

GABRIELA SANTOS TIBÚRCIO

**EFEITO DA PAISAGEM NA INCIDÊNCIA DA
ICTIOFAUNA EM RIOS DE PRIMEIRA ORDEM DA
BACIA DO CORUMBATAÍ, SP**



Rio Claro
2012

GABRIELA SANTOS TIBÚRCIO

EFEITO DA PAISAGEM NA INCIDENCIA DA ICTIOFAUNA EM RIOS DE
PRIMEIRA ORDEM NA BACIA DO CORUMBATAI, SP

Orientador: Dr. Milton Cezar Ribeiro

Co-orientador: Dr. Roberto Goitein

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Licenciada em Ciências Biológicas.

581.5 Tibúrcio, Gabriela Santos
T554e Efeito da paisagem na incidência da ictiofauna em rios de primeira ordem da bacia do Corumbataí, SP / Gabriela Santos Tibúrcio. - Rio Claro : [s.n.], 2012
26 f. : il., gráfs., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro
Co-Orientador: Roberto Goitein

1. Ecologia vegetal. 2. Ecologia da paisagem. 3. Peixe. 4. Riacho. Título.

Ao longo dessa caminhada de quatro anos de curso não poderia deixar de compartilhar um pouco do sentimento presente com o término desta etapa. Gostaria de aproveitar esse espaço para agradecer de forma simples, mas muito sincera, a todos aqueles que nela estiveram comigo.

À minha família, que sempre me apoiou em todos os sentidos, durante toda a minha trajetória, independentemente das escolhas que fiz. Obrigada pai, mãe, Rafael e Thais, por continuarem acreditando em mim, ainda que agora, na ausência do convívio constante. Agradeço também as irmãs que pude escolher. Obrigada Mil e Cota!

Agradeço também aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, tornando meus dias mais leves. Em especial, agradeço as meninas que dividiram comigo a rotina de uma vida universitária, contribuindo imensamente para a minha formação pessoal. Obrigada república Siriemas! Obrigada república Carrapicho!

Não menos importante, agradeço a todos os meus professores, por compartilharem comigo suas experiências e sabedoria. Meus sinceros agradecimentos aos professores Luiz Marcelo, Vitinho, Segatto, Maria Rosa, Dalva, Marquinho e Guilherme por modificaram minha vida, de alguma maneira, através de um contato mais humano e horizontal. Agradeço também coordenadora do curso, a professora Marin, que me ajudou com os tramites burocráticos.

Em especial, agradeço aos meus professores Miltinho e Goitein, por aceitarem me orientar nesse trabalho. Certamente se tratam de pessoas nas quais me inspiro, não apenas pela admiração em relação ao brilhantismo acadêmico, pois isso se torna secundário quando contemplo o lado humanista desses mestres. Obrigada por acreditarem no meu trabalho e dedicarem esforços para o auxílio na construção do mesmo.

Não poderia me esquecer dos amigos de LEEC que contribuíram cada um do seu modo, com esse trabalho. Meus sinceros agradecimentos à amiga Coró, que me ajudou em diversas etapas desse trabalho. Obrigada ao colega Ganso, pós-graduando do departamento de Zoologia, por dividir um pouco do seu conhecimento em ictiologia comigo. Agradeço também aos funcionários do departamento de Ecologia, em especial, ao técnico Carlinhos.

Agradeço aos meus colegas da UNESP e aos meus amigos do CBI 2009. Não poderia recordar da minha graduação sem me lembrar de vocês.

Por último, agradeço a todos aqueles que se comprometem com a transformação da realidade, seja através da pesquisa, seja através da educação, os quais me trazem a esperança de um futuro melhor. Que ele nos seja, a todos, doce.

Dedico esse trabalho a todos os cidadãos paulistas.

E qual a finalidade da Ciência, então?

Entretanto, seremos ainda cientistas,
se nos desligarmos da multidão?
Os movimentos dos corpos celestes
se tornaram mais claros;
mas os movimentos dos poderosos continuam
imprevisíveis para os seus povos;
A luta pela mensuração do céu
foi ganha através da dúvida;

e a credulidade da dona-de-casa romana fará que
ela perca sempre de novo a sua luta pelo leite.
A ciência, Sarti, está ligada às duas lutas.

Enquanto tropeça dentro de sua bruma
luminosa de superstições e afirmações antigas,
ignorante demais para desenvolver
plenamente as suas forças,
a humanidade não será capaz de desenvolver
as forças da natureza que vocês descobrem.

Vocês trabalham para quê?
Eu sustento que a única finalidade da ciência
está em aliviar a cansaço da existência humana.

E se os cientistas,
intimidados pela prepotência dos poderosos,
acham que basta amontoar saber,
por amor do saber,
a ciência pode ser transformada em aleijão,
e as suas novas máquinas serão novas aflições,
nada mais.

Com o tempo,
é possível que vocês descubram
tudo o que haja por descobrir,
e ainda assim o seu avanço
há de ser apenas um avanço
para longe da humanidade.

Bertold Brecht (1898-1956)

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	06
2. MATERIAL E MÉTODOS	08
2.1. Área de Estudo	08
2.2. Dados Biológicos	09
2.3. Variáveis Explanatórias	10
2.4. Morfotipos	12
2.5. Análise de Dados	13
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

A ecologia de paisagem é a ciência que busca compreender como a estrutura espacial, o comportamento e o funcionamento da paisagem interferem nos processos ecológicos (WIENS et al, 1993). Ela observa como a estrutura espacial interfere na abundância dos organismos no nível da paisagem, assim como o comportamento e o funcionamento da paisagem como um todo (WIENS et al, 1993). Esse ramo da ciência vem trazendo uma mudança de paradigma nos estudos de fragmentação e conservação de espécies e ecossistemas, pois admite a integração da heterogeneidade espacial e do conceito de escala na análise ecológica (FORTIN & DALE, 2005), tornando esses trabalhos ainda mais aplicados para ordens de problemas ambientais. No entanto, a maior parte dos esforços tem sido voltada para ambientes terrestres, enquanto essa abordagem vem sendo pouco utilizada para explorar aspectos da biodiversidade de ambientes aquáticos continentais.

Tomando como estudo o ambiente aquático, podemos dizer que os rios e riachos são marcados por seu formato linear, fluxo unidirecional, vazão oscilante e leitos instáveis (UIEDA; CASTRO, 1999; TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006). A natureza estreita dos canais dos rios significa que eles são intimamente atrelados ao ambiente terrestre do arredor. Assim, uma compreensão mais completa da ecologia de rios exige que avaliemos o rio e suas bacias de drenagem como uma unidade.

Um dos desafios para se compreender a biodiversidade aquática é estimar a probabilidade de ocorrência de determinada espécie em um ambiente particular. Essa estimativa é totalmente dependente da escala de análise, sendo que muitas vezes os estudos focam ou na escala local (variáveis ambientais locais como pH, temperatura, condutividade, vazão e turbidez), ou na escala macrorregional ou bioclimática (BALMFORD E GASTON 1999).

Uma forma de se compreender a condição sob a qual os rios estão submetidos é avaliar sua fauna, sejam invertebrados aquáticos (ROQUE ET AL., 2010), macrófitas (CHAMBERS ET AL. 1999), mamíferos aquáticos (PERAULT & LOMOLINO, 2000) ou ictiofauna (JURAJDA, 1995). Apesar de diversos estudos considerarem o efeito do entorno dos ambientes aquáticos sobre a biodiversidade faunística em si, poucos estudos tratam de forma explícita qual o efeito relativo da estrutura da paisagem e dos tipos de uso antrópico sobre tais ecossistemas.

As variáveis que controlam a estrutura das assembleias de peixes em ambientes de água doce têm ficado cada vez mais evidentes com a utilização de modelos conceitualmente simples (ANGERMEIER; SCHLOSSER, 1989; OSBORNE; WILEY, 1992).

Estas variáveis podem ser representadas por fatores intrínsecos das assembleias como competição interespecífica (ANGERMEIER, 1982; ROSS, 1986), competição intraespecífica (BRIDICUT; GILLER, 1993), ou predação (SCHLOSSER, 1987) ou então por fatores extrínsecos representados pelas variáveis ambientais, que podem ser aquelas medidas no próprio curso do d'água ou ao redor, compondo a paisagem.

O presente estudo teve enfoque nos fatores extrínsecos e sua importância na organização da estrutura primária das assembleias, ou seja, nos morfotipos encontrados. Assim, tem-se com objetivo avaliar a contribuição relativa da estrutura da paisagem e dos ambientes de entorno, além das variáveis ambientais locais sobre espécies de peixes das ordens Siluriformes, Characiformes ou Gymnotiformes, considerando-se paisagens fragmentadas do interior paulista como foco de estudo. Trichomycteridae, que foi uma das ocorrências mais comuns, é uma família de peixes de um grupo monofilético que possui cerca de 207 espécies. Essa família é amplamente distribuída na região Neotropical, estendendo-se do Panamá ao Chile e Argentina (FERRARIS, 2007).

Mais especificamente, um conjunto de espécies foi amostrado em paisagens do interior paulista, sendo que a probabilidade de ocorrência de cada uma delas foi estudada com base em dados de variáveis da paisagem e variáveis ambientais locais.

Por se tratar de um estudo com abordagem de paisagem, e por considerar que cada espécie pode responder diferentemente às variáveis de paisagem e ambientais, o estudo utiliza múltiplas hipóteses concorrentes. Com isso, não se apresenta uma única hipótese a ser testada. Entretanto, o presente estudo parte da premissa que, dependendo da espécie, tanto a paisagem como as variáveis ambientais são igualmente importantes para explicar a ocorrência das espécies.

As matas ciliares influenciam tanto o sistema terrestre quanto o aquático por se localizarem na região de interfaces terra-água (NUNES, 2005) e sua manutenção é, portanto, um pré-requisito para a preservação do rio e do solo do entorno e para a população humana que utiliza recursos locais, como a água, o peixe e os frutos produzidos pela vegetação, por exemplo. Além disso, as matas ciliares exercem outros papéis ecológicos, atuando na contenção de enxurradas, na infiltração do escoamento superficial, na absorção do excesso de nutrientes, na retenção de sedimentos e agrotóxicos, colaboram na proteção da rede de

drenagem e ajudam a reduzir o assoreamento da calha do rio, favorecendo o aumento da capacidade de vazão durante a seca (JUNQUEIRA et al., 2006).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo foi a Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí (Figura 1), localizada na porção centro-leste do Estado de São Paulo, entre os paralelos $22^{\circ}04'46''$ S e $22^{\circ}41'28''$ S e os meridianos $47^{\circ}26'23''$ W e $47^{\circ}56'15''$ W, com aproximadamente 170.000 ha, sendo que a maior parte de suas terras encontra-se na Depressão Periférica Paulista (VALENTE, 2003). É uma sub-bacia do Rio Piracicaba, estando situada à sua margem direita.

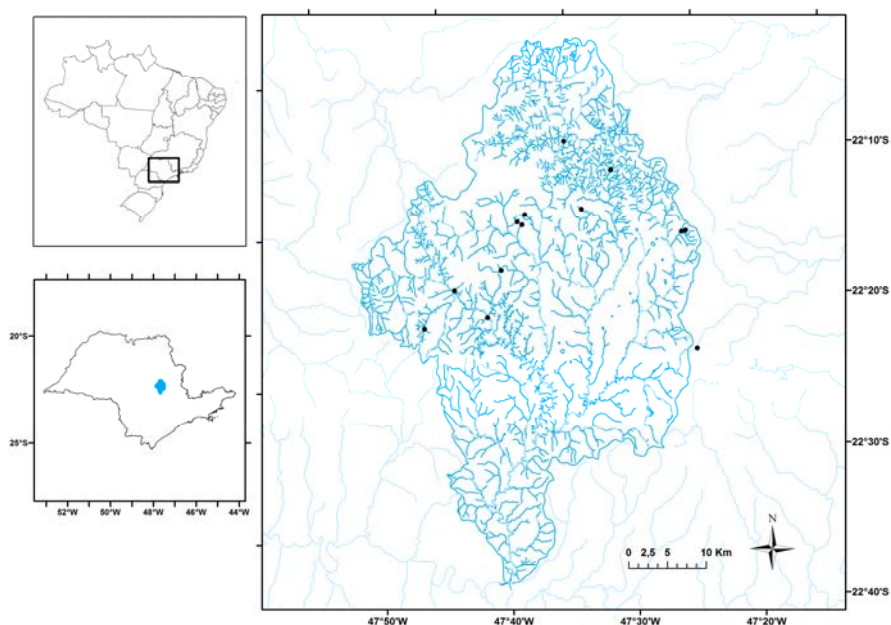


Figura 1: Pontos de coleta na Bacia do Rio Corumbataí.

Valente e Vettorazzi (2003), com base no mapa de uso e cobertura do solo produzido para o ano de 2000, citam que, na área da bacia, existem apenas 11% de floresta nativa e 1,25% de cerrado “*lato sensu*” e que essa vegetação remanescente encontra-se altamente fragmentada. Comentam ainda que a pastagem representa, aproximadamente, 44% do uso do solo, e a cana-de-açúcar corresponde a aproximadamente 26% da área total da bacia.

2.2. Dados Biológicos

A coleta de peixes Siluriformes, seguidos de Characiformes e Gymnotiformes de pequeno porte foi feita com auxílio do método de pesca elétrica (HARTLEY, 1990), o qual consiste em produzir um campo elétrico na água, passando uma corrente entre dois eletrodos submersos. Dependendo da intensidade e tipo de corrente elétrica utilizada, diferentes reações são provocadas nos peixes, tais como paralisia ou deslocamento em direção ao catodo ou anodo. (MALABARBA & REIS, 1987).

As espécies foram coletadas em treze cabeceiras de rios de primeira ordem na bacia do Corumbataí, sendo esses pontos de coleta divididos entre os rios Cabeça (pontos Cab1, Cab2, Cab3 e Cab4), Corumbataí (Cor1, Cor2 e Cor3), Passa Cinco (Pas1, Pas2 e Pas3) e Ribeirão Claro (Rib1, Rib2 e Rib3). Tais pontos de amostragem e seu entorno (raio de 500 m) foram considerados como paisagens de estudo. Este valor de 500 metros foi selecionado de forma arbitrária, por não se ter na literatura informações consistentes do raio de ação das paisagens sobre organismos aquáticos.

As paisagens foram escolhidas de acordo com a porcentagem vegetacional presente nos buffers gerados aleatoriamente nas cabeceiras dos rios, através do software ArcGIS e imagens de alta resolução do Google Earth.

Cada uma das treze paisagens localizava-se a pelo menos 1 km distante das demais, de tal forma a minimizar sobreposição entre as áreas analisadas. O critério para seleção das paisagens foi que essas tivessem diferentes proporções de habitat florestal remanescente dentro do raio de 500 metros de influência, de tal forma que tivéssemos desde paisagens com pouco mais de 5% a 50% de floresta no entorno. O limite superior de 50% de cobertura florestal foi escolhido com base na literatura de forma a se aproximar do limite de percolação de 60% de habitat (METZGER, 2006). Os pontos de coleta tiveram que ser reduzidos em relação ao proposto no projeto uma vez que apenas um dos buffers possuía a porcentagem de habitat florestal dentro da última faixa.

Os indivíduos coletados foram fixados em álcool 70% logo após o campo. Em laboratório os indivíduos foram etiquetados de acordo com o ponto de coleta e classificados de acordo com caracteres morfológicos em dez morfotipos.

2.3. Variáveis Explanatórias

Como variáveis explanatórias, adotamos dois grupos de variáveis: 1) variáveis locais e 2) estrutura da paisagem e ambiente do entorno. O primeiro grupo foi composto por variáveis de qualidade da água nos trechos analisados, sendo essas pH, temperatura, condutividade, turbidez, vazão, profundidade, largura e tipo de solo (Tabela 1). A qualidade da água foi medida através do HORIBA, instrumentos de precisão para medição e análise. Para medir a profundidade do canal utilizou-se uma haste com graduação em centímetros. O comprimento e largura do trecho do rio foram medidos com trena de 30 m. O segundo grupo de variáveis, referente à paisagem e seu entorno, foi composto por proporção de habitat florestal no raio de 500 metros; ocorrência e largura das matas ciliares; tipo de vegetação predominante que compunha a mata riparia (gramíneas, vegetação arbustiva e mata nativa); tipos de matrizes presentes no entorno dos rios (pasto, cana-de-açúcar, citrus, etc.) e cobertura de dossel. A maior parte dessas variáveis foi obtida através de imagens de satélite, pelos softwares Google Earth e ArcGIS. Foi utilizado um densiômetro para quantificação da cobertura de dossel.

Analogamente a trabalhos realizados com aves, onde são escolhidos fragmentos de mata com diferentes porcentagens de habitat florestal para se fazer a análise da ocorrência das espécies estudadas utilizando-se playback (BOSCOLO & METZGER, 2011), o atual estudo fez a análise de ocorrência de peixes em cabeceiras de rios da bacia do Corumbataí com diferentes porcentagens de habitat florestal e tipos de matrizes.

Tabela 1. Caracterização das variáveis ambientais locais (Adaptado de FERREIRA & CASATTI, 2006).

Área	pH	Temperatura (°C)	Condutividade	Vazão (m³/s)	Turbidez	Profundidade do rio (m)	Largura do rio (m)	Tipo de Solo
Cor1	5.31	14.4	0.17	0.0815	32	1	4.5	Pedregoso
Cor2	6.63	15.7	0.037	0.0019	2	0.17	0.8	Arenoso
Cor3	7.3	16.2	0.089	0.0013	64	0.17	0.2	Pedregoso
Rib1	7.3	16.5	0.063	0.0053	170	0.07	0.3	Pedregoso
Rib2	7.31	17.6	0.105	0.1205	79	0.07	1.5	Arenoso
Rib3	7.45	14.4	0.059	1.5061	17	0.6	2.9	Argiloso
Cab1	6.02	13	0.042	0.0008	4	0.06	0.15	Pedregoso
Cab2	6.08	12.9	0.062	0.0694	7	0.05	1.5	Arenoso
Cab3	6.47	14.7	0.027	0.0102	7	0.02	0.8	Arenoso
Cab4	7.17	13.2	0.064	0.0012	15	0.02	0.7	Arenoso
Pas1	5.48	12.5	0.052	0.0589	7	0.04	2	Arenoso
Pas2	5.85	12.9	0.034	0.0764	29	0.4	1.6	Arenoso
Pas3	5.9	13.7	0.009	0.0984	196	0.1	1.2	Pedregoso

Tabela 2. Caracterização das variáveis relacionadas a estrutura da paisagem e ambiente do entorno.

Área	Proporção de Habitat Florestal	Ocorrência da Mata Ciliar	Largura da Mata Ciliar (m)	Vegetação	Tipo de matriz no entorno	Cobertura de Dossel (%)
Cor1	19.2	1	74,1 / 29,2	Mata nativa	Pasto	84
Cor2	25.5	1	0 / 53,4	Arbustiva	Pasto	80
Cor3	37.4	1	61,6 / 0	Gramínea	Cana-de-açúcar	84
Rib1	13.6	1	49,0 / 52,1	Gramínea	Cana-de-açúcar	52
Rib2	38.4	1	15,7 / 0	Gramínea	Pasto	32
Rib3	25.1	0	0 / 0	Gramínea	Cana-de-açúcar	0
Cab1	44.4	1	10,2 / 0	Gramínea	Pasto	72
Cab2	6.7	1	75,5 / 49,2	Mata nativa	Citrus	44
Cab3	23.1	1	35,8 / 37,9	Arbustiva	Citrus	92
Cab4	48.8	1	40,3 / 20,7	Arbustiva	Pasto	88
Pas1	11.2	1	18,9 / 22,1	Mata nativa	Cana-de-açúcar	88
Pas2	20.7	1	36,4 / 144,0	Mata nativa	Floresta nativa	80
Pas3	31.5	1	30,7 / 291,2	Mata nativa	Pasto	72

2.4. Morfotipos

A identificação dos peixes em nível taxonômico é um projeto de médio prazo para aprofundamento de estudos envolvendo de relações nesse nível com os ambientes e as suas variações, devido à falta de tempo e de especialistas na área que pudessem ajudar na identificação. Desse modo para essa etapa de estudos as diferenciações restringiram-se ao que se convencionou chamar de morfotipos, onde é considerado que cada um represente uma espécie para que seja possível a discussão de riqueza de espécie, havendo porem, necessidade de posterior confirmação.

Classificação de acordo com caracteres morfológicos.

Morfotipo 1: corpo lateralmente comprimido e alongado com coloração prateada e nadadeiras com coloração amarela.

Morfotipo 2: corpo delgado e pequeno; a boca localiza-se na face ventral.

Morfotipo 3: barbatana caudal é arredondada e as barbatanas dorsais bastante longas, possuindo duas manchas pretas no corpo.

Morfotipo 4: formato fusiforme, possuindo um padrão de faixas escuras transversais sobre o corpo.

Morfotipo 5: barbatana caudal é arredondada e as barbatanas dorsais bastante longas, possuindo nadadeira superior e o rabo caracterizados por manchas.

Morfotipo 6: padrão de colorido, com manchas arredondadas dispersas regularmente no tronco.

Morfotipo 7: corpo alongado, possuindo padrão quadriculado de coloração.

Morfotipo 8: corpo alongado, possuindo pintas amarelas e o rabo na coloração preta.

Morfotipo 9: possui "bigodes" em suas mandíbulas e o apresenta rajados escuros ao longo do corpo.

Morfotipo 10: barbatana caudal arredondada e as barbatanas dorsais longas, com coloração que varia de alaranjado até azul-esverdeado.

2.5. Análise de Dados

Foi realizada a análise da função de incidência para cada um dos morfotipos da família Trichomycteridae, mas também das famílias Characidae e Gymnotidae. A função de incidência (LINDENMAYER ET AL. 1999) é uma técnica de estimativa de distribuição de espécies que busca compreender quais variáveis explanatórias tem maior poder de explicação sobre a probabilidade de ocorrência de determinada espécie. Desta forma as variáveis resposta do estudo foram os dados de presença/ausência das espécies, para cada uma das 13 cabeceiras de rios de primeira ordem na bacia do Corumbataí. Além disso, foi calculada a riqueza de espécies através da função de incidência do total de espécies.

Para a análise de dados, foi utilizada a abordagem de modelos com múltiplas hipóteses concorrentes baseados no AIC (BURNHAM & ANDERSON, 2002), onde o conjunto de variáveis locais e de paisagem concorreu para estimar seu potencial para explicar a ocorrência de cada morfotipo analisado. Foram comparados modelos contendo uma única variável independente ao invés de modelos contendo combinações de duas ou mais variáveis uma vez que, dado o elevado numero de variáveis, o numero de possíveis combinações a serem testadas seria muito grande, fazendo com que fosse escolhido um modelo menos complexo a ser testado. Modelos de regressões não lineares foram utilizados durante as análises. As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R Development Core Team 2010) com funções GLM. Pelo fato dos dados da variável resposta serem binários (0 = ausência; 1 = presença) foram utilizadas funções de regressão logística para estudar a ocorrência de cada morfotipo considerando a distribuição binomial (ZUUR ET AL. 2009). Foi utilizado o modelo nulo para concorrer com os demais.

Para cada morfotipo foram comparados os modelos concorrentes, sendo que somente aqueles com $\Delta AIC < 2$ ou $WAIC > 0,10$ foram considerados plausíveis para explicar os padrões. Os melhores modelos para cada morfotipo são apresentados tanto em forma de resultados tabulares como gráficos. A Tabela 3 mostra a lista dos modelos comparados pelos índices do AIC.

Tabela 3. Modelos comparados pelo índice AIC, onde M representa o acaso, L as variáveis locais e P as variáveis relacionadas à estrutura da paisagem.

<i>MODELOS</i>	<i>CARACTERISTICAS</i>	<i>VARIÁVEIS</i>
M0	Acaso	Média
L1	Variável local	pH
L2	Variável local	Temperatura
L3	Variável local	Condutividade
L4	Variável local	Turbidez
L5	Variável local	Vazão (triângulo)
L6	Variável local	Vazão (semicírculo)
L7	Variável local	Largura do rio (m)
L8	Variável local	Profundidade (m)
L9	Variável local	Tipo de Solo
P10	Paisagem	Mata Ciliar (binário)
P11	Paisagem	Largura da Mata Ciliar (m)
P12	Paisagem	Tipo de Vegetação
P13	Paisagem	Tipo de Matriz
P14	Paisagem	Habitat Florestal (%)
P15	Paisagem	Cobertura de Dossel (%)

3. RESULTADOS

Foram coletados 275 indivíduos nas 13 paisagens analisadas, sendo esses distribuídos em dez grupos, de acordo com caracteres morfológicos (Tabela 4).

Tabela 4. Relação do número de indivíduos de cada morfotipo (MORF) coletados em campo nos treze pontos selecionados.

<i>PAISAGEM</i>	<i>MORF1</i>	<i>MORF2</i>	<i>MORF3</i>	<i>MORF4</i>	<i>MORF5</i>	<i>MORF6</i>	<i>MORF7</i>	<i>MORF8</i>	<i>MORF9</i>	<i>MORF10</i>
Cab1	4									
Cab2	19	2					6	5	7	2
Cab3	1									
Cab4	2						15			1
Cor1	93									
Cor2		1								
Cor3	40		2	9	1					
Pas1	17					1	6	1	2	
Pas2	11	2				5			1	
Pas3	10	2				4			2	
Rib1										
Rib2										
Rib3						1				

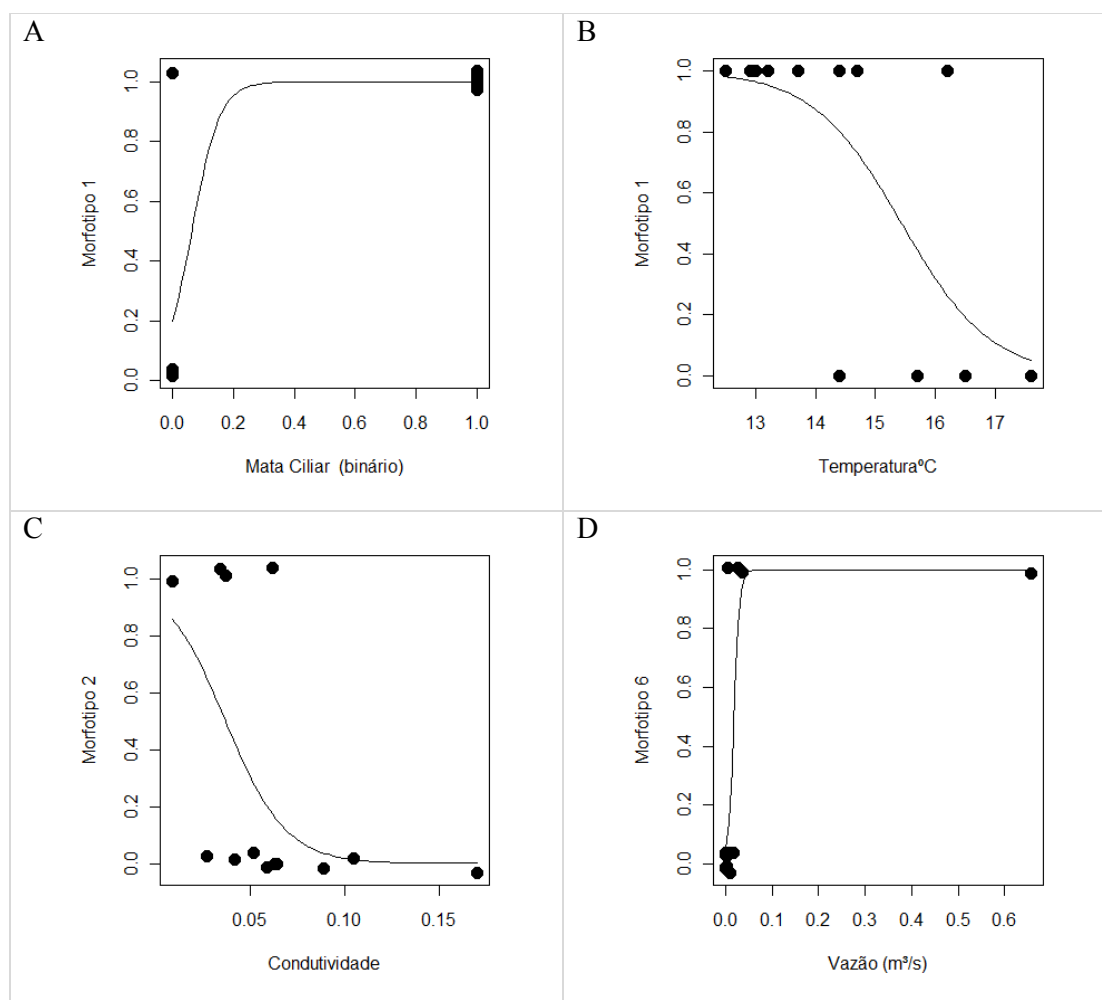
Os morfotipo 3, 4 e 5 tiveram ocorrência baixíssima, sendo coletados em apenas um ponto, enquanto o morfotipo 1 teve ocorrência de alta relevância, sendo encontrado em nove dos treze pontos. Do total coletado, 197 indivíduos pertenciam ao morfotipo 1, sendo este o mais abundante dentre os morfotipos. Possivelmente trata-se de uma espécie generalista, porém essa suposição fica restrita por não se ter a classificação dos morfotipos em espécies. O ponto 2 do rio Cabeça (Cab2) apresentou a maior riqueza de espécies dentre os pontos de coleta, possuindo 6 dos 10 morfotipos. Esse ponto, apesar de ter presente no seu entorno plantação de citrus, possuía uma mata ciliar composta por vegetação nativa. Em dois pontos do Ribeirão Claro (Rib1 e Rib2) observou-se a ausência de peixes para o método de coleta utilizado. Esses pontos, além de pertencerem a áreas de plantação de cana-de-açúcar e pasto, possuíam no seu entorno, apenas gramíneas.

Tabela 5. Efeito dos modelos testados nos morfotipos coletados.

MORFOTIPO	MODELO	AIC	ΔAIC	WAIC	EFEITO
1	P10 / Mata Ciliar	10.2	0.0	0.73290	+
	L2 / Temperatura	14.3	4.1	0.09485	-
2	L3 / Condutividade	16.7	0.0	0.3401	-
6	L5 / Vazão	13.1	0.0	0.66346	+
7	L2 / Temperatura	12.1	0.0	0.4262	-
	L8 / Profundidade	13.3	1.2	0.2395	-
	P10 / Mata Ciliar	15.8	3.6	0.0691	+
8	L2 / Temperatura	8.0	0.0	0.64869	-
	P12 / Tipo de Vegetação	11.5	3.6	0.10988	-
9	L2 / Temperatura	13.6	0.0	0.47940	-
	L1 / pH	15.8	2.3	0.15456	-
	P10 / Mata Ciliar	16.3	2.7	0.12271	+
10	L8 / Profundidade	12.6	0.0	0.2320	-
	L2 / Temperatura	13.6	1.1	0.1348	-
	P10 / Mata Ciliar	14.2	1.6	0.1019	+

Total	L3 / Condutividade	121.8	0.0	0.54935	+
	P10 / Mata Ciliar	124.7	3.0	0.12396	+
	L8 / Profundidade	124.8	3.0	0.12141	+
	L7 / Largura do rio	125.3	3.5	0.09402	+

A presença da mata ciliar foi fator determinante para a presença dos morfotipos 1, 7, 9 e 10, estando sempre acompanhada por variáveis locais (como a profundidade do rio, e a temperatura e o pH da água) na sua importância. Foi observada maior presença dos morfotipos em baixas temperaturas. Os morfotipos 3, 4 e 5 foram excluídos das análises por possuírem registro em apenas um dos pontos de coleta.



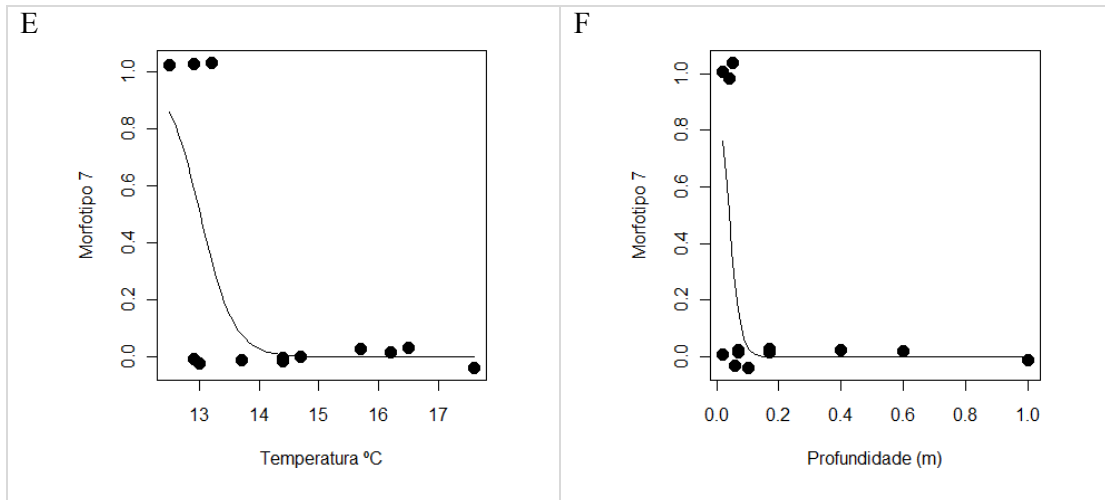
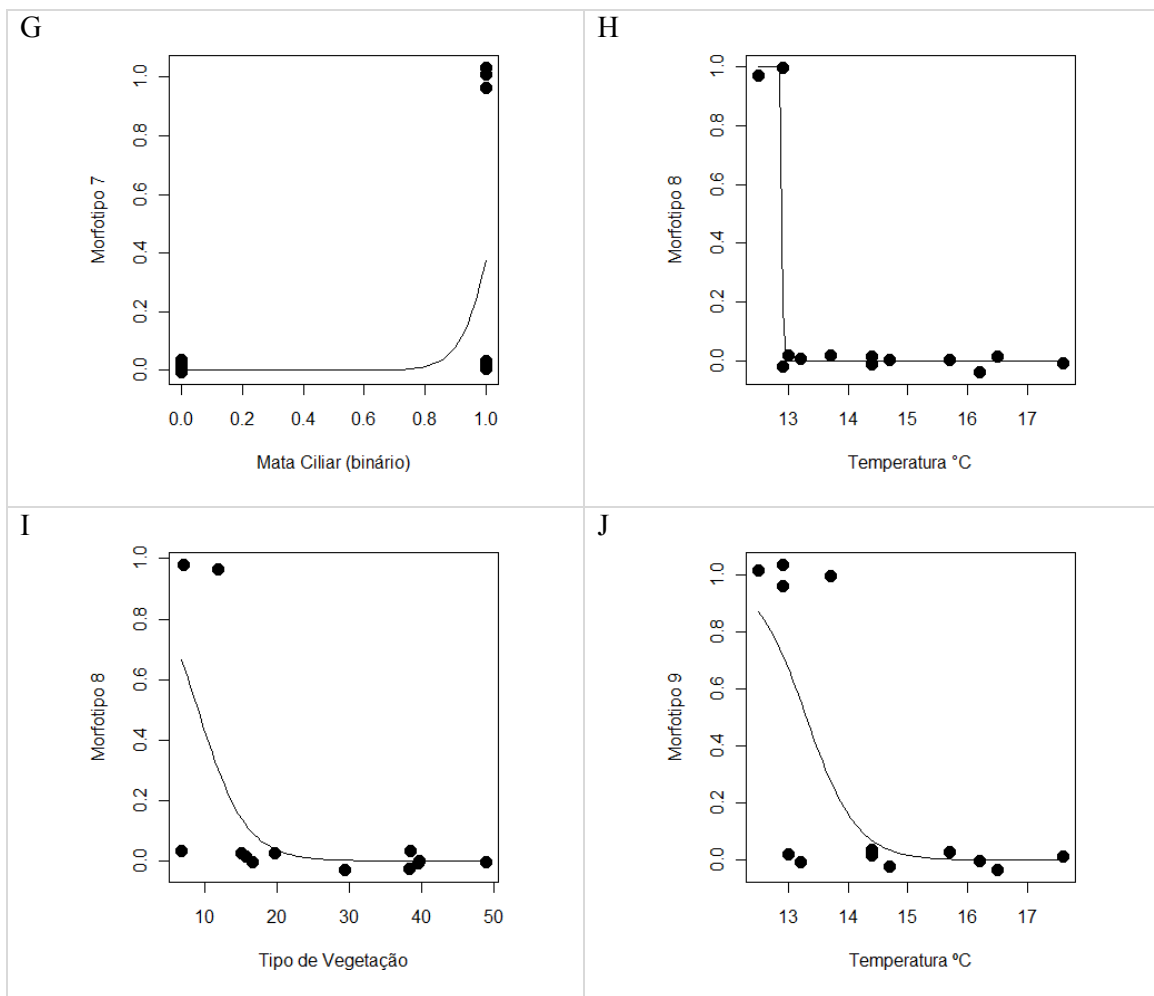


Figura 2: Gráficos das variáveis mais relevantes para a ocorrência dos morfotipos, sendo A e B para o morfotipo 1, C para o morfotipo 2, D para morfotipo 6, E e F para morfotipo 7.



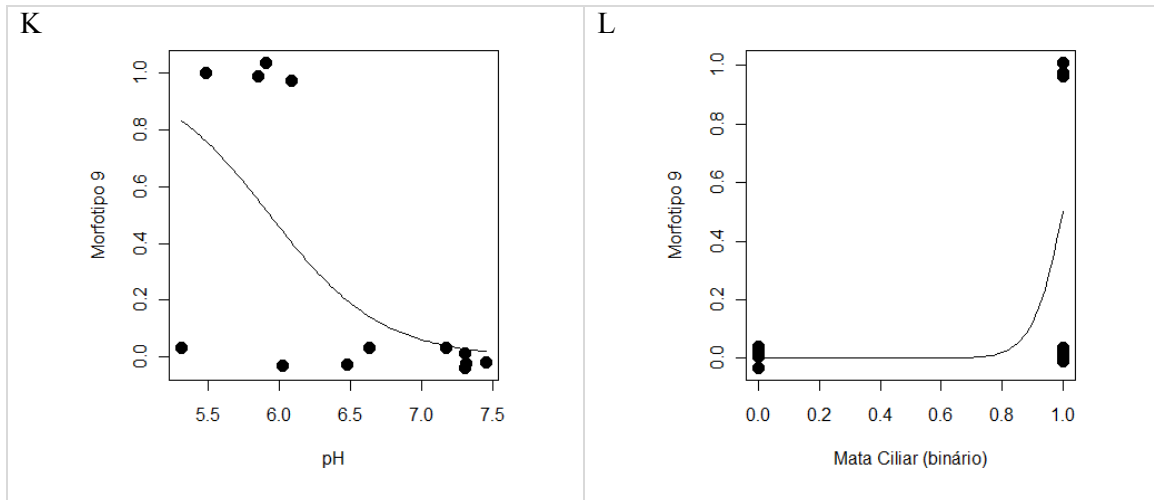
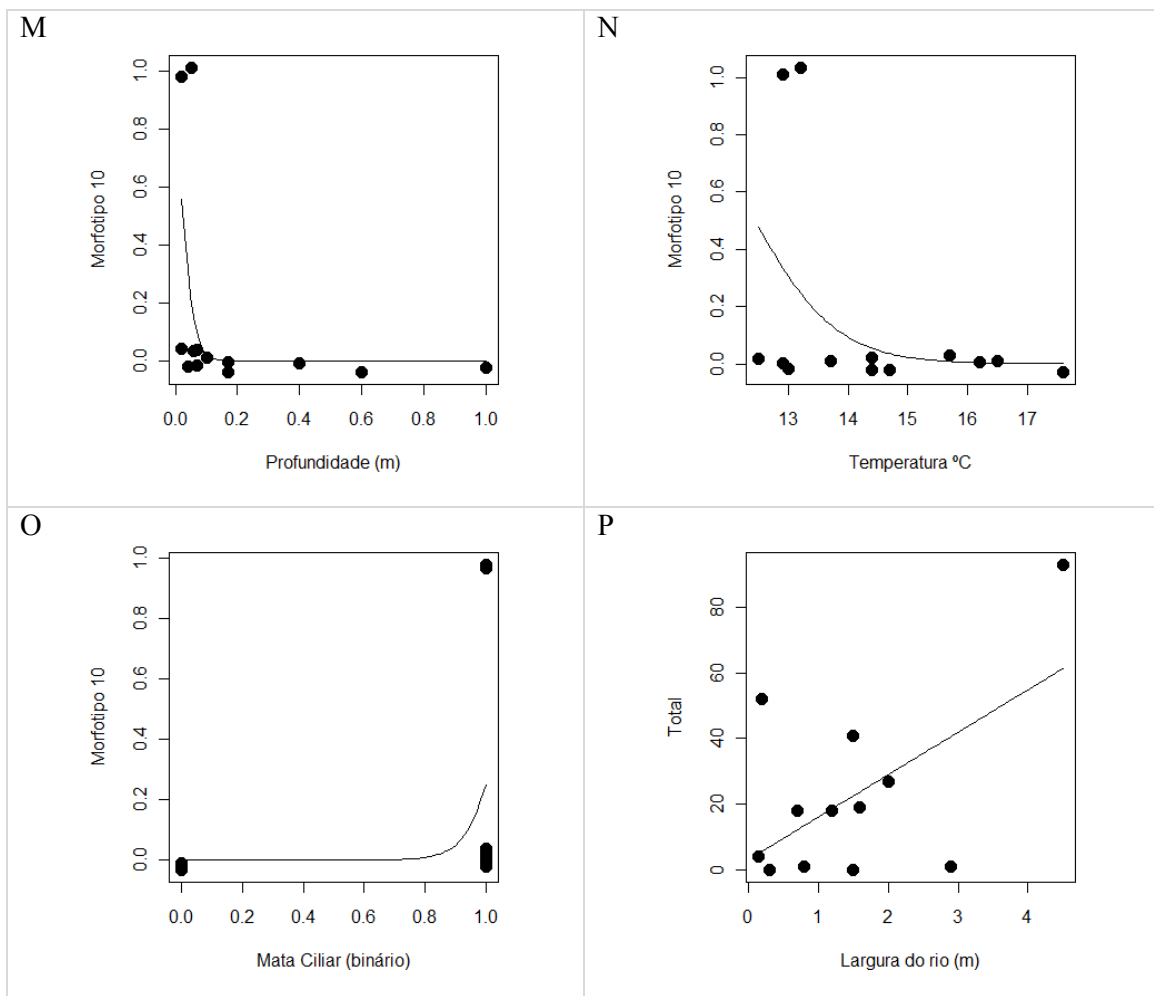


Figura 3: Gráficos das variáveis mais relevantes para a ocorrência dos morfotipos, sendo G para o morfotipo 7, H e I para o morfotipo 8, J, K e L para morfotipo 9.



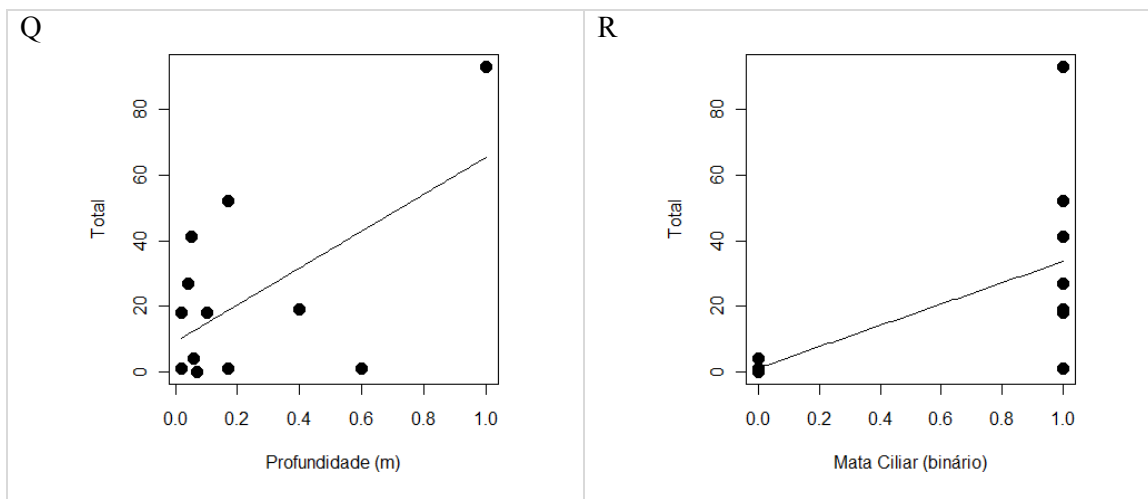


Figura 4: Gráficos das variáveis mais relevantes para a ocorrência dos morfotipos, sendo M, N e O para o morfotipo 10, e P, Q, e R para o total de morfotipo, mostrando como as variáveis atuam na riqueza de espécies.

4. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a mata ciliar teve função primordial na ocorrência da ictiofauna, determinando muitas vezes em fatores locais que influenciavam a estrutura de comunidades aquáticas.

Para a temperatura, importante para a ocorrência da ictiofauna em rios de primeira ordem, pode-se inferir que o fato de tais organismos serem ectotérmicos e a temperatura da água regular a velocidade de seu metabolismo, um aumento nessa velocidade significa um aumento na necessidade energética, a qual está refletida na quantidade de alimento necessária para fazer o organismo funcionar. Assim como ocorre uma atuação na fisiologia do indivíduo, a assembleia também é influenciada por variações na temperatura (MAGNUSON, CROWDER E MEDVICK, 1979). Um dos possíveis fatores que contribuem para o aumento da temperatura é o aumento da incidência de raios solares na água, fator esse controlado pela presença e estrutura da mata ciliar.

Outros parâmetros de qualidade de água também foram importantes. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Uma quantidade elevada desses íons pode interferir no processo osmorregulatório dos peixes. A concentração total de íons dissolvidos relaciona-se, muitas vezes, com a entrada de matéria orgânica no rio, a qual é definida pela presença de

uma mata ripária que impede a eutrofização daquele rio. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionada por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas.

O pH, também determinado pela quantidade de matéria orgânica presente na água, pode alterar o equilíbrio ácido-base do sangue da ictiofauna ali presente.

A largura e profundidade do rio são elementos essenciais para caracterizar sua vazão, que por sua vez determina variáveis características daquele rio, como tipo de substrato presente, a velocidade e temperatura da água, quantidade de oxigênio ali dissolvido, etc. Essas variáveis fazem com que o micro-habitat seja propício para determinadas espécies, definindo as características da assembleia de peixes que o compõe. Pode-se inferir que a largura e a profundidade dos rios estão intimamente ligadas à presença da mata ciliar nos seus entornos, uma vez que ela evita a entrada de sedimentos na água, impedindo que ocorra um assoreamento.

Além disso, os resultados mostram que o tipo de vegetação que compõe a mata ciliar também pode ser determinante para a ocorrência da ictiofauna. Apesar dos pontos Cab2 e Pas1 possuírem matrizes no entorno do rio altamente degradadas, como é o caso de plantação de citrus e cana-de-açúcar, a mata ripária era composta por vegetação nativa, o que propiciou a ocorrência de peixes.

Nos resultados obtidos, o modelo que melhor explica a riqueza de espécies é o da condutividade, o qual é determinado pela mata ripária, que aparece como segundo melhor modelo nos resultados de riqueza de espécies. Dessa forma é possível afirmar que a mata ciliar é tão ou mais importante que a condutividade, uma vez que a estrutura de paisagem determina a variável local.

As áreas de mata ciliar apresentam importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas para a integridade biótica e abiótica dos sistemas de rio (BARRELLA; PETRERE; SMITH; MONTAG, 2000). Segundo esses autores, nos trechos onde os volumes d'água são relativamente pequenos, como é o caso dos rios de primeira ordem, a influência da vegetação é grande, pois ela protege estruturalmente os habitats, regulam o fluxo e a vazão de água, proporcionam abrigo e sombra, são responsáveis pela manutenção da qualidade da água através da filtragem de substâncias da área ao redor e fornecem matéria orgânica e substrato para a fauna ali presente, como já citado anteriormente.

Como pode ser observado, a preservação das áreas ciliares é de grande importância, mas além dos aspectos aqui já ressaltados, há outros nos quais elas podem ter um papel fundamental. Essas áreas, uma vez preservadas ou recuperadas, ao longo de todos os cursos d'água, desempenhariam também um papel de corredores ecológicos (UEZU et al., 2005), interligando a grande maioria dos fragmentos florestais ainda existentes no Estado (METZGER et al., 2008). Esses fragmentos estão normalmente isolados (RIBEIRO et al. 2009), dificultando a reprodução e a sobrevivência das plantas e animais aí presentes. Estabelecendo-se corredores que interliguem essas áreas isoladas pode-se facilitar o trânsito de animais e sementes (MARTENSEN et al. 2008), favorecendo, o crescimento de populações, as trocas gênicas e consequentemente a perpetuação dessas espécies (MACEDO, 1993).

Ainda é conveniente ressaltar que, apesar desse estágio do conhecimento consequente desse estudo permitir apenas que se observe o efeito da paisagem sobre os peixes presentes nos sistemas, sendo estes caracterizados apenas como morfotipos, que a identificação dos mesmos em estudos futuros será a possibilidade de se encontrar mais relações em nível de espécies com os diversos ambientes e seu entorno, mas que o simples fato de se poder ter observado a maior diversidade de morfotipos em relação direta com o efeito da passagem, constitui um passo para a elaboração de estudos mais avançados.

5. CONCLUSÃO

Nos resultados desse trabalho podemos verificar a importância da estrutura de paisagem na ocorrência da ictiofauna, uma vez que cinco dos sete morfotipos coletados em mais de um ponto foram afetados positivamente pela presença de tais estruturas. Desses cinco morfotipos afetados pela estrutura da paisagem, quatro sofreram influência da presença da mata ciliar, mostrando a importância dessa estrutura na assembleia como um todo, e não apenas no indivíduo.

REFERÊNCIAS

- ANGERMEIER, P. L.; SCHLOSSER, I. J. Species-area relationships for stream fishes. **Ecology**, Washington, v. 70, p. 1450-1462, 1989.
- BALMFORD, A.; K. J. GASTON. Why biodiversity surveys are good value. **Nature**, London, v. 398, p. 204-205, 1999.
- BARRELLA, W.; PETRERE JÚNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 187-207.
- BOSCOLO, D.; METZGER, J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. **Ecography**, Copenhagen, v. 34, p. 1018-1029, 2011.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretical approach**. 2nd. ed. New York: Springer-Verlag, 2002.
- CHAMBERS, P. A.; DEWREEDE, R. E.; IRLANDI, E. A.; VANDERMEULEN, H. Management issues in aquatic macrophyte ecology: a canadian perspective. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 77, p. 471-487, 1999.
- FERRARIS JR., C. J. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**, New Zealand, v. 1418, p. 1-628, 2007.
- FERREIRA, C. P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 23, p.642-651, 2006.
- FORTIN, M.-J.; DALE, M. R. T. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 1995. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1995.

JURAJDA, P. Effect of channelization and regulation on fish recruitment in a flood plain river. **Regulated Rivers: Research and Management**, Sussex, v. 10, p. 207–215. 1995.

LINDENMAYER, D. B.; MCCARTHY, M. A.; POPE, M. L. Arboreal marsupial incidence in eucalypt patches in south-eastern Australia: a test of Hanski's incidence function metapopulation model for patch occupancy. **Oikos**, Buenos Aires, v. 84, p. 99-109, 1999.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 24p.

MAGNUSON, J. J.; CROWDER, L. B.; MEDVICK, P. A. Temperature as an ecological resource. **American Zoologist**, Thousand Oaks, v. 19, p. 331-43, 1979.

MALABARBA, L. R.; REIS, R. E. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas: Peixes. **Sociedade Brasileira de Zoologia**, Campinas, v. 36, p. 1-14, 1987.

MARTENSEN, A. C. **Conservação de aves de sub-bosque em paisagens fragmentadas: Importância da cobertura e da configuração do hábitat**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-26092008-133514/>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

MAZZONI, R., FENERICH-VERANI, N.; CARAMASCHI, E. P. Electrofishing as a sampling technique for coastal stream fish populations and communities in the southeast of Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 2, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71082000000200003&lng=es&nrm=iso&userID=-2>. Acesso em: 12 dez. 2012.

METZGER, J. P.; RIBEIRO, M. C.; CIOCHETI, G.; TAMBOSI, L. R. 2008. Uso de índices de paisagens para definição de ações de conservação e restauração da biodiversidade do Estado de São Paulo. Pp. 120-127. In: RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A.; BRITO, M. C. W.; PAESE, A.; METZGER, J. P.; CASATTI, L.; NALON, M. A.; MENEZES, N.; IVANAUSKA, N. M.; BOLZANI, V.; BONONI, V. L. R. *Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo*. Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 238p.

NUNES, F. P. **O homem, as matas ciliares e os peixes de Lagoa da Prata, no Alto São Francisco: um estudo das interrelações**. 2005. p. 9. Dissertação (Mestrado em Zoologia de

Vertebrados) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MINAS, Belo Horizonte, 2005.

OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; METZGER, J. P. Thresholds in landscape structure for three common deforestation patterns in the Brazilian Amazon. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 21, p. 1061-1073, 2006.

OSBORNE, L. L.; WILEY, M. J. Influence of tributary spatial position on the structure of warmwater fish communities. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 49, p. 671-681, 1992.

PERAULT, D. R.; MARK, V. L. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 70, p. 401–422, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, local, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROQUE, F. O. ; SIQUEIRA, T.; BINI, L. M.; RIBEIRO, M. C.; TAMBOSI, L. R.; CIOCHETI, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Untangling associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. **Freshwater Biology**, Oxford, p. 1-19. 2010.

SCHLOSSER, I. J. 1987. A conceptual framework for fish communities in small warmwater streams. Community and evolutionary ecology of North American stream fishes (MATTHEWS, W. J. & HEINS D. S., ed), pp. 17-24. Norman: The University of Oklahoma Press.

UEZU, A.; METZGER, J. P.; VIELLIARD, J. M. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation**, Essex, v. 123, p. 507-519, 2005.

UIEDA, V. S.; CASTRO, R. M. C. 1999. Coleta e fixação de peixes de riacho. In: CARAMASHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riacho**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. v. 6, p.1-22. (Serie Oecologia Brasiliensis)

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. 2003. Mapeamento do uso e cobertura do solo na bacia do rio Corumbataí, SP. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, n.196, p.1-10.

WIENS, J. A.; STENSETH, N. C.; VAN HORNE, B.; IMS, R. A. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. – *Oikos* 66: 369-380.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; WALKER, N. J.; SABELLEV, A. A.; SMITH, G. M. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York, NY: Springer.