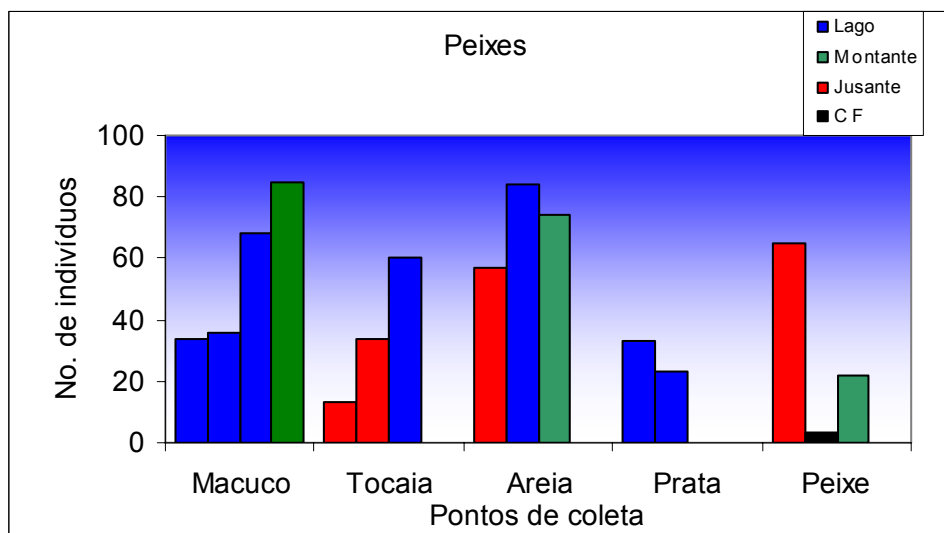
O número de espécies, o índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) e a riqueza de Margalef apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os sítios de amostragem, com o rio Macuco apresentando valores maiores que os o ribeirão do Peixe para número de espécies e o índice de diversidade Shannon-Wiener, e maiores valores da riqueza de Margalef do que o córrego da Prata (Quadro 14).



**QUADRO 14**  
**VALORES DE F E COMPARAÇÕES DO TESTE “A POSTERIORI” DE TUKEY**  
**PARA NÚMERO DE INDIVÍDUOS, NÚMERO DE ESPÉCIES E ÍNDICES**  
**E DIVERSIDADE ENTRE OS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM**

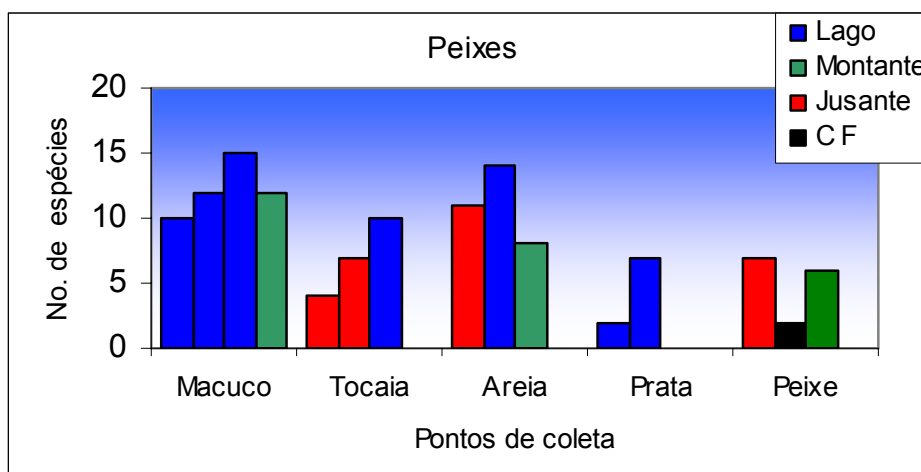
	SÍTIOS DE AMOSTRAGEM	
	F	TUKEY
No. Indivíduos	n.s	
No. Espécies	4,9**	Macuco>Peixe
Riqueza de Margalef (D)	4,6**	Macuco > Prata, Peixe
Shannon-Wiener (H')	3,7*	Macuco > Prata
Equitabilidade (J)	n.s	
Simpson	n.s	

As maiores abundâncias foram apresentadas para o rio Macuco e córrego Areia, cujos sítios de amostragens mais a montante (Macuco) e o de montante e onde será formado o futuro lago (Areia) foram os que ocorreram maior número de peixes, comparando-se com os outros sítios de amostragens (Figura 41).



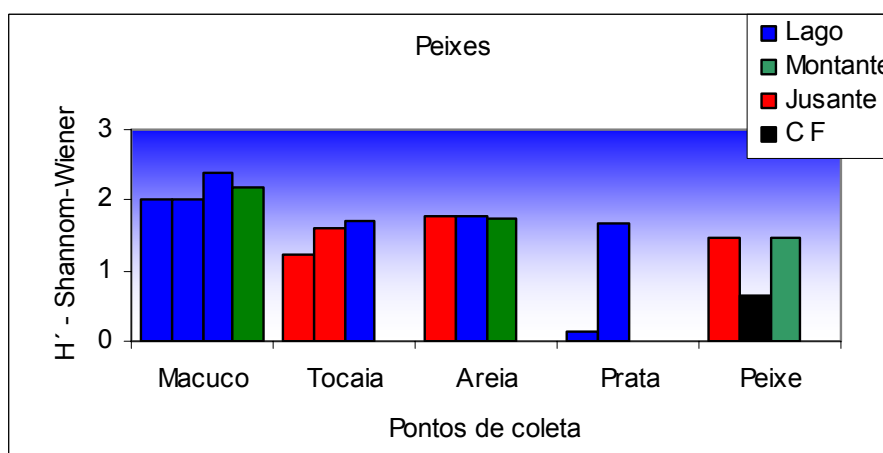
**FIGURA 41**  
**NÚMERO DE INDIVÍDUOS NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS**  
**DOS TRIBUTÁRIOS CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

O rio Macuco e córrego Areia também apresentam maior número de espécies, enquanto os menores números foram registrados para o córrego da Prata e o ribeirão do Peixe (Figura 42)



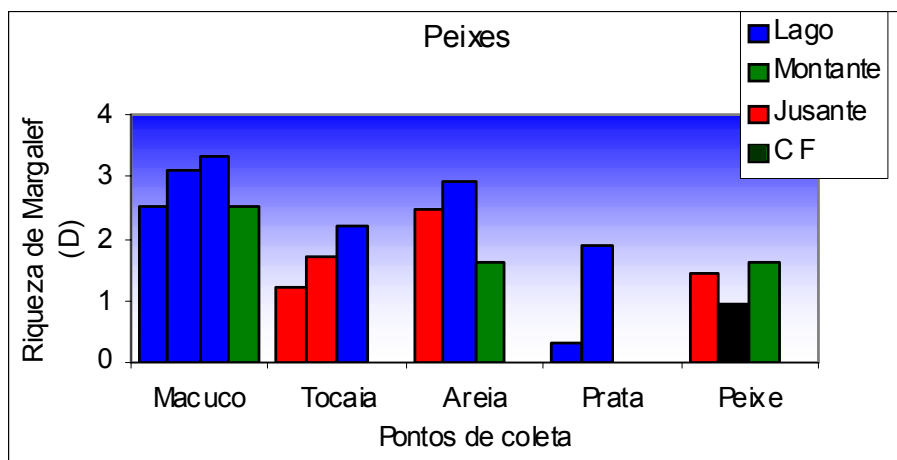
**FIGURA 42**  
**NÚMERO DE ESPÉCIES NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS**  
**DOS TRIBUTÁRIOS CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

O Índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) apresentou maiores valores para o rio Macuco e os menores para o córrego da Prata (Figura 43).



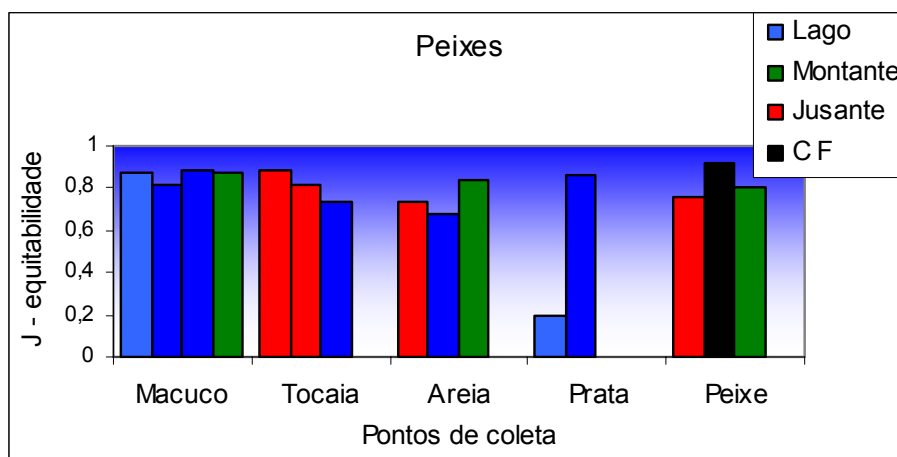
**FIGURA 43**  
**ÍNDICE DE DIVERSIDADE SHANNON-WIENER ( $H'$ ) NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS**  
**DOS TRIBUTÁRIOS. CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

A riqueza de Margalef foi sempre maior no rio Macuco e menor no córrego da Prata e no ribeirão do Peixe (Figura 44). Os sítios de amostragem que se localizam onde serão construídos os futuros lagos apresentaram maiores riquezas de Margalef.



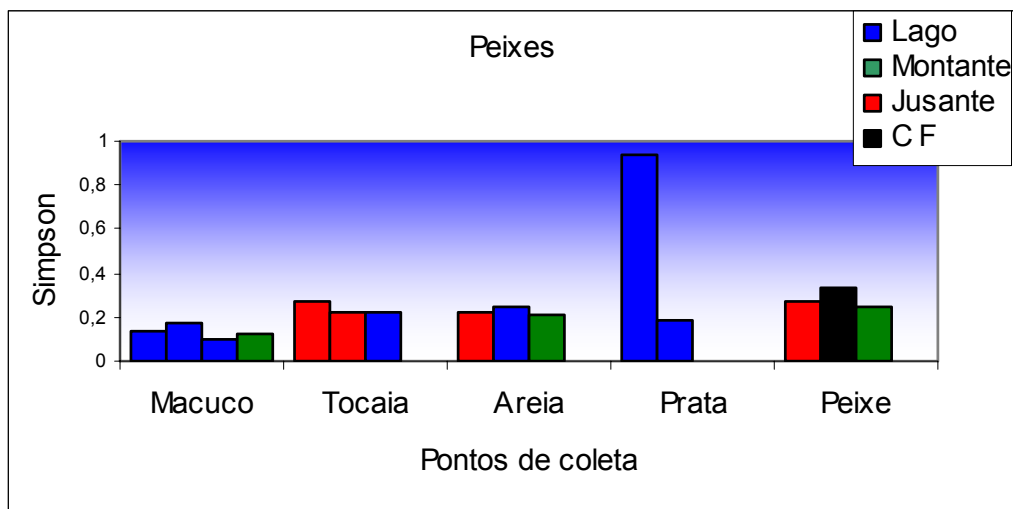
**FIGURA 44**  
**RIQUEZA DE MARGALEF (D) NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS**  
**DOS TRIBUTÁRIOS CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

A equitabilidade variou pouco entre a maioria dos sítios de amostragens, não servindo como um parâmetro para separação dos sítios de amostragens o entre os riachos (Figura 45)



**FIGURA 45**  
**ÍNDICE DE EQUITABILIDADE (J) NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS**  
**DOS TRIBUTÁRIOS. CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

A dominância de Simpson também não variou muito entre os sítios de amostragens nem entre os riachos, com apenas um sítio apresentando comparativamente elevada dominância, que foi um dos locais que será inundado pelo reservatório a ser formado no córrego da Prata (Figura 46).



**FIGURA 46**  
**ÍNDICE DE SIMPSON NOS SÍTIOS DE AMOSTRAGENS DOS**  
**TRIBUTÁRIOS CF = CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO**

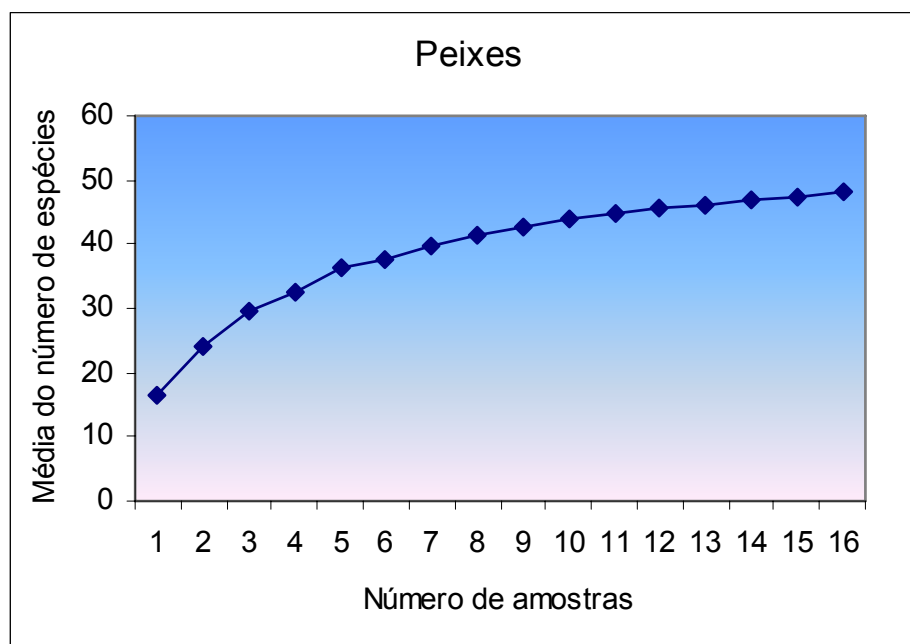
#### 4 - CURVA DO COLETOR

##### 4.1 - Rio Paraíba do Sul e Grandes Tributários (Paraibuna e Piabanha)

Foram calculadas as duas estimativas Jack-knife de riqueza de espécies para realizar a estimativa do número total de espécies da ictiofauna nas três campanhas (campanhas do EIA, em setembro e dezembro de 2003 e campanha do PBA, em maio/junho de 2006). Considerando que a diversidade nas amostragens é frequentemente subestimada, face às limitações dos equipamentos de captura, ambas as estimativas, como era de se esperar, apresentaram valores maiores que o observado (Quadro 15; Figura 47).

**QUADRO 15**  
**ESTIMATIVAS DE RIQUEZA DE ESPÉCIES JACK-KNIFE PARA O TOTAL DE**  
**ESPÉCIES CAPTURADAS NO RIO PARAÍBA DO SUL E GRANDES TRIBUTÁRIOS**

	NÚMERO DE ESPÉCIES OBSERVADAS	PRIMEIRA ESTIMATIVA JACK-KNIFE	SEGUNDA ESTIMATIVA JACK-KNIFE	% OBSERVADO / PRIMEIRA ESTIMATIVA	% OBSERVADO / SEGUNDA ESTIV
Ictiofauna	48	56,4	60,2	82,2%	79,3%



**FIGURA 47**  
**CURVA DO COLETOR PARA A ICTIOFAUNA CAPTURADA NO**  
**RIO PARAÍBA DO SUL E GRANDES TRIBUTÁRIOS**

O número de espécies registradas aumentou para 48, um acréscimo de apenas duas espécies em relação EIA/RIMA (46 espécies) realizados com as campanhas de setembro e dezembro de 2003. A primeira e segunda estimativa de espécies de Jack-knife foram mais próximas do número de espécies observadas devido o aumento do esforço, bem como ao pequeno incremento da riqueza de espécies. A curva de espécies-área apresentou tendência à estabilização (Figura 47) e as estimativas de Jack-knife (Quadro 15) indicam que um maior número de espécies pode ser esperado para os locais amostrados em relação a ictiofauna do rio Paraíba do Sul.

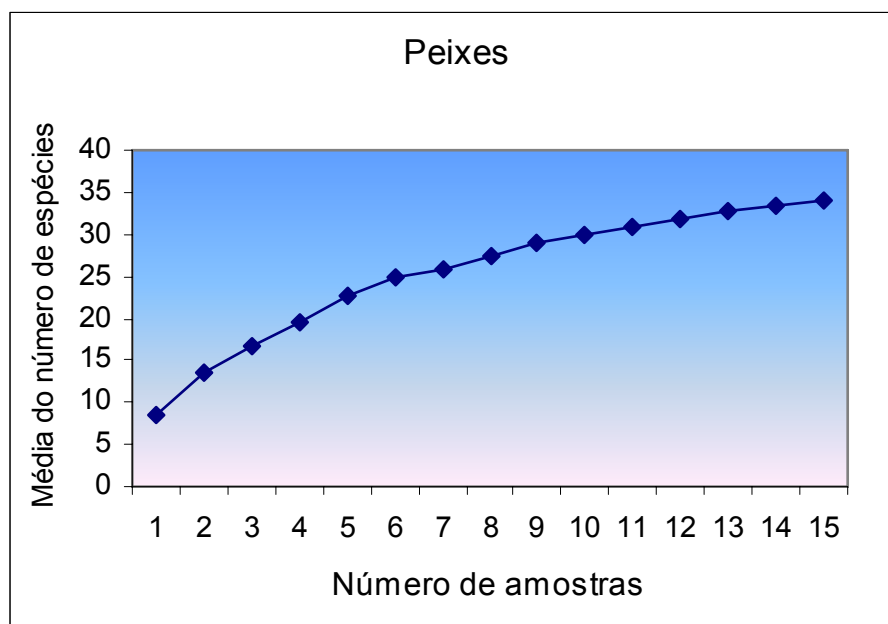
#### **4.2 - Pequenos Tributários**

Foram calculadas as duas estimativas de Jack-knife para riqueza de espécies (Quadro 16) com base na campanha e maio/junho de 2006. Considerando que a diversidade nas amostragens é freqüentemente subestimada, face às limitações dos equipamentos de captura, ambas as estimativas, como era de se esperar, apresentaram valores maiores que o observado. No entanto, ambas as alternativas estão acima de 70% do valor do número de espécies, o que as caracteriza como de boa qualidade. O número de espécies observada (34) foi muito próximo do número observado nas informações pretéritas (39), haja vista que sempre algumas imprecisões são incluídas, visto que muitas destas espécies de pequeno porte ou ainda não foram descritas ou têm posição taxonômica incerta.

**QUADRO 16**  
**ESTIMATIVAS DE RIQUEZA DE ESPÉCIES JACK-KNIFE**  
**PARA A ICTIOFAUNA DOS PEQUENOS TRIBUTÁRIOS**

	NÚMERO DE ESPÉCIES OBSERVADAS	PRIMEIRA ESTIMATIVA JACK-KNIFE	SEGUNDA ESTIMATIVA JACK-KNIFE	% OBSERVADO / PRIMEIRA ESTIMATIVA	% OBSERVADO / SEGUNDA ESTIMATIVA
Ictiofauna	34	43,3	46,4	78,5%	73,3%

A curva do coletor, como era de se esperar, não se estabilizou (Figura 48) e as estimativas de Jack-knife (Quadro 16) indicam que um maior número de espécies pode ser esperado. No entanto, estes resultados podem ser considerados satisfatórios pois todos encontram-se próximos da assíntota e as estimativas compreenderam a grande maioria das espécies.



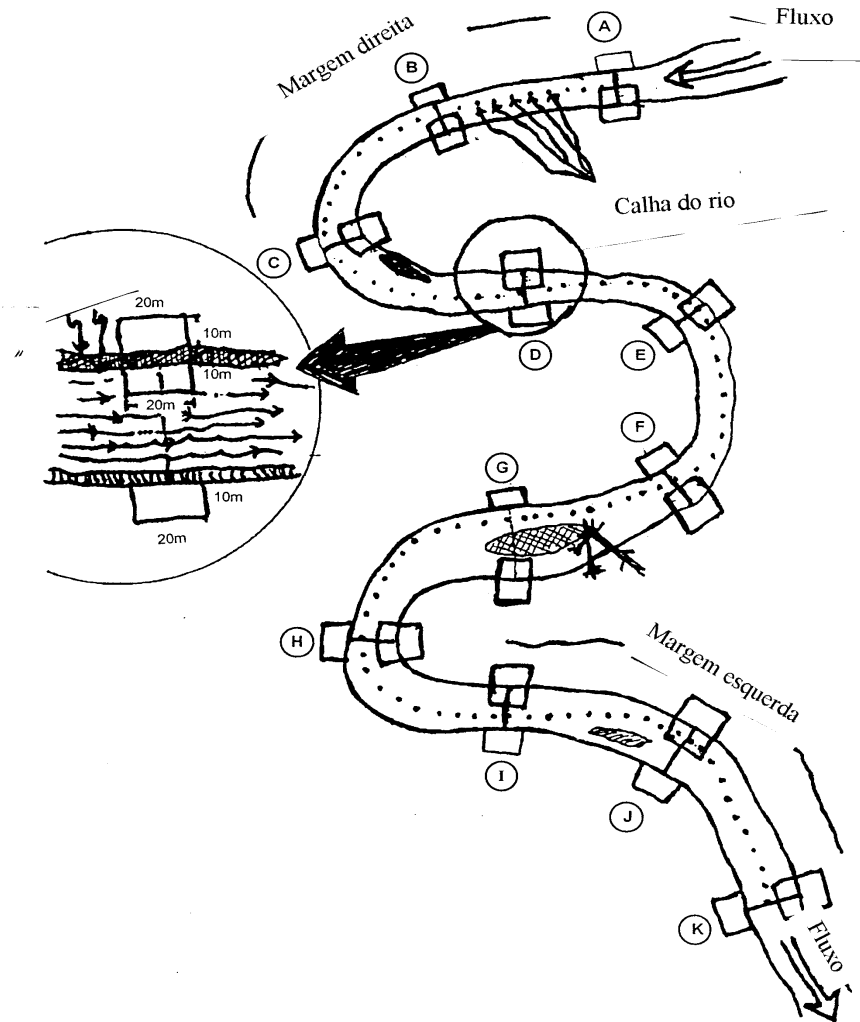
**FIGURA 48**  
**CURVA DO COLETOR PARA A ICTIOFAUNA CAPTURADA**  
**NOS PEQUENOS TRIBUTÁRIOS**

## 5 – QUALIDADE AMBIENTAL

### 5.1 - Metodologia

Em geral, o habitat tem sido dividido em microhabitat, isto é, as características físicas encontradas no próprio curso de água, e em macro-habitat, as características encontradas no entorno da área e que têm influencia direta na qualidade ambiental do rio. Chuvas, enxurradas, ventos, bem como outros processos, naturais e artificiais, carregam para o ambiente aquático materiais alóctones. O macro-habitat tem sido descrito através de técnicas de geoprocessamento no sentido de avaliar o uso do solo no entorno de uma dada área do rio.

Nos trechos do rio Paraíba do Sul, Paraibuna e Piabanha foram avaliados, em cada sitio de coleta, onze microhabitats ao longo da extensão longitudinal do sitio, eqüidistantes aproximadamente 100 metros e de forma alternada nas margens do rio (Figura 49). Cada um desses microhabitats foi caracterizado avaliando e estimando o tipo de substrato e proporção dos mesmos, condições das margens, influência antrópica direta, cobertura vegetal, características de microhabitats (rápidos, corredeiras e remansos) e nível de fluxo (Figura 49; Quadros 17 e 18). A profundidade foi medida através de profundímetro manual em cada microhabitat, com quatro medidas tendo sido feitas igualmente espacializadas ao longo do trecho transversal do rio onde se insere o microhabitat examinado.



**FIGURA 49**  
**DISTRIBUIÇÃO DOS MICROHABITATS (A A K) AO LONGO DO TRECHO**  
**LONGITUDINAL DO RIO EM CADA SITIO DE AMOSTRAGEM**



**QUADRO 17**  
**ATRIBUTOS E PONTUAÇÕES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE HABITAT**  
**IQH PARA OS RIOS PARAÍBA DO SUL, PIABANHA E PARAIBUNA**

PARÂMETRO	CATEGORIAS / ESCORE			
	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL / MODERADAMENTE DEGRADADO	MODERADAMENTE DEGRADADO / DEGRADADO	DEGRADADO
	20-15	15-10	10-6	5-0
Diversidade de substrato	Mistura de substratos, com predominância de pedras (> 70 %).	Mistura de substratos com predominância de areia (> 50 %).	Predominância de fundo com lama ou barro.	Substrato composto por barro duro.
Vegetação riparia e condições de margens.	Largura da zona ripária > 20 m. Mistura de árvores, arbustos e capim. Apresenta vegetação aquática (> 60 %). Margens com nenhuma erosão.	Largura 15 – 20 m. Mistura de árvores, arbustos e capim, com domínio de capim e herbáceas. Vegetação aquática entre 40 – 60 %. Margens com um parcial processo de erosão.	Largura entre 10 – 15 m. Zona com margens compostas por capim e herbáceas. Vegetação aquática < 40 %. Margens com moderado processo de erosão.	Largura < 10 metros; pouca ou nenhuma vegetação riparia, devido a atividades humanas. Margem composta por 100 % de capim. Margem com elevado processo de erosão. Sem vegetação aquática.
Influência antrópica	Área com nenhuma atividade humana.	Mínimos impactos por atividades humanas (área com algumas ocupações urbanas e pequenas ocupações com cultura de subsistência).	Grande zona impactada por atividades humana (área com pouca influência industrial, mas grande concentração urbana e pequenas culturas).	Elevada atividades humanas (área com diversos usos de ocupação humana, tais como indústrias, áreas urbanas, plantações de larga escala, e etc.)
Cobertura vegetal e abrigos	> 50 % de abrigos favoráveis para assembléia de peixes e outros organismos da Epifauna, com mistura de raízes, pedras, troncos e cascalhos.	30 – 50 % de abrigos diversos, como raízes, pedras, troncos e cascalhos.	10 – 30 % de abrigos. Apresenta abrigos instáveis ou removidos.	< 10 % de abrigos; carência de abrigos; ausência ou abrigos instáveis.
Profundidade e características dos microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras)	>2,5 m; Microhabitat muito heterogêneo. > 60% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) em toda área do trecho estudado	2 – 2,5 m; Relativa heterogeneidade dos microhabitats ao longo do trecho. 40 – 60% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) na área em estudo	1,5 – 2 m; Pouca heterogeneidade de microhabitats. < 40% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) na área em estudo)	< 1,5 m; Pobre diversidade de microhabitats ou apenas 1 tipo (homogêneo).

NOTA: adaptado da versão de protocolos criados pelas agências de proteção e bioavaliação rápidas (RBP: BARBOUR *et al.* 1999)

**QUADRO 18**  
**ATRIBUTOS E PONTUAÇÕES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE HABITAT**  
**IQH PARA TRIBUTÁRIOS DO RIO PARAÍBA DO SUL**

PARÂMETRO	CATEGORIAS / ESCORE			
	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL / MODERADAMENTE DEGRADADO	MODERADAMENTE DEGRADADO / DEGRADADO	DEGRADADO
	20-15	15-10	10-6	5-0
Diversidade de substrato	Mistura de substratos, mais que 50% do substrato com predominância de pedras	Mistura de substratos, com predominância de areia (> 60%).	Predominância de fundo com lama ou barro	Substrato composto por barro duro
Vegetação riparia e condições de margens.	Largura da zona ripária > 18 m. Mistura de árvores, arbustos e capim. Margens com nenhuma erosão. Apresenta vegetação aquática (> 60 %).	Largura 12 – 18 m. Mistura de árvores, arbustos e capim, com domínio de capim e herbáceas. Margens com um parcial processo de erosão. Vegetação aquática entre 40 – 60 %	Largura entre 6 – 12 m. Zona com margens compostas por capim e herbáceas. Margens com moderado processo de erosão. Vegetação aquática < 40 %.	Largura < 6 metros; pouca ou nenhuma vegetação riparia. Margem composta por 100 % de capim. Margem com elevado processo de erosão. Sem vegetação aquática.
Influência antrópica	Área com nenhuma atividade humana.	Mínimos impactos por atividades humanas (área com algumas ocupações urbanas e pequenas ocupações com cultura de subsistência).	Grande zona impactada por atividades humana (área com pouca influência industrial, mas grande concentração urbana e pequenas culturas).	Elevada atividades humanas (área com diversos usos de ocupação humana, tais como indústrias, áreas urbanas, plantações de larga escala, e etc.)
Cobertura vegetal e abrigos	> 50 % de abrigos favoráveis para assembléia de peixes e outros organismos da Epifauna, com mistura de raízes, pedras, troncos e cascalhos	30 – 50 % de abrigos diversos, como raízes, pedras, troncos e cascalhos	10 – 30 % de abrigos. Apresenta abrigos instáveis ou removidos.	< 10 % de abrigos; carência de abrigos; ausência ou abrigos instáveis.
Profundidade e características dos microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras)	Microhabitat muito heterogêneo. 50% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) em toda área do trecho estudado.	Relativa heterogeneidade dos microhabitats ao longo do trecho. 30 – 50% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) na área em estudo	Pouca heterogeneidade de microhabitats. < 30% de diversidade de microhabitats (rápidos, remanso e corredeiras) na área em estudo)	Pobre diversidade de microhabitats ou apenas 1 tipo (homogêneo).

NOTA: adaptado da versão de protocolos criados pelas agências de proteção e bioavaliação rápidas (RBP: BARBOUR *et al.* 1999)

Os parâmetros escolhidos para estudo foram modificados da versão de protocolos de bio-avaliação rápidos criados pelas agências de proteção (*Rapid Bioassessment Protocols*; BARBOUR *et al.* 1999). Estes parâmetros foram estimados quali-quantitativamente visando inferir o grau de alteração dos habitats físicos em cada local amostrado. A média das percentagens estimadas e caracterizadas nos onze microhabitats ao longo do trecho longitudinal do local avaliado recebeu escores para o desenvolvimento do Índice de Qualidade de Habitats - IQH.

Nos riachos, cada sítio de coleta foi considerado como um microhabitat (diferente dos trechos dos rios que em um sítio foram avaliados onze microhabitats), contudo todos os parâmetros de microhabitats utilizados nos trechos de rios também foram aplicados nos riachos.

Os atributos da condição física do habitat foram agrupados em cinco categorias visando a atribuição dos escores: 1) Diversidade de substrato; 2) Vegetação ripária e condições de margens; 3) Influência antrópica direta; 4) Cobertura vegetal e abrigos; e 5) Profundidade, fluxo e diversidade de microhabitats.

**Diversidade de substrato** - Num rio ou riacho em boas condições ambientais é de se esperar que o substrato seja diverso. Um rio ou riacho com substrato uniforme suporta poucos tipos de organismos, já em um rio ou riacho, a maior variedade de tipos de substratos provem habitats para uma maior diversidade de peixes e outros componentes da biota. Foram feitas observações e estimativas percentuais em campo dos substratos ao longo dos trechos estudados, notadamente sua formação pedregosa, arenosa, lamosa ou argilosa.

**Cobertura vegetal e abrigos** - A existência de uma boa cobertura vegetal e a presença de muitos abrigos associados ao leito do rio ou riacho são indicadores de boa qualidade ambiental, propiciando o aumento da diversidade e maior amplitude de disponibilidade de alimentos para a biota. As quantificações destes parâmetros foram feitas baseadas em observações de campo. A cobertura vegetal está relacionada à vegetação ciliar e aquática (macrófitas) presentes, ausentes ou muito pouco representadas em cada localidade. Os abrigos se referem, como sugerem Belliard *et al.* (1999) às raízes, pedras e troncos que possam gerar diferentes circulações de água e servem como esconderijos, alimentação para espécies de pequeno porte e formas jovens, ou locais de desova e áreas de criação para a biota aquática. Uma ampla variedade e abundância de estruturas submersas em rios provêm maior número de ninhos, aumentando, assim, a diversidade de habitats. Quando diminuem a variedade e abundância de abrigos, também diminuem a diversidade e número de espécies, além de diminuir o potencial de recuperação da biota, fato que normalmente ocorre em rios quando algum impacto ambiental ocorre.

**Influência antrópica direta** - A influencia antrópica foi avaliada a partir de observações de campo (visíveis ao entorno do rio ou riacho estudado) da presença de indústrias (com lançamentos de efluentes industriais), área urbana (com lançamentos de esgoto doméstico), atividades de agricultura, pastagens etc., os quais foram quantificados em valores de porcentagem.

**Vegetação ripária e condições de margens** - A vegetação ripária é de fundamental importância para a biodiversidade dos rios e riachos, uma vez que ela funciona como um

ecótono, sendo fonte de energia, através da alimentação, bem como proteção contra o carreamento para o rio de material proveniente de solos desprotegidos principalmente durante as enxurradas. Adicionalmente, fornece abrigos para a biota, aumentando a diversidade de habitats. Outros parâmetros como declividade da margem, grau de proteção, medidos pela existência de cobertura vegetal, também são considerados no sentido de determinar a estabilidade desta estrutura física. Margens bem conservadas são fundamentais para diminuir o processo de assoreamento dos rios e riachos, que homogeneízam o fundo, por funcionar como sistemas tampões entre o solo do entorno dos rios e riachos e o ambiente aquático.

**Profundidade, Fluxo e Diversidade de micro-habitats** - A diversidade de microhabitats (rápidos, corredeiras e remansos) indica a maior heterogeneidade de rios. Trechos caracterizados pela presença dos três tipos de microhabitats apresentam maior condição e qualidade de habitats e maior diversidade de fauna. Ambientes aquáticos quando mais homogêneos apresentam ausência de determinadas espécies indicadoras dos microhabitats não encontrados. A profundidade é um parâmetro de importância para a diversidade de habitats. Quando o nível da água é baixo, diversos abrigos encontrados no local são expostos, e assim é reduzida a área disponível para a biota aquática, notadamente habitats de boa qualidade. Nos trechos do rio Paraíba do Sul em estudo foram feitas medições de profundidade ao longo do trecho transversal de cada ponto, no total de cinco medições. Nos riachos estudados foi feita uma medição em cada ponto, os quais foram associados com os tipos de fluxo em cada ponto para caracterizar a variedade de tipos de ambientes.

## 5.2 – Resultados

A seguir é apresentada uma descrição física dos sítios de amostragem. Nos sítios dos tributários é apresentada, além da figura do sítio, um diagrama esquemático de acordo com Rosgen (1994) para classificação de rios naturais (ROSGEN, D.L. *A classification of natural rivers. Catena* 22, p.169-199, 1994).

### 5.2.1 - Caracterização dos Locais (Sítios) de Coleta

**Sítio 1** (Figura 50) - Montante da foz dos rios Paraibuna e Piabanha - Apresentou substratos variados como areia, pedra, argila e lama. Em alguns trechos as zonas de rápidos são bem comuns, mas a área é caracterizada predominantemente por remansos. Às margens foram observados capins, arbustos e árvores, além de vegetação aquática. Vários tipos de abrigos imersos foram detectados como raízes, pedras, troncos e cascalhos. A diversidade de habitats é comparativamente alta, embora não sejam muito comuns os fundos do tipo rochosos.

**Sítio 2** (Figura 51) - Jusante da foz dos rios Paraibuna e Piabanha - Apresentou substratos variados como areia, pedra e lama. As zonas de rápidos são bem características e predominantes. No período de seca alguns habitats do rio não são ocupados pela água ao contrário do período de cheia. Tais habitats quando ocupados disponibilizam abrigos e recursos para muitas espécies da fauna. Às margens foram observados capins, arbustos e árvores, com pouca vegetação aquática. Predomínio na

área de rápidos e pedras. A margem direita do rio encontra-se um areal desativado com as margens pouco protegidas



**FIGURA 50**

**SÍTIO 1 - MONTANTE DA FOZ DOS RIOS PARAIBUNA E PIABANHA**



**FIGURA 51**

**SÍTIO 2 - JUSANTE DA FOZ DOS RIOS PARAIBUNA E PIABANHA**

**Sítio 3** (Figura 52) - Montante da cidade de Anta - Grande diversidade de substrato como areia, pedra, argila e lama. Apresenta muitas enseadas, apesar do talvegue ser profundo e rápido, com menor diversidade de habitat. A margem direita do rio encontra-se um areal ativado e suas margens estão bem alteradas. Foi observado que no período de cheias as enseadas localizadas no local apresentavam-se mais degradadas, isto se deve provavelmente a intensificação dos trabalhos do areal e os processo erosivos intensificados com o maior volume de água sobre as margens desprotegidas.



FIGURA 52

**SÍTIO 3 – MONTANTE DA FUTURA BARRAGEM DE ANTA**

**Sítio 4** (Figura 53) - Trecho entre Anta e Sapucaia - Altamente encaixado e encachoeirado com predomínio de ilhas rochosas e bancos de areia. Com baixa diversidade de habitats. É o trecho com maior influência antrópica, devido a cidade se encontrar no entorno do rio.



FIGURA 53

**SÍTIO 4 – TRECHO ENTRE ANTA E SAPUCAIA**

**Sítio 5** (Figura 54) - Jusante de Sapucaia/Montante Além Paraíba - Este local foi caracterizado por apresentar vários tipos de substrato como areia, pedras, argila e lama, com zonas de rápidos e corredeiras bem características, e em suas margens predomínio de braços abandonados do rio formando poças em meio às pedras no período da seca e disponíveis no período das cheias, os quais apresentam maior quantidade de abrigos e

recursos para a fauna. O rio no trecho apresenta várias ilhas rochosas com pequena vegetação do tipo herbácea. As margens ao longo do trecho são ocupadas por pouca vegetação ripariana.



**FIGURA 54**  
**SÍTIO 5 – JUSANTE DA CIDADE DE SAPUCAIA**

**Sítio 7** Rio Piabanha (Figura 55) – O trecho estudado foi nas proximidades de sua foz, onde apresenta substratos variados como areia, pedra, argila e lama. No período da amostragem a área foi caracterizada com trechos de remansos e mais rápido no meio do rio. Nas margens foram observados pequenas formações de mata ciliar constituída principalmente por arbustos e herbáceas, mas logo atrás formação de pastagens. Abrigos formados por pedras e também por troncos e galhos foram detectados. No trecho é muito comum as margens e fundo do tipo rochoso.

**Sítio 8** Rio Paraibuna (Figura 56) - Apresentou substratos formados principalmente por pedra e areia. Em alguns trechos as zonas de remansos são bem comuns, mas a área é caracterizada predominantemente por rápidos e algumas pequenas corredeiras. Às margens foram observados capins, arbustos e árvores, além de vegetação aquática. Variados abrigos imersos foram detectados como pedras, troncos, e em áreas de remansos um vegetação aquática.



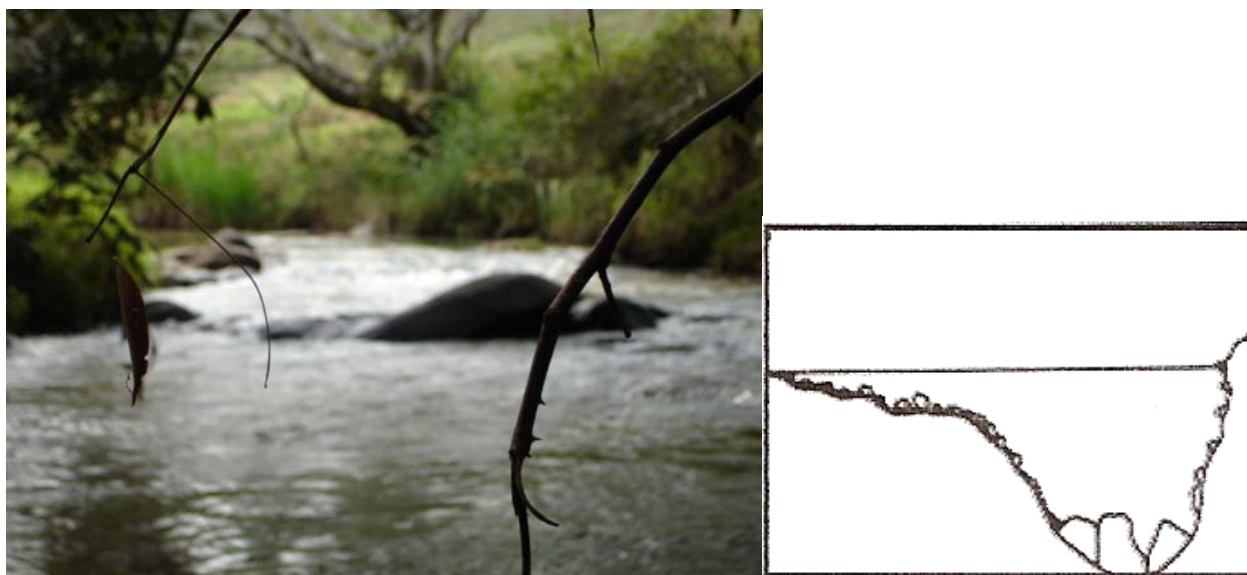
**FIGURA 55**  
**SÍTIO 7 – FOZ DO RIO PIABANHA**



**FIGURA 56**  
**SÍTIO 8 – RIO PARAIBUNA**

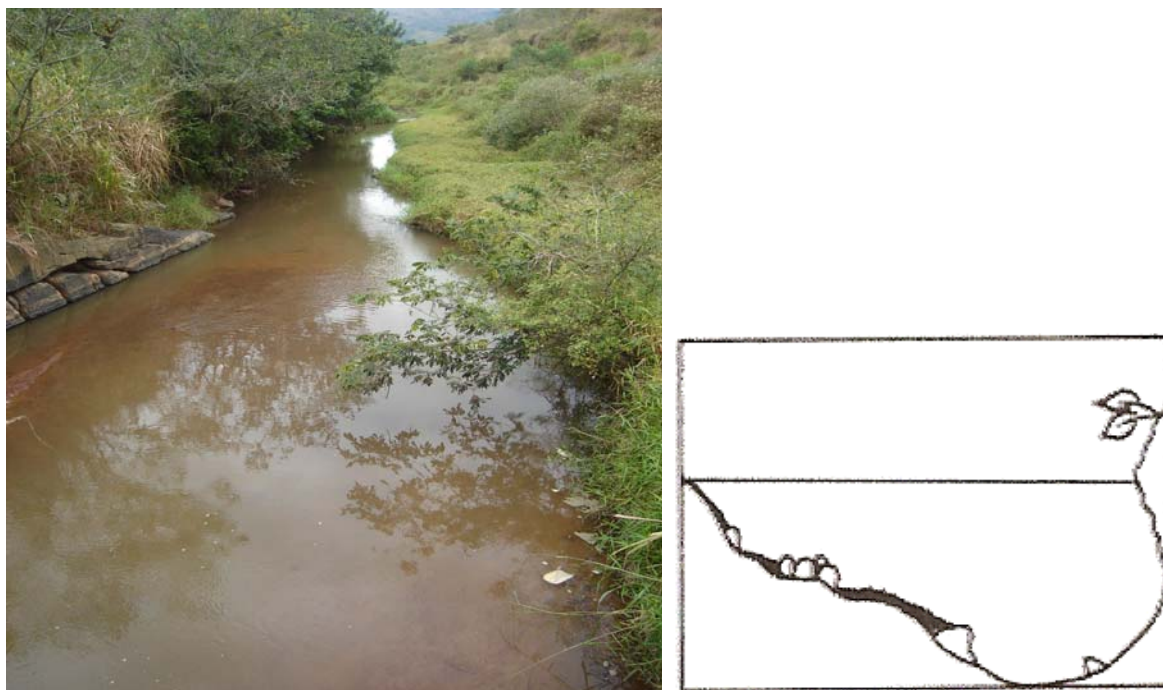
**Sítio 9** Rio Macuco (Figura 57) – Trecho de foz, apresentando substratos principalmente de formação rochosa e secundariamente arenosa. Margem com formação rochosa e algumas porções de lama. Trecho caracterizado por remansos e alguns poções com profundidade de aproximadamente 1,5 metros, sendo o seu meio caracterizado por uma correnteza lenta. Pequena formação de mata ciliar em sua margem constituída de arbustos e herbáceas e logo em seguida um campo com cultura de milho e em seguida pastagem.





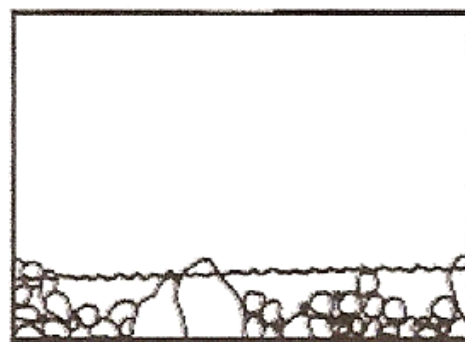
**FIGURA 57**  
**SÍTIO 9 – RIO MACUCO**

Sítio 10 Rio Macuco (Figura 58) – Aproximadamente 300 metros da foz. Apresenta substrato de formação arenosa e secundariamente rochosa. Margem com formação rochosa e alguns trechos com pequena erosão. Trecho caracterizado por remansos, com poções com profundidade de aproximadamente 1,5 metros, sendo o seu meio caracterizado por uma correnteza lenta. Pequena tira de mata ciliar em sua margem formada por arbustos e herbáceas e logo em seguida a área é ocupada por um tipo de pasto sujo.



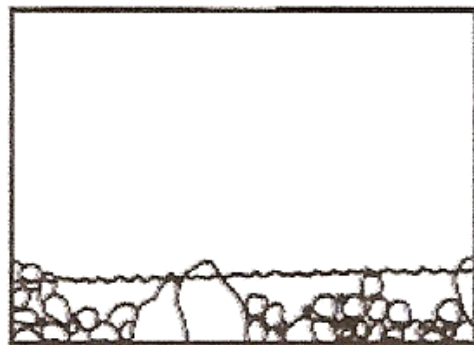
**FIGURA 58**  
**SÍTIO 10 – RIO MACUCO**

**sítio 11** Rio Macuco (Figura 59) – Aproximadamente 1 km da foz. Apresenta substrato de formação rochosa (com pedaços de pedras soltas) e arenosa. Margem com vegetação de gramínea. Trecho caracterizado por rápidos, moderada correnteza. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, algas, pedras, troncos e cascalhos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,4 metros.



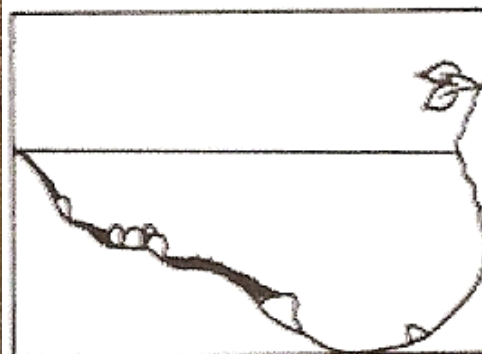
**FIGURA 59**  
**SÍTIO 11 – RIO MACUCO**

**Sítio 12** Rio Macuco (Figura 60) – Aproximadamente 1,5 km da foz. Apresenta substrato de formação rochosa e arenosa. Às margens foram observados capins, arbustos e árvores. Correnteza caracterizada por rápidos, corredeiras e áreas de remanso formando pequenos poções. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, algas, pedras, troncos e cascalhos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,4 metros.



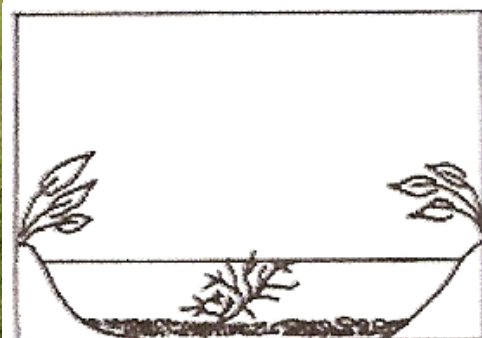
**FIGURA 60**  
**SÍTIO 12 – RIO MACUCO**

**Sítio 13** Córrego da Tocaia (Figura 61) – Trecho de foz, apresentando substrato de lama. Margem com formação de lama e barro e muita erosão. Trecho caracterizado por remansos com profundidade de aproximadamente 1,5 metros. Mata ciliar formada por arbustos, herbácea e algumas árvores.



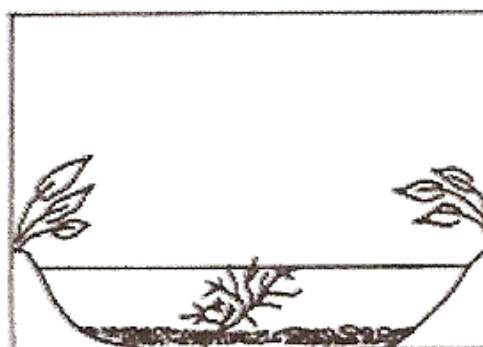
**FIGURA 61**  
**SÍTIO 13 – CÓRREGO DA TOCAIA**

**Sítio 14** Córrego da Tocaia (Figura 62) – Aproximadamente 500 metros da foz. Substrato formado com pedras arredondadas e cascalhos. Margem com vegetação de gramínea. Trecho caracterizado por correnteza moderada. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, pedras, galhos e cascalhos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,4 metros.



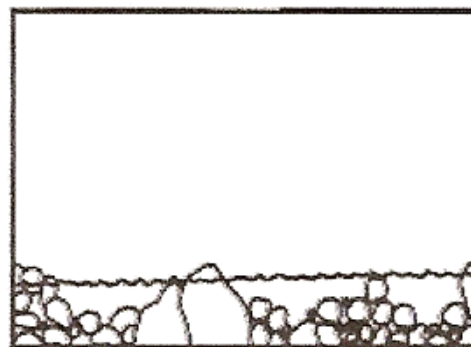
**FIGURA 62**  
**SÍTIO 14 – CÓRREGO DA TOCAIA**

**Sítio 15** Córrego da Tocaia (Figura 63) – Aproximadamente 1,2 km da foz. Substrato de formação rochosa, cascalho e areia. Margem com vegetação de gramínea. Trecho caracterizado por correnteza moderada. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, pedras, galhos e cascalhos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,4 metros.



**FIGURA 63**  
**SÍTIO 15 – CÓRREGO DA TOCAIA**

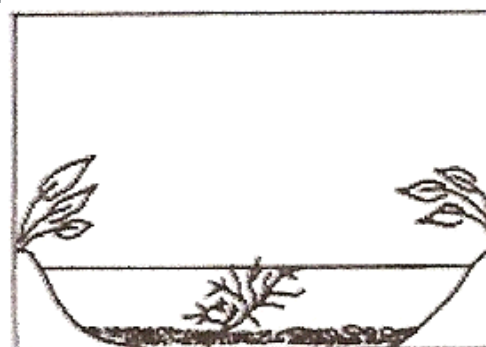
**Sítio 16** Córrego Areia (Figura 64) – Trecho de foz, apresentando substrato de pedras e areia. Margem com formação de pedra e barro. Trecho caracterizado por rápidos. Profundidade de aproximadamente 0,4 – 1,0 metros. Mata ciliar formada por arbustos, herbácea e algumas árvores.



**FIGURA 64**  
**SÍTIO 16 – CÓRREGO AREIA**

**Sítio 17** Córrego Areia (Figura 65) - Aproximadamente 2 km da foz. Apresenta substrato de formação rochosa (com pedaços de pedras soltas) trechos com substrato arenoso.

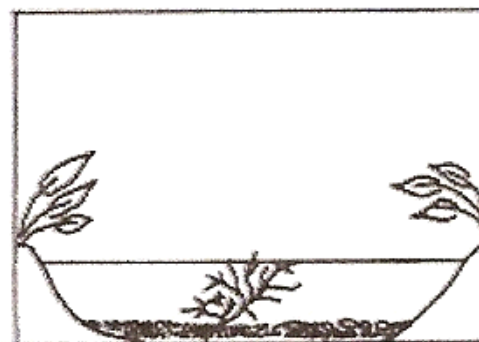
Margem com vegetação de gramínea (pastagem). Trecho caracterizado por correnteza moderada e áreas com formação de poços. Abrigos imersos foram detectados formados pelas gramíneas da margem e por troncos e rochas no substrato. Profundidade de aproximadamente 0,4 – 0,8 metros.



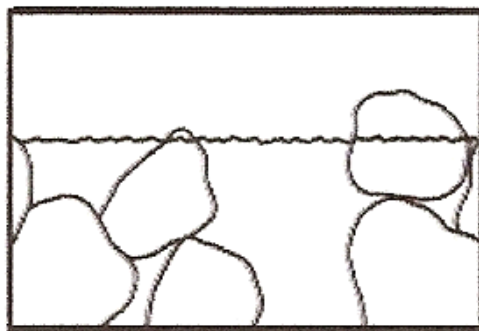
**FIGURA 65**  
**SÍTIO 17 – CÓRREGO AREIA**

**Sítio 18** Córrego Areia (Figura 66) - Aproximadamente 3 km da foz. Apresenta substrato de formação rochosa, pedras arredondadas, cascalhos e areia. Às margens foram observados capins e arbustos. Correnteza caracterizada por rápidos, corredeiras e áreas de remanso formando pequenos poções. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, pedras, cascalhos e galhos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,5 metros.

**Sítio 19** Córrego da Prata (Figura 67) – Aproximadamente 2 km da foz. Substrato e margem de formação rochosa, tendo poucos locais com substrato arenoso. Trecho caracterizado por correnteza torrencial, com profundidade de 0,4 – 0,8 metros. Margem com vegetação arbustiva.

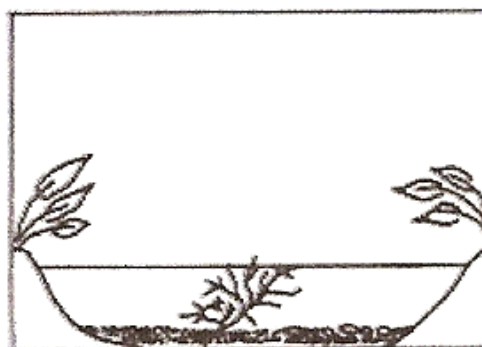


**FIGURA 66**  
**SÍTIO 18 – CÓRREGO AREIA**



**FIGURA 67**  
**SÍTIO 19 – CÓRREGO DA PRATA**

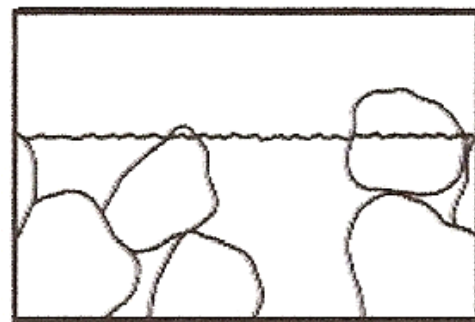
**Sítio 20** Córrego da Prata (Figura 68) - Trecho de foz (200 metros da foz), apresentando substrato rochoso, areia e de lama. Margem com formação de barro. Caracterizado por correnteza lenta. Profundidade de aproximadamente 1,2 metros. Margem formada por gramíneas e arbustos.



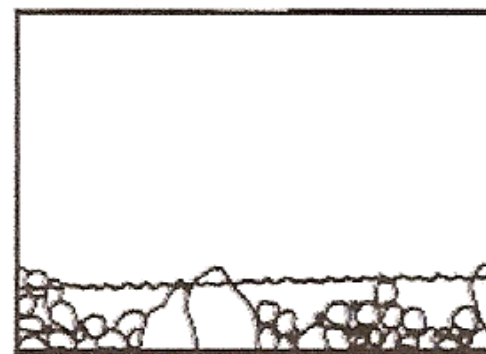
**FIGURA 68**  
**SÍTIO 20 – CÓRREGO DA PRATA**

**Sítio 21** Ribeirão do Peixe (Figura 69) - Aproximadamente 3,5 km da foz. Apresenta substrato de formação rochosa e arenosa. Às margens foram observados capins (pastagem) e arbustos. Correnteza caracterizada por rápidos, corredeiras e alguns poucos pontos de remanso formando poções. Variados abrigos imersos foram detectados como raízes, algas, pedras, troncos e cascalhos. Profundidade de aproximadamente 1,5 metros.

**Sítio 22** Ribeirão do Peixe (Figura 70) - Trecho a 500 metros da foz. Substrato de pedras arredondadas e areia. Margem com formação de pedra e barro e com trechos com muita erosão. Caracterizado por rápidos. Profundidade de aproximadamente 0,2 – 0,8 metros. Mata ciliar formada por arbustos, herbácea e algumas árvores.



**FIGURA 69**  
**SÍTIO 21 – RIBEIRÃO DO PEIXE**



**FIGURA 70**  
**SÍTIO 22 – RIBEIRÃO DO PEIXE**

**Sítio 23** Ribeirão do Peixe (Figura 71) - Trecho de foz, apresentando substrato rochoso, arenoso e de lama. Margem com formação de barro e processos de erosão. Caracterizado por correnteza moderada. Profundidade de aproximadamente 0,5 - 1,0 metros. Margem formada por gramíneas e arbustos.





**FIGURA 71**  
**SÍTIO 23 – RIBEIRÃO DO PEIXE**

### 5.2.2 - Índice de Qualidade de Habitat – IQH

Um mesmo padrão de variação espacial foi apresentado pelo período de dezembro (verão) e maio (final de verão e início do inverno) e menores valores em setembro (final do inverno) para o trecho estudado de acordo com o índice de qualidade de habitat (microhabitat).

Os habitats físicos observados em setembro (seco) apresentaram uma diminuição na qualidade, partindo de valores mais elevados no sítio 1 (mais a montante, acima da confluência dos rios Paraibuna e Piabanha) para menores valores do índice nos sítios 2 (a jusante dos rios Paraibuna e Piabanha) e 3 (a montante do distrito de Anta) respectivamente, e uma elevação gradativa dos valores nos sítios 5 (a montante de Sapucaia) e 6 (a jusante de Sapucaia e montante de Além Paraíba). Em dezembro (verão), os sítios 1, 2 e 5 tiveram maiores valores que os sítios 3 e 6. Em maio (final de verão e início do inverno) os melhores valores também foram encontrados nos sítios 1, 2, 5, e 8 e os piores nos sítios 4 e 7.

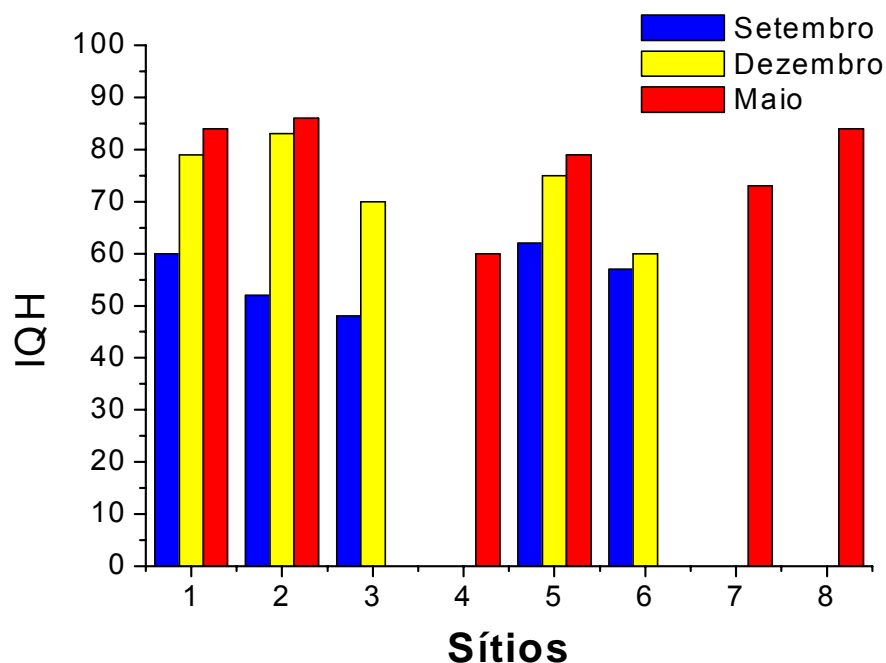
A partir do IQH total de cada sítio amostrado, as classes de qualidade de habitats para o rio Paraíba do Sul em seu trecho médio-inferior foram consideradas: aceitável (60-80), aceitável a moderadamente degradado (40-60) e degradado (0-40).

O período das cheias (dezembro-2003) apresentou maior qualidade de habitat do que o período das secas (setembro-2003). Na avaliação do habitat no período do final do verão e início do período do inverno (maio 2006) também foram registradas melhores condições dos habitats nos sítios estudados. Todos os valores registrados para o período da seca apresentaram classe moderadamente degradado. Diferente da seca o período mais úmido (dezembro 2003 e maio 2006) os sítios 1, 2 e 5 apresentaram classe de habitat aceitável, e os sítios 3 e 6 apenas para o período de dezembro de 2006 de aceitável a

moderadamente degradado, e os sítios 4 e 7 para o período de maio de 2006 com habitat com classe de aceitável a moderadamente aceitável (Quadro 19 e Figura 72).

**QUADRO 19**  
**ESCORES PARA OS MICROHABITATS DOS SÍTIOS**  
**AMOSTRADOS NOS RIOS EM MAIO/JUNHO DE 2006**

SÍTIOS	DIVERSIDADE DE SUBSTRATO	VEG. RIPARIANA /CONDIÇÕES DA MARGEM	INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	COBERTURA VEGETAL E ABRIGOS	CARACTERÍSTICAS MICROHABITAT (RÁPIDOS, REMANSOS E CORREDEIRAS)	IQH TOTAL
1	18	17	15	19	15	84
2	17	18	15	19	17	86
4	15	13	12	17	03	60
5	15	15	15	19	15	79
7	15	15	12	19	12	73
8	17	17	12	19	19	84



**FIGURA 72**  
**VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE HABITATS (IQH) PARA OS RIOS**  
**PARAÍBA DO SUL (SÍTIOS 1, 2, 3, 4, 5 E 6), PIABANHA (7) E PARAÍBUNA (8)**

A maior diversidade de habitat nos Pontos 1, 2 e 5, foi caracterizada pela maior diversidade de substrato e melhores condições de margem. Já os pontos 3 e 4 apresentaram um gradativo predomínio de um dos tipos de substratos (pedregoso) sobre os outros tipos, com ilhas rochosas sem vegetação, além de apresentarem maior frequência de erosão nas margens.

O menor índice encontrado no período de seca pode ser explicado, pois quando foram realizadas as amostragens, grande parte dos habitats encontrava-se indisponíveis para os peixes, e com isso um menor número de microhabitats foi detectado face o relativamente baixo nível das águas. Em trecho de rios encaixados, como o percurso em foco, denominado Alinhamento de Cristas, as operações de navegação são bastante dificultadas.

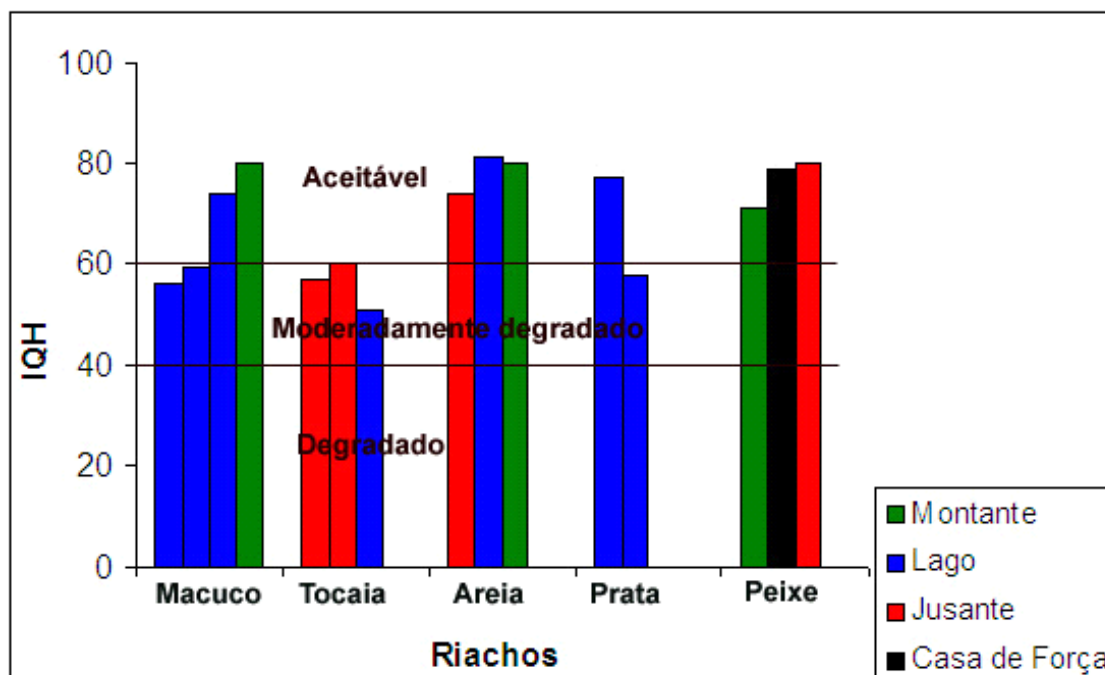
A maior qualidade de habitats registrados no período da cheia em todos os pontos de coleta foi devido ao maior volume de água do rio, possibilitando que os habitats em estudo fossem ocupados pelo volume de água e disponíveis para a comunidade aquática, os quais utilizam melhor os abrigos e recursos. Além disso, a vegetação riparia das margens estão bem mais desenvolvida e diversa, devido o maior volume de água nesse período. Um outro fator importante que se deve destacar é que com tais condições do rio foi possível explorar melhor o rio e caracterizá-lo com maior qualidade. Um reflexo disto foi a maior qualidade registrada no ponto 2 do período de cheia comparado com o período de seca. Neste ponto uma parte do rio foi ocupada pela água disponibilizando para esse trecho de rio áreas marginais com ricas e diversas estruturas para colonização da epifauna e abrigos para a comunidade de peixes.

Na análise dos tributários, as melhores condições de microhabitat, de acordo com o IQH, foi atribuída para o rio Macuco, o córrego Areia e o ribeirão do Peixe, e a pior condição para os córregos da Tocaia e da Prata.

Os habitats físicos observados ao longo do trecho do rio macuco apresentaram uma melhoria na qualidade, partindo de menores valores da foz (sítio 9 e 10, com a classe moderadamente degradado) para maiores valores no trecho superior (sítio 11 e 12, com a classe aceitável). No córrego da Tocaia, o melhor valor foi detectado para seu trecho médio (sítio 14, com a classe aceitável) e piores valores na foz (sítio 13, com a classe moderadamente degradado) e na parte superior (sítio 15, com a classe moderadamente degradado) respectivamente. O córrego Areia também apresentou um mesmo padrão de condição do córrego da Tocaia com melhores valores em seu trecho médio (sítio 17, com a classe aceitável) e piores valores na foz (sítio 16, com a classe aceitável) e na parte superior (sítio 18, com a classe aceitável). O córrego da Prata apresentou piores valores na foz (sítio 20, com a classe moderadamente degradado) e maiores valores em seu trecho superior (sítio 19, com a classe aceitável). O ribeirão do peixe apresentou maiores valores em sua foz (sítios 22 e 23, com a classe aceitável) e piores valores em seu trecho superior (sítio 21, com a classe aceitável) (Quadro 20 e Figura 73).

**QUADRO 20**  
**ESCORES PARA OS MICROHABITATS DOS SÍTIOS**  
**AMOSTRADOS NOS TRIBUTÁRIOS EM MAIO DE 2006**

SÍTIOS	DIVERSI- DADE DE SUBS- TRATO	VEG. RIPARIANA /CONDIÇÕES DA MARGEM	INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	COBERTURA VEGETAL E ABRIGOS	CARACTERÍSTICAS MICROHABITAT (RÁPIDOS, REMANÇOS E CORREDEIRAS)	IQH TOTAL
9	19	05	15	09	08	56
10	15	08	18	08	10	59
11	19	05	15	17	18	74
12	20	12	15	15	18	80
13	06	17	15	15	04	57
14	18	04	15	13	10	60
15	14	04	15	13	05	51
16	18	08	15	15	18	74
17	18	13	14	18	18	81
18	17	17	15	18	13	80
19	18	08	15	18	18	77
20	15	08	13	15	07	58
21	20	09	15	18	18	80
22	19	14	15	16	15	79
23	17	14	15	18	07	71



**FIGURA 73**  
**VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE HABITATS - IQH PARA OS**  
**TRIBUTÁRIOS AMOSTRADOS NO PERÍODO DE MAIO DE 2006**

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Um total de 46 espécies foram registradas nos rio Paraíba do Sul e nos maiores afluentes: rios Piabanha e Paraibuna, sendo dominadas por Characiformes e Siluriformes, grupos nativos desta região Neotropical.

Um padrão de diminuição de diversidade nos pontos a serem inundados ou no trecho cujo volume de água será diminuído, foi encontrado nos três períodos de amostragem, enquanto a maior diversidade foi apresentada no local mais a jusante, próximo a Além Paraíba, e no local mais a montante (antes da confluência dos rios Paraibuna e Piabanha), que não serão inundados.

Mudanças na composição da ictiofauna foram verificadas entre os períodos de seca e de cheia. Na segunda campanha de amostragem, realizada no período da cheia, observou-se um maior número de espécies de peixes e maiores abundâncias. Tal variação, deve ser considerada em função do empreendimento, que causará a diminuição das vazões em um trecho do rio Paraíba do Sul.

As amostras de maio de 2006 apresentaram um padrão intermediário entre as amostras de setembro e dezembro de 2003, porém mais próximas das últimas, em termos de número de espécies e de indivíduos.

No período de cheia (verão), embora o rio apresente maiores teores de Ferro e maior turbidez da água devido às maiores entradas de material alóctone no sistema, as condições ambientais não parecem ser pioradas devido à maior oxigenação da água. Neste período, devido a maior disponibilidade de habitats, a comunidade de peixes é favorecida em termos de abundância e riqueza de espécies.

Os cinco tributários da margem esquerda do rio Paraíba do Sul apresentam uma elevada biodiversidade, constituída de pelo menos 34 espécies que foram registradas nesta última campanha (maio/junho – 2006). Destas 34 espécies, 22 ocorreram também no canal principal do rio Paraíba do Sul. As doze espécies encontradas exclusivamente nos tributários também têm sido registrada na literatura corrente (REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. 2003. *Check list for the freshwater fishes of South and Central América*. EDIPUCRS, 742p.) para tributários de outros trechos do rio Paraíba do Sul ou mesmo de outras bacias hidrográficas do leste do Brasil, indicando que são espécies amplamente distribuídas e com baixo risco de extinção a nível regional.

Considerando a variação temporal, através da comparação da ictiofauna registrada pela ENGEVIX em 1989/90, em 2004 e com o atual levantamento (2006), portanto com cerca de 27 anos de intervalo de tempo, conclui-se que houve uma mudança acentuada na composição de espécie, uma vez que somente 13 espécies foram comuns das 39 e 34 espécies registradas respectivamente. Cinco espécies que não ocorreram no canal principal do rio Paraíba do Sul, foram registradas consistentemente nestas duas campanha do tributários.

As assembléias de peixes do rio Paraíba do Sul e dos dois grandes tributários (Piabanha e Paraibuna) diferiram das assembléias de peixes dos pequenos tributários, que por sua

vez, não apresentaram diferenças entre os sítios de amostragem mais a montante e mais a jusante da confluência com o rio Paraíba do Sul.

Coliformes fecais termotolerantes, juntamente com a temperatura e a turbidez foram os fatores ambientais mais importantes na estruturação da ictiofauna dos riachos.

O rio Macuco foi o mais rico em espécies dos tributários avaliados, considerando-se que o ribeirão do Peixe foi sub-amostrado por tratar-se de um ribeirão, onde o equipamento de pesca elétrica (adequado para riachos) é pouco eficiente, bem como as redes de espera (adequadas para grandes rios) é pouco eficiente, devido o tamanho intermediário que caracteriza os ribeirões.

Existe uma expectativa de serem encontradas mais espécies ao longo do monitoramento, embora a primeira e segunda estimativa da riqueza de espécie de Jack-Knife estejam dentro dos níveis satisfatórios.

A ictiofauna dos tributários do rio Paraíba do Sul que serão barrados com a construção do empreendimento têm ampla condição de persistirem e continuarem suas existências por situarem-se, em todo o trecho dos tributários.

A interferência causada nos tributários poderá ser traduzida como uma limitação das rotas de reprodução de algumas espécies que utilizam o canal principal e podem usar tais tributários para desova, porém este impacto poderá ser minimizado com a implantação de sistemas de transposição de peixes, como uma escada no reservatório de Anta, e um sistema de transporte de peixes entre o canal de fuga de Simplício e o rio Paraíba do Sul a montante do reservatório de Anta.

A biodiversidade do rio Paraíba do Sul e seus tributários na área de influência direta do empreendimento é representativa não obstante o elevado grau de alteração do entorno do rio por usos não planejados e indevidos. As medidas de mitigação e de compensação propostas ao longo do PBA devem ser tomadas visando preservar a biodiversidade local.