

## Material e métodos

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Dentre os afluentes do sistema hidrográfico da bacia do alto rio Paraná, o rio Paranapanema (Fig. 1) é um dos principais. A partir da sua nascente, na vertente ocidental da serra de Paranapiacaba, no município de Capão Bonito (SP), ele percorre uma extensão aproximada de 660 km, com orientação geral a noroeste (DIAS 2003). Sua afluência no rio Paraná encontra-se na divisa dos municípios de Rosana (SP) e Marilena (PR), e sua área de drenagem abrange uma extensa superfície, em torno de 109.600 km<sup>2</sup> (SAMPAIO 1944), estabelecendo a divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná (MAACK 1981). Segundo DIAS (2003), essa drenagem é assimétrica, sendo mais desenvolvida no Paraná, de onde afluem rios como Itararé, das Cinzas, Tibagi e Pirapó; no Estado de São Paulo, o Paranapanema tem um único afluente de maior porte, o rio Pardo.

O Paranapanema está inserido na bacia sedimentar do Paraná, o mais abrangente domínio geológico das regiões Sul e Sudeste do Brasil, formada no período Siluriano Inferior. Essa bacia assenta-se em terrenos pré-cambrianos, compreendendo litologias sedimentares do Cretáceo e do Cenozoico (KAUL 1990). Quanto à geomorfologia, ela drena uma extensa área de planalto, com relevo suavizado, caracterizando-se por vales pouco encaixados, com uma subunidade representada pelas “Cuestas” basálticas da serra Geral e outra representada pelos planaltos sedimentares interiores, os quais têm pequenas altitudes, variando entre 200 a 800 m (BARTORELLI 1983).

O relevo da bacia é acidentado nas vertentes leste e sudeste, devido à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada; nas demais áreas predominam formas tabulares arredondadas, com suave inclinação rumo ao rio Paraná, localmente interrompidas pelas escarpas da serra Geral (SOUZA FILHO & STEVAUX 1997).

O reservatório de Capivara, localizado no rio Paranapanema, tem sua área de drenagem assentada sobre rochas da Formação Serra Geral desde o eixo da barragem da UHE Escola Mackenzie até o médio curso dos principais afluentes da margem direita. Da barragem até suas cabeceiras ocorrem rochas sedimentares da Formação Adamantina, com solos arenosos. Na margem esquerda predominam as rochas basálticas, com ocorrências localizadas de arenitos da Formação Caiuá (IPT 1986; DIAS 2003).

Ele opera no sistema de acumulação, implicando um longo tempo médio de residência da água (119 dias) e com grandes variações no seu nível fluviométrico (STRASKRABA 1999). Com formação plena em 1975, sua área de alagamento atinge 26 municípios (12 no Paraná e 14 em São Paulo). A sua potência instalada é de 640 MW anuais, o que faz dele o maior e mais eficiente na produção energética entre as dez hidrelétricas em operação desse rio. Como características físicas gerais, apresenta a maior superfície do sistema Paranapanema, com 515 km<sup>2</sup>, cota máxima maximorum (m.a.n.m.) de 336 m., área de drenagem de 85.000 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.550 km, totalizando uma extensão de 109 km e um volume de 10.540 m<sup>3</sup>.10<sup>6</sup>. Sua vazão média é de 1.024 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (DIAS 2003).

Diferente da maioria dos reservatórios da bacia do rio Paranapanema, o de Capivara recebe, em sua margem esquerda, os principais afluentes desse rio: os rios Tibagi e das Cinzas. Na margem direita existem apenas mananciais de pequeno porte, como os rios Laranja Doce, Jaguaretê e Capivara, e ainda há também alguns cursos d'água de pequena monta. Existe, ainda, uma sequência grande de braços de formação dendrítica e, em alguns locais, com extensas áreas sinuosas, como pode-se constatar no município de Cruzália (SP).

O rio das Cinzas, de acordo com FRANÇA (2002), drena uma área de 9.658 km<sup>2</sup> e desemboca no rio Paranapanema imediatamente a jusante da UHE Canoas I, na porção lítica do reservatório de Capivara. O rio Tibagi, maior afluente do Paranapanema, tem percurso de 531 km, ao longo do qual apresenta um desnível de 792 m (MAACK 1981) e forma uma bacia de drenagem de 24.712 km<sup>2</sup> (FRANÇA 2002). Sua desembocadura fica na porção média do reservatório de Capivara, área totalmente influenciada pela barragem, tanto nos aspectos físicos e químicos quanto aos biológicos (BENNEMANN *et al.* 2000; SHIBATTA *et al.* 2002; ORSI *et al.* 2004).

Esses dois afluentes ainda apresentam indicativos de integridade biótica para a fauna de peixes e, provavelmente, influenciam o reservatório de Capivara positivamente, o que também pode ser o caso do rio Vermelho (em menor escala), que apresenta sua foz perpendicular à barragem da UHE Escola Mackenzie. Conforme as observações de HOFFMANN *et al.* (2005), os rios Tibagi e das Cinzas são fundamentais para a ictiofauna do reservatório no que concerne à manutenção da sua biodiversidade, lato sensus.

A partir da constatação geral da presença, no reservatório, de três gradientes longitudinais no que se refere aos seus atributos limnológicos, representados por uma zona fluvial, uma de transição e uma lacustre. Assim, foram escolhidos quatro trechos para estudo seguindo a premissa de THORNTON (1990), com enfoque nas propriedades físicas, químicas e biológicas desses compartimentos: um trecho na zona fluvial, mais a montante da UHE Escola Mackenzie, onde as características de rio estão ainda presentes; um trecho na zona de

transição (intermediário entre as características lacustre e fluvial); e dois trechos na zona lacustre: um trecho de um dos braços e um próximo à barragem, nos quais predominam as características de ambientes lênticos.

Os trechos selecionados foram denominados de Cinzas (trecho fluvial), Cruzália (trecho lacustre), Sertanópolis (trecho de transição) e Porecatu (trecho lacustre, próximo à barragem) (Fig. 1).

O trecho de Cinzas estudado, localiza-se nas coordenadas 22°51'52"S e 50°53'56"W e a largura entre as suas margens varia de 150 a 350 m. Apresenta águas lóxicas com fortes corredeiras e alguns poções profundos, atingindo velocidade média de até 2 m/s, em uma extensão de 8,9 km a partir da jusante da UHE Canoas I até a porção onde as águas se tornam mais lentas e profundas. Nesse mesmo trecho, a profundidade máxima é, em média, de 5,8 m e o fundo é muito rochoso, entremeado de areia e lodo, e apenas na sua porção final as águas são mais lentas. A 527 m da jusante da UHE Canoas I encontra-se a foz do rio das Cinzas, a qual tem largura aproximada de 100 m. Em sua extensão, o fundo desse rio é rochoso e a profundidade média é de 3,0 m. É considerado um rio de grande importância para a ictiofauna local, visto que contém as mesmas espécies do rio Paranapanema (HOFFMANN *et al.* 2005). Todo o trecho apresenta inúmeras áreas de abrigo aos peixes, como locas entre as rochas, pequenas cavernas escavadas, troncos e raízes submersas, além de macrófitas em suas lagoas marginais. Tanto o rio Paranapanema como o das Cinzas apresentam vegetação marginal escassa, mais representada no segundo, e alguns fragmentos de mata longe da margem, predominando, nelas, a atividade de agricultura extensiva e a pecuária.

O trecho de Cinzas apresenta desaparecimento visual do disco de secchi na média de 0,55 m (transparência), devido à grande quantidade de sólidos e de outros materiais carreados diretamente para o Paranapanema. Entretanto a montante da foz do rio das Cinzas, possui elevada transparência, na média (2,23 m). Outro fator importante desse trecho é a ocorrência de três lagoas marginais, sendo que a principal, localizada logo após a foz do rio, tem cerca de 24 ha e grandes extensões com macrófitas e vegetação exótica (por exemplo, capins diversos), e, no geral, profundidades semelhantes à da calha do rio; também apresenta ampla conexão na sua porção a jusante. Uma das margens dessa lagoa era, outrora (cerca de 20 anos atrás) ocupada por um vilarejo (consequentemente, por edificações), o que lhe causou, segundo antigos moradores, grandes impactos ambientais, como pesca predatória e interrupção da conexão, a montante, com a foz do rio das Cinzas. E hoje não há conexão dessa lagoa com o rio das Cinzas, apenas com o rio Paranapanema.

Cruzália, segundo trecho da porção a montante do reservatório de Capivara, localiza-se nas coordenadas 22°46'14"S e 50°50'34"W. A largura entre suas margens variando de 50 a 550 m. É considerado o trecho que apresenta o ambiente mais degradado do reservatório. Não apresenta vegetação ciliar nativa, tendo apenas um fragmento florestal a cerca de 2 km de distância da margem direita, com domínio de gramíneas invasoras em ambas as margens e pequenos bancos de macrófitas aquáticas, estes somente nas porções finais dos braços. Em sua maior parte, é um trecho desprovido de abrigos para os peixes. Nesse trecho o leito é lodoso, sem afloramentos de rocha, com formação mista de basalto e areia. Em uma grande extensão da sua margem esquerda existe uma silvicultura de eucaliptos, e as áreas vizinhas são ocupadas por pecuária e agricultura extensiva. É muito visitado por pescadores, tanto profissionais como amadores, durante toda a semana. Além disso tem inúmeros braços com

águas lânticas e profundidade média, de 8,7 m, no canal, pH ligeiramente ácido (em média de 6,49) e transparência raramente atingindo 1 m (média de 0,68 m). Conforme nossas medições paralelas em todo o período deste estudo, o oxigênio dissolvido foi de 4,69 mg/L, na média (menor valor médio entre os trechos em todo o período estudado); também apresentou o maior valor de temperatura média das águas (29,4°C).

O trecho de Sertanópolis encontra-se nas coordenadas 23°01'16"S e 50°57'13"W, e a largura entre suas margens varia de 200 a 500 m, aproximadamente. Localizado no rio Tibagi, está a 23,7 km da foz desse rio com o rio Paranapanema. Foi considerado por BENNEMANN & SHIBATTA (2002) um trecho de ecótono entre os biótopos fluvial e lacustre, devido à influência direta do represamento. As águas são semilóticas e atingem grandes profundidades no leito (25 m em média); a transparência da água oscila muito nos períodos chuvosos, podendo atingir apenas 0,15 m, mas a média geral foi de 0,87 m durante o período deste estudo. Outro parâmetro abiótico muito variável foi o oxigênio dissolvido, que apresentou média de 6,8 mg/L na superfície e 3,89 mg/L no fundo, o qual é composto por formações rochosas entremeadas de argila e partes lodosas, principalmente em suas margens. No leito, encontram-se restos da vegetação arbórea original, que foi submersa, o que forma verdadeiros labirintos de galhos e troncos em faixas pequenas, desigualmente distribuídas e que configuram abrigo a diversas espécies aquáticas e também de aves. A aproximadamente 30 m da margem direita existe um grande fragmento florestal, que vem sendo aproveitado como conexão (corredor biológico) pela equipe de florestamento do reservatório para o projeto de recomposição das margens.

Porecatu localiza-se nas coordenadas 22°58'09" S e 51°33'24" W e está a apenas 487 m da barragem da UHE Escola Mackenzie, no limite da foz do rio Vermelho com o rio Paranapanema; é constituído pelo reservatório propriamente dito. Possui as águas mais profundas do sistema, que vão de 1,2 m na zona litorânea, caindo rapidamente em declive até 78,7 m, em média, no antigo canal do Paranapanema, com águas semilóticas a cerca de 1,5 km a montante da foz do rio Vermelho a quase lânticas próximo à barragem. A largura entre as margens variou de 800 a 3.500 m. Anteriormente, o Paranapanema, nesse trecho, percorria em um vale encaixado e muito rochoso, caracterizado por fortes corredeiras e cachoeiras baixas, intercaladas por áreas de remanso e regiões bem profundas (poções), e havia exuberante mata nas margens (SAMPAIO 1944). O leito no trecho de Porecatu é rochoso e diversos afloramentos são observados em vários braços. Atualmente, nas áreas ao redor observa-se um relevo acidentado encaixado em uma fenda de vale, com morros pronunciados. Nelas, o solo é misto (basalto arenoso), predominando a formação de arenito, e é pouco profundo, o que propiciou uma ocupação extensiva da pecuária e porções de monocultura de cana-de-açúcar em seu entorno. A zona litorânea é predominantemente formada por lajeados e rochas sobrepostas, formando diversos abrigos à fauna e à flora (algas) aquáticas. A vegetação ciliar nativa é rara, representada por pequenas porções em fase de recuperação, havendo significativa presença de macrófitas aquáticas nos diversos braços existentes. Por apresentar características tipicamente lacustres, baixa taxa de sedimentação e grande profundidade, a transparência é sempre elevada nas condições atuais, com valores alcançando 4,5 m, aproximadamente, em períodos pouco chuvosos. Conforme nossas medições, ocorre estratificação térmica e variações de oxigênio dissolvido pronunciadas (na superfície e no fundo), e conseqüente definição de camadas. Segundo AGOSTINHO *et al.* (1999), essa estratificação

proporciona reflexos na produção pesqueira, uma vez que estabelece uma ordenação espacial das assembléias de peixes. Apesar deste fato e também da pouca exploração imobiliária, esse trecho é muito visitado por pescadores amadores e profissionais, os quais utilizam apetrechos de pesca cada vez mais predatórios, conforme informações do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), embasados nos registros de infração ambiental.

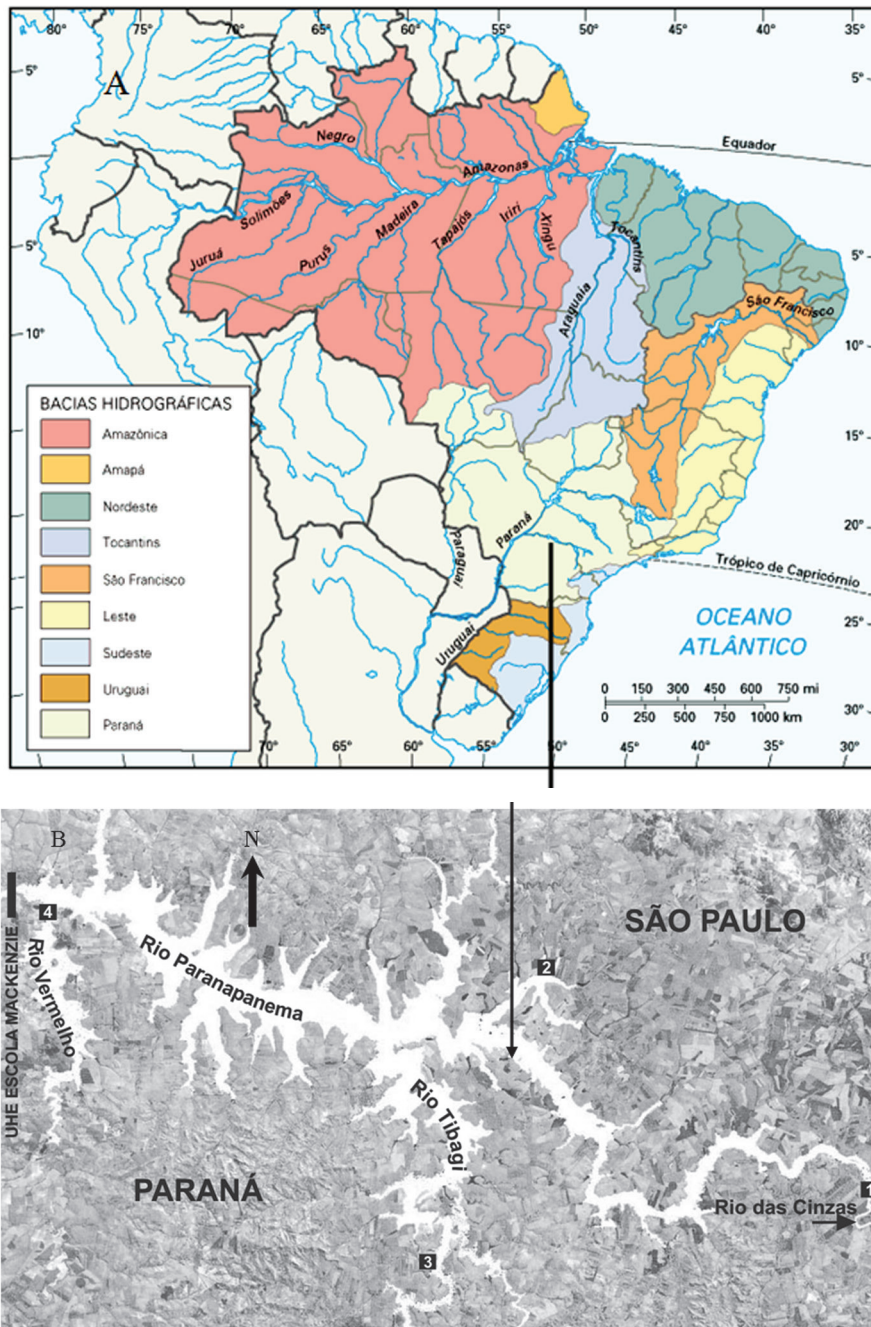


Figura 1 Localização da bacia hidrográfica do rio Paranapanema no Brasil (A) e localização dos trechos de coleta no reservatório de Capivara (Escala 1:15000/ landsat 5) (B), com os números indicando, de leste a oeste, os quatro trechos, compreendidos entre a jusante da UHE Canoas I e a barragem da UHE Escola Mackenzie: 1 = Cinzas; 2 = Cruzália; 3 = Sertãoópolis; 4 = Porecatu.

## 2.2 AMOSTRAGENS

Em cada um dos trechos selecionados foram feitas nove coletas no período de março de 2001 a fevereiro de 2004, com um intervalo de três meses entre cada coleta, com o objetivo de abranger as estações climáticas, perfazendo 36 amostragens de peixes.

Para a captura dos peixes foram utilizadas 31 redes de espera de malhas com 1 a 10 cm entre nós opostos, totalizando 1.527 m<sup>2</sup> de área de rede no primeiro ano; no segundo ano, foram utilizadas 39 redes de mesma malhagem, totalizando um esforço de 2.227 m<sup>2</sup> de área. Portanto, foi aplicado um valor médio, nas comparações, de 1.827 m<sup>2</sup>. As redes foram colocadas tanto na zona litorânea como em áreas profundas na calha do rio, em forma paralela e em forma perpendicular à margem. Cada amostragem teve duração máxima de 24 horas, divididas em duas revisões de rede: uma ao amanhecer e uma ao anoitecer. Ainda, para aumentar o esforço amostral e eliminar o efeito da seletividade dos aparatos de capturas foram utilizados, ainda, arrastões, tarrafas, covos e peneiras, com padronização de duas horas de esforço por coleta e área aproximada de 200 m<sup>2</sup>. Os peixes coletados foram fixados com formol 10%. Aqueles utilizados posteriormente como material taxonômico foram transferidos para álcool 70%, identificados pelo Dr. Oscar Akio Shibatta (curador) e depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL), onde permanecem como material-testemunho.

Paralelamente as análises biológicas, em cada trecho foram tomados dados de transparência utilizando-se de disco de Secchi e de profundidade com sonar específico. Também foram determinados o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e turbidez, tomados com aparelhos específicos da Marca Yellow Springs, modelo YSI 95. A precipitação e os valores médios do nível fluviométrico do reservatório no período de estudo foram obtidos do centro de operações da Duke Energy e relacionados posteriormente com atributos biológicos para simples verificação, em forma gráfica, de seus efeitos na reprodução.

## 2.3 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nos laboratórios do MZUEL, após a identificação taxonômica das espécies foram feitas a triagem deste material. De cada indivíduo capturado foram registradas as seguintes informações: a data e o trecho de amostragem, o posicionamento no aparelho de pesca, o número do espécime, a espécie, o comprimento total (cm), o comprimento padrão (cm), o peso total (0,01 g) e após incisão ventral dos indivíduos foi obtido o peso das gônadas (0,001 g), o sexo e o estágio de maturação gonadal.

Daqueles indivíduos que tiveram suas gônadas (duas gônadas maduras por espécie) retiradas ainda em campo, as gônadas inteiras ou suas frações foram preservadas em formol 4% (tamponado) ou em solução de Bouin. Posteriormente, as gônadas ou frações preservadas com essa solução foram conservadas em álcool 70%.

Os estádios de maturação gonadal foram determinados macroscopicamente, com base nas seguintes características: transparência, coloração, vascularização superficial, turgidez, volume que ocupava na cavidade abdominal, ovócitos visíveis (fêmeas). Foi utilizada uma escala de maturação gonadal conforme ORSI (2001), e constituída pelos seguintes estádios: imaturo, início de maturação, reprodução e esgotado ou em repouso.

## 2.4 ESTIMATIVAS DA ABUNDÂNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (EM CPUE)

Com os dados numéricos totalizados trimestralmente, a abundância das espécies foi estimada tanto pelo número total de indivíduos das espécies capturadas, bem como pela abundância relativa utilizando-se a captura por unidade de esforço (CPUE =  $N \cdot 1000 / \text{Esforço}$ ), sendo dada em número de indivíduos por 1.000 m<sup>2</sup> de apetrechos em 24 horas de exposição (modificado de ORSI *et al.* 2004).

As variações espaciais na abundância das espécies presentes no reservatório de Capivara foram inferidas a partir da comparação das capturas realizadas nos 36 meses de coleta. Também foram atribuídos valores de constância para cada espécie (DAJOZ 1978), calculados a partir da fórmula  $C = p \times 100/P$ . As espécies foram consideradas constantes quando estiveram presentes em mais de 50% das coletas, acessórias quando estiveram presentes em 25% a 50% das coletas e acidentais quando presentes em menos de 25% das coletas.

## 2.5 DOMINÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Utilizou-se a análise de dominância pelo método de BEAUMOND (1991 apud DIAS 2003), com o intuito de determinar quais eram as espécies mais representativas no reservatório, sob o ponto de vista ecológico. Para isso, foi utilizada a fórmula

$$ID (\%): \frac{N_i \cdot P_i}{\sum(N_i \cdot P_i)} \times 100$$

Sendo:  $N_i$  = ao número de indivíduos amostrados e  $P_i$  = ao peso total dos indivíduos amostrados.

Com o objetivo de ordenar os locais de coleta quanto à composição de peixes, foi utilizada a análise de correspondência destendenciada (DCA) (GAUCH JR. 1999; SUZUKI 1999), segundo a qual as espécies respondem unimodalmente a gradientes ambientais, atingindo um ponto ótimo de abundância dentro de um determinado gradiente ambiental. Além disso foi realizada também uma análise de DCA para determinar a ordenação espacial das espécies no reservatório, utilizando-se a abundância total de todas as espécies capturadas.

Em razão das diferentes condições ambientais encontradas no reservatório, a utilização desses métodos teve por objetivo a observação rápida de variáveis que possibilitassem identificar as espécies que apresentavam os melhores ajustes à sobrevivência nesse hábitat. Todas as análises multivariadas foram realizadas com o auxílio do programa Past 1.28 (HAMMER *et al.* 2004).

## 2.6 ATRIBUTOS REPRODUTIVOS

Todas as análises foram realizadas preferencialmente com as espécies que foram constantes e dominantes e com aquelas que apresentaram número (absoluto) amostral suficiente para tal.

### 2.6.1 Diferença de comprimento máximo entre os sexos

Conforme Suzuki (1999), diferenças entre os sexos, em relação ao tamanho, foram avaliadas comparando-se o comprimento padrão médio dos indivíduos grandes de cada sexo, ou seja, indivíduos pertencentes ao quartil superior da frequência de comprimento. Também foi determinada a proporção sexual dos indivíduos pertencentes a esse quartil, aplicando-se o teste  $\chi^2$  para identificar diferenças estatisticamente significativas na proporção entre os sexos.

### 2.6.2 Comprimento mínimo médio na primeira maturação

Seguindo-se a metodologia de VAZZOLER (1996), foram estimados o comprimento médio do início da primeira maturação ( $L_{50}$ ), que corresponde àquele no qual 50% dos indivíduos iniciam seu ciclo reprodutivo, e o comprimento no qual todos os indivíduos estão aptos a participar ativamente do processo reprodutivo ( $L_{100}$ ). Como salientado por SUZUKI (1999), essa metodologia tem como desvantagem a dificuldade de separar os indivíduos em repouso (que já passaram por pelo menos um ciclo reprodutivo) daqueles em início de maturação (que vão reproduzir pela primeira vez). Dessa forma, o comprimento médio obtido foi comparado com o tamanho do menor indivíduo em reprodução (processo avançado de maturação gonadal), como sugerido por SATO & GODINHO (1988), assim, adotou-se este critério para a determinação do menor comprimento dos indivíduos maduros (em reprodução) das espécies selecionadas.

### 2.6.3 Período e trecho de reprodução

Seguindo a proposta de MATTHEWS (1998) para a definição de uma assembleia de peixes em determinados trechos foram usados os indivíduos selecionados (dominantes), independentemente do tipo de aparelho de captura. Assim, para a determinação do trecho e do período de reprodução, foi utilizado o índice de atividade reprodutiva (IAR) proposto por AGOSTINHO *et al.* (1991), representado pela fórmula:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left( \frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) * \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left( \frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} * 100$$

onde:

$N_i$  = número de indivíduos na unidade amostral  $i$ ;

$n_i$  = número de indivíduos “em reprodução” na unidade amostral  $i$ ;

$N_m$  = número de indivíduos na unidade amostral com maior  $n$ ;

$n_m$  = número de indivíduos “em reprodução” na unidade amostral com maior  $n$ ;

$RGS_i$  = Relação gonadossomática (RGS) média dos indivíduos “em reprodução” na unidade amostral  $i$ ;

$RGS_e$  = maior valor individual da RGS;

$RGS$  = peso das gônadas\*100/peso total.



A atividade reprodutiva foi classificada em incipiente ( $0 < IAR \leq 5$ ), moderada ( $5 < IAR \leq 10$ ), intensa ( $10 < IAR \leq 20$ ) e muito intensa ( $IAR > 20$ ).

O IAR foi estimado para cada trecho e período de amostragem, o que possibilitou determinar o ciclo reprodutivo das espécies em questão. Desta forma, o período reprodutivo de cada espécie foi determinado a partir dos valores de IAR calculados por estação, contemplando as espécies selecionadas (mais abundantes e com constância nas coletas).

#### 2.6.4 Estimativa do potencial reprodutivo e características ovarianas

Para a medição e contagem dos ovócitos foram dissecados ovários de até dez fêmeas (quando ocorrentes) de cada espécie selecionada. Tanto para a contagem como para a medição foram selecionados os ovários maduros, com os maiores valores de RGS e ovários com ovócitos já soltos na cavidade ou aqueles com aspecto mais hialino, seguindo proposta adaptada de SUZUKI (1999), no qual os ovários foram mantidos em formol 4% ao invés de conservados em álcool que causa a desidratação dos ovócitos.

Para tanto, foi retirada uma amostra dos ovários de cada espécie, que foi pesada (subamostra) e da qual os ovócitos foram dissociados com auxílio de pinças e estiletos. Dessa forma, conhecidos o peso da amostra ( $w$ ), o número de ovócitos da amostra ( $n$ ) e o peso dos ovários ( $W$ ), foi estimado o número total de ovócitos nos ovários ( $N$ ),  $N = n * W / w$  pela aplicação de regra de três (VAZZOLER 1996).

Foram contados os ovócitos presentes na moda mais avançada, e, em média, mais de 30 deles foram medidos para determinar o diâmetro médio. Quando constatada uma camada hialina nos ovócitos, ela foi desconsiderada para esta medida.

As relações biométricas de fecundidade x peso total e fecundidade x comprimento padrão foram estabelecidas para as principais espécies analisadas conforme Suzuki (1999). Devido às correlações entre o número de ovócitos e o tamanho das fêmeas dos peixes (comprimento e peso), observadas para a maioria das espécies, e dada a necessidade de estabelecer comparações entre espécies de diferentes portes, foi estimada a fecundidade relativa com remoção do efeito do tamanho a partir das médias ajustadas usando a análise de covariância (HUTTEMA 1980; SNEDECOR & COCHRAN 1989; SUZUKI *et al.* 2000), em que a covariável foi o peso dos indivíduos e a variável-resposta o número de ovócitos, ambos logaritimizadas. A fecundidade relativa foi expressa em número de ovócitos/g de peso do peixe.

A fecundidade máxima ou potencial reprodutivo das fêmeas foi estimada a partir do produto entre peso máximo da espécie e fecundidade relativa, expressa em número de ovócitos/g de peixe.

Também foi calculado o volume de cada ovócito aplicando-se a fórmula  $\frac{3}{4} * \pi * r^3$  (VAZZOLER 1996), onde  $r$  = diâmetro do ovócito/2. Com o volume de cada ovócito estimado, o volume total de ovócitos maduros foi calculado multiplicando-se a fecundidade máxima estimada pelo volume do ovócito. Foi estimado o volume relativo de ovócitos multiplicando-se a fecundidade relativa pelo seu volume.

O estabelecimento do tipo de desova foi determinado a partir de um histograma da distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos, avaliando-se a presença de lotes de

reserva na amostra, e além disso, essas informações foram complementadas pela observação dos cortes histológicos, como preconiza VAZZOLER (1996), utilizando-se lâminas de ovários maduros submetidos ao tratamento rotineiro para a coloração com Hematoxilina e Eosina.

Foram obtidas medidas de espessura da camada granulosa e da zona radiata utilizando-se as lâminas histológicas de ovários maduros. As medidas dos componentes do folículo ovariano foram feitas utilizando-se uma ocular micrométrica acoplada a um microscópio Leica MZ12 com objetiva de até 100x e uma acoplada a um microscópio Motic com objetiva de 40x, sendo essas medidas ajustadas e convertidas em micrômetros.

A relação gonadossomática (RGS) foi calculada para cada exemplar, sendo utilizado o valor máximo registrado para a espécie.

### **2.6.5 Ordenação das espécies quanto às características reprodutivas**

A fim de ordenar as espécies quanto às suas táticas reprodutivas, foi utilizada a análise de componentes principais (PCA), a qual extrai combinações lineares a partir da matriz de correlação entre as variáveis biométricas e ovarianas, com a restrição de que elas resumam a variância em ordem decrescente e não tenham correlação entre si (MANLY 1994). Assim, a PCA foi realizada utilizando-se apenas as variáveis tais como, diâmetro do ovócito, fecundidade relativa, fecundidade máxima, volume relativo dos ovócitos, volume total dos ovócitos, RGS e espessura da camada granulosa e da zona radiata.