



Mônica Luisa Kuhlmann

**REVISÃO DOS ÍNDICES DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS APLICADOS AOS RIOS E RESERVATÓRIOS DO ESTADO DE
SÃO PAULO**



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Professor Frederico Hermann Jr, 345 - Alto de Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459-900

**REVISÃO DOS ÍNDICES DA COMUNIDADE DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS APLICADOS AOS
RIOS E RESERVATÓRIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**O.S. 12.102.800 – Comunidades Aquáticas como indicadoras
ambientais e sua aplicação na gestão de corpos d'água**

Mônica Luisa Kuhlmann

São Paulo

2022

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

K98r Kuhlmann, Mônica Luisa
Revisão dos índices da comunidade de macroinvertebrados bentônicos aplicados aos rios e reservatórios do estado de São Paulo [recurso eletrônico] / Mônica Luisa Kuhlmann ; Revisores Hélio Rubens Victorino Imbimbo... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2022.
1 arquivo de texto (396 p.) : il. color., PDF ; 6 MB.

Projeto O.S. 12.102.800: Comunidades aquáticas como indicadoras ambientais e sua aplicação na gestão de corpos d'água.
Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-047-6

1. Águas interiores – qualidade – monitoramento 2. Macroinvertebrados bentônicos – biodindicadores 3. Recursos hídricos – gestão ambiental – indicadores 5. São Paulo (BR) I. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). II. Título.

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 463 169 816 1
CDU (2.ed. port.) 502.175:592(282.2)

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2022.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Governo do Estado de São Paulo

Rodrigo Garcia - Governador

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Fernando Chucre - Secretário

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Patrícia Iglecias – Diretora presidente

Diretoria de Gestão Corporativa

Aruntho Savastano Neto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental

Gláucio Attorre Penna - Diretor

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental

Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos - Diretor

Departamento de Análises Ambientais

Maria Inês Zanolli Sato - Gerente

Divisão de Análises Hidrobiológicas

Marta Condé Lamparelli - Gerente

Setor de Comunidades Aquáticas

Hélio Rubens Victorino Imbimbo - Gerente

Equipe Técnica

Mônica Luisa Kuhlmann

Revisores

Hélio Rubens Victorino Imbimbo

Maria do Carmo Carvalho

Marta Condé Lamparelli

Maria Inês Zanoli Sato

Eduardo Luis Serpa

Resumo

Este relatório apresenta os procedimentos e resultados decorrentes da revisão dos Índices da Comunidade Bentônica utilizados nos diagnósticos de qualidade ambiental de rios e reservatórios do estado de São Paulo. Aplicados desde 2002 na Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores, estes índices multimétricos vem sofrendo pequenas alterações para sua melhoria desde então. Após a compilação de 18 anos de dados gerados na Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores e de outros projetos da CETESB foi possível realizar uma revisão mais ampla destas ferramentas, tornando os diagnósticos mais precisos. O procedimento de revisão seguiu 4 etapas: (i) Avaliação crítica dos índices atuais, incluindo suas métricas individuais; (ii) Teste de novas métricas; (iii) Desenvolvimento de índices bióticos; e (iv) Revisão dos índices multimétricos. Em reservatórios, foi investigada a possibilidade de fundir a avaliação dos dois habitats atualmente considerados separadamente (sublitoral e profundo) ou de aumentar o discernimento da região profunda em rasa e profunda. Também foi verificada a possibilidade de integrar no diagnóstico a questão da bioinvasão, ou seja, a avaliação de organismos que se estabelecem em ambientes onde não havia registros anteriores e tem potencial para ser invasor. Como resultado, foram criados dois índices bióticos, um para rios (IB-Rio) e outro para reservatórios (IB-Res), ambos inseridos nas novas concepções dos Índices da Comunidade Bentônica (ICB). Respeitando a variabilidade da comunidade bentônica com o habitat de colonização e de forma a obter uma melhor sensibilidade ao gradiente, deverão ser adotados 4 ICBs: um para rios (ICB_{RIO}), um para a região sublitoral em reservatórios (ICB_{RES-SL}), um para a região profunda rasa (ICB_{RES-PR}) e outro para a região profunda profunda (ICB_{RES-PP}). Concluiu-se que o impacto da bioinvasão já está contemplado no ICB, uma vez que organismos invasores alteram as métricas de riqueza e diversidade e uma métrica específica será utilizada separadamente com o intuito de dimensionar o processo de bioinvasão em cada ambiente em que for detectada uma ou mais espécie exótica e seu papel potencial com alterações eventualmente observadas na biota.

Palavras-chave: Macroinvertebrados bentônicos. Bioindicador. Métricas. Índices.

LISTA DE TABELAS

Nº	Título	Pág.
1	Locais de amostragem da comunidade bentônica na rede de monitoramento da CETESB	14-17
2	Correlação da versão atual do ICB_{RIO} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1	27
3	Resultados das correlações das métricas calculadas em rios com os valores do eixo 1 da PCA4	29-30
4	Correlações entre as métricas de diversidade em rios	34
5	Crítérios utilizados para o cálculo das valências	36
6	Sistemas de valências gerados para indicadores de rios	37-39
7	Resultados das correlações entre as propostas de IB para rios e os valores do eixo 1 da PCA4	40-41
8	Parâmetros utilizados nas propostas de alteração do ICB_{RIO} com IB-Rio	43
9	Correlações entre as propostas de ICB_{RIO} e os diagnósticos pelo primeiro eixo da PCA6	45
10	Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB_{RIO}	45-48
11	Resultados das correlações das métricas calculados em reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA6	50-51
12	Sistemas de valências gerados para indicadores de reservatórios	55-57
13	Resultados entre as correlações das propostas de IB para reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA6	58
14	Parâmetros utilizados nas propostas de ICB_{RES}	59
15	Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 da PCA7 e das propostas de ICB_{RES}	61
16	Correlação da versão atual do ICB_{RES-SL} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1	64
17	Resultados das correlações das métricas calculadas para a região sublitoral de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4	67
18	Sistemas de valências gerados para indicadores da região sublitoral de reservatórios	74-75
19	Resultados das correlações entre as propostas de IB para a região sublitoral de reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA4	76-78
20	Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA4 e os resultados das propostas ponderadas de IB	79
21	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB49	85
22	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB57	88
23	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB-Res	89

Nº	Título	Pág.
24	Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB _{RES-SL} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs	92
25	Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB _{RES-SL}	93-94
26	Resultados das correlações entre os diagnósticos dos eixos 1 das PCAs e as diferentes versões de IB	96
27	Correlações entre os diagnósticos e valores dos eixos 1 das PCAs formadas com as métricas que compõe as duas versões para um novo ICB _{RES-SL} e os Índices Bióticos (IB-SL e IB-Res), respectivamente, com dados não utilizados na sua concepção	97
28	Correlação da versão atual do ICB _{RES-P} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1	98
29	Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4	101
30	Sistemas de valências gerados para indicadores da região profunda de reservatórios	105-107
31	Resultados das correlações entre as propostas de IB para a região profunda de reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA4	107
32	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-P} com o IB-P	109
33	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-P} com o IB-Res	111
34	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-P} com o IB-SL	113
35	Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB _{RES-P} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs	115-116
36	Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB _{RES-P}	116-119
37	Resultados das correlações entre os valores do eixo 1 das PCAs e os Índices Bióticos que os compuseram	121
38	Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 das PCAs formadas com os novos dados e as duas propostas de ICB _{RES-P}	121
39	Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram	122
40	Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda profunda de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4	127
41	Sistemas de valências gerados para indicadores da região profunda profunda de reservatórios	132-133
42	Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA4 e os resultados das propostas de IB	134
43	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PP} com o IB-Res	135
44	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PP} com o IB-P	137

Nº	Título	Pág.
45	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PP} com o IB-PP	139
46	Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB _{RES-PP} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs	142
47	Correlações entre os índices bióticos e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram	142
48	Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB _{RES-PP}	143-144
49	Correlação entre os IBs e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram na PCA	147
50	Resultados das correlações entre os valores do eixo 1 da PCA formada com os novos dados e os diagnósticos das 3 propostas de ICB _{RES-PP}	147
51	Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram	148
52	Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda rasa de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA5	152
53	Propostas de valências para os táxons amostrados na região profunda rasa de reservatórios e correspondentes propostas de Índices Bióticos	159
54	Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA6 e os resultados das propostas de IB	160
55	Correlação dos Índices Bióticos IB-Res, IB-P e IB-SL com o gradiente da PCA6	161
56	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PR} com o IB-PR	162
57	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PR} com o IB-P	164
58	Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB _{RES-PR} com o IB-Res	166
59	Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB _{RES-PR} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs	168
60	Correlações entre os índices bióticos e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram	169
61	Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB _{RES-PR}	169
62	Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 da PCA formada com os novos dados e os diagnósticos das 3 propostas de ICB _{RES-PR}	172
63	Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram	172
64	Resultados da correlação entre os índices multimétricos da comunidade bentônica e as variáveis físicas do sedimento nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)	184
65	Resultados da correlação entre os índices multimétricos da comunidade bentônica e algumas variáveis da água nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)	185
66	Resultados da correlação entre os dados de transparência e riqueza de grupos nativos nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)	185

Nº	Título	Pág.
67	Porcentagem (%) de explicação do eixo 1 das diferentes PCAs	186
68	Resultado da correlação linear entre os primeiros eixos das PCAs e os resultados dos ICBs para os diferentes habitats ($\alpha = 0,05$)	186
69	Resultados das análises de correlação linear entre os índices de comunidade bentônica e os índices IET e IVA para ($\alpha = 0,05$)	187
70	Resultados das análises de correlação linear entre os índices de comunidade bentônica e as outras linhas de evidência (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)	188
71	Valores de algumas métricas de macroinvertebrados bentônicos em ambientes referência	189
72	Concentrações de alguns metais nas matrizes sedimento e biota dos reservatórios Billings e Salto Grande (Americana)	203
73	Número de ocorrências de dominância em rios associadas às condições de qualidade	230
74	Número de ocorrências de dominância na região sublitoral de reservatórios associadas às condições de qualidade	230
75	Número de ocorrências de dominância na região profunda rasa de reservatórios associadas às condições de qualidade	230
76	Número de ocorrências de dominância na região profunda profunda de reservatórios associadas às condições de qualidade	230-231
77	Correlação entre as propostas de índices bióticos melhor ajustadas aos ambientes a que se destinam	232
78	Indicadores biológicos da fauna de macroinvertebrados selecionados em rios e reservatórios	233-234
79	Correlações entre os diagnósticos relacionados ao eixo 1 das PCAs e os diagnósticos calculados pelos Índices Multimétricos	235
80	Diferenças de diagnóstico para as diferentes abordagens testadas para reservatórios	236-240
81	Comparação entre os diagnóstico dos índices multimétricos e bióticos	243

LISTA DE QUADROS

Nº	Título	Pág.
1	Primeiro índice multimétrico da CETESB (1998)	4
2	Índice multimétrico para a região sublitoral de reservatórios (ICB _{RES-SL})	5
3	Segunda versão do índice multimétrico para a região sublitoral de reservatórios (ICB _{RES-SL})	6
4	Índice multimétrico para a região profunda de reservatórios (ICB _{RES-P})	6
5	Segunda versão do índice multimétrico para rios (ICB _{RIO})	7
6	Terceira versão do Índice da Comunidade Bentônica para a região sublitoral de reservatórios (ICB _{RES-SL})	7
7	Segunda versão do Índice da Comunidade Bentônica para a região profunda de reservatórios (ICB _{RES-P})	8
8	Terceira versão do Índice da Comunidade Bentônica para rios (ICB _{RIO})	8
9	Comportamento esperado das métricas diante de um gradiente de piora ambiental	21-22
10	Sistema de valências do IB10	42
11	Novo ICB _{RIO}	48
12	Sistema de valências do IB-Res	58
13	ICB _{RES}	62
14	Sistema de valências do IB49	84
15	Sistema de valências do IB57	85
16	ICB _{RES-SL} (1)	95
17	ICB _{RES-SL} (2)	95
18	Sistema de valências do IB-P	108
19	ICB _{RES-P} (1)	120
20	ICB _{RES-P} (2)	120
21	Sistema de valências do IB-PP	134
22	ICB _{RES-PP} (1)	145
23	ICB _{RES-PP} (2)	145
24	ICB _{RES-PP} (3)	146
25	Sistema de valências do IB-PR	160
26	ICB _{RES-PR} (1)	170
27	ICB _{RES-PR} (2)	170
28	ICB _{RES-PR} (3)	171

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Título	Pág.
1	Variação no gradiente de qualidade das densidades médias somadas de <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> e <i>Bothrioneurum</i> em rios do estado de São Paulo	2
2	Dados médios de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) e respectivos desvios padrão nos diferentes habitats investigados na rede de monitoramento da CETESB	11
3	Dados médios de diversidade (ICS) e respectivos desvios padrão nos diferentes habitats investigados na rede de monitoramento da CETESB	12
4	Distribuição dos números de pontos de coleta e de diagnósticos nas 22 UGRHs do estado de São Paulo para o período 2002-2019	18
5	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de rios do estado de São Paulo no período 2002-2019	26
6	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1	27
7	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1	27
8	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1	28
9	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1	28
10	Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1	28
11	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	31
12	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	31
13	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	31
14	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	32
15	Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	32
16	Variação de α ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	33
17	Variação de S_{EPT} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	33
18	Variação de S_{EPTC} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4	34
19	Variação no resultado do cálculo de H' com o tamanho da amostra	35
20	Variação no resultado do cálculo de α com o tamanho da amostra	35
21	Sensibilidade do IB10 para rios ao gradiente da PCA4	42
22	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6	43
23	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6	44
24	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6	44
25	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Rio no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6	44

Nº	Título	Pág.
26	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de rios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o novo índice	49
27	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	51
28	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	52
29	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	52
30	Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	53
31	Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	53
32	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	53
33	Variação de D ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	54
34	Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6	54
35	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7	60
36	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7	60
37	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7	60
38	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7	61
39	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o novo índice	62
40	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES} , separando os resultados das regiões sublitoral e profunda	63
41	Distribuição dos diagnósticos de qualidade com dados de macrofauna da região sublitoral de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019	64
42	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1	65
43	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1	65
44	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1	65
45	Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1	66
46	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1	66
47	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	68

Nº	Título	Pág.
48	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	68
49	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	69
50	Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	69
51	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	69
52	Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	70
53	Variação de S_{EOT} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	70
54	Variação de S_{EOTC} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	71
55	Variação de D ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	71
56	Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4	71
57	Comportamento dos valores médios do IB1, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	79
58	Comportamento dos valores médios do IB9, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	80
59	Comportamento dos valores médios do IB25, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	80
60	Comportamento dos valores médios do IB33, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	80
61	Comportamento dos valores médios do IB49, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	81
62	Comportamento dos valores médios do IB57, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	81
63	Comportamento dos valores médios do IB65, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	81
64	Comportamento dos valores médios do IB169, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	82
65	Comportamento dos valores médios do IB177, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	82
66	Comportamento dos valores médios do IB185, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	82

Nº	Título	Pág.
67	Comportamento dos valores médios da versão ponderada do IB57, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4	83
68	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14	86
69	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14	86
70	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14	87
71	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB49 no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14	87
72	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB57 no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA15	88
73	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21	90
74	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21	90
75	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21	90
76	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21	91
77	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-SL} (1)	95
78	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-SL} (2)	96
79	Distribuição dos diagnósticos de qualidade com dados de macrofauna da região profunda de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019	97
80	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1	98
81	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1	99
82	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1	99
83	Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1	99
84	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1	100
85	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	102

Nº	Título	Pág.
86	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	102
87	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	103
88	Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	103
89	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	103
90	Variação de S _{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	104
91	Variação de D ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	104
92	Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	104
93	Variação de IB-SL ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4	105
94	Box-Whisker mostrando o comportamento de S _{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	109
95	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	110
96	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	110
97	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	110
98	Box-Whisker mostrando o comportamento de S _{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	111
99	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	112
100	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	112
101	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	112
102	Box-Whisker mostrando o comportamento de S _{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10	113
103	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10	114
104	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10	114

Nº	Título	Pág.
105	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-SL no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10	114
106	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB _{RES-P} (1)	120
107	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB _{RES-P} (2)	121
108	Distribuição dos diagnósticos obtidos no período 2002-2019, distinguindo a região mais profunda (PP) da rasa (PR) para o ICB _{RES-P} (1)	122
109	Distribuição dos diagnósticos obtidos no período 2002-2019, distinguindo a região mais profunda (PP) da rasa (PR) para o ICB _{RES-P} (2)	123
110	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	124
111	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	124
112	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	125
113	Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	125
114	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	125
115	Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	126
116	Variação de IB-P ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1	126
117	Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	128
118	Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	128
119	Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	129
120	Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	129
121	Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	129
122	Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	130
123	Variação de S_{Chi} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	130

Nº	Título	Pág.
124	Variação de α ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	130
125	Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	131
126	Variação de IB-P ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4	131
127	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5	136
128	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5	136
129	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5	136
130	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5	137
131	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	138
132	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	138
133	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	138
134	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6	139
135	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	140
136	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	140
137	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	140
138	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-PP no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	141
139	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (1)	145
140	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (2)	146
141	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (3)	147
142	Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	148
143	Variação de ICS no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	149

Nº	Título	Pág.
144	Variação de H' no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	149
145	Variação de S_{sen} no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	149
146	Variação de T/DT no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	150
147	Variação de IB-SL no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	150
148	Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	150
149	Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa	151
150	Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	153
151	Variação de ICS no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	153
152	Variação de H' no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	154
153	Variação de S_{sen} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	154
154	Variação de T/DT no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	154
155	Variação de S_{Mg} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	155
156	Variação de α no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	155
157	Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	155
158	Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa	156
159	Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	156
160	Variação de S_{Mg} no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	157
161	Variação de ICS no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	157
162	Variação de H' no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	157
163	Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	158
164	Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa	158
165	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	162
166	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	163
167	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	163
168	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-PR no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7	163
169	Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	164

Nº	Título	Pág.
170	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	165
171	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	165
172	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8	165
173	Box-Whisker mostrando o comportamento de S _{nat} ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9	166
174	Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9	167
175	Box-Whisker mostrando o comportamento de H' ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9	167
176	Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9	167
177	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB _{RES-PR} (1)	170
178	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB _{RES-PR} (2)	171
179	Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB _{RES-PR} (3)	172
180	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados de rios	173
181	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região sublitoral de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB _{RES-SL}	174
182	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região sublitoral de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB _{RES-SL}	174
183	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB _{RES-P}	175
184	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB _{RES-P}	175
185	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB _{RES-PP}	176
186	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB _{RES-PP}	177

Nº	Título	Pág.
187	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (3) para o ICB _{RES-PP}	177
188	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB _{RES-PR}	178
189	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB _{RES-PR}	179
190	Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (3) para o ICB _{RES-PR}	179
191	Variação na média do teor de matéria orgânica (ResV: resíduo volátil)(%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos	181
192	Variação na média do teor de areia (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos	181
193	Variação na média do teor de silte (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos	182
194	Variação na média do teor de argila (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos	182
195	Variação na média do teor de umidade (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos	183
196	Médias de densidade (ind.m ⁻²) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados	189
197	Riquezas de táxons nativos (S _{nat}) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados	190
198	Porcentagem (%) de insetos e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados	190
199	Dominâncias (%) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados	191
200	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings	192
201	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings	193
202	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings	193
203	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings	194
204	Diagnósticos pelo ICB _{RES-SL} para o reservatório Billings	194
205	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Billings	195
206	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Billings	195
207	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Billings	196

Nº	Título	Pág.
208	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoralprofunda profunda do reservatório Billings	196
209	Diagnósticos pelo ICB _{RES-PP} para o reservatório Billings	197
210	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)	198
211	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)	198
212	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)	199
213	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)	199
214	Diagnósticos pelo ICB _{RES-SL} para o reservatório Salto Grande (Americana)	200
215	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Salto Grande (Americana)	201
216	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Salto Grande (Americana)	201
217	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Salto Grande (Americana)	202
218	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Salto Grande (Americana)	202
219	Diagnósticos pelo ICB _{RES-PP} para o reservatório Salto Grande (Americana)	203
220	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga	204
221	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga	204
222	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga	205
223	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga	205
224	Diagnósticos pelo ICB _{RES-SL} para o reservatório Guarapiranga	206
225	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Guarapiranga	206
226	Valores de riqueza de táxons nativos (S _{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Guarapiranga	207
227	Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Guarapiranga	207
228	Dominâncias (%) da fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Guarapiranga	208
229	Diagnósticos pelo ICB _{RES-PP} para o reservatório Guarapiranga	208
230	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba	209

Nº	Título	Pág.
231	Valores de riqueza (S) de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba	210
232	Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba	210
233	Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba	211
234	Diagnósticos pelo ICB _{RIO} para o rio Piracicaba	211
235	Frequência de deformidades (%) em mento de larvas de <i>Chironomus</i> do rio Piracicaba	212
236	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê	213
237	Valores de riqueza de nativos (S _{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê	213
238	Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê	214
239	Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê	214
240	Diagnósticos pelo ICB _{RIO} para o rio Tietê	215
241	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba	216
242	Valores de riqueza de nativos (S _{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba	216
243	Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba	217
244	Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba	217
245	Diagnósticos pelo ICB _{RIO} para o rio Sorocaba	218
246	Valores de densidade total (ind.m ⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira	219
247	Valores de riqueza de nativos (S _{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira	219
248	Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira	220
249	Dominância (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira	220
250	Diagnósticos pelo ICB _{RIO} para o rio Ribeira	221
251	Variabilidade espacial dos valores médios da densidade total de macroinvertebrados bentônicos	223
252	Variabilidade espacial dos valores médios de diversidade (ICS) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	224
253	Variabilidade espacial dos valores médios de diversidade (H') da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	224
254	Variabilidade espacial dos valores médios de riqueza de nativos (S _{nat}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	225
255	Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de gêneros de Chironomidae (S _{Chi}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	226
256	Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de gêneros de Oligochaeta (S _{Oligo}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	227

Nº	Título	Pág.
257	Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de sensíveis (S_{sen}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	228
258	Variabilidade espacial dos valores médios da relação Tanytarsini/Chironomidae na comunidade de macroinvertebrados bentônicos	228
259	Variabilidade espacial dos valores médios da relação Tolerantes/DT na comunidade de macroinvertebrados bentônicos	229
260	Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando as mesmas faixas de ICB_{RES}	240
261	Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando faixas distintas para sublitoral (ICB_{RES-SL}) e profunda (ICB_{RES-P})	241
262	Distribuição dos diagnósticos para os ambientes profunda rasos de reservatórios, considerando o uso do ICB_{RES-SL} e do ICB_{RES-PR}	241
263	Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando faixas distintas de ICB_{RES} (ICB_{RES-SL} ; ICB_{RES-PR} ; ICB_{RES-PP})	242
264	Frequência de ocorrência (%) de espécies exóticas invasoras da macrofauna bentônica nos diferentes habitats amostrados na rede de monitoramento da CETESB	244
265	Densidades médias ($ind.m^{-2}$) de espécies exóticas invasoras da macrofauna bentônica nos diferentes habitats amostrados na rede de monitoramento da CETESB	244

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
1	Cenário de aplicação da bioindicação	3
2	Gradientes definidos pelos eixos 1 das PCAs 1 e 4 e as relações de seus diagnósticos	73

LISTA DE SIGLAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
EEL	Espécie Exótica Invasora
IB	Índice Biótico
IB-USP	Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
ICB	Índice da Comunidade Bentônica
P	Profundal
PCA	<i>Principal Component Analysis</i> = Análise de Componentes Principais
PP	Profundal Profunda
PR	Profundal Rasa
Res	Reservatório
SL	Sublitoral
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICID	Universidade Cidade de São Paulo
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> = Agência Ambiental dos Estados Unidos da América

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 A evolução dos Índices da Comunidade Bentônica da CETESB	4
1.2 Os índices atuais	10
1.3 Por que foi necessária a revisão	11
2 METODOLOGIA	13
2.1 Locais amostrados	13
2.2 Tratamento de dados	18
2.2.1 Avaliação do desempenho dos índices atuais e das métricas que os compõem	19
2.2.2 Cálculo e teste de métricas	19
2.2.3 Desenvolvimento de índices bióticos (IB)	22
2.2.4 Revisão dos índices multimétricos	23
2.2.5 Propostas de inserção da bioinvasão no diagnóstico.	25
3 RESULTADOS	26
3.1 ICB _{RIO}	26
3.1.1 O desempenho do ICB _{RIO} atual	26
3.1.2 Avaliação de métricas	29
3.1.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para rios (IB-Rio)	35
3.1.4 Revisão do Índice Multimétrico	42
3.2 ICB _{RES}	49
3.2.1 Avaliação de métricas	50
3.2.2 Desenvolvimento de Índice Biótico para reservatórios (IB-Res)	54
3.2.3 Concepção do Índice Multimétrico para reservatórios (ICB _{RES})	59
3.3 ICB _{RES-SL}	63
3.3.1 O desempenho do ICB _{RES-SL} atual	63
3.3.2 Avaliação de métricas	67
3.3.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região sublitoral de reservatórios (IB-SL)	72
3.3.4 Revisão do Índice Multimétrico	85
3.4 ICB _{RES-P}	97
3.4.1 O desempenho do ICB _{RES-P} atual	97
3.4.2 Avaliação de métricas	100
3.4.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda de reservatórios	105
3.4.4 Revisão do Índice Multimétrico	108
3.5 ICB _{RES-PP}	123

3.5.1 Avaliação de métricas	123
3.5.2 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda de reservatórios	131
3.5.3 Concepção do Índice Multimétrico	135
3.6 ICB _{RES-PR}	148
3.6.1 Avaliação de métricas	148
3.6.2 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda rasa	158
3.6.3 Concepção do Índice Multimétrico	161
3.7 Propostas de inserção da bioinvasão no diagnóstico	173
3.8 A relação dos novos ICBs com variáveis ambientais, índices de qualidade de água e os diagnósticos de qualidade dos sedimentos por outras linhas de evidência	180
3.9 Análise temporal de alguns ambientes	188
4 DISCUSSÃO	221
5 CONCLUSÕES	246
5.1 Índices Bióticos	246
5.2 Índices Multimétricos	248
REFERÊNCIAS	250
GLOSSÁRIO	255

APÊNDICE A - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS EM RIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA

APÊNDICE B - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA

APÊNDICE C - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL RASA DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA

APÊNDICE D - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL PROFUNDA DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA

APÊNDICE E – DADOS DE OCORRÊNCIA, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (fo), DENSIDADE MÉDIA (dm) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (ar) DOS TÁXONS POR AMBIENTE E HABITAT AMOSTRADO

APÊNDICE F – DADOS DE OCORRÊNCIA, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (fo), DENSIDADE MÉDIA (dm) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (ar) DOS GÊNEROS DE OLIGOCHAETA E CHIRONOMIDAE POR HABITAT AMOSTRADO

APÊNDICE G – DENSIDADES (ind.m⁻²) DOS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS EM RIOS NA REDE DE MONITORAMENTO DA CETESB (2002-2019)

APÊNDICE H – DENSIDADES (ind.m⁻²) DOS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS NA REGIÃO SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS NA REDE DE MONITORAMENTO DA CETESB (2002-2019)

APÊNDICE I – DENSIDADES (ind.m⁻²) DOS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL RASA DE RESERVATÓRIOS NA REDE DE MONITORAMENTO DA CETESB (2002-2019)

APÊNDICE J – DENSIDADES (ind.m⁻²) DOS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL PROFUNDA DE RESERVATÓRIOS NA REDE DE MONITORAMENTO DA CETESB (2002-2019)

APÊNDICE K – SISTEMA DE PONTUAÇÕES QUE GEROU O IB-Rio

APÊNDICE L – SISTEMA DE PONTUAÇÕES QUE GEROU O IB-Res

APÊNDICE M – RESULTADO DA PCA1 RODADA COM OS DADOS DA REGIÃO SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico tradicional da qualidade dos corpos d'água baseado em análises físico-químicas de amostras de água superficial reflete a condição no momento da coleta e acaba necessitando de um maior número de amostragens temporais para um diagnóstico mais seguro. Mesmo assim, eventuais emissões irregulares e noturnas de efluentes podem passar despercebidas. O emprego da biota aquática insere o componente temporal ao diagnóstico, uma vez que seus elementos são continuamente submetidos aos agentes estressores a que o ecossistema é exposto. Os resultados da biota refletem a condição de qualidade em um período de tempo equivalente a extensão do ciclo de vida de seus elementos. Como consequência, fornecem uma visão mais ampla e ecológica da qualidade do ambiente aquático, sendo sensíveis às alterações físicas, biológicas e químicas, incluindo contaminantes provenientes de fontes pontuais e difusas.

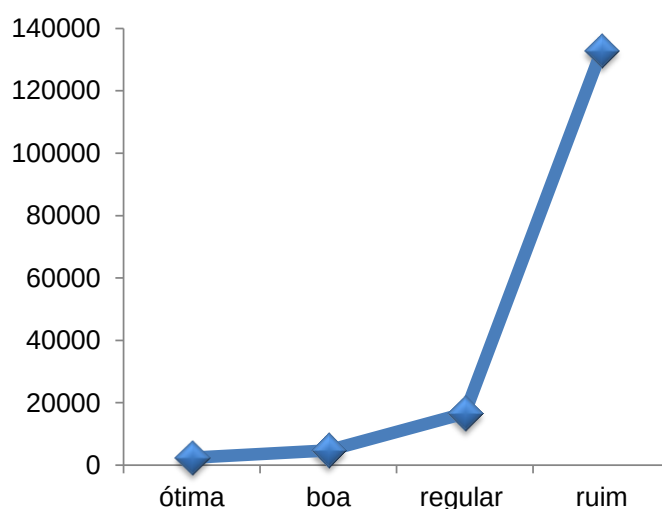
Legalmente, a análise das comunidades aquáticas permite uma leitura direta da qualidade em termos de preservação ou proteção da vida aquática, uso previsto para os corpos de água das classe especial, 1 e 2 da Resolução CONAMA 357/05 e na classe 3 do Decreto Estadual no. 8.468/76. Neste último caso, subentende-se que as classe 1 e 2 também garantiriam a vida aquática, já que seriam de melhor qualidade.

É difícil precisar quando o ser humano começou a utilizar a biota para indicar a qualidade do ambiente ao seu redor (biomonitoramento). Mas, sabe-se que no início da revolução industrial, canários engaiolados eram usados como sistema de alerta por mineradores para a queda na qualidade do ar dentro das minas e, com relação ao ambiente aquático, há relatos de que Aristóteles teria testado a resposta de peixes de água doce à água salgada (Rosenberg & Resh, 1993).

O biomonitoramento de água doce teve início formalmente na primeira década do século XX, com a publicação do Sistema Saprobiano de Kolkwitz e Marsson (1908, 1909 *apud* Rosenberg & Resh, 1993). Estas métricas foram as primeiras criadas utilizando o conceito de indicador biológico e deram origem a uma grande variedade de índices bióticos de medição mais simples, especialmente na Europa. Estes índices foram definidos para uso da comunidade de macroinvertebrados aquáticos de riachos e se destinavam principalmente ao diagnóstico do enriquecimento orgânico, particularmente aquele promovido pela emissão de esgotos domésticos. Um dos indicadores biológicos mais conhecidos e de aplicação mundial são as espécies de oligoquetos tubificíneos *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Tubifex tubifex*, provavelmente os componentes mais tolerantes da fauna de macroinvertebrados bentônicos. O primeiro mais frequente no hemisfério sul e o segundo no hemisfério norte, mas ambos tem distribuição cosmopolita. Por possuírem o comportamento de se enterrar, estes organismos se beneficiam com a alteração do substrato pela deposição de material fino por efluentes domésticos e industriais, toleram a depleção de oxigênio e a contaminação por metais, e muito frequentemente explodem em densidade pela ausência de predadores e competidores e abundância de alimento. Na investigação em rios, considerou-se que o gênero *Bothrioneurum* exibe resposta similar ao gradiente de qualidade e, portanto, suas

densidades foram somadas às de *L. hoffmeisteri* e *T. tubifex*, obtendo-se o comportamento descrito na literatura (Gráf. 1) de aumento de densidade a medida em que os rios pioram em qualidade.

Gráfico 1 - Variação das densidades médias (ind.m⁻²) somadas de *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex tubifex* e *Bothrioneurum* sp no gradiente de qualidade em rios do estado de São Paulo, no período 2002 a 2019



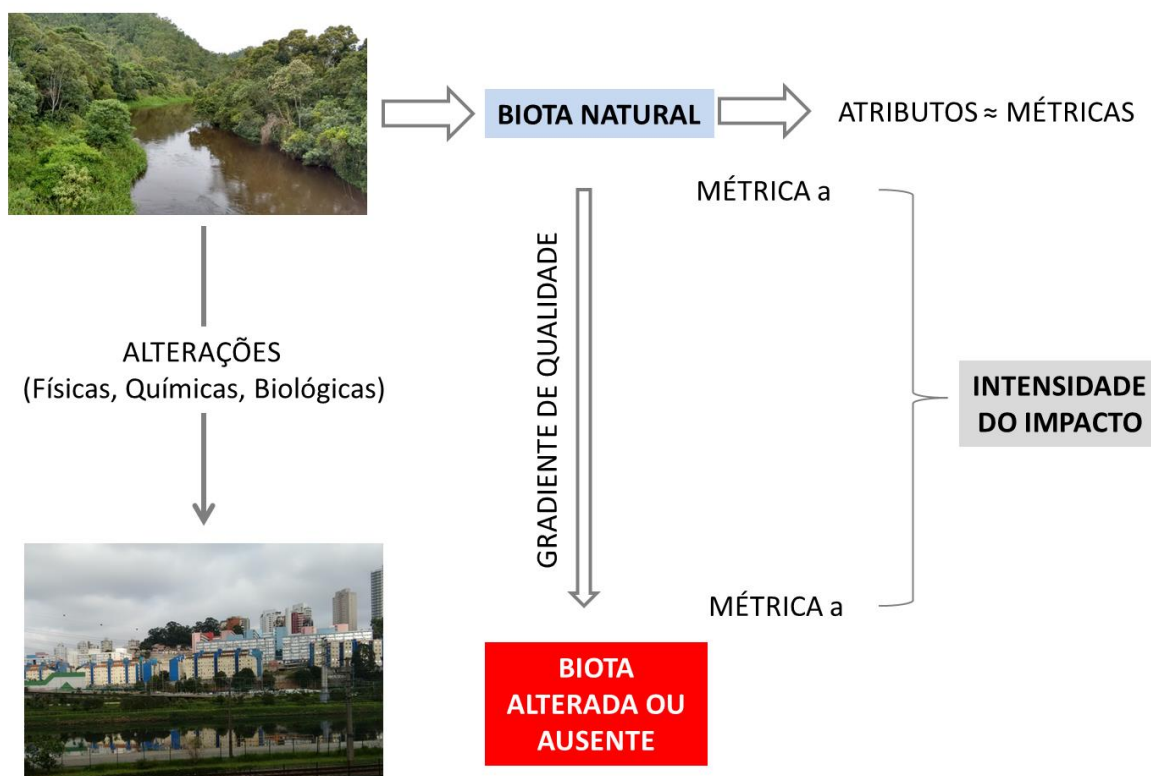
Idealmente toda a biocenose aquática deveria ser utilizada para avaliar a condição ecológica de um ecossistema, uma vez que cada um de seus componentes responderá diferentemente em intensidade e tempo aos diferentes estressores, mas isso seria impraticável (Metcalf, 1989). Os macroinvertebrados, que desempenham papel fundamental no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes dos ambientes aquáticos límnicos, oferecem uma série de vantagens como biomonitores, que incluem (Rosenberg & Resh, 1993):

- Integrar os efeitos de estressores físicos, químicos e biológicos e permitir inferir sobre a qualidade do habitat para a preservação da biodiversidade aquática;
- Retratar as condições do ambiente ao longo de um período de tempo de semanas a décadas, por ter ciclo de vida longo, comparado, por exemplo, às comunidades fito e zooplanctônicas;
- A grande variedade de espécies oferece um espectro amplo de respostas aos diferentes tipos de impacto;
- Sua ocorrência em todo tipo de ambiente aquático;
- Por exibirem baixa mobilidade, representam de forma efetiva as condições locais;
- Por sua íntima relação com o substrato, refletem a qualidade desse compartimento;
- São facilmente coletados, com material relativamente barato;
- Sua identificação pode ser rápida, dependendo do nível taxonômico necessário ao diagnóstico (geralmente família).

Além dos índices bióticos europeus, outra linha de aplicação do biomonitoramento, baseada nos atributos ecológicos das comunidades naturais, como a diversidade e a riqueza, foi desenvolvida na América do Norte. Atualmente, as duas linhas se fundem em índices multimétricos, cujo diagnóstico final de qualidade depende da leitura de várias métricas que refletem os efeitos de diferentes ações antrópicas sobre a biota.

A Figura 1 apresenta o cenário de aplicação da bioindicação. Ecossistemas aquáticos tem sido modificados pelo homem e, como consequência, os atributos estruturais e funcionais de suas comunidades tem sido alterados. Estes atributos podem ser transformados em métricas que, sendo sensíveis ao gradiente ambiental, podem ser utilizadas como medida da intensidade dos impactos sofridos pelo ambiente. Por exemplo, a riqueza de espécies, a diversidade e a composição são atributos que se alteram com todos os tipos de estressores. As métricas de riqueza e de diversidade diminuem com a perda de qualidade, enquanto que métricas baseadas na composição podem responder direta ou indiretamente ao mesmo gradiente, dependendo do organismo indicador usado, assim como as métricas funcionais.

Figura 1 - Cenário de aplicação da bioindicação



Fotos: Mônica Luisa Kuhlmann

A transformação do dado biológico em um número de fácil compreensão não é apenas um desafio para os biólogos, mas um passo essencial de comunicação com não biólogos, pois facilita a discussão multidisciplinar que serve de base à toda tomada de decisão na área ambiental.

1.1 A evolução dos Índices da Comunidade Bentônica da CETESB

A CETESB realiza o monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo desde a década de 70. Os objetivos de sua rede de monitoramento são: avaliar a evolução da qualidade das águas; diagnosticar locais críticos e, a partir da definição das causas da degradação, priorizar as ações de prevenção; controle ou recuperação, conforme o uso destinado; obter informações que subsidiem o planejamento ambiental e fornecer informações aos Comitês de Bacia e à população. Ao longo do tempo esse monitoramento foi incorporando novos pontos de amostragem, novas variáveis e índices, buscando um melhor diagnóstico dos rios e reservatórios do Estado. A inclusão do monitoramento biológico foi uma das melhorias introduzida na Rede de Monitoramento da CETESB na década de 90. Na ocasião era essencial, para a introdução da análise de macroinvertebrados na rede de monitoramento da CETESB, que fosse definido e padronizado um índice pelo qual se realizaria o diagnóstico de qualidade. Pensando nisso, a Resolução SMA-65/98 instituiu um Grupo Técnico (GT) para elaborar índices baseados na biota a serem aplicados em ambientes dulciaquícolas. No subgrupo de macroinvertebrados participaram a MSc Guiomar Johnscher-Fornasaro (CETESB); a Dra. Mônica L. Kuhlmann (CETESB); a Profa. Dra. Gisela Y. Shimizu (IB-USP); a Profa. Dra. Ana L. Brandimarte (IB-USP); o Prof. Dr Maurício Anaya (UNICID); a Profa. Dra. Suzana Trivinho-Strixino (UFSCar); a Profa. Dra. Alaíde A. Fonseca-Gessner (UFSCar) e a Profa. Dra. Renata M. Guerreschi (UFSC).

O GT propôs um índice multimétrico inspirado na abordagem da USEPA, mas definindo as faixas de valores de acordo com resultados pretéritos da CETESB em diferentes estudos de diagnóstico ambiental (Quadro 1).

Quadro 1 - Primeiro índice multimétrico da CETESB (1998)

CLASSE	PONTO	S	Dom	O/C
PÉSSIMA	5		azóico	
RUIM	4	< 5	> 0,75	> 0,75
REGULAR	3	5 - 8	0,51 - 0,75	0,51 - 0,75
BOA	2	9 - 12	0,26 - 0,50	0,26 - 0,50
ÓTIMA	1	> 12	< 0,26	< 0,26

Onde,

S = Riqueza (número de categorias taxonômicas da amostra)

Dom = Dominância (maior abundância relativa da amostra). Também pode ser expresso em %.

$$Dom = \frac{n}{N} \quad (1)$$

O/C = razão entre a densidade de Oligochaeta e a densidade de Chironomidae somada à densidade de Oligochaeta

$$O/C = \frac{DOligochaeta}{(DChironomidae + DOligochaeta)} \quad (2)$$

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em família para a maioria, exceto Chironomidae, com nível de identificação até subfamílias e tribos.

Com os resultados do projeto da CETESB **Desenvolvimento de Índices Biológicos para o Biomonitoramento em Reservatórios do Estado de São Paulo** (Coelho-Botelho et al., 2006), que levantou dados entre 1997 e 1998 em seis reservatórios com diferentes graus de degradação (Atibainha, Billings-Summit, Cachoeira, Itupararanga, Pirapora e Ponte Nova), foi possível definir o período de amostragem (inverno-seco) e um novo índice multimétrico para a região sublitoral de reservatórios (Quadro 2), que inseriu uma medida de diversidade (ICS ou H'), uma de sensibilidade (S_{sen}) e substituiu a razão Oligochaeta/Chironomidae (O/C) pela porcentagem de Oligochaeta (%OL).

Quadro 2 - Índice multimétrico para a região sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

CLASSE	PONTO	S	Dom	ICS	H'	%OL	S_{sen}
PÉSSIMA	5	azóico					
RUIM	4	1 – 4	> 0,50	< 5,00	< 1,00	≥ 60	0
REGULAR	3	5 – 9	0,40 - 0,50	5,00 – 9,99	1,00 - 2,24	40 - < 60	1
BOA	2	10 – 18	0,20 - 0,39	10,00 - 14,99	2,25 - 3,49	20 - < 40	2
ÓTIMA	1	> 18	< 0,20	> 14,99	> 3,49	< 20	>2

Onde,

ICS = Índice de Comparação Sequencial (Cairns & Dickson, 1971).

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (Washington, 1984).

$$H' = - \sum_i \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

%OL = razão entre a densidade de Oligochaeta e a densidade total (DT) da amostra.

$$\%OL = \frac{DOligochaeta}{DT} \quad (4)$$

S_{sen} = Riqueza de taxa sensíveis, em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini.

No cálculo do ICB_{RES-SL}, apenas um dos índices de diversidade, preferencialmente o ICS, é aplicado.

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em família para a maioria, exceto Chironomidae, ao nível genérico.

Entre 2000 e 2002 a CETESB participou do projeto **FAPESP - Qualised** (Processo No. 98/12177-0), coordenado pelo Prof. Dr Antônio A. Mozeto (UFSCar), pelo Prof. Dr Wilson de F. Jardim (UNICAMP) e pela Profa. Dra Gisela de A. Umbuzeiro (UNICAMP). No projeto foram levantados dados de seis reservatórios do estado de São Paulo (Pedro Beicht, Billings, Rasgão, Barra Bonita, Bariri, Promissão), a maioria localizada na bacia do rio Tietê. Com os resultados obtidos foi estabelecida uma nova versão para o ICB_{RES-SL}, com revisão de faixas e substituição de %OL pela razão T/O (Quadro 3), e um Índice Multimétrico para a fauna da região profunda (ICB_{RES-P}) (Quadro 4) (Mozeto et al., 2006).

Quadro 3 - Segunda versão do índice multimétrico para a região sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

CLASSE	PONTO	S	Dom	ICS	T/O	S _{sen}
PÉSSIMA	5	azóico				
RUIM	4	1 – 8	> 0,50	< 5,00	> 0,69	0
REGULAR	3	9 – 16	0,40 - 0,50	5,00 – 14,99	0,40 - 0,69	1
BOA	2	17 – 24	0,20 - 0,39	15,00 - 24,99	0,10 - 0,39	2
ÓTIMA	1	> 24	< 0,20	> 25,00	< 0,10	> 2

Onde,

T/O = razão entre a densidade de Tubificinae sem queta capilar e a densidade total de Oligochaeta (Parele & Astapenok *apud* Slepukhina, 1984).

$$T/O = \frac{DTubificinae\ sqc}{DOligochaeta} \quad (5)$$

Quadro 4 - Índice multimétrico para a região profunda de reservatórios (ICB_{RES-P})

CLASSE	PONTO	S	Dom	ICS	T/O	Tt/Chi
PÉSSIMA	5	azóico				
RUIM	4	1 – 3	> 0,50	< 1,01	> 0,79	< 0,04
REGULAR	3	4 – 6	0,40 - 0,49	1,01 - 3,50	0,50 - 0,79	0,04 - 0,06
BOA	2	7 – 9	0,20 - 0,39	3,51 - 7,00	0,20 - 0,49	0,05 - 0,09
ÓTIMA	1	> 9	< 0,20	> 7,00	< 0,20	> 0,09

Onde,

Tt/Chi = razão entre a densidade da tribo Tanytarsini e a densidade da família Chironomidae (USEPA, 1987).

$$Tt/Chi = \frac{DTanytarsini}{DChironomidae} \quad (6)$$

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em família para a maioria, exceto Chironomidae e Oligochaeta, ao nível genérico.

Concomitantemente, entre 2000 e 2001, a CETESB desenvolveu uma atividade denominada, **Estudos preliminares de Biomonitoramento na bacia hidrográfica do rio Atibaia**, como parte do Projeto Entre Serras e Águas, da SMA - Secretaria do Meio Ambiente, e em conjunto com o Instituto de Biociências da USP, sob coordenação da Profa. Dra Gisela Y. Shimizu, obteve recurso do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP (Processo 1998/14186-7) (Shimizu et al., 2002). Foram amostradas 8 localidades desde os tributários do rio Atibaia (rios Atibainha e Cachoeira) até o próprio rio Atibaia, em Atibaia e Itatiba. Neste projeto foi utilizado o índice multimétrico original concebido pelo GT de 1998, renomeando-o para ser aplicado em rios (ICB_{RIO}). Como resultado foi observado que o uso da margem deposicional como região de amostragem não compromete o diagnóstico de qualidade, mas que outros índices deveriam ser incorporados naquele índice multimétrico (Shimizu et al., 2002).

Em 2002, a análise de macroinvertebrados bentônicos foi inserida na **Rede de Monitoramento da Qualidade de Águas Superficiais** da CETESB. Neste programa, em reservatórios, a fauna profunda é principalmente utilizada como indicador ecológico da qualidade dos sedimentos, dentro da abordagem da tríade de qualidade de sedimentos (Chapman, 1990), enquanto que a fauna da região sublitoral é mais relacionada com a qualidade da massa d'água. Foram utilizados os índices multimétricos para reservatórios estabelecidos no **Projeto Qualised** e uma nova versão do ICB_{RIO} (Quadro 5) (CETESB, 2003).

Quadro 5 - Segunda versão do índice multimétrico para rios (ICB_{RIO})

CLASSE	PONTO	S	Dom	H'	T/O	S _{sen}
PÉSSIMA	5	azóico				
RUIM	4	< 4	> 0,75	< 1,00	> 0,75	0
REGULAR	3	4 – 8	0,50 - 0,75	1,00 - 2,24	0,50 - 0,75	1
BOA	2	9 – 12	0,26 - 0,49	2,25 - 3,49	0,26 - 0,49	2
ÓTIMA	1	> 12	< 0,26	> 3,49	< 0,26	> 2

Onde,

S_{sen} = Riqueza de taxa sensíveis, em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini.

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em família para a maioria, exceto Chironomidae, com nível de identificação até subfamílias e tribos. Só o gênero *Stempellina* (Tribo Tanytarsini, Chironomidae) deve ser identificado para o cálculo de S_{sen}.

Na **Rede de Monitoramento** de 2004 o ICB_{RES-SL} e o ICB_{RES-P} receberam a inserção do índice de Shannon (H'), enquanto que o ICB_{RIO} recebeu as faixas para o cálculo com o Índice de Comparação Sequencial - ICS. Apesar de estabelecidas as faixas para os dois índices de diversidade, o ICS era preferível, por sua maior amplitude de variação, sendo utilizado o H' apenas quando houvesse a impossibilidade de obtenção do ICS pelo software desenvolvido pelo prof. Dr. Aristotelino Monteiro Ferreira para a CETESB (Henrique-Marcelino et al., 1992). Este software não possibilitava o cálculo do ICS na ocorrência de densidades superiores a 3000 indivíduos. Além disso, as métricas Dominância - Dom e T/O foram substituídas por T/DT (razão entre a densidade de táxons tolerantes e a densidade total) nas 3 versões do ICB (Quadros 6, 7 e 8) (CETESB, 2005).

Quadro 6 - Terceira versão do Índice da Comunidade Bentônica para a região sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	S _{sen}
PÉSSIMA	5	azóico				
RUIM	4	1 – 8	< 5,00	< 1,51	> 0,69	0
REGULAR	3	9 – 16	5,00 - 14,99	1,51 - 2,25	0,40 - 0,69	1
BOA	2	17 – 24	15,00 - 24,99	2,26 - 3,50	0,10 - 0,39	2
ÓTIMA	1	> 24	> 24,99	> 3,50	< 0,10	> 2

Quadro 7 - Segunda versão do Índice da Comunidade Bentônica para a região profunda de reservatórios (ICB_{RES-P})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Tt/Chi
PÉSSIMA	5	azóico				
RUIM	4	1 – 3	< 1,01	< 0,51	> 0,79	< 0,04
REGULAR	3	4 – 6	1,01 - 3,50	0,51 - 1,50	0,50 - 0,79	0,04 - 0,06
BOA	2	7 – 9	3,49 - 7,00	1,51 - 2,00	0,20 - 0,49	0,05 - 0,09
ÓTIMA	1	> 9	> 7,00	> 2,00	< 0,20	> 0,09

Quadro 8 - Terceira versão do Índice da Comunidade Bentônica para rios (ICB_{RIO})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	S _{sen}
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	< 6	< 3,01	< 1,01	> 0,75	0
REGULAR	3	6 – 13	3,01 - 9,50	1,01 - 1,50	0,50 - 0,75	1
BOA	2	14 – 20	9,51 - 20,00	1,51 - 2,50	0,26 - 0,49	2
ÓTIMA	1	> 20	> 20,00	> 2,50	< 0,26	> 2

Onde,

T/DT = razão entre a densidade de táxons tolerantes e a densidade total (DT) da amostra, tendo sido considerados tolerantes, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus* em reservatórios e Tubificinae sqc, Naidinae, Pristininae e Chironomini em rios.

$$T/DT = \frac{DT_{\text{Tolerantes}}}{DT} \quad (7)$$

A padronização da resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi mantida.

Na **Rede de Monitoramento** de 2005 o ICB_{RIO} foi modificado em função dos resultados do projeto da CETESB **Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento**, desenvolvido em 2002 na bacia do rio Sorocaba, usada como piloto para avaliar a aplicabilidade da abordagem da tríade da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento no projeto. Para tanto, foram realizadas coletas em 5 regiões da bacia, desde o município de Votorantim até o município de Cerquilha (Kuhlmann et al., 2007). No cálculo do ICB_{RIO} considerava-se entre os organismos tolerantes toda a tribo Chironomini. Como resultado do projeto este índice foi refinado com a utilização do gênero *Chironomus* como tolerante no lugar da tribo Chironomini, a que pertence.

Ou seja,

T/DT = Densidade de tolerantes/Densidade total, tendo sido considerados tolerantes, Tubificidae sem queta capilar, Naididae e *Chironomus*.

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em família para a maioria, exceto Chironomidae, com nível de identificação até subfamílias e tribos. No entanto, o gênero *Stempellina* (Tribo

Tanytarsini, Chironomidae) deve ser identificado para o cálculo de S_{sen} , assim como o gênero *Chironomus* identificado e contado separadamente dos outros integrantes da tribo Chironomini para o cálculo de T/DT.

Na **Rede de Monitoramento** de 2008, no cálculo de S – Riqueza em reservatórios, passou-se a trabalhar com Chironomidae e Oligochaeta em gêneros e não mais em morfotipos e na **Rede de Monitoramento** de 2010, Bryozoa passou a ser identificado em Filo e não mais em família, tanto em rios quanto em reservatórios.

Em 2011, na **Rede de Monitoramento**, no cálculo do T/DT o gênero *Tubifex* (Tubificinae com queta capilar) passou a se somar aos tolerantes e os gêneros *Stempellinella* e *Constempellina* aos sensíveis, alterando sua resolução taxonômica para gêneros em rios.

Assim, desde então, a métrica S_{sen} ficou:

S_{sen} = Riqueza de taxa sensíveis, em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera (rios), Odonata (reservatórios) e Trichoptera e os gêneros *Stempellina*, *Stempellinella* e *Constempellina* de Chironomidae-Tanytarsini.

Na **Rede de Monitoramento** de 2013, em reservatórios, o gênero *Bothrioneurum* (Rhyacodrilinae sem queta capilar) passou a ser considerado dentro do grupo de tolerantes, como já havia sido descrito em Protocolo lançado no ano anterior (Kuhlmann et al., 2012).

Assim, desde então, a métrica T/DT ficou:

T/DT = Densidade de tolerantes/Densidade total, tendo sido considerados tolerantes em rios, Tubificidae sem queta capilar, *Tubifex*, Naididae e *Chironomus* e em reservatórios, *Limnodrilus*, *Bothrioneurum*, *Tubifex*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*.

Na **Rede de Monitoramento** de 2014, após discussão com os consultores da USEPA, Dr Robert M. Hughes e Dr Philip R. Kaufmann, no final de 2013, as espécies exóticas invasoras foram excluídas do cálculo da riqueza (S) que passou a ser um índice de riqueza de espécies nativas (S_{nat}). As espécies exóticas com potencial de invasão excluídas do cálculo de S foram: *Corbicula* spp, *Limnoperna fortunei* e *Melanoides tuberculatus* e, a partir de 2019, também *Lumbriculus variegatus*.

A resolução taxonômica dos dados a serem aplicados foi padronizada em:

Rios: família para a maioria, exceto Chironomidae, com nível de identificação até subfamílias e tribos. No entanto, os gêneros *Stempellina*, *Stempellinella* e *Constempellina* (Tribo Tanytarsini, Chironomidae) devem ser identificados para o cálculo de S_{sen} , assim como os gêneros *Chironomus* e *Tubifex*, identificados e contados separadamente para o cálculo de T/DT.

Reservatórios: família para a maioria, exceto Chironomidae e Oligochaeta, em gênero.

Em 2019, a família Polymitarcyidae foi retirada do cálculo de S_{sen} pois a espécie *Campsurus truncatus*, que tem ocorrido em rios e reservatórios investigados pela rede, exibe certa tolerância à eutrofização (Kuhlmann et al., 2020).

Os dados de Oligochaeta que compõe este relatório foram gerados seguindo a nomenclatura de Brinkhurst & Marchese (1989). No entanto, a partir de 2019 (CETESB, 2020) os dados da rede de monitoramento

foram atualizados para seguir a nomenclatura descrita em Marchese (2009) em que a antiga família Tubificidae foi incorporada à família Naididae, como subfamílias Tubificinae (gêneros *Tubifex*, *Aulodrilus* e *Limnodrilus*) e Rhyacodrilinae (gêneros *Branchiura*, *Bothrioneurum* e *Monopylephorus*). Além disso, o gênero *Pristina* incorporou o gênero *Pristinella* e deu origem à subfamília Pristininae. Estas alterações não tiveram impacto sobre os diagnósticos de reservatórios, onde a classe vem sendo identificada até gênero, mas requereu adaptações para o diagnóstico em rios, onde houve necessidade de agrupar os táxons por sua tolerância. Assim, Naidinae e Pristininae vão compor um grupo, Tubificinae e Rhyacodrilinae sqc outro grupo e Tubificinae e Rhyacodrilinae cqc um terceiro grupo, não ocorrendo alteração nas estimativas de riqueza. No cômputo do índice de Tolerância (T/DT), continuaram sendo considerados tolerantes os táxons: Naidinae, Pristininae, Tubificinae sqc, e Rhyacodrilinae sqc, ou seja, ainda é necessária a contagem separada de gêneros com e sem queta capilar nas subfamílias Tubificinae e Rhyacodrilinae.

1.2 Os índices atuais

Assim, os índices da comunidade bentônica (ICB) que a CETESB vem empregando em sua rede de monitoramento, para o diagnóstico da qualidade ecológica de rios de grande porte, ou em baixo gradiente, e reservatórios, são índices multimétricos que avaliam 3 atributos da comunidade, riqueza, diversidade e composição, este último como medidas de sensibilidade (S_{sen} e Tt/Chi) e tolerância (T/DT) à degradação ambiental. Como métrica de diversidade, embora atualmente seja possível utilizar tanto o Índice de Comparação Sequencial (ICS) quanto o de Shannon-Wiener (H'), com a modernização do procedimento computacional para seu cálculo, a tendência será de utilizar apenas o ICS. A modernização se deu com o desenvolvimento de um pacote em “R” pelo doutorando em Ciências Ambientais da UFRJ MSc Enoque G. Ribeiro (CETESB & Ribeiro, 2021).

Os ICBs distinguem 5 classes de qualidade, sendo que a pior (péssima) retrata um ambiente extremo em que nenhuma população de macroinvertebrado bentônico foi capaz de se estabelecer. As faixas de variação para cada classe de qualidade das diferentes métricas foram concebidas a partir do estabelecimento do valor mínimo para ambientes de melhor qualidade (referência) e a condição azóica. Um arredondamento foi realizado para facilitar seu uso. A partir do conhecimento da oscilação da métrica foram estabelecidas faixas equidistantes para cada classe. Apenas para T/DT, cuja variação total é fixa (0 a 1), faixas equidistantes foram diretamente estabelecidas. Foram definidos 3 ICBs, um para rios de grande porte ou em baixo gradiente, e dois para reservatórios (regiões profunda e sublitoral), de forma a se ajustarem às diferenças naturais das comunidades destes diferentes habitats.

Em rios a biota utilizada é aquela que coloniza as margens deposicionais dos trechos sob avaliação. Esta escolha deveu-se à inserção do índice no diagnóstico integrado da qualidade de sedimentos, sendo a região deposicional mais propícia a concentrar contaminantes no ambiente lótico.

Em reservatórios, a fauna da sublitoral (de 3 a 6m de profundidade) é utilizada para avaliar a qualidade da massa d'água, enquanto que a da região profunda, à avaliação da qualidade dos sedimentos.

1.3 Por que foi necessária a revisão

Apesar do bom desempenho das atuais versões do ICB, alguns aspectos estimularam esta revisão, além da reunião de um grande número de dados após estes 18 anos da rede de monitoramento:

- 1) Inserção de mais uma faixa de qualidade, já que o extremo do gradiente (Péssima) mostrou-se muito rara e até não ocorrente, como na região sublitoral. Consequentemente, as faixas de cada indicador deverão ser revistas.
- 2) Alguns indicadores de sensibilidade não têm exibido o comportamento esperado. A família Polymitarcyidae, em especial o gênero *Campsurus* já foi excluído de S_{sen} a partir de uma avaliação prévia. Mas é preciso rever o comportamento dos outros táxons.
- 3) Algumas métricas podem não estar mostrando sensibilidade ao gradiente de qualidade, sendo necessário avaliá-las.
- 4) Novas métricas podem ser testadas para compor os ICBs, em especial métricas funcionais, que adicionariam uma informação nova, sendo medidas de impactos sobre as funções ecossistêmicas, como o fluxo de nutrientes.
- 5) A princípio os ICB_{RES-P} foi concebido com dados obtidos no corpo central de reservatórios mais profundos. No entanto, ao longo dos anos de rede foram realizados diagnósticos em braços de reservatórios e em reservatórios mais rasos, onde a profundidade de coleta na região mais profunda não diferiu da faixa estabelecida como sublitoral (3-6m de profundidade). Para evitar superestimação no diagnóstico optou-se por empregar o índice da região sublitoral nesses casos. No entanto, a qualidade destes locais pode ter sido subestimada. Olhando os dados mais atentamente, notou-se que, na verdade, os descritores de comunidade mostram que este ambiente de profunda rasa apresenta valores intermediários entre sublitoral e profunda. Como mostra, por exemplo, os valores médios de riqueza e diversidade nos Gráficos 2 e 3. Ou seja, será necessário não apenas rever o ICB_{RES-P}, mas também avaliar se será mantido um índice único para profunda ou se serão separados os diagnósticos para essas duas situações: profunda profunda e profunda rasa. Em termos práticos a segunda opção é mais complicada.

Gráfico 2 - Dados médios de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) e respectivos intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$) nos diferentes habitats investigados na rede de monitoramento da CETESB

(SL = sublitoral; PR = profunda rasa; PP = profunda profunda; P = PR + PP)

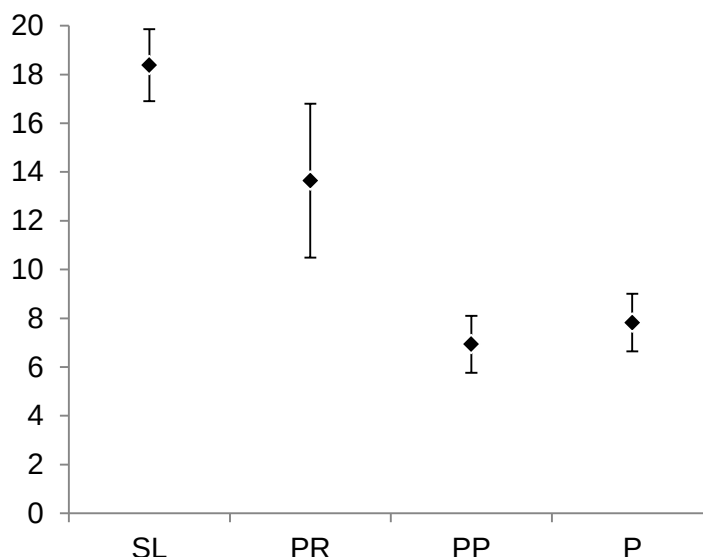
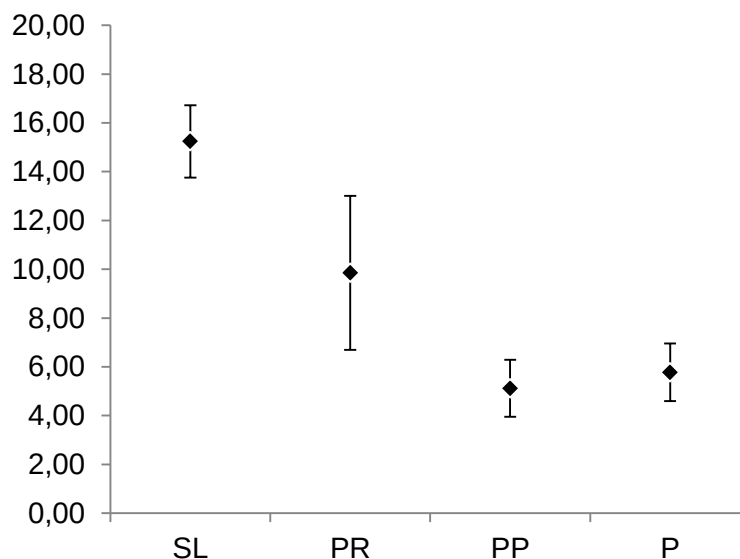


Gráfico 3 - Dados médios de diversidade (ICS) e respectivos intervalos de confiança ($\alpha = 0,05$) nos diferentes habitats investigados na rede de monitoramento da CETESB

(SL = sublitoral; PR = profunda rasa; PP = profunda profunda; P = PR + PP)



- 6) A razão da separação dos diagnósticos em dois habitats nos reservatórios, ilustrada nos gráficos do item acima, pode não ser de fácil compreensão pelos leigos. Assim, foi testada também uma alternativa de um índice único para reservatório, a partir da análise das matrizes fundidas de SL e P.
- 7) A presença de espécies exóticas nas comunidades não tem sido considerada, exceto pela sua exclusão no cômputo da riqueza (por isso refere-se a riqueza como sendo de táxons nativos – S_{nativos} ou S_{nat}). Assim, era necessário avaliar a melhor forma de inserir esta questão no diagnóstico.

Este estudo teve como objetivo rever os índices multimétricos atualmente utilizados nos diagnósticos de qualidade ecológica pela comunidade de macroinvertebrados na rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo (ICB_{RIO} , $ICB_{\text{RES-SL}}$, $ICB_{\text{RES-P}}$) e desenvolver novas propostas de diagnóstico (ICB_{RES} , $ICB_{\text{RES-PP}}$ e $ICB_{\text{RES-PR}}$).

2 METODOLOGIA

As metodologias de coleta e análise das amostras de macroinvertebrados estão descritas em Kuhlmann et al. (2012).

2.1 Locais amostrados

Ao longo dos 18 anos (2002 – 2019) de rede de monitoramento da qualidade de sedimentos, a análise de macroinvertebrados aquáticos ou comunidade bentônica foi realizada em 121 pontos de coleta, dos quais 71 (58,7%) eram em rios e 50 (41,3%) em reservatórios, percorrendo 92 ambientes. Considerando que um ponto de coleta foi visitado mais de uma vez e que em reservatórios geralmente se coleta dois habitats (região sublitoral e região profunda), foram realizados 295 diagnósticos de qualidade com macroinvertebrados, entre 2002 e 2019. A Tabela 1 apresenta a lista dos locais amostrados.

No Gráfico 4, que apresenta a distribuição de pontos de coleta e diagnósticos nas 22 UGRHIs do estado de São Paulo, verificou-se a maior concentração das investigações nas regiões mais antropizadas, com maior concentração populacional e industrial, as UGRHIs 6 e 5. Seguem-se as UGRHIs 10 e 11, em termos de número de diagnósticos. A segunda, com alto grau de conservação, apresenta problemas locais de enriquecimento de fósforo (bacia do rio Jacupiranguinha) e contaminação por Pb (bacia do rio Betari) de antigas áreas de mineração abandonadas.

Tabela 1 - Locais de amostragem da comunidade bentônica na rede de monitoramento da CETESB

UGRHI	CORPO D'ÁGUA	CÓDIGO DO PONTO	DESCRIÇÃO	LAT.	LONG.
1	Rio Sapucaí-guaçu	SAGU 02150	Próximo da ponte do bairro de Descansópolis, mun. Campos de Jordão.	22°41'56"	45°31'32"
		SAGU 02250	Ponte na estrada de acesso ao Borboletário, a jusante da ETE de Campos do Jordão, mun. de Campos do Jordão.	22°41'37"	45°30'19"
2	Rio Piracuama	UAMA 00600	No Balneário de Piracuama, mun. Pindamonhangaba.	22°52'31"	45°34'56"
	Rio Jacuí	JKUI 00250	Ponte na SP 171 - Rod. Paulo Virgílio, cerca de 6 km antes de Cunha, mun. De Cunha	23°02'29"	45°00'48"
	Res. Paraibuna	IUNA 00950	na junção dos braços do rio Paraibuna e dos rios da serra, mun. de Paraibuna.	23°25'06"	45°34'17"
	Res. Santa Branca	SANT 00800	A aproximadamente 1,3 Km da barragem, mun. de Santa Branca.	23°22'15"	45°51'35"
	Res. Jaguari	JAGJ 00200	Próximo da ponte da rod. SP056 que liga Santa Isabel a Igaratá, mun. de Santa Isabel.	23°17'25"	46°14'01"
		JAGJ 00250	No meio do corpo central, no trecho próximo das Chácaras Eldorado. Próximo a Av. Terezinha de Lima Bueno, mun. de Santa Isabel.	23°17'15"	46°13'10"
	Rio Paraíba do Sul	PARB 02390	Na futura régua do DAEE, a montante da rua do Porto, no bairro do Menino Jesus, mun. de Caçapava.	23°04'59"	45°43'08"
		PARB 02680	A cerca de 2 km a jusante da BASF, antes do antigo Porto de areia Luciano, mun. Lorena.	22°44'44"	45°08'49"
		PARB 02850	No ponto 140 do monitoramento regional, altura do Km 4 da BR-116, mun. de Queluz.	22°31'20"	44°42'22"
	Rio Claro	CARO 02900	A jusante da captação da SABESP, mun. de Caraguatatuba.	23°41'49"	45°28'58"
3	Rio Pirassununga	PNGA 02950	A 500m de sua foz com o rio Claro, mun. de Caraguatatuba.	23°41'13"	45°27'18"
	Rio Juqueriquerê	RIJU 02800	A montante da ETE da SABESP, mun. de Caraguatatuba.	23°41'16"	45°26'24"
4	Res. Euclides da Cunha	PARD 02050	A cerca de 2 km da Barragem Euclides da Cunha, no Rio Pardo, mun. São José do Rio Pardo.	21°36' 06"	46°56'37"
	Rio Pardo	PARD 02100	Próximo a ponte da Rod. SP 340, no trecho que liga Casa Branca a Mococa, a jusante da PCH Limoeiro, mun. de Mococa.	21°37'24"	47°02'36"
		PARD 02590	2 km a montante da ponte da rodovia que liga Pontal à Cândia, mun. de Pontal.	20°58'41"	48°00'56"
	Res. Graminha	GRAM 02800	A aproximadamente 2km da barragem, mun. de Caconde.	21°35'06"	46°37'04"
5	Res. Atibainha	RAIN 00880	Em frente as obras de colocação da bomba para captação do volume morto, antes da ensacadeira - Em frente ao muro da Estrada que liga Nazaré - Guarulhos, mun. de Nazaré Paulista.	23°12'35"	46°23'10"
	Rio Atibainha	BAIN 02950	Proximo da Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia, mun. Bom Jesus dos Perdões.	23°06'46"	46°28'43"
	Rio Atibaia	ATIB 02065	Na captação da Campinas, na divisa entre os mun. de Campinas e Valinhos	22°54'13"	46°58'25"
		ATIB 02605	A jusante do lançamento da Societal S/A (antiga Shell), mun. de Paulínia.	22°45'09"	47°09'17"
	Res. Salto Grande	ATSG 02800	No corpo central do reservatório, em frente à praia Azul, mun. de Americana.	22°43'30"	47°13'49"
	Res. Cachoeira	CACH 00500	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem, mun. de Piracaia.	23°02' 01"	46°17' 24"
	Rio Camanducaia	CMDC 02370	600 m a montante da PCH Freixos, mun. de Amparo.	22°42' 10"	46°50' 51"
	Rio Corumbataí	CRUM 02190	Na fazenda São José, no bairro da Assistência, mun. de Rio Claro.	22°29'42"	47°36'07"
	Res. Jaguari	JARI 00800	No corpo central do res. Jaguari, em frente a ilha, mun. de Bragança Paulista.	22°55'40"	46°25'27"
	Rio Jaguari	JAGR 02900	Na foz do rio Jaguari, mun. de Limeira.	22°41' 32"	47°16' 51"
	Rio Jundiáí Mirim	JUMI 00250	Próximo a ponte na Estrada Jundiáí/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde, mun. de Jundiáí.	23°08'47"	46°48'22"
	Rio Jundiáí	JUNA 03600	Próximo da ETA III do SAEE de Indaiatuba; mun. de Indaiatuba.	23°08' 25"	47°13' 11"
		JUNA 03900	Na área urbana de Salto, a montante da estação do KfW, próximo à foz com o Rio Tietê, mun. de Salto.	23° 12'31"	47°17'16"
	Rib. Claro	LARO 02530	Próximo a ponte sobre o rio, no Horto Florestal Navarro de Andrade, mun. de Rio Claro.	22°24' 44"	47°32' 40"
	Rio Quilombo	QUIL 03990	Na Foz do Rio Quilombo, logo abaixo da ETE de Americana, mun. de Americana.	22°42'49"	47°20'02"
	Rio Piracicaba	PCAB 02110	1 Km a jusante do ribeirão Quilombo e a montante do ribeirão Tatu, mun. de Americana.	22°42'31"	47°20'25"
		PCAB 02130	300 m a jusante do ribeirão Tatu, mun. de Americana.	22°40'54"	47°22'09"

Tabela 1 (cont.)

UGRHI	CORPO D'ÁGUA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	LAT.	LONG.
6	Res. Ponte Nova	NOVA 00800	No corpo central do reservatório, a 2 Km da barragem, mun. de Salesópolis.	23°34'53"	45°57'44"
	Rio Claro	CLAR 02500	A cerca de 200m da barragem da ETA Casa Grande, mun. de Biritiba Mirim.	23°38'04"	45°56'32"
	Rio Tietê	TIET 02050	Na captação de Biritiba Mirim, mun. de Biritiba Mirim.	23°33'54"	46°00'57"
	Res. Jundiáí	JNDI 00450	No corpo central do reservatório, a aproximadamente 2,5 Km da barragem, no mun. de Mogi das Cruzes.	23°38'02"	46°10'30"
	Res. Taiapuê	PEBA 00900	No corpo central do reservatório, a 1 Km da barragem, mun. de Suzano.	23°34'41"	46°17'03"
	Rio Grande	GADE 02800	No bairro Vila Conde, final da rua das Margaridas, á jus. Solvay, mun. de Rio Grande da Serra	23°44'40"	46°23'13"
		GADE 02900	Próximo à ponte da avenida Santo André (SP-122), na estrada de Rio Grande da Serra, mun. de Rio Grande da Serra.	23°44'46"	46°24'16"
		RGDE 02030	1 Km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba, mun. de Ribeirão Pires.	23°44'30"	46°24'59"
	Res. Rio Grande	PIRE 02999	Na foz do rib. Pires; mun. de Ribeirão Pires.	23°43'14"	46°26'14"
		RGDE 02100	Entre a foz do ribeirão Pires e o pier do Parque Municipal Milton Marinho, mun. de Ribeirão Pires.	23°43'27"	46°26'25"
		RGDE 02300	A 1500 m do clube Tahiti, à jusante do ribeirão Pires, mun. de São Bernardo do Campo.	23°44'29"	46°27'49"
		RGDE 02400	res. do rio Grande, no corpo central, próximo ao linhão da Eletropaulo, mun. de Santo André.	23°45'16"	46°28'10"
		RGDE 02900	No corpo central do reservatório, a 2 Km da barragem, em frente ao clube Banespa, mun. de São Bernardo do Campo.	23°46'09"	46°31'31"
		BIRP 00500	No braço do rio Pequeno, a aproximadamente 2 km à montante da Rodovia Caminhos do Mar, mun. de São Bernardo do Campo.	23°47'28"	46°28'14"
	Res. Billings	BILL 02100	No corpo central do reservatório, na direção do braço do Bororé, mun. de São Bernardo do Campo	23°45'11"	46°38'50"
		BITQ 00100	No braço do Taquacetuba, na baía situada no final da rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP), mun. de São Paulo	23°50'26"	46°39'31"
	Res. Guarapiranga	GUAR 00100	Na foz do rio Parelheiros, mun. de São Paulo.	23°45'15"	46°43'37"
		GUAR 00900	No corpo central do reservatório, a 2 Km da barragem, mun. de São Paulo.	23°41'22"	46°43'35"
	Rio Pinheiros	PINH 04100	A montante da ponte da linha de trem e à jusante da Usina Elevatória de Pedreira, mun. de São Paulo.	23°42'03"	46°41'03"
	Res. das Graças	COGR 00900	Cerca de 50 m da captação do Alto Cotia, mun. de Cotia.	23°39'12"	46°58'03"
	Res. Cabuçu	RCAB 00500	No meio do lago, cerca de 1,5 da barragem, mun. de Guarulhos.	23°23'40"	46°31'46"
	Res. Juqueri/Paiva Castro	JQJU 00900	Próximo da ponte Santa Inês, na rod. que liga Mairiporã à Franco da Rocha, mun. de Franco da Rocha.	23°21'13"	46°39'56"
	Res. Águas Claras	ACLA 00900	Na Serra da Cantareira. A cerca de 50m da barragem, mun. de Caieiras.	23°23'53"	46°39'29"
	Rib. Cristais	CRIS 03400	Na captação de Cajamar, mun. de Cajamar.	23°19'55"	46°49'30"
7	Rio Itapanhaú	IPAU 02600	Na captação da SABESP de Bertioga-Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço, mun. de Bertioga.	23°46'37"	46°03'12"
	Rio Branco	ANCO 02600	Cerca de 1 km à jusante do Parque das Bandeiras, próximo à ponte da estrada de terra, mun. de São Vicente.	23°59'07"	46°30'32"
	Rio Moji	MOJI 02720	A montante da barragem da Fosfertil, mun. de Cubatão.	23°50'08"	46°22'17"
8	Rio Sapucaí	SAPU 02290	A 300 m a montante do canal da PCH Dourados, mun. São José da Bela Vista.	20°38'30"	47°40'23"
		SAPU 02750	Na fazenda Córrego do Rico, na altura da ponte da SP-425 que liga Guairá a Miguelópolis, mun. de Miguelópolis.	20°13'01"	48°12'23"
9	Rio Peixe	SAPU 02850	3,5 Km a jusante da ponte da SP-425 que liga Guairá a Miguelópolis, mun. de Miguelópolis.	20°12'51"	48°13'42"
		PEXE 02950	Ponte na Foz do rio do Peixe, na Estr. de Piraporinha x Estrada Luiz Cavinague, mun. de Itapira.	22°23'54"	46°50'48"
	Res. Cachoeira de Cima	MOCA 02300	Cerca de 1,5 km a montante da barragem, no meio do reservatório, mun. de Mogi-guaçu.	22°22'44"	46°53'42"
	Rio Mogi Mirim	MOMI 03950	Na sua foz, próximo a confluência com o Rio Mogi-Guaçu, mun. de Mogi-mirim.	22°21'48"	46°59'55"
		MOGU 02125	Em frente a Foz do Rib. dos Porcos, mun. de Mogi-guaçu.	22°17'49"	46°47'28"
		MOGU 02180	A jusante do lançamento da International Paper (antiga Champion), mun. de Mogi-guaçu.	22°20'47"	47°0'24"
	Rio Mogi Guaçu	MOGU 02330	1 Km a montante da barragem de Cachoeira das Emas, mun. de Pirassununga.	21°55'26"	47°21'32"
		RICO 02250	Ponte de madeira na estrada de terra a jusante da ETE córrego do Rico, mun. de Monte Alto.	21°18'44"	48°26'56"
	Rib. das Onças	RONC 02700	Em frente a rampa da indústria Santa Cruz, na divisa entre Barrinha e Dumont, mun. de Dumont.	21°16'56"	48°01'03"

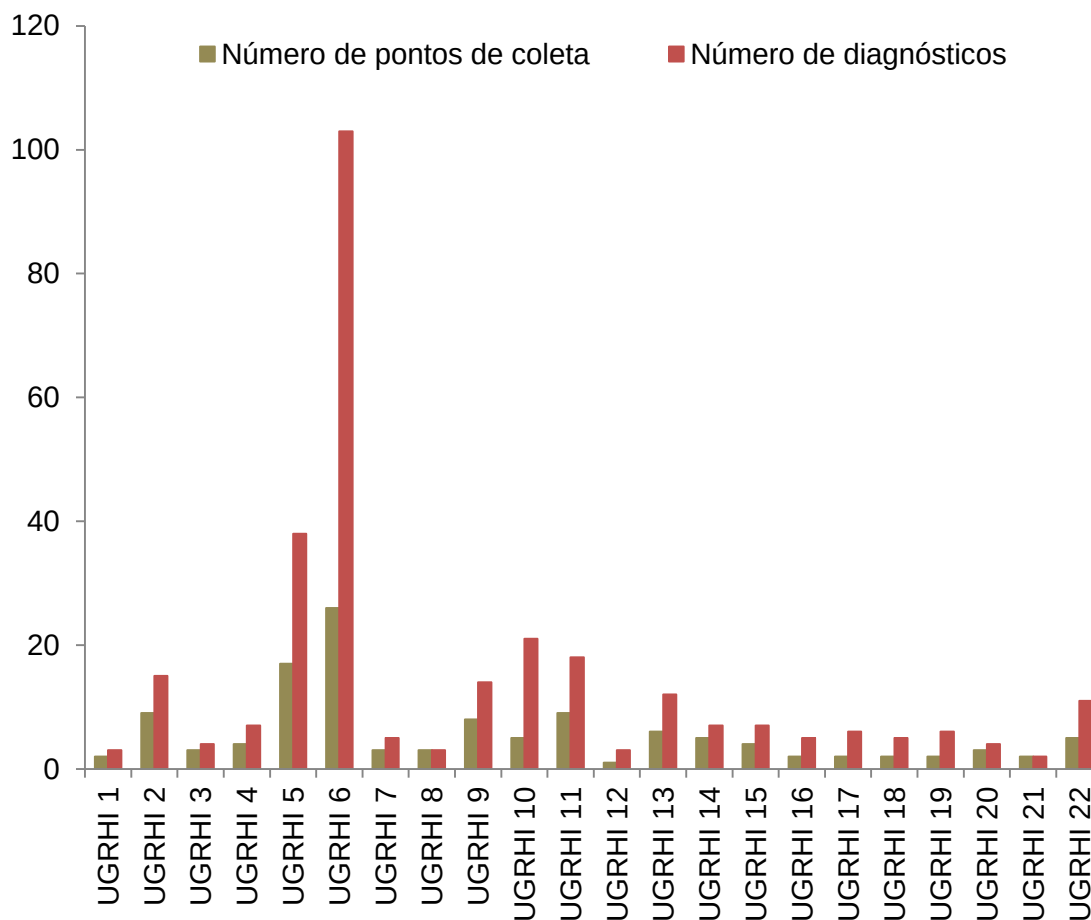
Tabela 1 (cont.)

UGRHI	CORPO D'ÁGUA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	LAT.	LONG.
10	Res. Itupararanga	SOIT 02900	No corpo central do reservatório, a 2 Km da barragem, mun. de Votorantim.	23°37'54"	47°22'55"
		SOIT 02850	No corpo central do reservatório, a 1 Km da barragem, em frente a prainha da ACM, mun. de Votorantim.	23°37'08"	47°23'22"
	Rio Sorocaba	SORO 02700	Na captação de Cerquilho, mun. de Cerquilho.	23°09'33"	47°47'42"
	Res. Barra Bonita	TIBB 02100	No corpo central do reservatório, a jusante da confluência dos rios Tietê e Piracicaba, mun. de Botucatu.	22°36'15"	48°21'33"
		TIBB 02900	No corpo central do reservatório, a 300 m da barragem, mun. de Barra Bonita.	22°31'29"	48°31'57"
11	Rio Juquiá	JUQI 00805	Em frente a ponte do sítio de rafting CANOAR, na estrada dos Carmos, mun. de Juquitiba.	23°56'19"	47°06'14"
	Res. França	JUQI 00810	1Km após entrada no res. do França, mun. de Juquitiba.	23°55'54"	47°07'53"
		CAFR 00300	No corpo central, em frente ao braço do rib. das Laranjeiras, mun. de Juquitiba.	23°55'58"	47°09'26"
	Rio Betari	BETA 02900	Ponte na estrada para o bairro da Serra, mun. de Iporanga.	24°36'14"	48°36'41"
	Rib. Jacupiranguinha	JAIN 02600	800m a jusante da Bunge Fertilizantes, mun. de Cajati.	24°42' 58"	48°04' 56"
		RIBE 02600	A jusante do ribeirão Iporanga, mun. de Iporanga.	24°35'00"	48°35'13"
	Rio Ribeira	RIBE 02650	Próximo da balsa para o Bairro de Pilões, em Poço Grande, mun. de Iporanga.	24 32 47	48 29 58
		RIBE 02750	No bairro dos Meninos, próximo a segunda balsa em Itapeúna, mun. de Eldorado	24°35'46"	48°13'20"
		RIIG 02890	A montante da barragem do Valo Grande, mun. de Iguape	24°41'11"	47°33'54"
12	Rio Pardo	PARD 02780	Em frente ao rancho de pesca da fazenda Pindorama, mun. de Barretos.	20°28'43"	48°26'06"
13	Res. Broa	BROA 02800	No corpo central, cerca de 1 km da Barragem, mun. de Itirapina.	22°10'36"	47°53'58"
	Rio Jacaré-guaçu	JCGU 03880	Na foz do rio, a jusante do córrego São Joaquim, mun. de Ibitinga.	21°49'19"	48°49'30"
	Rio Lençóis	LENS 03950	A 1 km da foz com o Tietê, mun. de Igaraçu do Tietê.	22°30'15"	48°37'32"
	Res. Bariri	TIBA 02800	No corpo central do reservatório, a cerca de 4 Km da barragem, mun. de Bariri.	22°10'17"	48°43'45"
		BJAU 03500	Braço do rio Jau, embaixo do linhão, próximo a ponte da Marambaia, mun. de Itapuí.	22°11'27"	48°41'14"
14	Res. Ibitinga	TIBI 02900	No corpo central, a cerca de 2 km da barragem de Ibitinga, mun. de Ibitinga.	21°45'35"	48°58'14"
	Rib. Guareí	GREI 02950	Faz. Ilha do Gavião, bairro do Aterradinho, Km 229 da Raposo Tavares, mun. de Angatuba.	23°28'10"	48°36'47"
	Rio Itapetininga	ITAP 02450	A 700 m a jusante do Rib. Ponte Alta, mun. de Itapetininga.	23°36'45"	48°07'57"
	Res. Jurumirim	JURU 02600	No corpo central, a jusante da ponte da rod. João Mellão, mun. de Itaí.	23°16'28"	49°04'05"
	Rio Itararé	ITAR 02700	3,5 Km a montante de Salto do Itararé, Paraná, mun. de Barão de Antonina.	23°38'22"	49°36'56"
15	Res. Chavantes	PAXA 02900	Cerca de 6 km da barragem, em frente a ilha, mun. de Timburi.	23°09'46"	49°41'28"
	Rio Preto	PRET 02600	A montante da ponte da estrada que liga o distrito de Ibiporanga (Tanabi) à Palestina, na Fazenda Boa Sorte, mun. de Tanabi.	20°26'36"	49°32'36"
	Rib. São Domingos	SDOM 03700	100 m a montante da ponte da estrada que liga Uchoa à Tabapuã, mun. de Uchoa.	20°56'05"	49°06'26"
		SDOM 03990	Na foz do ribeirão, a 100 m do rio Turvo, mun. de Uchoa.	20°48'42"	49°04'42"
	Res. Água Vermelha	TOMZ 02990	Braço do córrego do Tomazinho, em frente a caixa de areia da ETE, mun. de Cardoso.	20°03'42"	49°55'07"

Tabela 1 (cont.)

UGRHI	CORPO D'ÁGUA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	LAT.	LONG.
16	Rio Batalha	BATA 02222	Na área de lazer da Aldeia Kopenoty, limite norte da Terra Indígena, na divisa com a Fazenda Phenix, mun. de Avaí.	22°14'25"	49°20'04"
	Res. Promissão	TIPR 02800	Corpo central, cerca de 2 Km da barragem, mun. de Promissão.	21°18'49"	49°45'49"
17	Rio Pardo	PADO 02950	Na foz do Rio Pardo, 300 m a montante da ponte ferroviária, mun. de Salto Grande.	22°54'38"	49°57'26"
	Res. Salto Grande	PASG 02800	No corpo central do reservatório, a 1 Km da barragem, mun. de Salto Grande.	22°54'32"	49°58'20"
18	Rio São José dos Dourados	SJDO 02150	Próximo à ponte da estrada de terra de Duas Pontes, a jusante da ETE de Monte Aprazível, mun. de Monte Aprazível.	20°43'02"	49°46'00"
	Res. Ilha Solteira	ISOL 02900	A 4 km à montante da barragem de Ilha Solteira, mun. de Ilha Solteira.	20°20'44"	51°20'31"
19	Res. Três Irmãos	TITR 02100	Em frente à captação de Araçatuba, mun. de Araçatuba.	21°02'56"	50°27'20"
	Res. Jupiá	PARN 02080	A cerca de 2 Km da barragem, mun. de Castilho.	20°44'58"	51°36'45"
20	Rio Tibiriçá	TBIR 03400	Próximo à ponte do distrito de Rosalia, mun. de Marília.	21°56'42"	49°57'10"
	Rio Aguapeí	AGUA 02030	A aproximadamente 150m a montante da ponte na rod. BR-153, que liga Lins a Getulina, mun. de Lins.	21°44'43"	49°51'27"
21	Rib. Marrecas	RECA 02900	Próximo da ponte na entrada da cidade na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, mun. de Panorama.	21°21'01"	51°51'07"
	Rio Peixe	PEIX 02100	Próximo à ponte da rodovia que liga Marília à Assis, no distrito de Amadeu Amaral, mun. de Marília.	22°18'11"	50°02'52"
22	Rep. Laranja Doce	RLAN 02500	Represa Laranja Doce, no meio do corpo central, mun. de Martinópolis.	22°14'32"	51°09'18"
	Rio Sto Anastácio	STAN 02930	A jusante da ponte da estrada vicinal Estrada Vicinal KM 8,5 Pres. Eptacio X Planalto do Sul, proximo a pousada Cururu, mun. de Presidente Eptácio.	21°50'50"	52°09'55"
22	Rib Caiuá	KAIU 02950	Próximo da ponte na vicinal SPV-71, perto da Delegacia fluvial de Pres. Eptácio, mun. de Presidente Eptácio.	21°45'41"	52°05'49"
	Res. Capivara	PARP 02700	A 5 km da barragem, entre os mun. de Taciba (SP) e de Porecatu (PR).	22°39'59"	51°18'40"
	Rio Paraná	PARN 02950	A jusante da usina de Porto Primavera, mun. de Rosana.	22°30'12"	52°58'43"
	Res. Porto Primavera	PARN 02900	Cerca de 2 Km da barragem, mun. de Rosana.	22°28'45"	52°56'20"

Gráfico 4 - Distribuição dos números de pontos de coleta e de diagnósticos nas 22 UGRHs do estado de São Paulo para o período 2002-2019



2.2 Tratamento de dados

A construção e revisão de índices multimétricos requer pelo menos duas etapas de investigação (Gerritsen et al., 2000):

- Identificação das métricas sensíveis ao gradiente e
- Calibração dos critérios de pontuação para cada métrica.

Nas duas etapas um gradiente de qualidade deve ser previamente definido. Uma vez que a biota oferece uma visão única e integrada da qualidade do ambiente, optou-se por utilizar as próprias métricas da comunidade e a análise multivariada *Principal Component Analysis* (PCA) na definição destes gradientes. O gradiente foi descrito pelos valores do eixo 1 da PCA e por sua conversão em diagnósticos. O primeiro usado nas correlações com variáveis contínuas (métricas) e o segundo nas correlações com variáveis discretas (ICB).

A planilha Excel foi utilizada para os cálculos de algumas métricas e para a confecção dos gráficos de média e de barras, enquanto que o software PAST (Hammer et al., 2001) foi utilizado no cálculo de outras métricas, na confecção de gráficos Box-Whisker, nas análises multivariadas (PCA) e nos cálculos de correlação linear.

2.2.1 Avaliação do desempenho dos índices atuais e das métricas que os compõem

Em geral a revisão de todos os habitats seguiu um mesmo procedimento. Eventualmente alguns critérios se adequaram à biota de um ambiente, mas serão citados na ocorrência.

- 1) Revisão e atualização da tabela de dados brutos, com revisão das métricas e recálculo das métricas, com especial atenção para a riqueza de nativos (S_{nat}), que sofreu correção por causa de algumas identificações antigas e a riqueza de sensíveis (S_{sen}), que teve subtraído o gênero *Campsurus* (Polymitarcyidae), e, conseqüentemente, dos ICBs.
- 2) Definição do gradiente de qualidade pelos valores do primeiro eixo da PCA1 (correlação), rodada com as métricas que compõem o atual ICB. Após ordenado o eixo, foram estabelecidas 5 classes, procurando-se dividir a extensão do eixo 1 em 5 faixas similares de valores, geralmente seguindo os critérios:
 - Eixo 1 variando de <-1 a >4 : $<-1,5$; $>-1,5$ até 0; 0 até 1,5; $>1,5$ até 4 e >4 , ou
 - Eixo 1 variando de <-1 a >3 : <-1 ; -1 até 0; 0 até 1; >1 até 3 e >3
- 3) Para cada métrica e classe foram calculados os parâmetros média e desvio padrão para avaliar graficamente a sua sensibilidade ao gradiente.
- 4) Correlação entre os **diagnósticos** pelo eixo 1 da PCA e pelo ICB para avaliar o ajuste do índice ao gradiente.
- 5) Verificação gráfica da distribuição dos dados da rede ao longo do gradiente.

2.2.2 Cálculo e teste de métricas

Várias métricas tem sido citadas na literatura clássica voltada ao biomonitoramento com macroinvertebrados aquáticos, como em USEPA (1987), Rosenberg & Resh (1993), USEPA (1998), Barbour et al. (1999) e Gerritsen et al. (2000).

Nestes estudos, as métricas calculadas e testadas como componentes do ICBs foram:

- Densidade total (DT) = número total de indivíduos na amostra, nas fórmulas representada com N.
- Densidade de táxons sensíveis (D_{sen}) = número de indivíduos pertencentes aos táxons considerados sensíveis na amostra.

Sendo considerados sensíveis: em rios, famílias de EPT e os gêneros *Stempellina*, *Constempellina* e *Stempellinella* e em reservatórios famílias de EOT e os gêneros *Stempellina*, *Constempellina* e *Stempellinella*.

- Riqueza de espécies nativas (S_{nat}) = número total de táxons nativos na amostra.
- Riqueza de táxons sensíveis (S_{sen}) = número total de táxons considerados sensíveis na amostra.

- Riqueza de EPT (S_{EPT}) = número de famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, para rios
- Riqueza de EOT (S_{EOT}) = número de famílias das ordens Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera, para reservatórios
- Riqueza de EPTC (S_{EPTC}) = número de famílias das ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Coleoptera, para rios
- Riqueza de EOTC (S_{EOTC}) = número de famílias das ordens Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera, para reservatórios
- Riqueza de espécies exóticas ($S_{exótica}$) = número de espécies exóticas invasoras na amostra.
- Riqueza de Menhinick (S_M)

$$S_M = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (8)$$

- Riqueza de Margalef (S_{Mg})

$$S_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)} \quad (9)$$

- Índice de Comparação Sequencial (ICS)
- Diversidade de Shannon-Wiener (H'), em $\log_2$ e $\ln$ (3)
- Diversidade de Fisher (α)

$$\alpha = \frac{S}{\ln \frac{(1 + N)}{\alpha}} \quad (10)$$

- Uniformidade de Simpson (U_S) = $1 - D$

$$U_S = 1 - D \quad (11)$$

- Uniformidade de Buzas-Gibson (U_{B-G})

$$U_{B-G} = \frac{e^{H'}}{S} \quad (12)$$

- Uniformidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \quad (13)$$

- Dominância (Dom) = relação entre a densidade do táxon mais numeroso com a densidade total da amostra, podendo ser expresso em % (1).
- Dominância (D)

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (14)$$

- Dominância de tolerantes (T/DT) = relação entre a densidade de táxons considerados tolerantes com a densidade total da amostra (7)

Sendo considerados tolerantes em rios, Tubificinae e Rhyacodrilinae sem queta capilar, *Tubifex*, Naidinae, Pristininae e *Chironomus* e em reservatórios, *Limnodrilus*, *Bothrioneurum*, *Tubifex*, *Aulophorus*, *Dero*, *Pristina* e *Chironomus*.

- Abundância relativa de sensíveis (AR_{sen})
- Abundância relativa de espécies exóticas ($AR_{exótica}$)
- Relação Tanytarsini:Chironomidae (Tt/Chi) = relação entre a densidade da tribo Tanytarsini com a densidade da família Chironomidae (6)
- Índice de Exóticas = média das pontuações de 2 componentes, número e abundância relativa (AR) de exóticas segundo quadro abaixo:

pontos	$S_{exótica}$	$AR_{exótica}$
6	azóico	
5	3	>50%
4	2	30 - 50
3	1	10 - <30
2		<10%
1	0	0

- Abundância relativa de táxons filtradores (% Filtradores) = relação entre a densidade de organismos filtradores e a densidade total da amostra

$$\%filtradores = \frac{D_{filtradores}}{DT} \quad (15)$$

Sendo considerados filtradores (segundo Cummins et al., 2005; Merritt et al., 2009) os táxons Bryozoa, Bivalvia nativos, Tanytarsini (*Rheotanytarsus*), Simuliidae, Leptoceridae (*Nectopsyche*), Philopotamidae, Polycentropodidae, Hydropsychidae. Em geral, na rede de monitoramento apenas o gênero *Nectopsyche* tem sido observado, mas entre Tanytarsini, a ocorrência de *Rheotanytarsus* é rara e só foi registrada em reservatórios, onde o nível de identificação da tribo é gênero. Consequentemente, neste momento não foram considerados, em rios, os dados da tribo Tanytarsini mas, no futuro, se selecionada esta métrica, o gênero deverá ser identificado e contado separadamente também nestes ambientes.

O Quadro 9 apresenta as respostas esperadas das diferentes métricas calculadas e desenvolvidas com relação a um gradiente crescente de estresse ambiental.

Quadro 9 - Comportamento esperado das métricas diante de um gradiente de piora ambiental

Métrica	Resposta
DT	variável
D_{sen}	diminuição
S_{nat}	diminuição
S_{sen}	diminuição
S_{EPT}	diminuição
S_{EOT}	diminuição
S_{EPTC}	diminuição
S_{EOTC}	diminuição
$S_{exótica}$	aumento

Quadro 9 (cont.)

Métrica	Resposta
S_{Chi}	diminuição
S_{Oligo}	diminuição
S_M	diminuição
S_{Mg}	diminuição
ICS	diminuição
$H' (\log_2)$	diminuição
$H' (\ln)$	diminuição
α	diminuição
U_S	diminuição
U_{B-G}	diminuição
J'	diminuição
Dom (%)	aumento
D	aumento
T/DT	aumento
$AR_{sen} (\%)$	diminuição
$AR_{exótica} (\%)$	aumento
Tt/Chi	diminuição
%filtradores	variável
IE	aumento
IB	diminuição
ICB	diminuição

Para o teste de novas métricas com potencial de integrar o ICB foi seguido o seguinte procedimento:

- 1) Outras PCAs foram rodadas em busca da melhor explicação da variabilidade pelo eixo 1, considerando, pelo menos: a remoção da métrica de tolerância (T/DT), a remoção da métrica de sensibilidade e a remoção de ambas.
- 2) Os **valores** do eixo 1 da PCA que melhor explicaram a variação dos dados foram correlacionados com as novas métricas.
- 3) As métricas que obtiveram correlação significativa ($p < 0,05$) e alta ($r > 0,800$) foram avaliadas quanto a sua sensibilidade ao gradiente, através de gráficos de médias e desvios para as diferentes classes de qualidade, considerando: direção da resposta, sobreposição dos valores, extensão da faixa de valores.
- 4) Novas PCAs incorporando estas novas métricas foram rodadas para avaliar a % de explicação do eixo 1.

2.2.3 Desenvolvimento de índices bióticos (IB)

No desenvolvimento de índices bióticos (IB), que aliam as medidas de sensibilidade e tolerância, foi seguido o seguinte procedimento:

- 1) As planilhas de densidade da biota foram ordenadas segundo o(s) gradiente(s) da etapa anterior que melhor explicou(aram) a variabilidade dos dados.

- 2) Foram calculadas as frequências de ocorrência (fo)(%) e as densidades médias (dm)(ind.m⁻²) dos potenciais bioindicadores por classe de qualidade. Obviamente, amostras subamostradas por método semi-quantitativo foram excluídas do segundo cálculo.
- 3) Os valores foram transformados em faixas:

Frequência de ocorrência (fo):	0-25	26-50	51-75	76-100	
Densidade média:	<50	50-99	100-499	500-999	>999

- 4) Os indicadores foram selecionados segundo os critérios:
- Exclusão de espécies exóticas invasoras (EEI)
 - Exclusão daqueles com fo < 25% e dm < 50 em todas as classes
 - Discriminação de táxons raros, a serem testados quanto ao seu uso ou não no IB, como aqueles com apenas uma fo até 50% e/ou 1 dm até 99
- 5) As pontuações foram dadas de acordo com a classe definida pelos critérios de pontuação, sendo:

Classe	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Pontuação	1	2	3	4	5

- 6) Critérios de pontuação:
- Para fo, a) menor classe da faixa de maior valor ou b) menor classe com fo>50%;
 - Para dm, menor classe da faixa de maior dm, observando que, quando todas as classes caírem em uma mesma faixa de valor, se utilize a classe de maior valor de dm
- 7) Pontuação bônus por ausência na classe Muito Ruim.
- 8) Critérios para cálculo de valências:
- a) Soma da pontuação de fo, dm e bônus (fo+dm+bônus).
 - b) Média de fo e dm, somando o bônus $[(fo+dm)/2]+bônus$.
 - c) Soma de fo e o bônus (fo + bônus).
 - d) Ajustar o sistema para que a menor valência seja 1.
 - e) Quando o número de casos da classe Ótima foi 1 ou 2, também foi testado desconsiderar sua pontuação para fo e/ou dm.
- 9) Considerar diferentes concepções para o IB: qualitativo ou quantitativo, incluindo ou não os raros, ponderando ou não com o número de indicadores e, quando coube, utilizando diferentes níveis taxonômicos.
- 10) Calcular as propostas de IB para os dados da rede.
- 11) Avaliar o ajuste do IB correlacionando seus resultados com os **valores** da PCA que originou o gradiente. O maior valor de correlação foi o critério usado na escolha do IB.

2.2.4 Revisão dos índices multimétricos

Para proceder a revisão dos índices multimétricos foram seguidos os passos a seguir:

- 1) Novas PCAs foram rodadas, com substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelos IBs selecionados.
- 2) O eixo 1 das PCAs com maiores % de explicação da variabilidade dos dados foram ordenados e transformados em diagnóstico como no **item 2.2.1**.
- 3) Avaliação da sensibilidade das métricas ao gradiente por gráficos Box-Whisker.
- 4) Estabelecimento de novas propostas de ICB. Todas envolveram a adição de 1 classe de qualidade e substituição das métricas de tolerância/sensibilidade por uma versão de IB, mas o

cálculo das faixas variou entre a utilização de médias, medianas, mínimos de Ótima ou máximos de Boa.

- 5) Cálculo dos parâmetros estatísticos (média, mediana, mínimo da qualidade Ótima e máximo da qualidade Boa) para o estabelecimento das faixas.
- 6) Para médias e medianas foram calculadas os valores intermediários entre as classes para servirem de marco inicial ou final da faixa. Por exemplo, sendo os valores médios de S_{nat} nas diferentes classes:

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
S_{nat}	12	16	21	24	35

Calcula-se a distância média entre as duas classes sequenciais (por exemplo, $(16-12)/2$), somando o valor ao menor valor (por exemplo, $2+12$) de forma a definir os valores iniciais (14) e finais das faixas:

distância média	2,00	2,50	1,50	5,50
valor da faixa	14	18	22	30

O primeiro valor refere-se ao limite superior da classe Muito Ruim enquanto que o último é o limite inferior da classe ótima. Consequentemente, as faixas para S_{nat} seriam:

	S_{nat}
PÉSSIMA	azóico
MUITO RUIM	<15
RUIM	15-18
REGULAR	19-22
BOA	23-29
ÓTIMA	>29

- 7) Para os valores mínimos da qualidade Ótima e máximos da qualidade Boa, foram calculadas faixas de igual tamanho e, no último caso, o último valor refere-se ao limite superior da classe Boa. Por exemplo, se o valor máximo de S_{nat} na classe Boa for 36:

S_{nat}	
9	limite superior de Muito Ruim
18	
27	
36	limite superior de Boa

- 8) Para cada nova proposta o ICB resultante foi calculado e correlacionado com os **diagnósticos** obtidos com o eixo 1 de sua respectiva PCA, de forma a avaliar seu ajuste. O maior valor de correlação foi o critério usado na escolha do ICB.
- 9) Para cada habitat os novos diagnósticos foram confrontados com o anterior.
- 10) Os Índices Bióticos (IB) foram correlacionados com os **valores** do eixo 1 da PCA e com o ICB para avaliar a pertinência de seu uso como instrumento de avaliação rápida.
- 11) Validação das novas propostas com dados de outros projetos, avaliando-se o desempenho do novo ICB por sua correlação com os **diagnósticos** do eixo 1 da PCA rodada com as métricas que o compõe e do IB com os **valores** do mesmo eixo 1.

A normalidade da curva de distribuição dos diagnósticos é desejável para que o ICB possa ser usado com testes paramétricos em comparações espaciais, temporais e em correlações com outras variáveis. No entanto, a escolha não aleatória da amostragem de dados pode ter comprometido a aquisição deste tipo de distribuição.

2.2.5 Propostas de inserção da bioinvasão no diagnóstico.

Em amostras de macroinvertebrados obtidas com pegadores foram identificadas e contadas as espécies exóticas com potencial de invasão: *Corbicula* spp, *Limnoperna fortunei*, *Melanoides tuberculatus* e *Lumbriculus variegatus*.

Para todos os ambientes foram avaliadas quatro opções de inserção da questão de espécies exóticas invasoras (EEI) no diagnóstico ambiental:

- a) Manter separados os diagnósticos do ICB e de EEI
- b) Inserir o índice de exóticas (IE), como a média das pontuações de 2 componentes: número e abundância relativa de exóticas) no ICB
- c) Piorar 1 classe na ocorrência de EEI
- d) Somar ao ICB uma pontuação de acordo com o resultado do IE:
 - ✓ 0 se IE = 1 ou 6
 - ✓ 0,25 se IE >1 - <3
 - ✓ 0,5 se IE ≥ 3)

O comportamento de cada proposta foi avaliado graficamente.

3 RESULTADOS

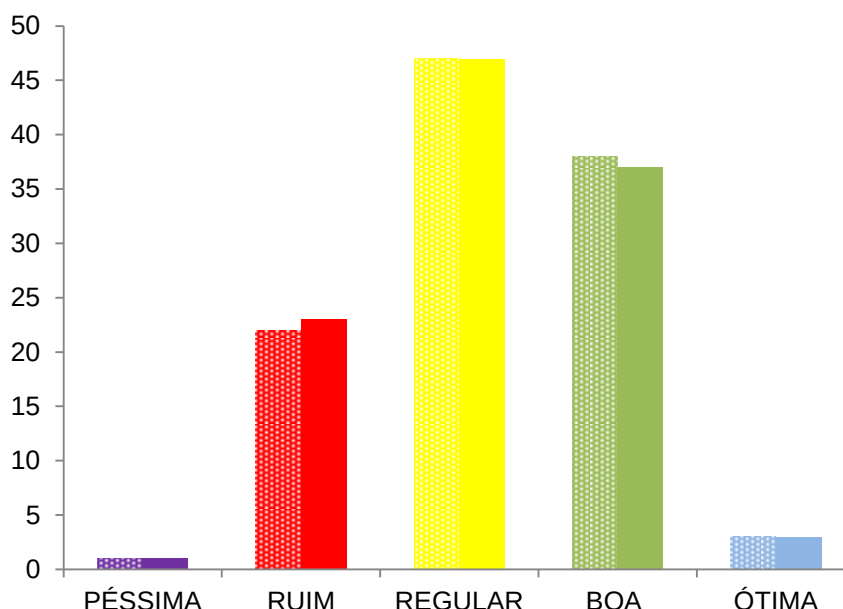
Para melhor compreensão, esta seção foi organizada pela apresentação dos resultados de revisão de cada índice multimétrico, seguida da avaliação de inserção ou não de uma métrica específica para a bioinvasão.

3.1 ICB_{RIO}

3.1.1 O desempenho do ICB_{RIO} atual

Apenas em rios ocorreram casos (N=12) em que não foi possível calcular o ICS devido à alta densidade da amostra, sendo aplicado o H' como métrica de diversidade. Com a modernização do sistema computacional foram calculados os valores de ICS para estes locais e revistos seus diagnósticos. O Gráfico 5 apresenta a distribuição dos 111 diagnósticos realizados em rios entre 2002 e 2019, tanto originais (calculados com H' em 12 locais) e aqueles que seriam obtidos pelo uso apenas de ICS como métrica de diversidade. Poucas alterações foram observadas, mostrando que os diagnósticos com as duas métricas de diversidade estavam bem alinhados.

Gráfico 5 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de rios do estado de São Paulo no período 2002-2019 (cor pontilhada = original; cor cheia = só com ICS)



Assim, foi rodada 1 PCA (PCA1) (N = 110) com as métricas atualmente utilizadas, tendo sido excluído o único dado azóico.

PCA1 (N=110): S_{nat}, ICS, S_{sen}, T/DT – Eixo 1 explicou 68,1% da variação

Foi definido um gradiente em 5 classes com os valores do eixo 1 ordenado.

A versão atual do ICB_{RIO} foi altamente correlacionada com os diagnósticos da PCA1 (Tab. 2).

Tabela 2 - Correlação da versão atual do ICB_{RIO} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1

r	p
0,885	1E-37

Os Gráficos de 6 a 10 mostram a sensibilidade das métricas S_{nat} (Fig. 6), ICS (Fig. 7), H' (Fig. 8), T/DT (Fig. 9) e S_{sen} (Fig.10) ao gradiente formado pela PCA1, considerando 6 classes de qualidade. A qualidade Péssima, não representada, corresponde à situação azóica, quando a maioria das métricas não pode ser calculada.

Gráfico 6 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1

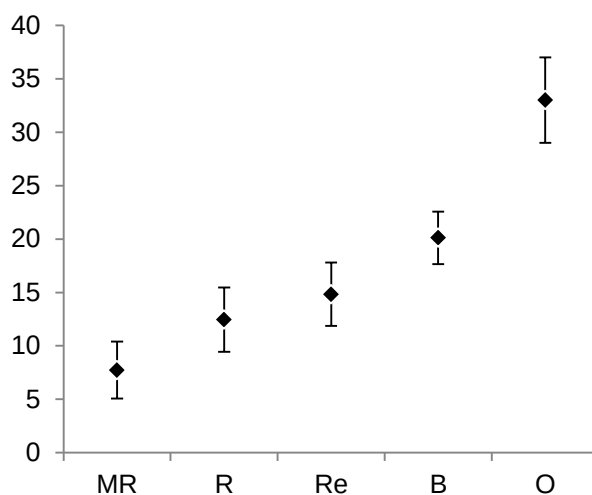


Gráfico 7 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1

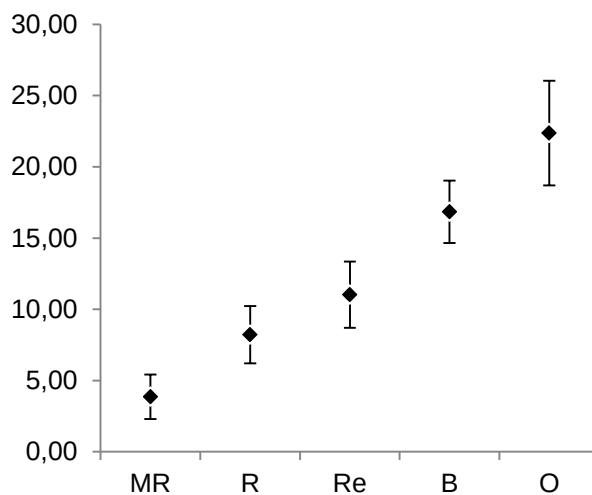


Gráfico 8 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1

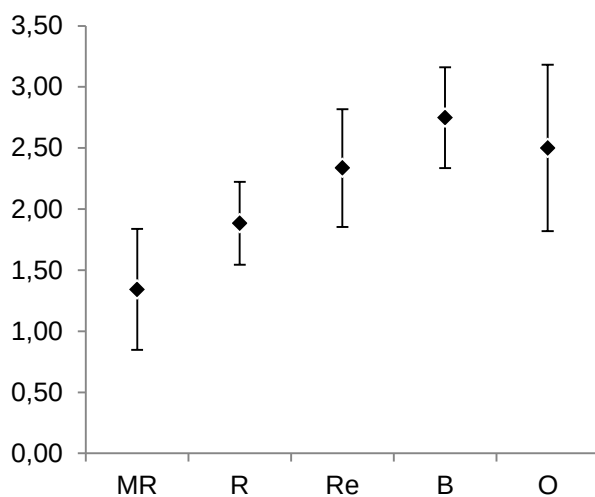


Gráfico 9 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1

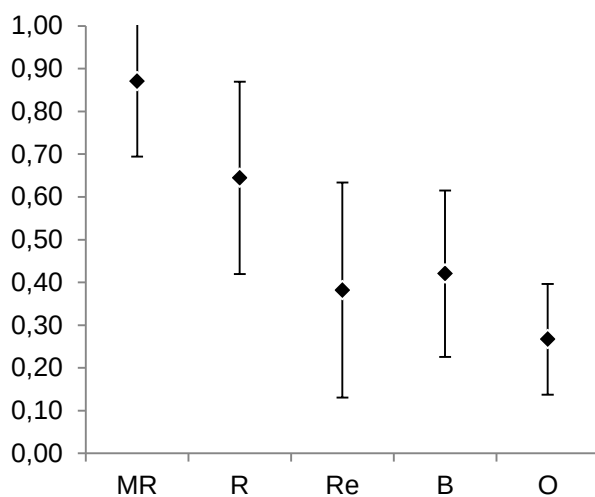
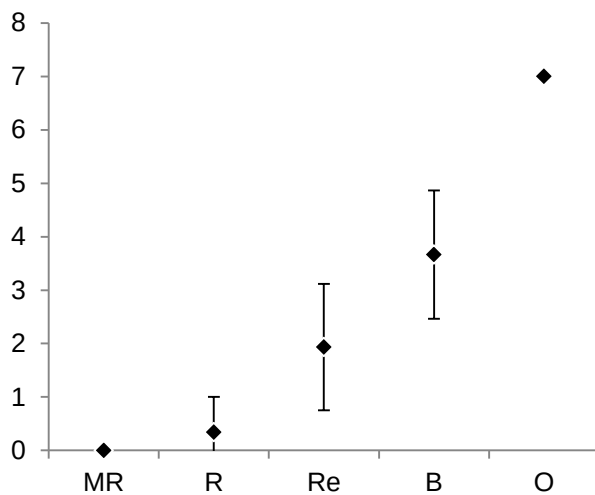


Gráfico 10 - Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA1



S_{nat} (Fig. 6), ICS (Fig. 7) e S_{sen} (Fig. 10) foram mais sensíveis ao gradiente por responderem linearmente a ele e apresentarem desvios menores. T/DT (Fig. 9) também respondeu linearmente, embora inversamente, como esperado, mas os desvios altos provocaram muita sobreposição, o que não possibilita um bom discernimento das classes de qualidade. S_{nat} foi a métrica que melhor discerniu as classes de qualidade pois seus desvios foram os mais baixos. Das métricas de diversidade, o ICS mostrou melhor resposta, aumentando ao longo do gradiente, embora alguma sobreposição ainda ocorra. H' (Fig. 8) diminuiu entre as qualidades Boa e Ótima, podendo ser resposta ao fenômeno natural do distúrbio intermediário ou simplesmente decorrer da baixa representatividade da classe de qualidade ótima ($N = 2$). A curva de riqueza de sensíveis apresentou comportamento exponencial e exibiu sobreposição nos valores de desvios entre as classes Regular e Boa e Regular e Ruim.

3.1.2 Avaliação de métricas

Quatro novas PCAs foram rodadas em busca do eixo 1 que melhor explicasse a variação dos dados para, com o gradiente formado, avaliar o ajuste das métricas e desenvolver propostas de índices bióticos (IB).

PCA2 ($N=110$): S_{nat} , ICS, S_{sen} – Eixo 1 explicou 83,2% da variação

PCA3 ($N=110$): S_{nat} , ICS, T/DT – Eixo 1 explicou 68,2% da variação

PCA4 ($N=110$): S_{nat} , ICS – Eixo 1 explicou 92,2 % da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA4 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 3).

Tabela 3 - Resultados das correlações das métricas calculadas em rios com os valores do eixo 1 da PCA4 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	-0,147	0,13
D_{sen}	0,478	1,E-07
S_{nat}	0,960	2,E-61
S_M	0,045	0,64
S_{Mg}	0,910	5,E-43
ICS	0,960	2,E-61
$H' (\log_2)$	0,622	4,E-13
$H' (\ln)$	0,599	5,E-12
α	0,841	1,E-30
S_{sen}	0,728	2,E-19
S_{EPT}	0,739	3,E-20
S_{EPTC}	0,747	8,E-21
Tt/Chi	0,380	4,E-05
$AR_{sen} (\%)$	0,235	1,E-02

Tabela 3 (cont.)

	r	p
U _S	0,429	3,E-06
U _{B-G}	-0,335	3,E-04
J'	0,037	0,70
Dom (%)	-0,358	1,E-04
D	-0,430	3,E-06
T/DT	-0,338	3,E-04
%filtradores	0,151	0,11
S _{exótica}	0,255	7,E-03
AR _{exótica} (%)	0,077	0,42
IE	0,252	8,E-03
ICB _{RIO} (5 classes)	-0,801	9,E-26
IB-Rio	0,948	1E-55

Como métrica de riqueza, S_{nat} foi a mais ajustada ao gradiente, seguida de S_{Mg}, enquanto que entre as métricas de diversidade, ICS foi a que obteve maior correlação, seguida de α . Das duas versões de H', aplicando base 10 e logaritmo neperiano, o primeiro, atualmente utilizado como alternativa ao ICS, foi o que obteve melhor correlação com o gradiente. Por essa razão, sua substituição por α foi posteriormente avaliada. Entre as métricas de sensibilidade, S_{EPTC} foi a mais ajustada ao gradiente, podendo ser alternativa a S_{sen}, que nada mais é que S_{EPT} somada a ocorrência de alguns gêneros de Tanytarsini considerados mais sensíveis. As métricas de uniformidade/dominância, incluindo a métrica de tolerância (T/DT) e as métricas associadas às espécies exóticas invasoras, não obtiveram boa correlação com o gradiente. E a única métrica funcional testada, que poderia ser aplicável à biota em trechos de baixo gradiente (% filtradores), não obteve correlação significativa com o eixo 1 da PCA4. Por outro lado, o atual ICB, que distingue 5 classes de qualidade, apresentou um bom ajuste com o gradiente da PCA4.

Os Gráficos 11 a 15 mostram o comportamento das métricas atualmente utilizadas ao novo gradiente.

Gráfico 11 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

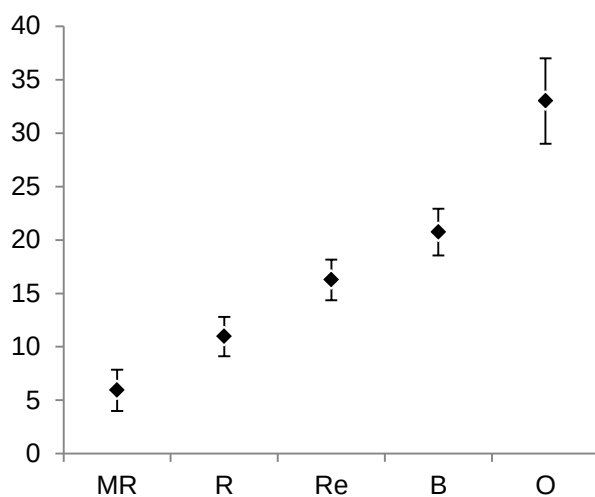


Gráfico 12 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

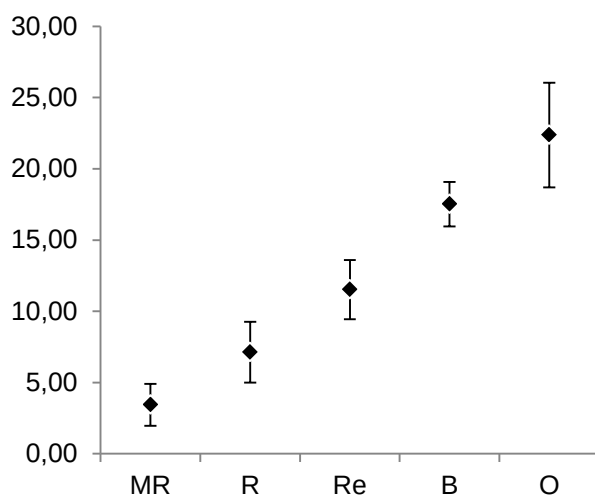


Gráfico 13 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

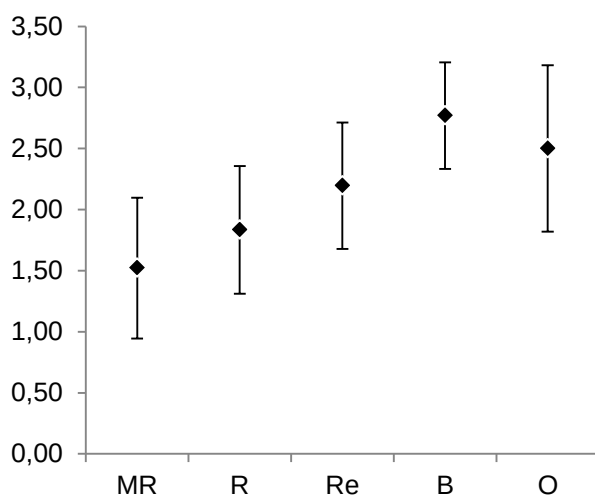


Gráfico 14 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

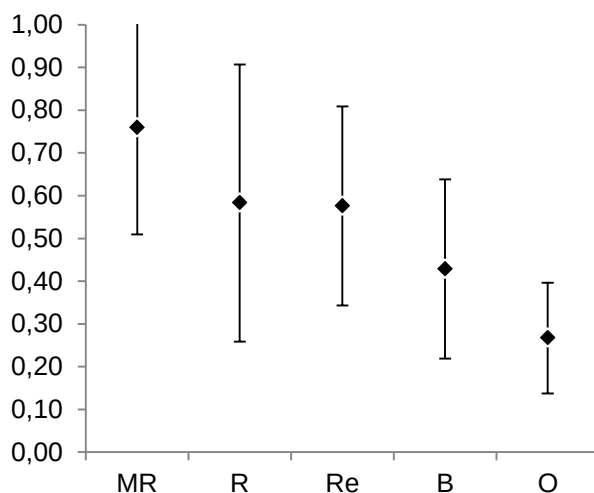
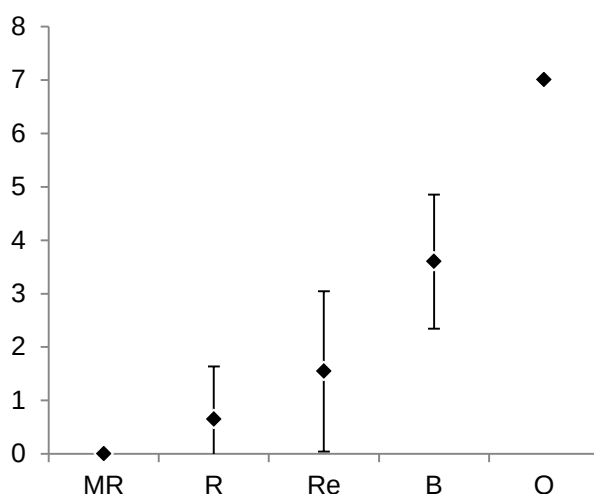


Gráfico 15 - Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4



Como esperado, as métricas usadas para a definição do gradiente na PCA4, S_{nat} (Gráf. 11) e ICS (Gráf. 12), foram as que melhor responderam a este, seguindo a direção esperada e discriminando muito bem as classes de qualidade, com exceção da classe ótima para o ICS que apresentou desvio alto, provocando sobreposição com a classe boa. H' (Gráf. 13) continuou a diminuir seu valor na qualidade ótima e poderia ser substituído por α (Gráf. 16), que exibiu comportamento linear ao gradiente e, apesar de alguns desvios um pouco mais elevados, conseguiu distinguir melhor as classes de qualidade. S_{sen} (Gráf. 15) respondeu na direção esperada ao gradiente, com um formato de curva que continuou mais exponencial do que linear, mas os desvios dificultaram a separação das classes, assim como seus potenciais substitutos, S_{EPT} (Gráf. 17) e S_{EPTC} (Gráf. 18). Em parte os elevados desvios podem ser explicados pelo grande número de valores nulos observados para as 3 métricas no conjunto de dados considerados para a PCA4 (42% para S_{sen} e S_{EPT} e 35% para S_{EPTC}), e que ocorreram desde a qualidade Muito Ruim até a Regular. T/DT (Gráf.

14) foi a métrica atualmente usada que exibiu o pior ajuste ao gradiente, aumentando na qualidade Regular em relação à Ruim e com altos desvios, devendo ser excluída. Não havendo alternativa para métrica de tolerância, um IB pode substituir as duas métricas, de sensibilidade e tolerância, já que considera ambos atributos.

Gráfico 16 - Variação de α ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

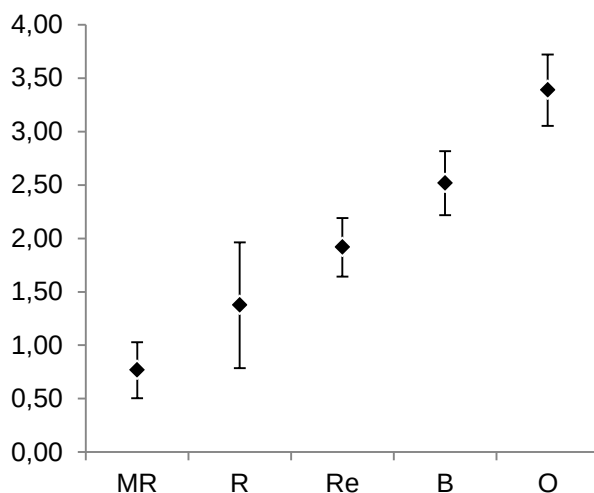


Gráfico 17 - Variação de S_{EPT} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

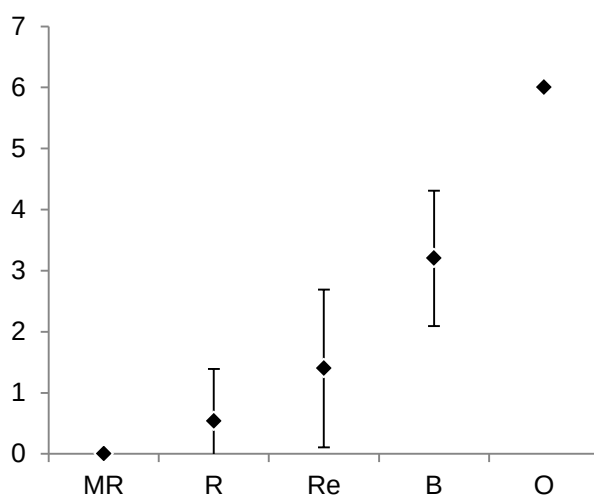
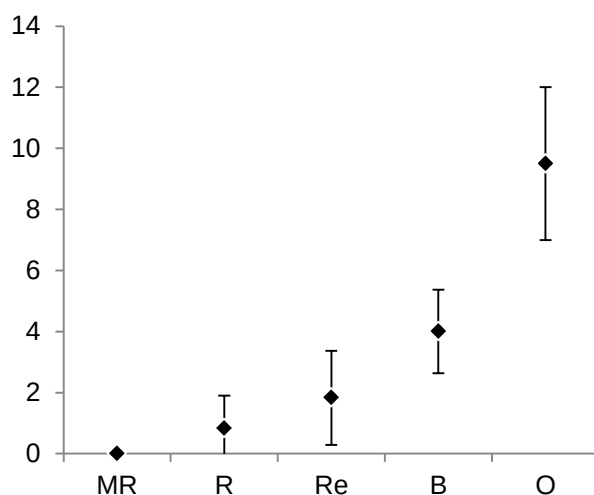


Gráfico 18 - Variação de S_{EPTC} ao longo do gradiente de qualidade em rios formado pela PCA4

Uma nova PCA foi rodada substituindo S_{sen} por S_{EPTC} , que não superou a % de explicação do eixo 1 para a variabilidade dos dados obtida pela PCA4:

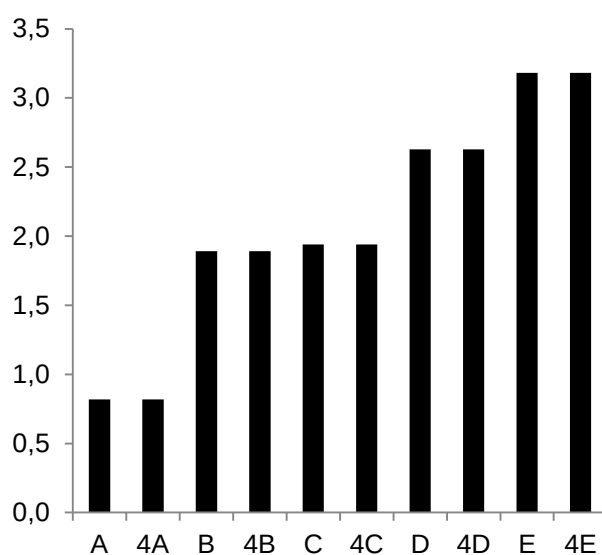
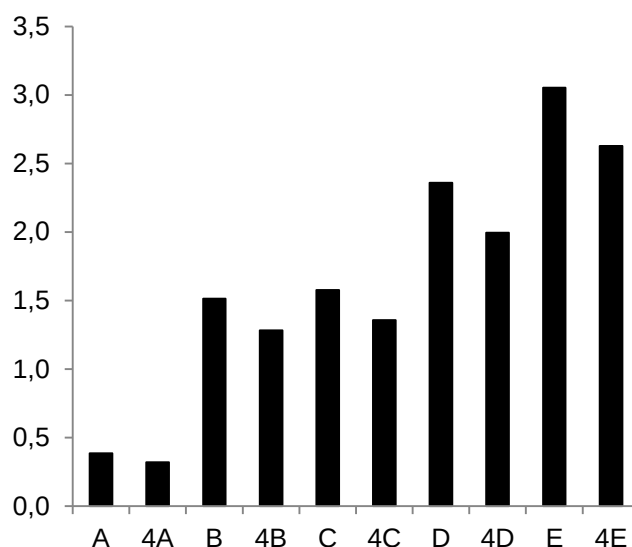
PCA6 (N=110): S_{nat} , ICS, S_{EPTC} – Eixo 1 explicou 84,0 % da variação

Além de ter respondido melhor ao gradiente que H' , o índice de diversidade de Fisher (α) correlacionou-se melhor com ICS (Tab. 4).

Tabela 4 - Correlações entre as métricas de diversidade em rios

	<i>r</i>	<i>p</i>
ICS x H'	0,780	9E-24
ICS x α	0,798	2E-25
H' x α	0,579	4E-11

No entanto, diferentemente de H' (Gráf. 19), α (Gráf. 20) exibiu sensibilidade ao tamanho da amostra (N), como já relatado por outros autores (Hairston & Beyers, 1954 apud Wilhm & Dorris, 1968) o que inviabilizaria a aplicação de estratégias de subamostragem, que aceleram a análise de amostras com densidades muito elevadas. Para a confecção dos gráficos, os dois índices foram calculados com dados reais em diferentes classes de qualidade (A, B, C, D e E) e com seu múltiplo de 4 (4A, 4B, 4C, 4D e 4E). Sendo assim, o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') permanecerá como alternativa de ICS, embora já não haja restrição ao cálculo do ICS.

Gráfico 19 - Variação no resultado do cálculo de H' com o tamanho da amostra**Gráfico 20 - Variação no resultado do cálculo de α com o tamanho da amostra**

3.1.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para rios (IB-Rio)

Para a definição de valências foi usado o gradiente e as classes de qualidade determinados pela PCA4, que gerou 6 sistemas de valências, mais seus espelhos ('), com valores invertidos, para avaliação de um IB quantitativo. Neste caso, as valências com as escalas invertidas são utilizadas como fator de multiplicação para as abundâncias relativas dos táxons indicadores. Também foram testadas versões ponderadas para as propostas de IB qualitativos, que dividem a somatória pelo número de indicadores, o uso ou não de táxons raros e em versões que utilizam diferentes níveis de diferenciação taxonômica: a)

em subfamília, separando a tribo Tanytarsini; b) em família e c) em família, mas separando o gênero *Chironomus* dos outros Chironomidae, gerando no final 56 propostas de IB. A Tabela 5 mostra os critérios utilizados na concepção de cada conjunto de valências e a Tabela 6 as valências resultantes de V1 a V6’.

Tabela 5 – Critérios utilizados para o cálculo das valências

Critério para fo	Valência	Cálculo	Indicadores/Raros	Chi:subfamílias-Tanytarsini, sem raros	Chi:subfamílias-Tanytarsini, com raros	Chi:família, sem raros	Chi:família, com raros	Chi:família/Chironomus, sem raros	Chi:família/Chironomus, com raros
fo = primeira >%	V1	soma	quali	IB1/IB1p	IB2/IB2p	IB3/IB3p	IB4/IB4p	nr	nr
	V1'		quanti	IB5	IB6	IB7	IB8	nr	nr
	V2	média	quali	IB9/IB9p	IB10/IB10p	IB11/IB11p	IB12/IB12p	nr	nr
	V2'		quanti	IB13	IB14	IB15	IB16	nr	nr
	V3	fo	quali	IB17/IB17p	IB18/IB18p	IB19/IB19p	IB20/IB20p	nr	nr
	V3'		quanti	IB21	IB22	IB23	IB24	nr	nr
fo = primeira 50%	V4	soma	quali	IB25/IB25p	IB26/IB26p	IB27/IB27p	IB28/IB28p	IB29/IB29p	IB30/IB30p
	V4'		quanti	IB31	IB32	IB33	IB34	IB35	IB36
	V5	média	quali	IB37/IB37p	IB38/IB38p	IB39/IB39p	IB40/IB40p	IB41/IB41p	IB42/IB42p
	V5'		quanti	IB43	IB44	IB45	IB46	IB47	IB48
	V6	fo	quali	IB49/IB49p	IB50/IB50p	IB51/IB51p	IB52/IB52p	nr	nr
	V6'		quanti	IB53	IB54	IB55	IB56	nr	nr

Tabela 6 (cont.)

IB	IB1-4	IB5-8	IB9-12	IB13-16	IB17-20	IB21-24	IB25-30	IB31-36	IB37-42	IB43-48	IB49-52	IB53-56
Indicadores/Valências	V1	V1'	V2	V2'	V3	V3'	V4	V4'	V5	V5'	V6	V6'
Hydracarina	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Ceratopogonidae	7	4	4	3	3	4	7	4	4	3	3	4
Chironomini	1	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6
Tanytarsini	7	4	4	3	3	4	6	5	4	3	2	5
Tanypodinae	8	3	5	2	4	3	6	5	4	3	2	5
Orthochadiinae	7	4	4	3	3	4	6	5	4	3	2	5
Dolichopodidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Empididae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Ephydriidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Muscidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Phoridae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Psychodidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Ptychopteridae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Simuliidae	4	7	3	4	1	6	4	7	3	4	1	6
Stratiomyidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Tabanidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Tipulidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Libellulidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Calopterygidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Coenagrionidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Gomphidae	8	3	5	2	5	2	6	5	4	3	3	4
Megapodagrionidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Helotrephidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Corixidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Notonectidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Veliidae	9	2	5	2	5	2	9	2	5	2	5	2
Crambidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Curculionidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1

Tabela 6 (cont.)

IB	IB1-4	IB5-8	IB9-12	IB13-16	IB17-20	IB21-24	IB25-30	IB31-36	IB37-42	IB43-48	IB49-52	IB53-56
Indicadores/Valências	V1	V1'	V2	V2'	V3	V3'	V4	V4'	V5	V5'	V6	V6'
Dryopidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Dytiscidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Elmidae	9	2	6	1	5	2	9	2	6	1	5	2
Gyrinidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Hydrophilidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Staphylinidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Baetidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Caenidae	9	2	6	1	5	2	9	2	6	1	5	2
Ephemeridae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Leptohyphidae	10	1	6	1	6	1	9	2	6	1	5	2
Leptophlebiidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Polymitarcyidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Gripopterygidae	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6	1
Perlidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Calamoceratidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Helicopsychidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Hydrobiosidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Hydropsychidae	9	2	6	1	6	1	9	2	6	1	6	1
Hydroptilidae	8	3	5	2	5	2	8	3	5	2	5	2
Leptoceridae	9	2	6	1	5	2	9	2	6	1	5	2
Glossosomatidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Polycentropodidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Chironomidae	1	10	1	6	1	6	1	10	1	6	1	6
Chironomidae não <i>Chironomus</i>	nr	nr	nr	nr	nr	nr	2	9	2	5	nr	nr
<i>Chironomus</i>	nr	nr	nr	nr	nr	nr	1	10	1	6	nr	nr

O IB10 foi o que obteve o melhor ajuste com os valores do eixo 1 da PCA4 (Tab. 7), tendo sido desenvolvido com as médias entre as pontuações das frequências de ocorrência, baseadas na primeira ocorrência da faixa de maior valor, e das densidades médias, somadas ao bônus por ausência na qualidade Muito Ruim.

Tabela 7 - Resultados das correlações entre as propostas de IB para rios e os valores do eixo 1 da PCA4

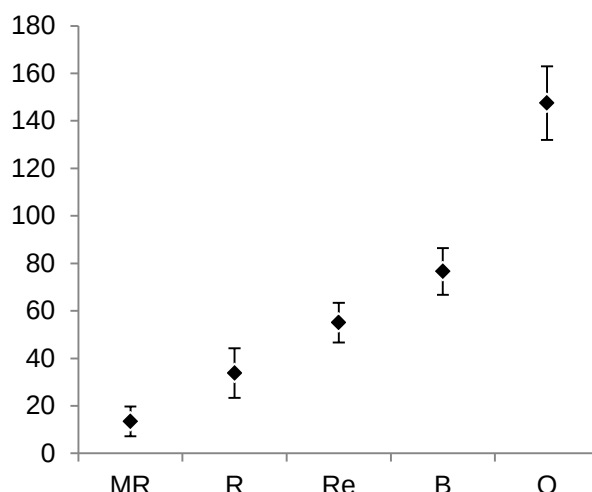
		r	p		r	p
V1	IB1	0,939	9E-52	IB1p	0,738	4E-20
	IB2	0,945	2E-54	IB2p	0,767	1E-22
	IB3	0,931	5E-49	IB3p	0,755	2E-21
	IB4	0,928	4E-48	IB4p	0,780	1E-23
V1'	IB5	-0,193	4E-02			
	IB6	-0,230	2E-02			
	IB7	-0,199	4E-02			
	IB8	-0,251	8E-03			
V2	IB9	0,941	2E-52	IB9p	0,738	4E-20
	IB10	0,948	1E-55	IB10p	0,766	2E-22
	IB11	0,933	1E-49	IB11p	0,750	4E-21
	IB12	0,932	3E-49	IB12p	0,774	3E-23
V2'	IB13	-0,178	0,06			
	IB14	-0,217	2E-02			
	IB15	-0,179	0,06			
	IB16	-0,231	2E-02			
V3	IB17	0,943	3E-53	IB17p	0,780	9E-24
	IB18	0,945	4E-54	IB18p	0,814	3E-27
	IB19	0,930	8E-49	IB19p	0,778	2E-23
	IB20	0,927	1E-47	IB20p	0,805	3E-26
V3'	IB21	-0,164	0,09			
	IB22	-0,222	2E-02			
	IB23	-0,153	0,11			
	IB24	-0,220	2E-02			
V4	IB25	0,934	3E-50	IB25p	0,728	2E-19
	IB26	0,937	3E-51	IB26p	0,760	6E-22
	IB27	0,925	3E-47	IB27p	0,730	1E-19
	IB28	0,919	2E-45	IB28p	0,758	9E-22
	IB29	0,926	2E-47	IB29p	0,715	2E-18
	IB30	0,919	1E-45	IB30p	0,746	9E-21

Tabela 7 (cont.)

		<i>r</i>	<i>p</i>		<i>r</i>	<i>p</i>
V4'	IB31	-0,179	0,06			
	IB32	-0,223	2E-02			
	IB33	-0,179	0,06			
	IB34	-0,239	1E-02			
	IB35	-0,286	2E-03			
	IB36	-0,324	5E-04			
V5	IB37	0,937	3E-51	IB37p	0,729	2E-19
	IB38	0,943	2E-53	IB38p	0,759	8E-22
	IB39	0,928	4E-48	IB39p	0,733	9E-20
	IB40	0,925	3E-47	IB40p	0,760	7E-22
	IB41	0,929	3E-48	IB41p	0,709	5E-18
	IB42	0,925	3E-47	IB42p	0,739	3E-20
V5'	IB43	-0,164	0,09			
	IB44	-0,209	3E-02			
	IB45	-0,162	0,09			
	IB46	-0,223	2E-02			
	IB47	-0,293	2E-03			
	IB48	-0,331	4E-04			
V6	IB49	0,936	9E-51	IB49p	0,754	2E-21
	IB50	0,929	2E-48	IB50p	0,793	5E-25
	IB51	0,925	5E-47	IB51p	0,737	4E-20
	IB52	0,914	5E-44	IB52p	0,773	5E-23
V6'	IB53	-0,115	0,231			
	IB54	-0,196	4E-02			
	IB55	-0,105	0,273			
	IB56	-0,190	5E-02			

Com relação ao nível taxonômico para a família Chironomidae, a maioria (21 de 36, 58%) dos IBs com identificação de subfamílias e da tribo Tanytarsini, da subfamília Chironominae, obtiveram maior correlação com o gradiente. A maioria (33 de 42, 79%) dos IBs que usaram os táxons raros obtiveram maior correlação com o gradiente que o seu não uso. Todas as opções que calcularam o IB pela somatória obtiveram maior correlação com o gradiente que sua versão ponderada. Finalmente, todas as opções qualitativas de IB obtiveram maior correlação com o gradiente que as quantitativas.

O IB10 (Gráf. 21) respondeu ao gradiente de forma esperada, discernindo perfeitamente as classes de qualidade.

Gráfico 21 – Sensibilidade do IB10 para rios ao gradiente da PCA4

A nova PCA, incluindo o IB10 resultou em:

PCA6 (N=110): S_{nat} , ICS, IB10 – Eixo 1 explicou 92,56 % da variação

A inserção do IB10 aumentou a % de explicação do eixo 1 em relação a PCA4. Assim, o IB10 foi rebatizado como IB-Rio (Quadro 10) e usado como métrica de sensibilidade/tolerância no lugar de S_{sen} e T/DT, na definição de propostas de um novo índice multimétrico para rios (ICB_{RIO}).

Quadro 10 - Sistema de valências do IB-Rio

valência	indicadores
1	Tubificinae sqc, Rhyacodrilinae sqc, Naidinae, Pristininae, Chironomini
2	Glossiphoniidae
3	Physidae, Tubificinae cqc, Rhyacodrilinae cqc, Simuliidae
4	BRYOZOA, Dugesiidae, Sphaeriidae, Aeolosomatidae, Enchytraeidae, Megadrili, Opistocystidae, Ceratopogonidae, Tanytarsini, Orthochadiinae
5	NEMERTEA, Ancyliidae, Planorbiidae, Tanypodinae, Gomphidae, Veliidae, Hydroptilidae, Hyriidae, Hydracarina, Dolichopodidae, Empididae, Muscidae, Tipulidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae
6	Staphylinidae, Baetidae, Caenidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Gripopterygidae, Hydropsychidae, Leptoceridae

3.1.4 Revisão do Índice Multimétrico

A tabela 8 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RIO} com o IB-Rio, obtidos com a PCA6.

Tabela 8 - Parâmetros utilizados nas propostas de alteração do ICB_{RIO} com IB-Rio

médias	muito ruim	ruim	regular	boa	ótima
S_{nat}	7	12	16	21	33
ICS	4,05	7,71	11,60	17,51	22,38
IB-Rio	16	37	57	77	148
H'	1,50	1,89	2,24	2,77	2,50
medianas	muito ruim	ruim	regular	boa	ótima
S_{nat}	7	12	16	20	33
ICS	4,58	8,01	11,54	17,30	22,38
IB-Rio	17	38	57	74	148
H'	1,48	1,89	2,37	2,89	2,50
máximo				boa	
S_{nat}				26	
ICS				20,68	
IB-Rio				96	
H'				3,37	
mínimo					ótima
S_{nat}					29
ICS					18,71
IB-Rio					132
H'					1,82

Os Gráficos 22 a 25 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente da PCA6. Todas as métricas responderam na direção esperada ao gradiente de qualidade e discriminaram as classes de qualidade, com exceção do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), que continuou a exibir inflexão no final do gradiente, com valor mediano inferior na classe Ótima em relação à Boa.

Gráfico 22 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6

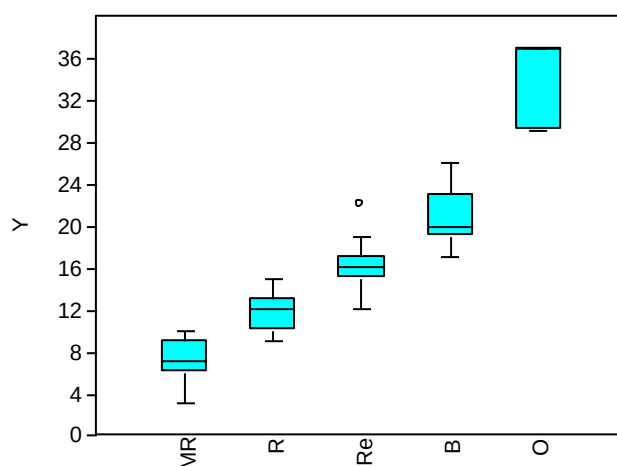


Gráfico 23 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6

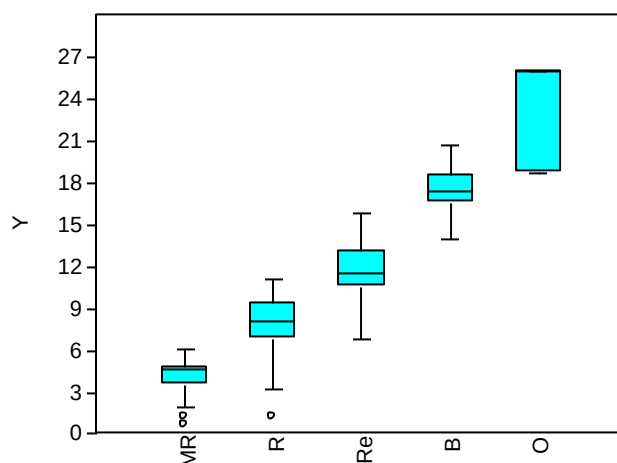


Gráfico 24 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6

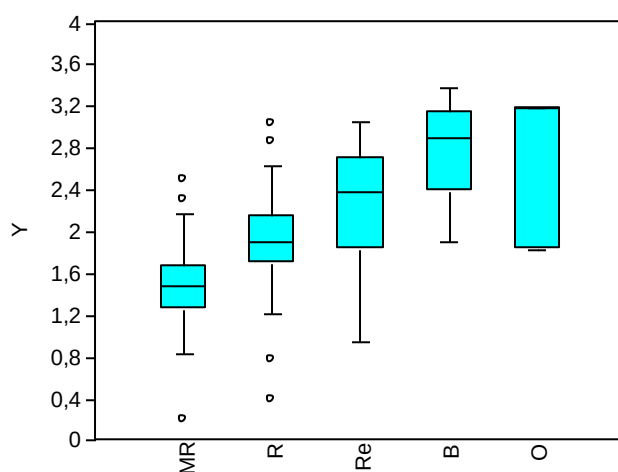
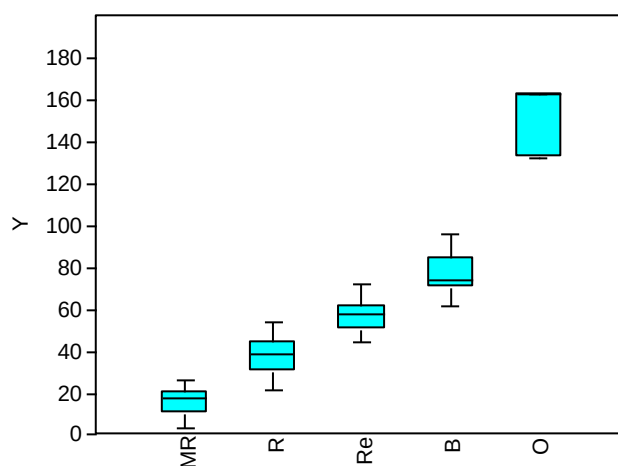


Gráfico 25 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Rio no gradiente em rios formado pelo eixo 1 da PCA6



As quatro propostas analisadas para a alteração do ICB_{RIO} foram:

Proposta 1 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Rio e alteração das faixas de acordo com as médias da PCA6 e cálculo de equidistância entre as faixas.

Proposta 2 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Rio e alteração das faixas de acordo com as medianas da PCA6 e cálculo de equidistância entre as faixas.

Proposta 3 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Rio e alteração das faixas de acordo com os valores máximos da classe boa da PCA6, dividindo em faixas iguais.

Proposta 4 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Rio e alteração das faixas de acordo com os valores mínimos da classe ótima da PCA6, dividindo em faixas iguais.

A correlação entre os resultados de cada proposta com os diagnósticos do primeiro eixo da PCA6 foi mais alta para a proposta 1 (Tab. 9), escolhida como novo ICB_{RIO} . Note que o IB-Rio também obteve correlação altamente significativa com o gradiente.

Tabela 9 - Correlações entre as propostas de ICB_{RIO} e os diagnósticos pelo primeiro eixo da PCA6

	r	p
ICB_{RIO} NOVO1	0,971	1,70E-69
ICB_{RIO} NOVO2	0,959	1,13E-61
ICB_{RIO} NOVO3	0,962	3,93E-63
ICB_{RIO} NOVO4	0,886	3,59E-38
IB-Rio	0,943	7,71E-54

As diferenças de diagnóstico entre o atual índice, que era dividido em cinco classes de qualidade, e as propostas para sua alteração, agora com seis classes, estão apresentadas na tabela 10:

Tabela 10 - Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB_{RIO}

UGRHI	local	ano	ICB_{RIO}	ICB_{RIO} NOVO1	ICB_{RIO} NOVO2	ICB_{RIO} NOVO3	ICB_{RIO} NOVO4
1	SAGU 02150	2011	3	3	3	3	3
	SAGU 02250	2017	2	2	2	2	3
		2018	3	4	4	4	4
2	UAMA 00600	2019	1	1	1	1	1
	JKUI 00250	2019	2	3	3	3	3
	PARB 02390	2004	3	4	4	3	4
		2005	3	3	3	3	4
	PARB 02680	2008	4	5	5	5	5
	PARB 02850	2006	3	5	5	5	5
		2007	2	3	3	3	4

Tabela 10 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RIO}	ICB _{RIO} NOVO1	ICB _{RIO} NOVO2	ICB _{RIO} NOVO3	ICB _{RIO} NOVO4
3	CARO 02900	2013	3	3	3	3	3
	PNGA 02950	2012	2	3	3	3	3
	RIJU 02800	2010	3	3	3	3	3
		2011	3	3	3	3	4
4	PARD 02100	2017	2	2	2	3	3
	PARD 02600	2011	3	3	3	3	3
		2012	3	4	4	4	4
5	BAIN 02950	2017	4	5	5	5	5
	ATIB 02065	2006	4	5	5	5	5
		2008	4	5	5	5	5
		2010	4	5	5	5	5
	ATIB 02605	2002	4	5	5	5	4
		2003	3	5	5	5	4
		2004	4	5	5	4	4
	JAGR 02900	2008	3	4	4	4	4
	QUIL 03990	2017	4	5	5	5	5
	PCAB 02110	2004	4	5	5	5	5
	PCAB 02130	2002	3	4	4	4	4
		2003	4	5	5	5	5
		2007	4	5	5	4	4
		2010	4	5	5	5	5
	CMDC 02370	2012	4	5	5	4	4
	LARO 02530	2013	2	3	4	4	4
	CRUM 02190	2002	4	5	5	5	5
		2003	3	4	5	4	4
	JUMI 00250	2019	3	4	4	4	4
	JUNA 03600	2016	4	4	5	4	4
	JUNA 03900	2017	4	5	5	4	5
6	CLAR 02500	2014	2	4	4	4	4
	TIET 02050	2003	1	1	1	1	1
		2004	3	4	4	4	4
		2005	2	2	2	2	2
		2015	2	2	2	2	3
	GADE 02800	2007	3	5	5	4	4
	GADE 02900	2006	4	4	4	4	4
	PINH 04100	2002	5	6	6	6	6
	CRIS 03400	2003	4	4	4	4	4
		2004	3	3	3	3	4
7	IPAU 02600	2017	2	3	3	3	4
		2018	3	4	4	4	4
	ANCO 02600	2019	3	4	4	4	4
	MOJI 02720	2014	4	4	4	4	4
		2015	4	4	4	4	4

Tabela 10 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RIO}	ICB _{RIO} NOVO1	ICB _{RIO} NOVO2	ICB _{RIO} NOVO3	ICB _{RIO} NOVO4
8	SAPU 02290	2017	2	4	4	4	4
	SAPU 02750	2006	3	4	5	4	4
	SAPU 02850	2005	3	4	4	4	4
9	MOGU 02125	2019	2	2	2	2	3
	MOGU 02180	2003	3	4	4	4	4
		2013	3	3	3	3	4
	MOMI 03950	2018	3	4	4	4	4
		2019	3	4	4	4	4
	MOGU 02330	2004	2	3	3	3	4
	PEXE 02950	2013	4	5	5	5	5
	RICO 02250	2018	3	4	4	4	4
10	SORO 02700	2018	3	3	3	3	3
		2003	2	3	3	3	3
		2004	3	4	5	4	4
		2015	2	3	3	3	3
		2016	2	3	3	3	3
11	BETA 02900	2015	2	2	2	3	3
	RIBE 02600	2004	2	4	4	4	4
		2005	2	3	3	3	4
	RIBE 02650	2009	2	3	3	3	3
		2010	2	3	3	3	3
		2011	2	4	4	4	4
		2015	3	4	4	4	4
		2019	2	3	2	3	3
	RIBE 02750	2006	2	3	3	3	4
		2007	2	3	3	3	4
	JAIN 02600	2008	3	3	3	3	4
	RIIG 02890	2003	2	3	3	3	3
		2012	2	3	3	3	3
12	PARD 02780	2013	2	2	2	3	3
		2005	2	3	2	3	3
		2006	3	4	4	4	4
		2010	3	4	4	4	4
13	LENS 03950	2011	2	3	3	3	3
		2012	3	4	4	4	4
	JCGU 03800	2010	2	2	2	2	2
14	GREI 02950	2007	3	5	5	5	5
	ITAP 02450	2008	3	4	4	4	4
	ITAR 02700	2012	2	2	2	2	3
15	PRET 02600	2011	3	3	3	3	4
		2012	2	2	2	2	3
	SDOM 03700	2006	4	4	4	4	4
	SDOM 03990	2005	3	5	5	5	5

Tabela 10 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RIO}	ICB _{RIO} NOVO1	ICB _{RIO} NOVO2	ICB _{RIO} NOVO3	ICB _{RIO} NOVO4
16	BATA 02222	2016	2	3	3	3	4
17	PADO 02950	2008	2	2	2	2	2
		2010	3	4	4	4	4
18	SJDO 02150	2010	3	4	4	4	4
		2011	3	3	3	3	3
		2012	3	4	4	4	4
20	TBIR 03400	2011	3	3	3	3	3
		2012	3	4	4	4	4
	AGUA 02030	2015	1	2	2	2	2
	RECA 02900	2019	2	2	2	2	3
21	PEIX 02100	2004	4	5	5	5	5
22	STAN 02930	2013	3	4	5	4	4
	KAIU 02950	2019	3	3	3	3	3
	PARN 02950	2007	2	4	4	4	4

Pelo novo ICB_{RIO}, dos 111 diagnósticos, 65 (58,6%) foram alterados. Destes, a maioria (59, 90,8%) piorariam em qualidade e apenas 6 (9,2%) melhorariam seu diagnóstico, lembrando que entre o antigo e o novo índice, uma nova classe de qualidade foi criada e que o antigo foi concebido a partir do valor mínimo da classe ótima.

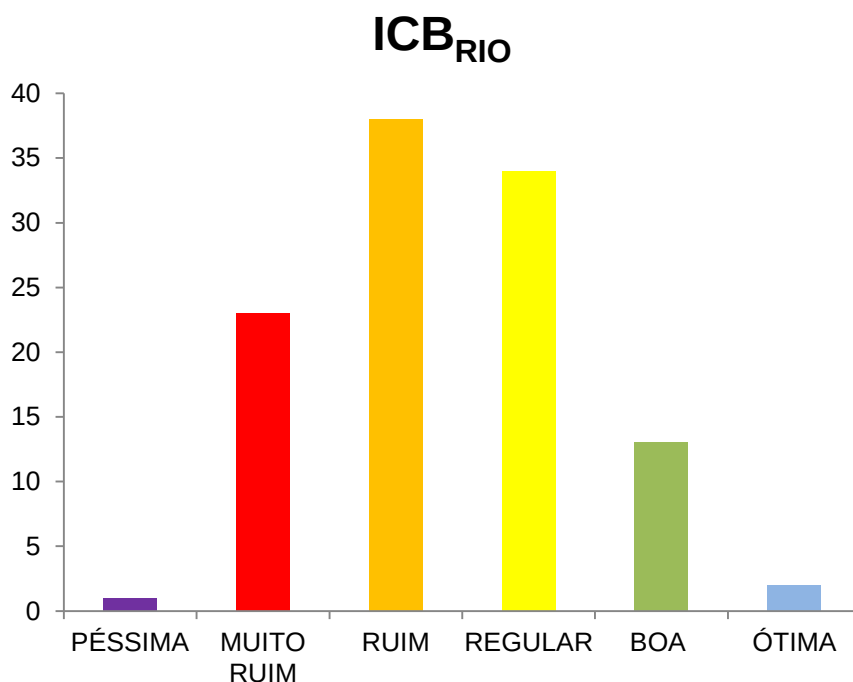
Assim, o novo índice multimétrico para rios (ICB_{RIO}) está apresentado no Quadro 11. Embora não seja mais necessária uma segunda opção como métrica de diversidade, uma vez que a limitação com o cálculo do ICS para algumas situações foi resolvida, manteve-se a possibilidade de aplicação do H' para aqueles que não tiverem a possibilidade de cálculo do ICS. Comparando-se os diagnósticos pelo ICB_{RIO}, foi observada coincidência de resultado em 81% (N=90) dos casos. Quando houve diferença de diagnóstico (N=21), esta não ultrapassou 1 classe, tendo sido pior com o uso do ICS em 57% destes casos.

Quadro 11 - Novo ICB_{RIO}

	S _{nat}	ICS	IB-Rio	H'	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<10	<5,89	<27	<1,71	5
RUIM	10-14	5,89-9,65	27-47	1,71-2,07	4
REGULAR	15-19	9,66-14,55	48-67	2,08-2,50	3
BOA	20-26	14,56-19,93	68-111	2,51-2,63	2
ÓTIMA	>26	>19,93	>111	>2,63	1

A distribuição dos novos diagnósticos para o período 2002-2019 está representado no Gráfico 26.

Gráfico 26 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de rios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o novo índice



Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos o novo ICB_{RIO} obteve alta correlação com os diagnósticos do eixo 1 da PCA formada com os novos dados ($r = -0,954$, $p = 2,7E-10$), assim como o IB-Rio ($r = 0,981$; $p = 1,8E-10$).

Além disso, o IB-Rio obteve alta correlação com o ICB_{RIO} ($r = -0,966$, $p = 2,2E-11$). Considerando que esta métrica já havia mostrado forte correlação com os valores da PCA6 (Tab. 9), ela se apresenta como uma ótima alternativa para uso em monitoramento rápido (qualitativo).

3.2 ICB_{RES}

Nesta proposta seria adotado um único ICB para reservatórios (ICB_{RES}), não distinguindo mais os diferentes habitats (sublitoral e profundo). Para tanto, as matrizes foram fundidas para a análise. A avaliação da qualidade do ambiente, neste caso, visaria ao potencial de colonização da biota e assumiria que a profunda é um ambiente naturalmente mais restritivo para este processo ocorrer. Consequentemente espera-se que a condição ótima dificilmente seja atingida na profunda.

3.2.1 Avaliação de métricas

Foram rodadas 5 PCAs para a definição do gradiente a ser empregado na avaliação das métricas. Excluindo os cinco dados azóicos observados no conjunto de dados, o número de pontos/campanha empregados na construção dos gradientes foi 179.

PCA1: S_{nat} , ICS, T/DT, Tt/Chi, S_{sen} – Eixo 1 explicou 59,6% da variação

PCA2: S_{nat} , ICS, T/DT, Tt/Chi – Eixo 1 explicou 61,3% da variação

PCA3 : S_{nat} , ICS, T/DT, S_{sen} – Eixo 1 explicou 68,6% da variação

PCA4 : S_{nat} , ICS, T/DT – Eixo 1 explicou 73,6% da variação

PCA5 : S_{nat} , ICS, S_{sen} – Eixo 1 explicou 83,4% da variação

PCA6 : S_{nat} , ICS – Eixo 1 explicou 97,8% da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA6 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 11).

Tabela 11 - Resultados das correlações das métricas calculadas para reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA6 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	0,232	1,8E-03
D_{sen}	0,428	2,3E-09
S_{nat}	0,989	6,7E-149
S_{sen}	0,647	1,3E-22
S_{EOT}	0,614	6,5E-20
S_{EOTC}	0,596	1,4E-18
$S_{exótica}$	0,492	2,6E-12
S_{Chi}	0,841	5,2E-49
S_{oligo}	0,722	4,4E-30
S_M	0,395	4,5E-08
S_{Mg}	0,921	1,7E-74
ICS	0,989	6,8E-149
H' ($\log_2$)	0,845	6,6E-50
H' (ln)	0,845	6,8E-50
α	0,727	1,2E-30
U_S	0,715	2,4E-29
U_{B-G}	-0,453	2,0E-10
J'	0,316	1,6E-05
Dom (%)	-0,682	7,5E-26
D	-0,716	2,1E-29

Tabela 11 (cont.)

	r	p
T/DT	-0,393	5,3E-08
AR _{sen} (%)	0,383	1,2E-07
AR _{exótica} (%)	0,201	7,1E-03
%filtradores	0,042	0,58
Tt/Chi	0,374	2,5E-07
IE	0,437	1,0E-09

Os maiores valores de correlação foram obtidos pelas métricas usadas para montar o gradiente (S_{nat} e ICS), seguidas por outras métricas de riqueza (S_{Mg}) e de diversidade (H' , nas duas versões). Entre as métricas de equitatividade/dominância, a dominância (D) foi a que obteve valor mais alto. Nenhuma métrica de sensibilidade/tolerância ou relacionada a espécies exóticas invasoras obteve correlação alta com o gradiente, sendo que a relação da % de filtradores sequer foi significativa.

Os Gráficos 27 a 34 mostram o comportamento das métricas no gradiente da PCA6. Como esperado, as métricas incluídas na PCA, S_{nat} (Gráf. 27) e ICS (Gráf. 28), distinguiram perfeitamente o gradiente.

Gráfico 27 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

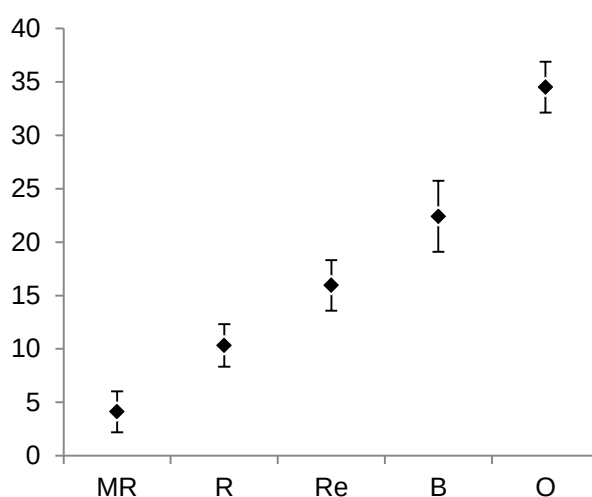
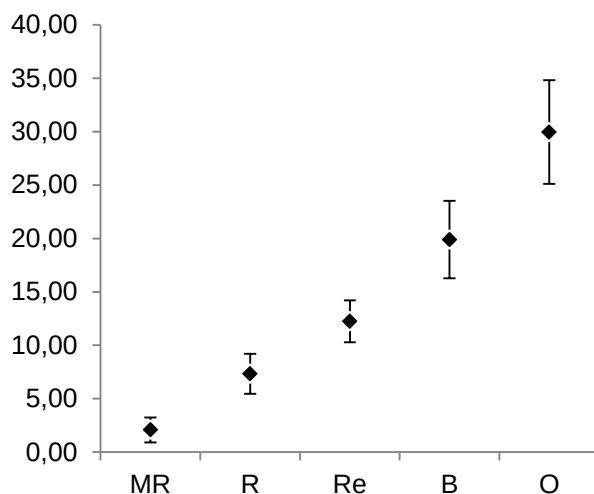


Gráfico 28 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6



Já para H' (Gráf. 29), embora a curva mostre a direção esperada de resposta, os valores mais elevados de desvio dificultam o discernimento das classes de qualidade. O mesmo pode ser dito para D (Gráf. 33) e S_{Mg} (Gráf. 34). A sobreposição entre as classes de qualidade foi um pouco mais acentuada para S_{sen} (Gráf. 31) e T/DT (Gráf. 32), enquanto que para Tt/Chi (Gráf. 30) nem a curva exibe resposta clara ao gradiente. É importante destacar que tanto Tt/Chi quanto S_{sen} exibiram muitos valores nulos, 112 casos (62,6%) para o primeiro e 134 (74,9%) para o segundo.

Gráfico 29 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

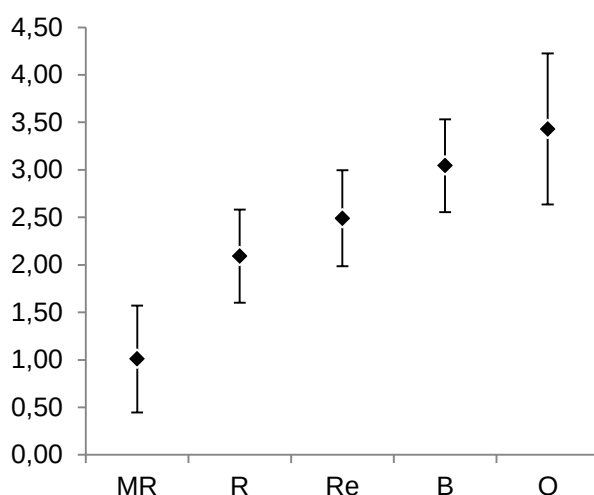


Gráfico 30 - Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

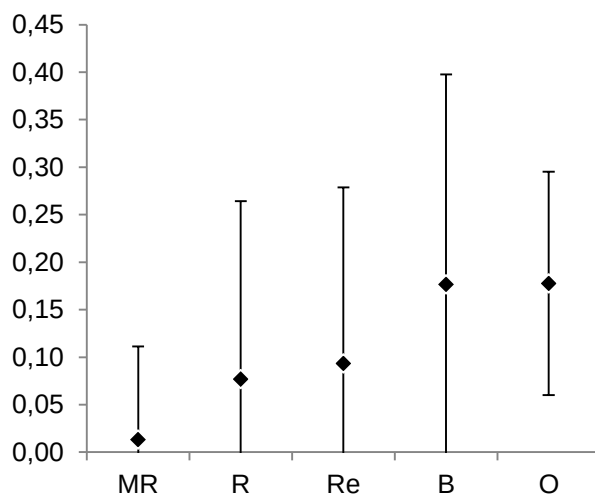


Gráfico 31 - Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

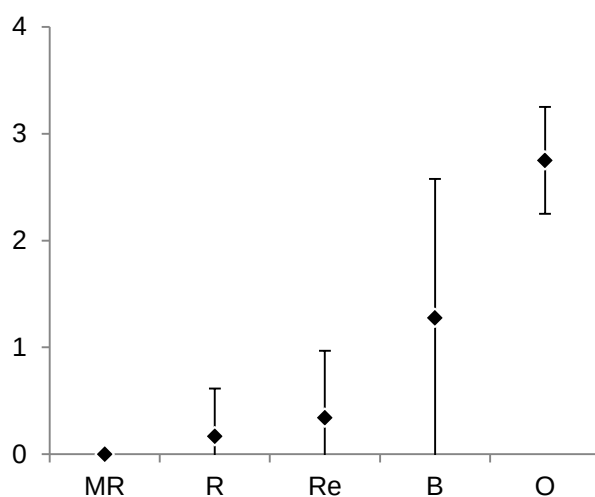


Gráfico 32 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

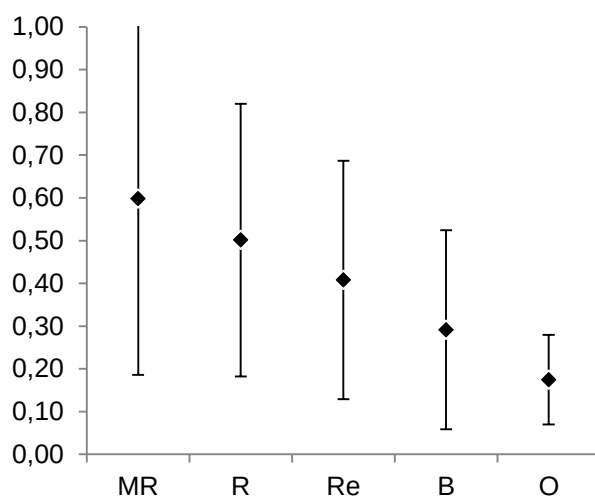


Gráfico 33 - Variação de D ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6

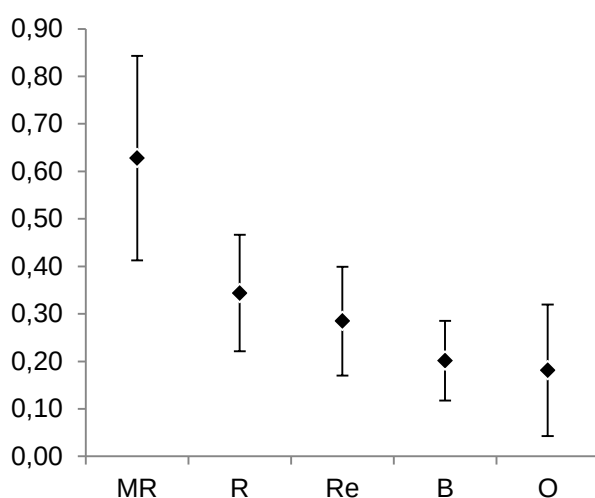
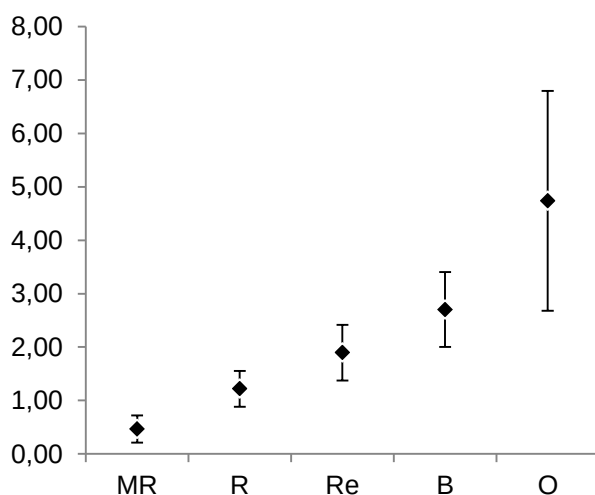


Gráfico 34 - Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade em reservatórios formado pela PCA6



3.2.2 Desenvolvimento de Índice Biótico para reservatórios (IB-Res)

Com o gradiente formado pelo eixo 1 da PCA6 foram definidas 6 propostas de valências (Tab. 12) para a construção de um IB que possa substituir as métricas de sensibilidade e tolerância em um índice para reservatórios.

Tabela 12 - Sistemas de valências gerados para indicadores de reservatórios

(amarelo = táxon raro; e = excluído)

IB	IB1-6	IB7-12	IB13-18	IB19-24	IB25-30	IB31-36
Indicador/Valência	V1	V2	V3	V4	V5	V6
BRYOZOA	7	4	4	7	4	4
Dugesidae	7	4	5	6	3	4
NEMERTEA	8	4	5	8	4	5
Unionoidea	e	e	e	e	e	e
Sphaeriidae	5	3	3	5	3	3
Ampullaridae	9	5	6	9	5	6
Ancylidae	e	e	e	e	e	e
Hydrobiidae	e	e	e	e	e	e
Physidae	7	4	5	7	4	5
Planorbidae	e	e	e	e	e	e
Lymnaeidae	e	e	e	e	e	e
Pleuroceridae	e	e	e	e	e	e
Thiaridae nativo	e	e	e	e	e	e
Aeolosomatidae	9	5	6	9	5	5
Enchytraeidae	9	5	6	9	5	5
Tubificinae + Rhyacodrilinae	1	1	1	1	1	1
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	1	1	1	1	1	1
Tubificinae + Rhyacodrilinae cqc	4	3	3	3	2	2
<i>Limnodrilus</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Bothrioneurum</i>	3	3	3	4	3	4
<i>Aulodrilus</i>	4	3	3	5	3	4
<i>Branchiura</i>	3	2	3	4	2	4
Naidinae + Pristininae	1	1	1	1	1	1
<i>Allonais</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Aulophorus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Bratislavia</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Chaetogaster</i>	5	4	5	6	4	6
<i>Dero</i>	3	2	2	3	2	2
<i>Haemonais</i>	7	5	5	8	5	6
<i>Nais</i>	3	2	4	4	2	5
<i>Slavina</i>	6	4	4	7	4	5
<i>Stephensoniana</i>	5	3	2	6	3	3
<i>Stylaria</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Pristina</i>	3	2	2	3	2	2
<i>Opistocysta</i>	3	2	2	3	2	2
Phreodrilidae	e	e	e	e	e	e
Erpobdellidae	e	e	e	e	e	e

Tabela 12 (cont.)

IB	IB1-6	IB7-12	IB13-18	IB19-24	IB25-30	IB31-36
Indicador/Valência	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Glossiphoniidae	3	2	3	3	2	3
Hydracarina	8	4	5	7	4	4
Hyalellidae	e	e	e	e	e	e
Ceratopogonidae	8	4	5	7	4	4
Chironomini	4	2	2	3	2	1
Chironomini não <i>Chironomus</i>	3	2	1	4	2	2
<i>Aedokritus</i>	5	3	4	6	3	3
<i>Asheum</i>	8	5	5	9	5	5
<i>Axarus</i>	8	5	5	9	5	5
<i>Beardius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Chironomus</i>	1	1	1	2	1	2
<i>Cladopelma</i>	5	3	2	6	3	3
<i>Cryptochironomus</i>	8	5	5	9	5	6
<i>Demicryptochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Dicrotendipes</i>	6	4	4	7	4	5
<i>Endotribelos</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Fissimentum</i>	6	4	4	7	4	4
<i>Goeldichironomus</i>	5	3	3	6	3	4
<i>Lauterborniella</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Microchironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nilothauma</i>	8	5	5	9	5	6
<i>Parachironomus</i>	6	4	4	7	4	4
<i>Paralauterborniella</i>	6	4	3	7	4	4
<i>Pelomus</i>	6	4	4	7	4	5
<i>Polypedilum</i>	4	3	3	4	2	3
<i>Saetheria</i>	3	2	1	4	2	2
<i>Stenochironomus</i>	8	5	5	9	5	5
<i>Xestochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Zavreliella</i>	8	5	5	9	5	5
Tanytarsini	5	3	5	4	2	4
<i>Caladomyia</i>	6	4	4	6	3	4
<i>Paratanytarsus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Rheotanytarsus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Stempellina</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Stempellinella</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Tanytarsus</i>	6	4	4	7	4	5
Pseudochironomini	e	e	e	e	e	e
<i>Pseudochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Riethia</i>	e	e	e	e	e	e
Tanypodinae	2	1	2	2	1	2
<i>Ablabesmyia</i>	7	5	5	7	4	5
<i>Coelotanypus</i>	4	3	2	5	3	3
<i>Djalmabatista</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Labrundinia</i>	3	2	2	4	2	3
<i>Procladius</i>	2	2	1	3	2	2

Tabela 12 (cont.)

IB	IB1-6	IB7-12	IB13-18	IB19-24	IB25-30	IB31-36
Indicador/Valência	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<i>Tanytus</i>	1	1	1	2	1	1
Orthoclaðiinae	9	5	6	9	5	5
<i>Cricotopus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Lopescladius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nanocladius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Thienemaniella</i>	e	e	e	e	e	e
Empididae	e	e	e	e	e	e
Syrphidae	e	e	e	e	e	e
Crambidae	e	e	e	e	e	e
Cosmopterigidae	e	e	e	e	e	e
Naucoridae	e	e	e	e	e	e
Elmidae	e	e	e	e	e	e
Corduliidae	e	e	e	e	e	e
Gomphidae	e	e	e	e	e	e
Libellulidae	e	e	e	e	e	e
Baetidae	e	e	e	e	e	e
Caenidae	e	e	e	e	e	e
Leptohyphidae	e	e	e	e	e	e
Leptophlebiidae	e	e	e	e	e	e
Polymitarcyidae	6	4	4	6	4	4
Plecoptera ni	e	e	e	e	e	e
Helicopsychidae	e	e	e	e	e	e
Hydroptilidae	e	e	e	e	e	e
Leptoceridae	9	5	6	9	5	6
Polycentropodidae	9	5	6	9	5	6
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	e	e	e	e	e	e
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	e	e	e	e	e	e
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	e	e	e	e	e	e

Com as diferentes versões de IB foram comparados o uso ou não de indicadores raros e o emprego de diferentes níveis de identificação taxonômica. A Tabela 13 mostra os resultados das correlações dos resultados das diferentes propostas de IB com os valores do eixo 1 da PCA6.

Tabela 13 - Resultados das correlações entre as propostas de IB para reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA6

(a = dados em família/subfamília e tribo, b = distinção de indicadores com/sem queta capilar para Tubificinae e Rhyacodrilinae e de *Chironomus*/Chironomini não *Chironomus* e c = dados em gênero)

			sem raros		com raros		
			r	p	r	p	
V1	a	IB1	0,909	3,9E-69	IB2	0,912	2,7E-70
	b	IB3	0,920	7,4E-74	IB4	0,923	2,5E-75
	c	IB5	0,971	2,1E-111	IB6	0,975	8,2E-118
V2	a	IB7	0,912	2,1E-70	IB8	0,916	3,9E-72
	b	IB9	0,924	6,7E-76	IB10	0,930	6,4E-79
	c	IB11	0,971	3,1E-112	IB12	0,978	1,1E-121
V3	a	IB13	0,917	1,3E-72	IB14	0,923	1,7E-75
	b	IB15	0,926	5,9E-77	IB16	0,932	4,0E-80
	c	IB17	0,969	2,2E-109	IB18	0,974	1,6E-115
V4	a	IB19	0,908	1,2E-68	IB20	0,909	3,1E-69
	b	IB21	0,922	7,6E-75	IB22	0,925	2,1E-76
	c	IB23	0,971	2,3E-111	IB24	0,977	5,7E-120
V5	a	IB25	0,906	3,6E-68	IB26	0,912	1,6E-70
	b	IB27	0,919	2,8E-73	IB28	0,926	1,1E-76
	c	IB29	0,970	1,7E-110	IB30	0,977	1,7E-120
V6	a	IB31	0,915	7,8E-72	IB32	0,920	6,8E-74
	b	IB33	0,930	1,2E-78	IB34	0,937	1,8E-82
	c	IB35	0,969	3,0E-109	IB36	0,976	8,4E-119

Similarmente ao resultado obtido para rios, todas as versões de IB para reservatórios que consideraram os indicadores raros e obtiveram maior valor de correlação do que aquelas que os excluíram. Além disso, quanto mais refinado o dado, em relação a taxonomia, maior foi o valor de correlação.

A proposta 12 foi a selecionada como IB-Res (Quadro 12).

Quadro 12 - Sistema de valências do IB-Res

valência indicadores

1	<i>Limnodrilus</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Tanypus</i>
2	<i>Branchiura</i> , <i>Dero</i> , <i>Nais</i> , <i>Pristina</i> , <i>Opistocysta</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Labrundinia</i> , <i>Procladius</i>
3	<i>Sphaeriidae</i> , <i>Bothrioneurum</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Cladopelma</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Coelotanypus</i>
4	BRYOZOA, <i>Dugesiidae</i> , NEMERTEA, <i>Physidae</i> , <i>Chaetogaster</i> , <i>Slavina</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Ceratopogonidae</i> , <i>Dicrotendipes</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Parachironomus</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Polymitarcyidae</i>
5	<i>Ampullaridae</i> , <i>Aeolosomatidae</i> , <i>Enchytraeidae</i> , <i>Haemonais</i> , <i>Asheum</i> , <i>Axarus</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Nilothauma</i> , <i>Stenochironomus</i> , <i>Zavreliella</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Leptoceridae</i> , <i>Polycentropodidae</i>

Uma nova PCA foi rodada incorporando o IB-Res na proposta de ICB_{RES}:

PCA7 : S_{nat}, ICS, IB-Res – Eixo 1 explicou 97,6% da variação

Embora a explicação da variabilidade tenha sido um pouco inferior ao da PCA6, o uso de uma métrica que incorpore a informação de sensibilidade/tolerância dos táxons que compõe a biota é fundamental para o diagnóstico e, portanto, propostas de ICB_{RES} com as 3 métricas serão testadas.

3.2.3 Concepção do Índice Multimétrico para reservatórios (ICB_{RES})

A tabela 14 mostra os parâmetros calculados a partir do gradiente da PCA7 e utilizados nas propostas de ICB_{RES}.

Tabela 14 - Parâmetros utilizados nas propostas de ICB_{RES}

médias	muito ruim	ruim	regular	boa	ótima
S_{nat}	3	9	16	23	35
ICS	1,75	6,12	12,70	20,84	29,95
IB-Res	7	22	43	65	105
H'	0,90	1,90	2,50	3,11	3,43
medianas	muito ruim	ruim	regular	boa	ótima
S_{nat}	3	9	17	23	36
ICS	1,40	5,89	12,77	21,22	30,00
IB-Res	7	21	42	65	105
H'	0,92	1,81	2,54	3,19	3,63
máximo				boa	
S_{nat}				32	
ICS				27,45	
IB-Res				83	
H'				3,86	
mínimo					ótima
S_{nat}					31
ICS					23,96
IB-Res					99
H'					2,32

Os Gráficos 35 a 38 mostram o comportamento das métricas ao longo do gradiente formado pelo eixo 1 da PCA7. Todas as métricas responderam ao gradiente na direção esperada, mas H' (Gráf. 37) exibiu sobreposição entre as classes de qualidade Ruim/Regular e Regular/Boa/Ótima. Enquanto a relação de S_{nat} (Gráf. 35) apresentou-se linear, as curvas de ICS (Gráf. 36) e IB-Res (Gráf. 38) tendem a exponencial.

O IB-Res obteve alta correlação com os valores do eixo 1 da PCA7 ($r = 0,990$; $p = 5,7E-153$), confirmando sua afinidade ao gradiente.

Gráfico 35 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7

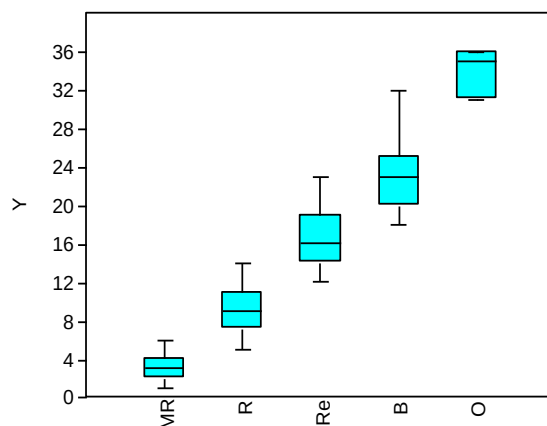


Gráfico 36 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7

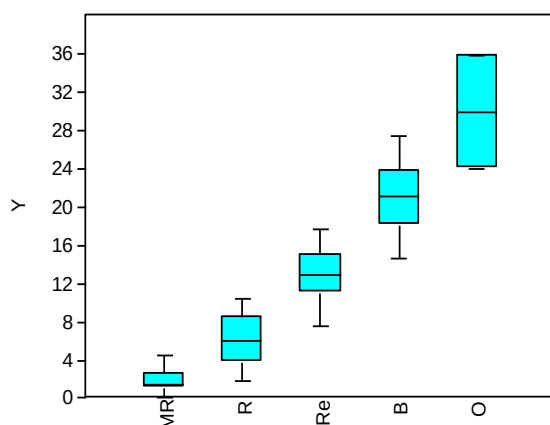


Gráfico 37 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7

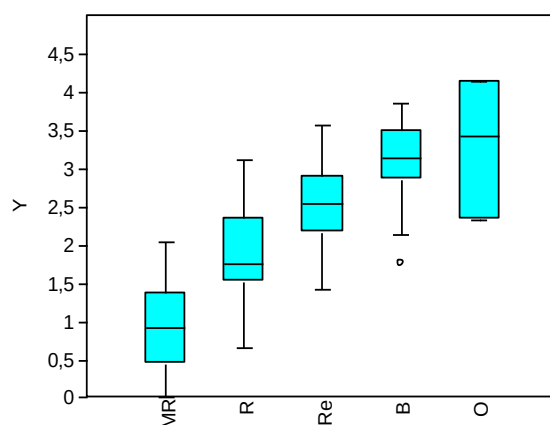
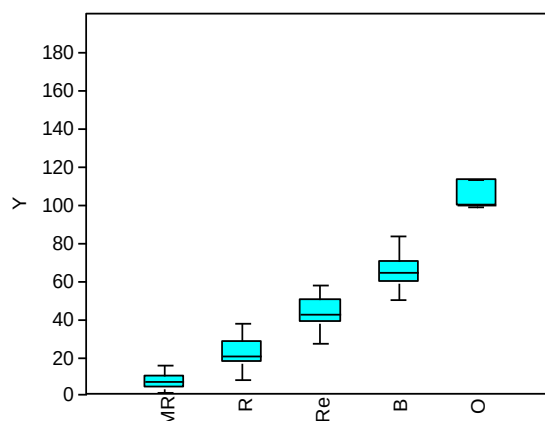


Gráfico 38 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente em reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA7



Quatro propostas de faixas foram testadas:

Proposta 1 - Uso dos valores médios e cálculo de equidistância entre as faixas.

Proposta 2 - Uso dos valores medianos e cálculo de equidistância entre as faixas.

Proposta 3 - Uso dos valores mínimos da classe ótima e dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 4 - Uso dos valores máximos da classe boa e dividindo as distâncias entre as faixas.

A proposta 2 foi a que obteve melhor ajuste com o gradiente (Tab. 15).

Tabela 15 - Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 da PCA7 e das propostas de ICB_{RES}

	<i>r</i>	<i>p</i>
ICB _{RES} 1	0,956	1,3E-96
ICB _{RES} 2	0,960	7,1E-100
ICB _{RES} 3	0,903	8,2E-67
ICB _{RES} 4	0,905	1,3E-67

O IB-Res exibiu correlação ainda mais elevada com os valores do eixo 1 da PCA7 ($r=0,990$; $p= 5,7E-153$).

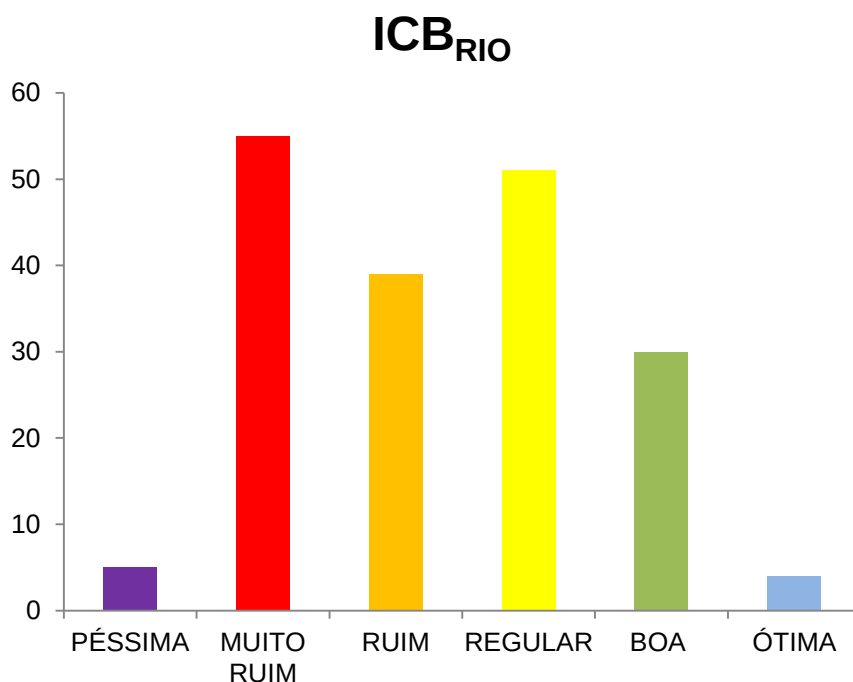
O quadro 13 apresenta o ICB_{RES} selecionado.

Quadro 13 - ICB_{RES}

ICB _{RES}	S _{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<7	<3,65	<1,37	<15	5
RUIM	7-13	3,65-9,33	1,37-2,17	15-31	4
REGULAR	14-20	9,34-16,99	2,18-2,87	32-53	3
BOA	21-28	17,00-25,60	2,88-3,40	54-84	2
ÓTIMA	>28	>25,60	>3,40	>84	1

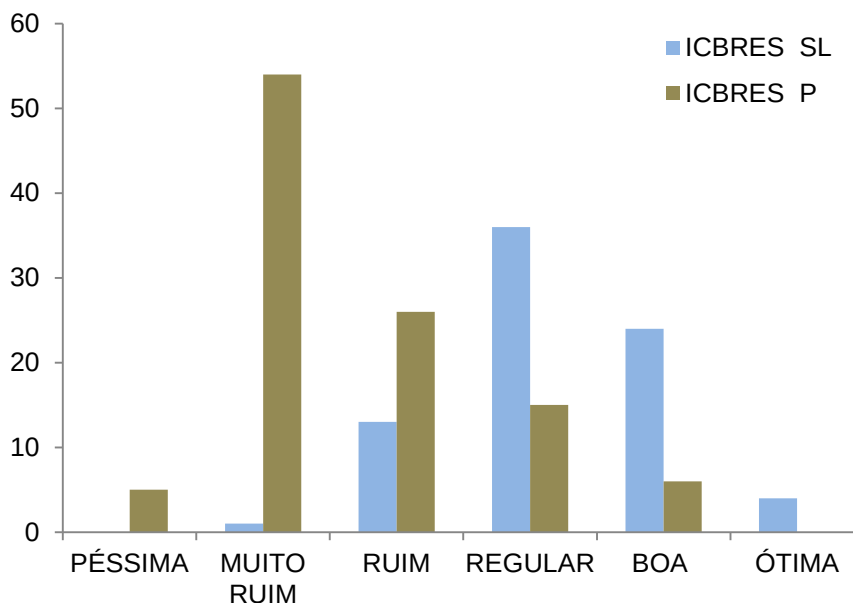
E o Gráfico 39 a distribuição de diagnósticos no período 2002-2019.

Gráfico 39 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o novo índice



Como esperado, a distribuição de diagnósticos, quando separados os ambientes em SL e P, mostra a diferença natural de qualidade entre os dois habitats, mas mascara as respostas a fatores de estresse antrópico. Os dois picos do Gráfico 39 nas classificações Muito Ruim e Regular correspondem aos picos de P e SL quando vistos separadamente (Gráf. 40). A região sublitoral, por exemplo, quase não teve diagnósticos de qualidade Muito Ruim, enquanto que a profunda não obteve nenhum diagnóstico de qualidade ótima.

Gráfico 40 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES} , separando os resultados das regiões sublitoral e profunda



Sendo assim, serão mantidos os índices multimétricos para pelo menos os 2 ambientes originais (SL e P) e ainda será avaliada a possibilidade de separar os ambientes profundos (PP) e rasos (PR) da profunda.

Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos o ICB_{RES} obteve alta correlação com os diagnósticos do eixo 1 da PCA formada com os novos dados ($r = 0,901$, $p = 7,6E-24$).

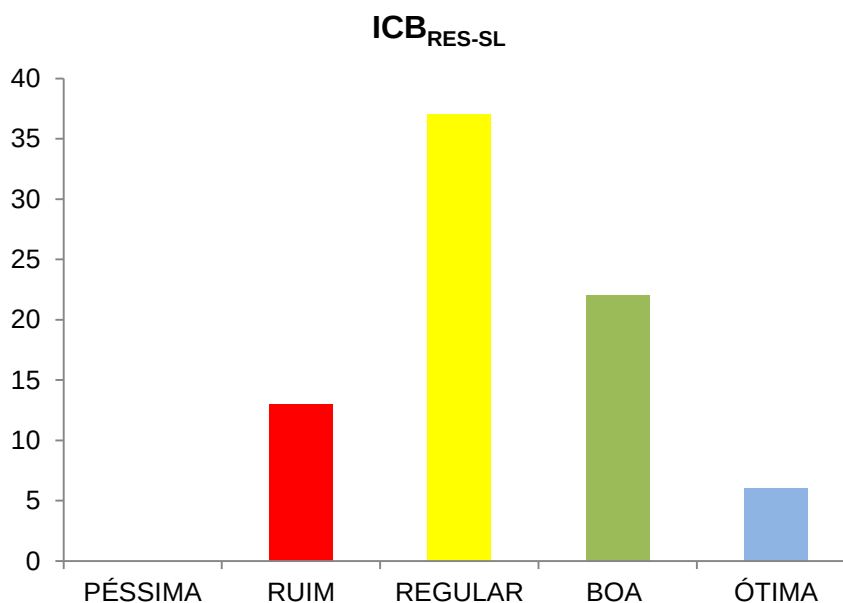
Além disso, o IB-Res obteve alta correlação com o ICB_{RES} ($r = 0,974$, $p = 5,2E-41$). Considerando que esta métrica já havia mostrado forte correlação com os valores da PCA9, assim como registrado para o IB-Rio, ela se apresenta como uma ótima alternativa para uso em monitoramento rápido (qualitativo). Dado sua excelente performance, o IB-Res será testado nas outras alternativas, para que pelo menos o índice biótico seja único.

3.3 ICB_{RES-SL}

3.3.1 O desempenho do ICB_{RES-SL} atual

Os 78 diagnósticos de qualidade com dados da biota da região sublitoral de reservatórios entre 2002 e 2019 estão distribuídos conforme o Gráfico 41.

Gráfico 41 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade com dados de macrofauna da região sublitoral de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019



Na região sublitoral todos os diagnósticos foram realizados com ICS, assim apenas uma PCA foi rodada com os dados que compõem o atual índice.

PCA1 (N=78): S_{nat} , ICS, S_{sen} , T/DT – Eixo 1 explicou 68,4% da variação

Foi definido um gradiente em 5 classes com os valores do eixo 1 ordenado, segundo o critério exposto no item 2.2.1 para valores até 3, embora tenha ocorrido um valor superior a 4, para que a qualidade ótima não fosse representada por apenas um dado.

A versão atual do ICB_{RES-SL} obteve alta correlação com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1 (Tab. 16).

Tabela 16 - Correlação da versão atual do ICB_{RES-SL} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1

r	p
0,872	2,60E-25

Os Gráficos 42 a 46 mostram a sensibilidade das métricas que compõem o atual índice ao gradiente formado pela PCA1.

Gráfico 42. Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1

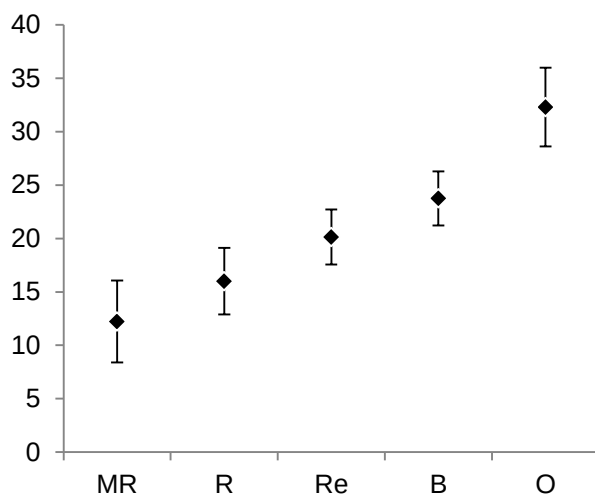


Gráfico 43. Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1

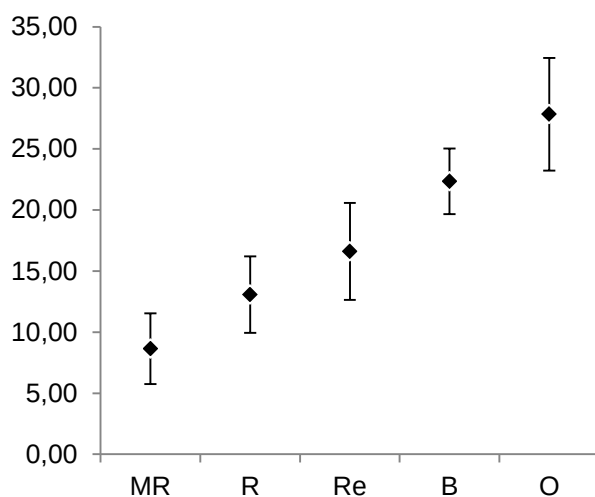


Gráfico 44. Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1

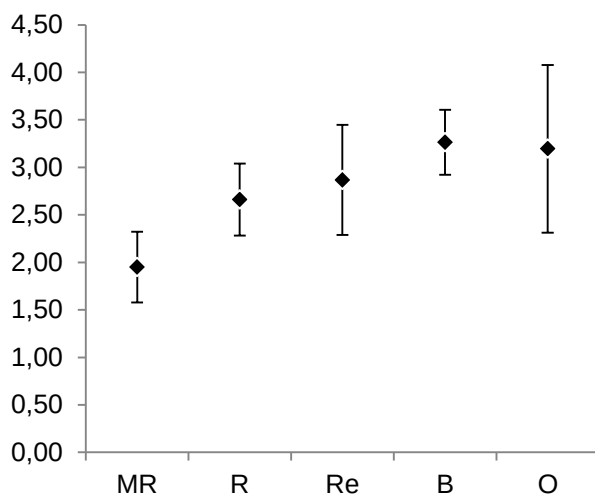


Gráfico 45. Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1

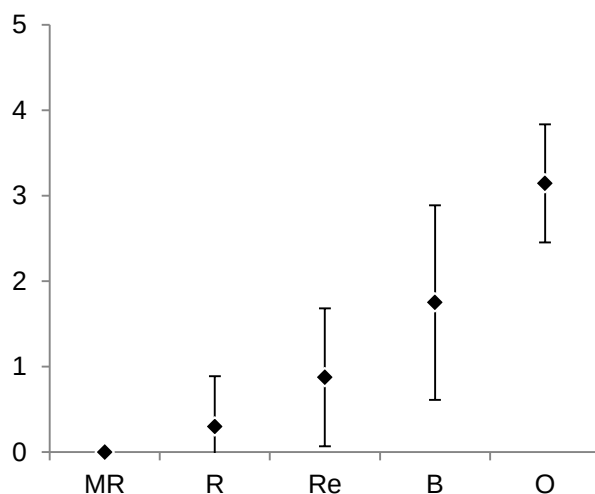
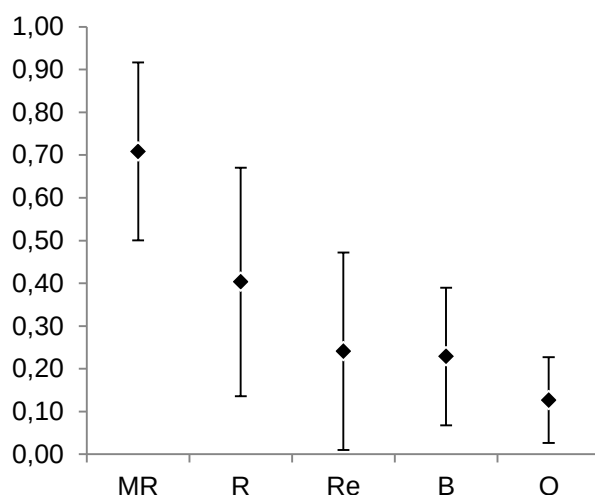


Gráfico 46. Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA1



A sensibilidade das métricas aplicadas à fauna da região sublitoral foi similar a observada em rios, com respostas esperadas ao gradiente, com exceção de H' (Gráf. 44) que novamente apresentou diminuição de valor na classe ótima com relação à boa, mas desta vez o número de ambientes com qualidade ótima ($N=7$) não poderia explicar este comportamento. Talvez este índice seja mais sensível à hipótese do distúrbio intermediário que pode ocorrer no início de uma perturbação, principalmente se associada ao enriquecimento orgânico do ambiente. A maior oferta de nutrientes causa aumento na riqueza de habitats ao provocar o desenvolvimento de macrófitas e do perifíton, e na disponibilidade de alimento. Com relação a capacidade de discriminação das métricas, apesar de alguma sobreposição entre as faixas de desvio, menores desvios, novamente, foram observados para a riqueza de táxons nativos (Gráf. 42) e os maiores para T/DT (Gráf. 46) e S_{sen} (Gráf. 45).

3.3.2 Avaliação de métricas

Três novas PCAs foram rodadas em busca do eixo 1 que melhor explicasse a variação dos dados para, com o gradiente formado, avaliar o ajuste das métricas e desenvolver propostas de índices bióticos (IB).

PCA2 (N=78): S_{nat}, ICS, S_{sen} – Eixo 1 explicou 80,2% da variação

PCA3 (N=78): S_{nat}, ICS, T/DT – Eixo 1 explicou 73,3% da variação

PCA4 (N=78): S_{nat}, ICS – Eixo 1 explica 95,4 % da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA4 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 17).

Tabela 17 - Resultados das correlações das métricas calculadas para a região sublitoral de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	0,020	0,862
D _{sen}	0,341	2,3E-03
S_{nat}	0,977	9,8E-53
S _{sen}	0,604	4,8E-09
S _{EOT}	0,632	5,4E-10
S _{EOTC}	0,615	2,1E-09
S _{exótica}	0,497	3,7E-06
S _{Chi}	0,727	5,0E-14
S _{Oligo}	0,500	3,1E-06
S _M	0,411	1,9E-04
S_{Mg}	0,868	9,0E-25
ICS	0,977	9,8E-53
H' (log ₂)	0,686	4,2E-12
H' (ln)	0,686	4,1E-12
a	0,648	1,4E-10
U _S	0,502	2,8E-06
U _{B-G}	-0,148	0,20
J'	0,203	0,08
Dom (%)	-0,449	3,7E-05
D	-0,502	2,8E-06
T/DT	-0,427	9,6E-05
AR _{sen} (%)	0,279	1,3E-02
AR _{exótica} (%)	0,322	4,1E-03
%filtradores	0,396	3,4E-04
Tt/Chi	0,168	0,14
IE	0,488	5,9E-06
IB-Res	0,961	3,1E-44
ICB_{RES-SL} (5 classes)	-0,849	8,7E-23

Como esperado, as métricas de melhor afinidade ao gradiente foram S_{nat} (Gráf. 47) e ICS (Gráf. 48), que compuseram a PCA. Também foram as que melhor discriminaram as classes de qualidade. As métricas de dominância, incluindo T/DT, de sensibilidade, incluindo S_{sen} , funcional (% de filtradores) e de exóticas (IE) não obtiveram bom ajuste com o gradiente. S_{sen} (Gráf. 50) e T/DT (Gráf. 51) exibiram desvios muito elevados, dificultando a discriminação das classes de qualidade. Em compensação, a sensibilidade de H' (Gráf. 49) melhorou no gradiente da PCA4 com relação ao da PCA1, não tendo ocorrido diminuição de valor entre as classes Boa e Ótima.

Gráfico 47 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

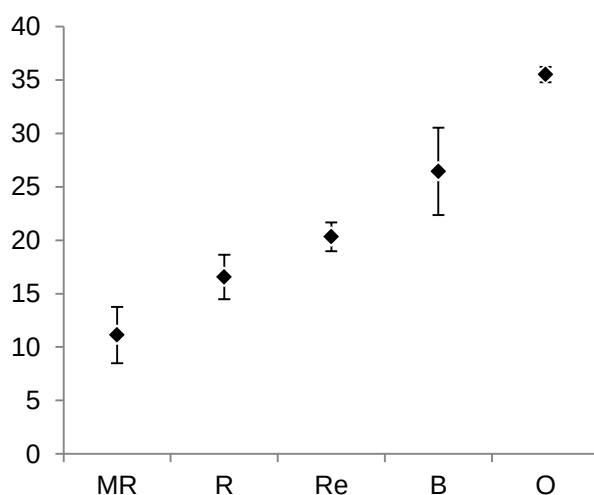


Gráfico 48 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

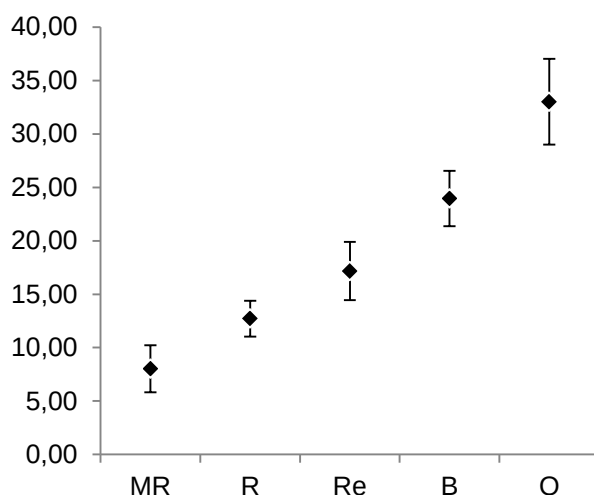


Gráfico 49 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

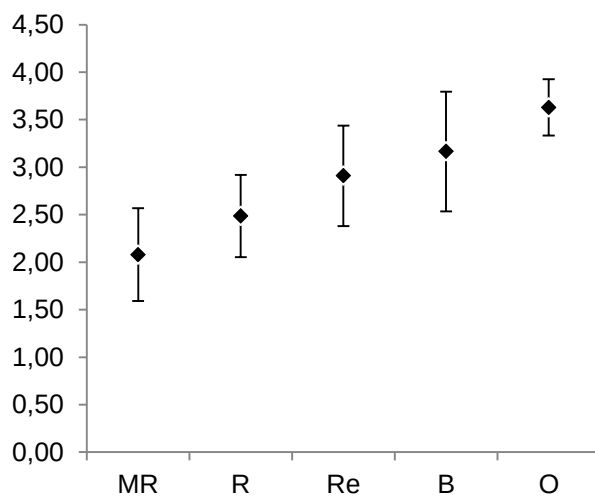


Gráfico 50 - Variação de S_{sen} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

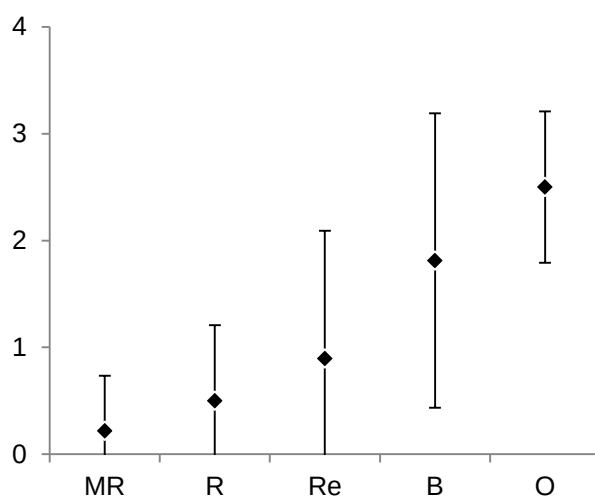
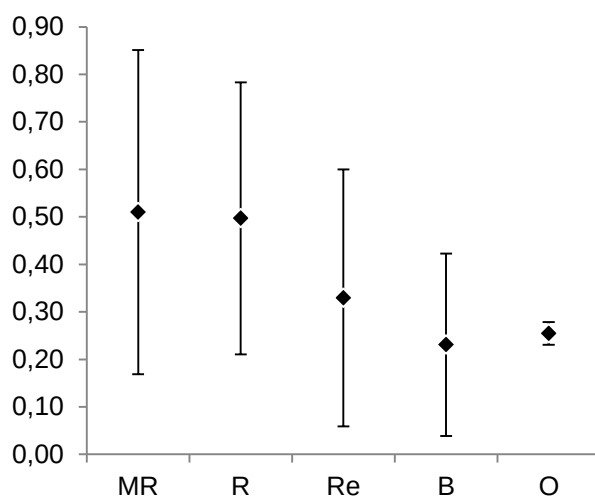


Gráfico 51 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4



Os Gráficos 52 a 56 avaliam a sensibilidade ao gradiente de métricas alternativas, pela maior correlação com o gradiente, a riqueza de Margalef (S_{Mg}), duas riquezas de táxons sensíveis (S_{EOT} e S_{EOTC}), a dominância (D) e o IB-Res.

O IB-Res (Gráf. 56) foi a única métrica que não apenas respondeu ao gradiente na direção esperada como discriminou as classes de qualidade. Dentre as outras métricas alternativas que responderam ao gradiente na direção esperada, nenhuma exibiu potencial para ser utilizada em substituição das atuais. S_{EOT} (Gráf. 53) e S_{EOTC} (Gráf. 54), que obtiveram correlações mais elevadas com o gradiente do eixo 1 da PCA4 do que S_{sen} , apresentaram desvios elevados, assim como a dominância (D)(Gráf. 55), melhor ajustado ao gradiente do que T/DT. S_{Mg} (Gráf. 52) que exibiu correlação elevada e curva sensível ao gradiente, poderia substituir S_{nat} , mas esta obteve melhor performance para estes dois critérios. Além disso, seu uso na PCA não melhorou a explicação do eixo 1 em relação a S_{nat} .

Gráfico 52 - Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

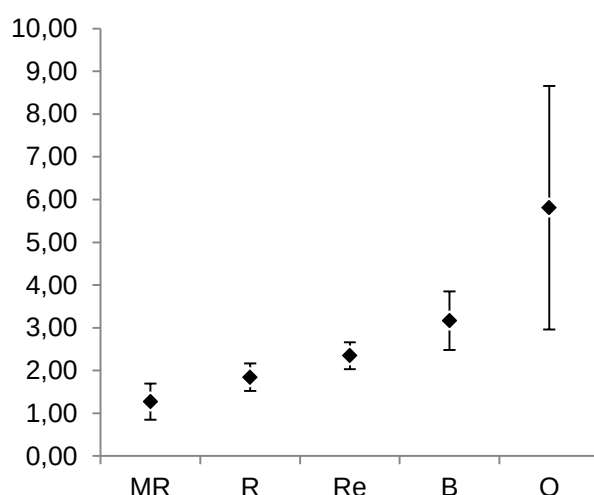


Gráfico 53 - Variação de S_{EOT} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

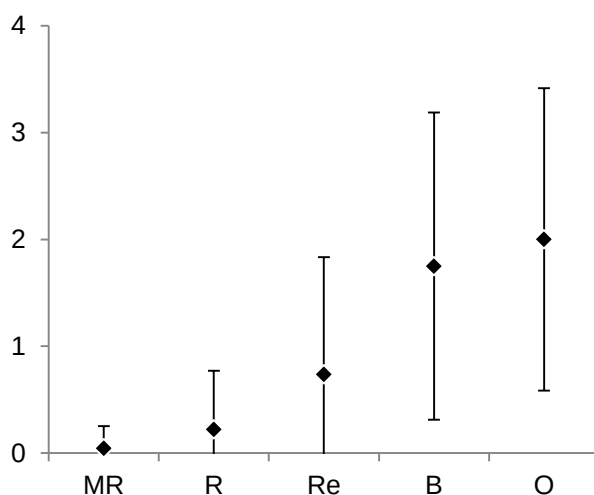


Gráfico 54 - Variação de S_{EOTC} ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

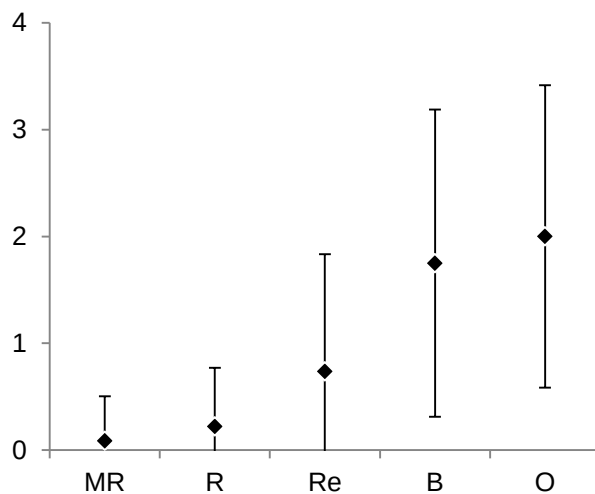


Gráfico 55 - Variação de D ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4

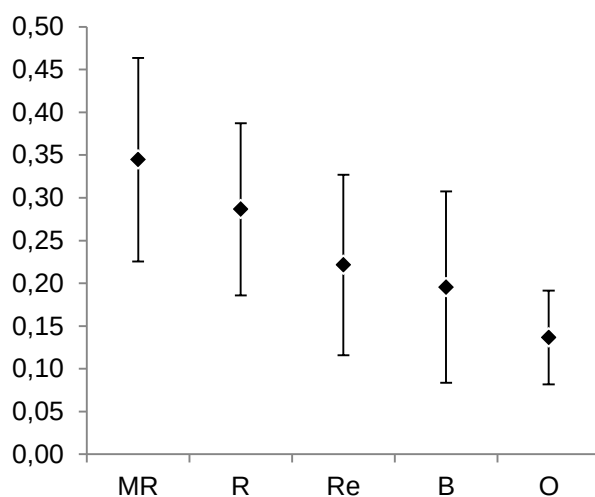
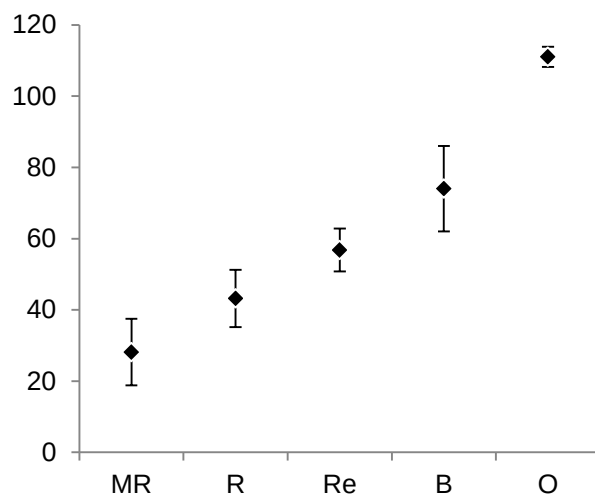


Gráfico 56 - Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região sublitoral de reservatórios formado pela PCA4



Novas PCAs foram rodadas com as métricas alternativas (exceto o IB-Res) para definir se haveria um gradiente melhor para construir os sistemas de valência, mas nenhuma melhorou a % de explicação da variabilidade dos dados pelo eixo 1 da PCA4 que foi de 95,4 %.

PCA5 (N=78): S_{nat} , ICS, S_{EOT} – Eixo 1 explica 81,3% da variação

PCA6 (N=78): S_{nat} , ICS, S_{EOT} , T/DT – Eixo 1 explica 69,0% da variação

PCA7 (N=78): S_{nat} , ICS, D – Eixo 1 explica 76,3% da variação

PCA8 (N=78): S_{Mg} , ICS, D – Eixo 1 explica 75,7% da variação

PCA9 (N=78): S_{Mg} , ICS – Eixo 1 explica 92,1% da variação

3.3.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região sublitoral de reservatórios (IB-SL)

Para a definição de valências foram usados os gradientes e classes de qualidade determinados pelas PCAs 4 (a – classe ótima com N=2 e b – classe ótima com N = 7), 1 e médias das valências obtidas para cada critério de cálculo de valência, gerando 24 sistemas de valências (Tab. 18).

A Figura 2 mostra os gradientes dos eixos 1 das PCAs 1 e 4 e as relações de seus diagnósticos. Em 56,4% (44) dos casos os diagnósticos foram mantidos a despeito da colocação do ponto/campanha no gradiente. Quando as PCAs conceberam diagnósticos distintos para um ponto/campanha (34 – 43,6%), a diferença não ultrapassou uma classe de qualidade.

Figura 2 - Gradientes definidos pelos eixos 1 das PCAs 1 e 4 e as relações de seus diagnósticos

(linha preta: mesmo diagnóstico; linha vermelha: diferença de 1 classe de qualidade no diagnóstico)

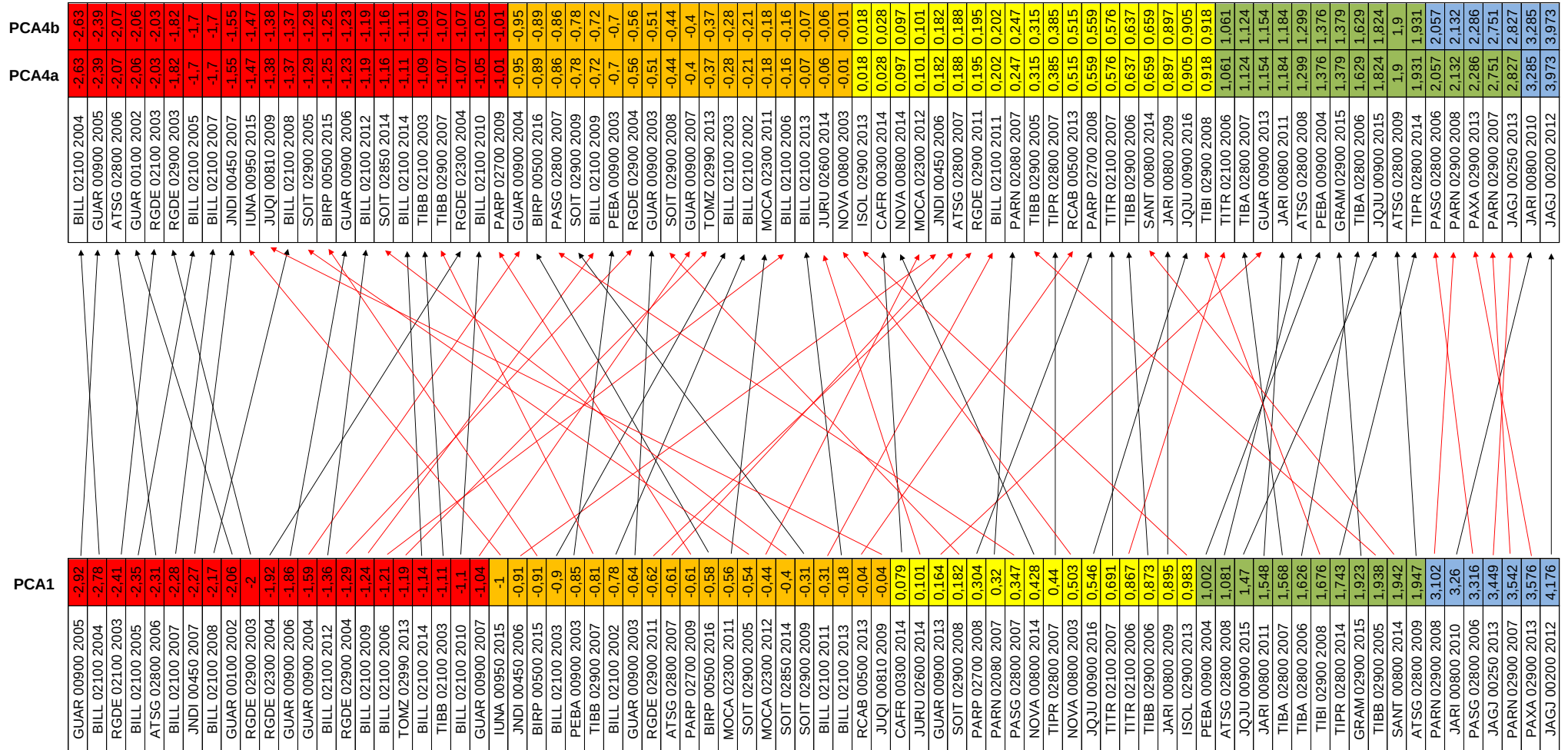


Tabela 18 - Sistemas de valências gerados para indicadores da região sublitoral de reservatórios (em amarelo os táxons raros; e = excluído)

gradiente IB	PCA4a									PCA4b						PCA1						médias		
	IB1-8	IB9-16	IB17-24	IB25-32	IB33-40	IB41-48	IB49-56	IB57-64	IB65-72	IB73-80	IB81-88	IB89-96	IB97-104	IB105-112	IB113-120	IB121-128	IB129-136	IB137-144	IB145-152	IB153-160	IB161-168	IB169-176	IB177-184	IB185-192
Indicadores/Valências	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24
BRYOZOA	5	3	2	5	3	2	5	3	2	6	4	2	6	4	2	6	4	2	6	4	2	6	3	2
Dugesidae	8	5	5	7	4	4	7	4	4	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	4	5
NEMERTEA	8	5	5	7	4	4	7	4	4	9	5	5	9	5	5	9	5	5	9	5	5	8	5	5
Unionoidea	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Sphaeriidae	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4
Ampullaridae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6
Ancylidae	7	5	4	7	5	4	7	5	4	8	5	4	8	5	4	9	5	5	9	5	5	8	5	4
Hydrobiidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Physidae	7	5	4	7	5	4	7	5	4	8	5	4	8	5	4	10	6	6	10	6	6	8	5	5
Planorbidae	9	6	6	7	5	4	9	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	9	6	6
Lymnaeidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Pleuroceridae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Thiaridae nativo	e	e	e	e	e	e	e	e	e	9	5	5	9	5	5	10	6	6	10	6	6	10	6	6
Aeolosomatidae	7	4	4	7	4	4	7	4	4	8	5	4	8	5	4	8	5	4	8	5	4	8	4	4
Enchytraeidae	8	5	5	4	3	1	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	7	4	4
<i>Limnodrilus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bothrioneurum</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>Aulodrilus</i>	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5
<i>Branchiura</i>	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3
<i>Allonais</i>	9	6	6	6	4	3	9	6	6	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	8	5	5
<i>Bratislavia</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Chaetogaster</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	3	4	1	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>Dero</i>	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Haemonais</i>	7	5	6	4	3	3	7	5	6	4	3	3	4	3	3	2	2	1	2	2	1	4	3	3
<i>Nais</i>	7	4	5	6	4	4	7	4	5	7	4	5	7	4	5	6	4	5	6	4	5	7	4	5
<i>Slavina</i>	5	3	3	5	3	3	5	3	3	7	4	5	7	4	5	7	4	4	7	4	4	6	4	4
<i>Stephensoniana</i>	4	3	4	4	3	4	4	3	4	8	5	4	8	5	4	8	5	4	8	5	4	6	4	4
<i>Stylaria</i>	7	4	4	7	4	4	7	4	4	9	5	5	9	5	5	9	5	5	9	5	5	8	5	5
<i>Pristina</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Opistocysta</i>	5	3	5	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	4	3	4	4	3	4	4	2	4
Phreodrilidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Erpobdellidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Glossiphoniidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hydracarina	7	4	5	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	6	4	5	3	2	2	5	3	3
Hyalellidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Ceratopogonidae	8	5	5	6	4	3	6	4	3	9	5	5	7	4	3	9	5	5	8	5	4	8	4	4
<i>Aedokritus</i>	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3
<i>Asheum</i>	9	6	6	7	5	4	9	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	9	6	6
<i>Axarus</i>	8	5	5	4	3	1	8	5	5	9	5	5	9	5	5	10	6	6	10	6	6	8	5	5
<i>Beardius</i>	8	5	6	6	4	4	8	5	6	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	7	5	5
<i>Chironomus</i>	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cladopelma</i>	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	5	3	1	5	3	1	4	2	2
<i>Cryptochironomus</i>	6	4	3	6	4	3	6	4	3	9	5	5	9	5	5	9	5	5	9	5	5	8	4	4
<i>Demicryptochironomus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Dicrotendipes</i>	6	4	3	6	4	3	6	4	3	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	7	4	4

Tabela 18 (cont.)

gradiente IB	PCA4a									PCA4b						PCA1						médias		
	IB1-8	IB9-16	IB17-24	IB25-32	IB33-40	IB41-48	IB49-56	IB57-64	IB65-72	IB73-80	IB81-88	IB89-96	IB97-104	IB105-112	IB113-120	IB121-128	IB129-136	IB137-144	IB145-152	IB153-160	IB161-168	IB169-176	IB177-184	IB185-192
Indicadores/Valências	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24
<i>Endotribelos</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Fissimentum</i>	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	6	4	3	6	4	3	5	3	2
<i>Goeldichironomus</i>	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3
<i>Lauterborniella</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Microchironomus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Nilothauma</i>	8	5	5	4	3	1	4	3	1	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	6	4	3
<i>Parachironomus</i>	6	4	3	6	4	3	6	4	3	6	4	3	6	4	3	8	5	5	8	5	5	7	4	4
<i>Paralauterborniella</i>	8	5	5	4	3	1	8	5	5	9	5	5	9	5	5	9	5	5	9	5	5	8	5	4
<i>Pelomus</i>	8	5	5	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4	7	4	4
<i>Polypedilum</i>	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	3	3	2	2	4	2	2
<i>Saetheria</i>	5	3	2	5	3	2	5	3	2	3	2	2	3	2	2	6	4	3	6	4	3	5	3	2
<i>Stenochironomus</i>	9	6	6	8	5	5	9	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	9	6	6
<i>Zavreliella</i>	8	5	6	6	4	4	8	5	6	8	5	6	8	5	6	9	6	6	9	6	6	8	5	6
<i>Caladomyia</i>	8	5	5	6	4	3	6	4	3	8	5	5	6	4	3	7	5	6	5	4	4	7	4	4
<i>Paratanytarsus</i>	9	6	6	7	5	4	9	6	6	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	8	5	5
<i>Stempellina</i>	5	3	5	1	1	1	5	3	5	4	3	4	4	3	4	8	5	5	8	5	5	5	3	4
<i>Stempellinella</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Tanytarsus</i>	7	4	4	7	4	4	7	4	4	8	5	5	8	5	5	5	3	2	8	5	5	7	4	4
<i>Pseudochironomus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Riethia</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Ablabesmyia</i>	8	5	5	6	4	3	6	4	3	8	5	5	6	4	3	4	3	1	6	4	3	6	4	3
<i>Coelotanypus</i>	7	4	5	5	3	3	5	3	3	7	4	3	7	4	3	7	4	3	7	4	3	6	4	3
<i>Djalmabatista</i>	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	4	2	3
<i>Labrundinia</i>	6	4	5	3	2	2	6	4	5	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	4	3	3
<i>Procladius</i>	6	4	5	3	2	2	6	4	5	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	4	2	3
<i>Tanypus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1
<i>Cricotopus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6
<i>Nanocladius</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Thienemaniella</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Empididae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Crambidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6
<i>Cosmopterigidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Naucoridae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Elmidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Corduliidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Gomphidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	9	5	5	9	5	5	10	6	6	10	6	6	10	6	6
<i>Libellulidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Baetidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Caenidae</i>	8	5	6	6	4	4	8	5	6	8	5	6	8	5	6	10	6	6	10	6	6	8	5	6
<i>Leptohyphidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6
<i>Leptophlebiidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Polymitarcyidae</i>	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	4	3	1	4	3	1	5	3	2
<i>Helicopsychidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Hydroptilidae</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6
<i>Leptoceridae</i>	7	5	4	7	5	4	7	5	4	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	9	5	5
<i>Polycentropodidae</i>	9	6	6	7	5	4	9	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	10	6	6	9	6	6

Cada conjunto de valências gerou até 8 propostas de Índice Biótico (IB), que consideraram:

1. todos táxons, incluindo os raros;
2. só os táxons de Oligochaeta e Chironomidae, incluindo raros;
3. só táxons de Oligochaeta, incluindo raros;
4. só gêneros de Chironomidae, incluindo raros;
5. todos táxons, excluindo raros;
6. só os táxons de Oligochaeta e Chironomidae, excluindo raros;
7. só táxons de Oligochaeta, excluindo raros;
8. só gêneros de Chironomidae, excluindo raros

A Tabela 19 mostra as correlações lineares entre os valores do eixo 1 da PCA4 e os resultados das propostas de IB.

Tabela 19 - Resultados das correlações entre as propostas de IB para a região sublitoral de reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA4 (Tudo = todos indicadores selecionados; O+C = indicadores dos táxons Oligochaeta e Chironomidae; O = indicadores do táxon Oligochaeta e C = indicadores de gêneros de Chironomidae; com = considerando raros; sem = desconsiderando raros)

Valência	raros	tudo		O+C		O		C	
		r	p	r	p	r	p	r	p
1	com	IB1		IB2		IB3		IB4	
		0,961	3,3E-44	0,890	1,2E-27	0,577	3,1E-08	0,758	9,5E-16
	sem	IB5		IB6		IB7		IB8	
		0,951	1,7E-40	0,880	2,8E-26	0,496	3,8E-06	0,754	1,6E-15
2	com	IB9		IB10		IB11		IB12	
		0,963	3,2E-45	0,890	1,3E-27	0,560	9,7E-08	0,763	4,7E-16
	sem	IB13		IB14		IB15		IB16	
		0,953	5,4E-41	0,878	5,4E-26	0,481	8,2E-06	0,760	7,0E-16
3	com	IB17		IB18		IB19		IB20	
		0,955	1,0E-41	0,879	4,0E-26	0,534	4,7E-07	0,749	3,0E-15
	sem	IB21		IB22		IB23		IB24	
		0,943	5,5E-38	0,862	4,4E-24	0,461	2,1E-05	0,744	6,3E-15
4	com	IB25		IB26		IB27		IB28	
		0,964	1,8E-45	0,911	5,5E-31	0,587	1,7E-08	0,776	6,7E-17
	sem	IB29		IB30		IB31		IB32	
		0,952	5,5E-41	0,897	1,3E-28	0,520	1,1E-06	0,769	2,1E-16
5	com	IB33		IB34		IB35		IB36	
		0,966	2,0E-46	0,909	1,5E-30	0,570	5,2E-08	0,779	4,3E-17
	sem	IB37		IB38		IB39		IB40	
		0,953	4,3E-41	0,894	3,1E-28	0,502	2,8E-06	0,775	8,0E-17
6	com	IB41		IB42		IB43		IB44	
		0,958	8,1E-43	0,907	2,4E-30	0,532	5,4E-07	0,785	1,8E-17
	sem	IB45		IB46		IB47		IB48	
		0,947	4,3E-39	0,887	3,0E-27	0,486	6,4E-06	0,779	4,5E-17
7	com	IB49		IB50		IB51		IB52	
		0,960	6,1E-44	0,892	5,5E-28	0,588	1,5E-08	0,755	1,4E-15
	sem	IB53		IB54		IB55		IB56	
		0,950	4,2E-40	0,882	1,6E-26	0,509	1,9E-06	0,752	2,2E-15

Tabela 19 (cont.)

Valência	raros	tudo		O+C		O		C	
		r	p	r	p	r	p	r	p
8	com	IB57		IB58		IB59		IB60	
		0,962	1,3E-44	0,892	6,9E-28	0,569	5,5E-08	0,761	6,0E-16
	sem	IB61		IB62		IB63		IB64	
		0,950	4,4E-40	0,880	2,5E-26	0,491	5,1E-06	0,760	7,5E-16
9	com	IB65		IB66		IB67		IB68	
		0,953	3,5E-41	0,881	1,9E-26	0,551	1,8E-07	0,744	6,1E-15
	sem	IB69		IB70		IB71		IB72	
		0,940	3,1E-37	0,861	5,6E-24	0,478	9,4E-06	0,738	1,4E-14
10	com	IB73		IB74		IB75		IB76	
		0,941	1,9E-37	0,912	3,6E-31	0,577	3,3E-08	0,783	2,6E-17
	sem	IB77		IB78		IB79		IB80	
		0,942	8,3E-38	0,895	2,0E-28	0,529	6,3E-07	0,743	6,9E-15
11	com	IB81		IB82		IB83		IB84	
		0,950	3,8E-40	0,915	8,9E-32	0,565	6,9E-08	0,786	1,5E-17
	sem	IB85		IB86		IB87		IB88	
		0,943	3,5E-38	0,891	7,9E-28	0,515	1,4E-06	0,743	7,1E-15
12	com	IB89		IB90		IB91		IB92	
		0,949	5,5E-40	0,922	5,3E-33	0,554	1,4E-07	0,783	2,6E-17
	sem	IB93		IB94		IB95		IB96	
		0,946	8,1E-39	0,903	1,2E-29	0,509	1,9E-06	0,740	9,9E-15
13	com	IB97		IB98		IB99		IB100	
		0,938	8,8E-37	0,909	1,1E-30	0,577	3,3E-08	0,779	4,5E-17
	sem	IB101		IB102		IB103		IB104	
		0,940	3,8E-37	0,892	7,2E-28	0,529	6,5E-07	0,738	1,3E-14
14	com	IB105		IB106		IB107		IB108	
		0,947	3,2E-39	0,913	2,8E-31	0,566	6,6E-08	0,783	2,5E-17
	sem	IB109		IB110		IB111		IB112	
		0,941	1,4E-37	0,889	1,6E-27	0,515	1,4E-06	0,739	1,1E-14
15	com	IB113		IB114		IB115		IB116	
		0,945	1,4E-38	0,916	6,4E-32	0,554	1,4E-07	0,776	7,2E-17
	sem	IB117		IB118		IB119		IB120	
		0,940	3,3E-37	0,895	1,9E-28	0,509	2,0E-06	0,730	3,3E-14
16	com	IB121		IB122		IB123		IB124	
		0,923	3,3E-33	0,852	4,4E-23	0,579	2,7E-08	0,738	1,3E-14
	sem	IB125		IB126		IB127		IB128	
		0,933	1,9E-35	0,857	1,5E-23	0,519	1,1E-06	0,697	1,4E-12
17	com	IB129		IB130		IB131		IB132	
		0,928	2,5E-34	0,859	8,4E-24	0,570	5,1E-08	0,739	1,1E-14
	sem	IB133		IB134		IB135		IB136	
		0,937	2,3E-36	0,861	5,1E-24	0,510	1,8E-06	0,701	9,0E-13
18	com	IB137		IB138		IB139		IB140	
		0,924	1,7E-33	0,859	7,8E-24	0,555	1,3E-07	0,737	1,5E-14
	sem	IB141		IB142		IB143		IB144	
		0,931	4,3E-35	0,864	2,6E-24	0,497	3,8E-06	0,698	1,2E-12

Tabela 19 (cont.)

Valência	raros	tudo		O+C		O		C	
		r	p	r	p	r	p	r	p
19	com	IB145		IB146		IB147		IB148	
		0,921	7,2E-33	0,855	2,1E-23	0,579	2,7E-08	0,743	6,6E-15
	sem	IB149		IB150		IB151		IB152	
		0,932	3,1E-35	0,863	3,1E-24	0,519	1,1E-06	0,704	6,2E-13
20	com	IB153		IB154		IB155		IB156	
		0,927	4,3E-34	0,861	4,8E-24	0,570	5,1E-08	0,742	8,0E-15
	sem	IB157		IB158		IB159		IB160	
		0,938	1,4E-36	0,866	1,3E-24	0,510	1,8E-06	0,705	6,0E-13
21	com	IB161		IB162		IB163		IB164	
		0,922	3,9E-33	0,866	1,5E-24	0,555	1,3E-07	0,748	3,4E-15
	sem	IB165		IB166		IB167		IB168	
		0,932	3,4E-35	0,876	9,6E-26	0,497	3,8E-06	0,716	1,8E-13
22	com	IB169		IB170		IB171		IB172	
		0,951	1,6E-40	0,912	4,5E-31	0,591	1,2E-08	0,777	5,8E-17
	sem	IB173		IB174		IB175		IB176	
		0,943	5,0E-38	0,884	7,3E-27	0,520	1,1E-06	0,725	6,0E-14
23	com	IB177		IB178		IB179		IB180	
		0,951	1,6E-40	0,911	7,0E-31	0,587	1,6E-08	0,782	3,0E-17
	sem	IB181		IB182		IB183		IB184	
		0,946	4,7E-39	0,889	1,6E-27	0,518	1,2E-06	0,732	2,6E-14
24	com	IB185		IB186		IB187		IB188	
		0,951	1,3E-40	0,915	1,3E-31	0,555	1,4E-07	0,783	2,6E-17
	sem	IB189		IB190		IB191		IB192	
		0,943	3,9E-38	0,888	2,6E-27	0,489	5,7E-06	0,728	4,1E-14

Para todas as valências, o conjunto de indicadores que obteve maior afinidade com o gradiente foi aquele que considerou todos os táxons selecionados, seguido do conjunto formado apenas por Oligochaeta e Chironomidae, do conjunto formado por gêneros de Chironomidae e, por último, de famílias e gêneros de Oligochaeta.

De 84 comparações entre usar ou não os táxons considerados raros, na maioria (83,3%) dos casos a alternativa que os utilizou obteve maior correlação com o gradiente .

Foi testado também o uso de ponderação no cálculo do IB, ou seja, a divisão da somatória de valências pelo número de indicadores encontrados. A Tabela 20 apresenta o resultado da correlação dos IBs ponderados com o gradiente da PCA4 e mostra que nenhuma das versões ponderadas apresentou maior afinidade ao gradiente do que a original.

Tabela 20 - Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA4 e os resultados das propostas ponderadas de IB

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB1p	0,707	4,9E-13
IB9p	0,735	1,8E-14
IB17p	0,684	5,2E-12
IB25p	0,707	4,7E-13
IB33p	0,738	1,3E-14
IB41p	0,647	1,6E-10
IB49p	0,732	2,6E-14
IB57p	0,750	2,8E-15
IB65p	0,738	1,3E-14
IB169p	0,715	1,8E-13
IB177p	0,704	6,4E-13
IB185p	0,716	1,7E-13

Dez propostas de IB, que consideraram a soma de todos os indicadores, incluindo os raros, com valor de correlação com o eixo 1 da PCA4 superior a 0,950 foram avaliados quanto a sensibilidade das curvas em relação aos diagnósticos da PCA4. Os Gráficos 57 a 67 apresentam o comportamento das propostas de IB que obtiveram as maiores correlações com o eixo 1 da PCA4.

Gráfico 57 – Comportamento dos valores médios do IB1, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

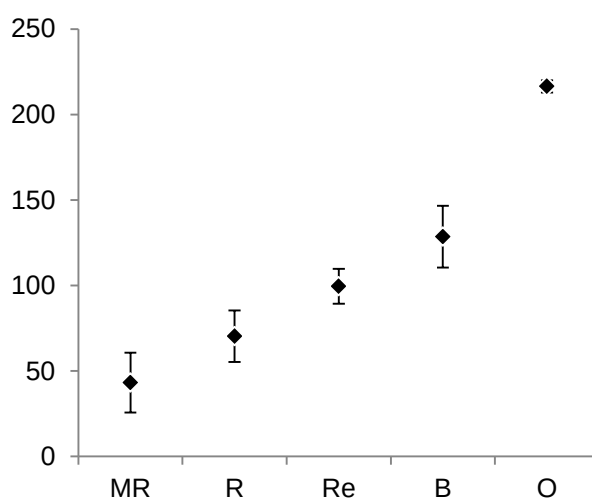


Gráfico 58 – Comportamento dos valores médios do IB9, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

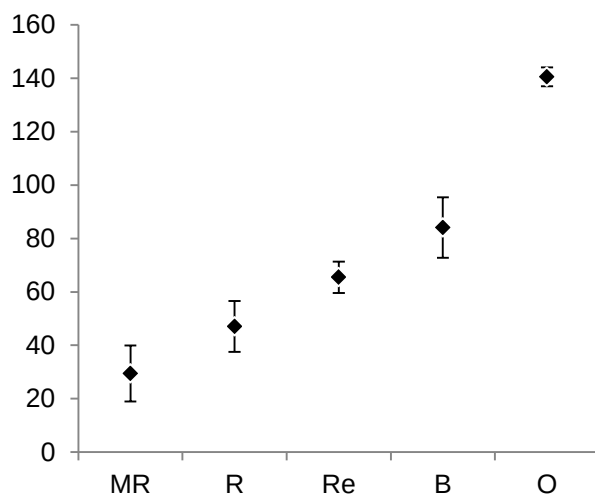


Gráfico 59 – Comportamento dos valores médios do IB25, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

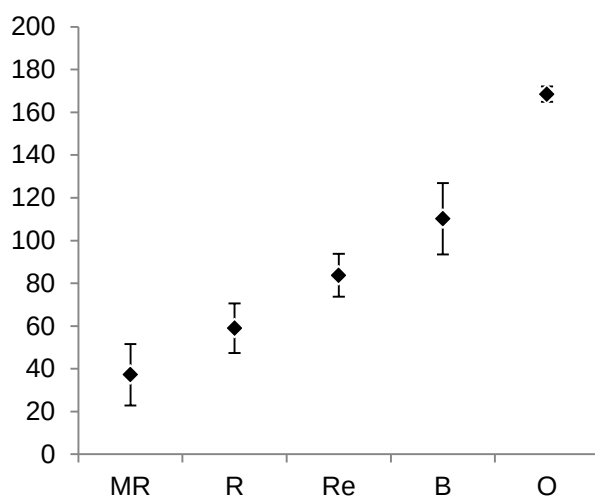


Gráfico 60 – Comportamento dos valores médios do IB33, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

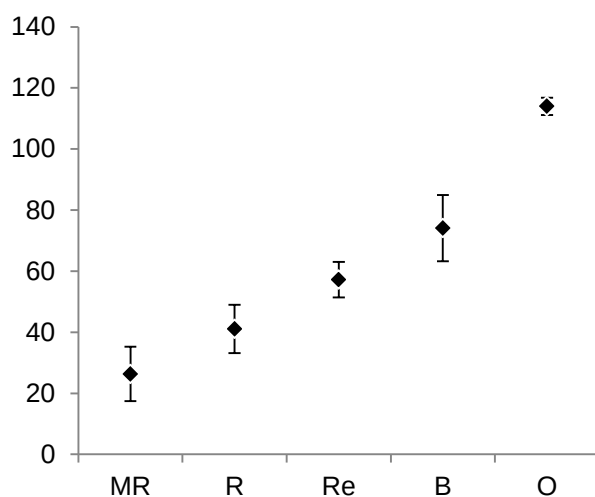


Gráfico 61 – Comportamento dos valores médios do IB49, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

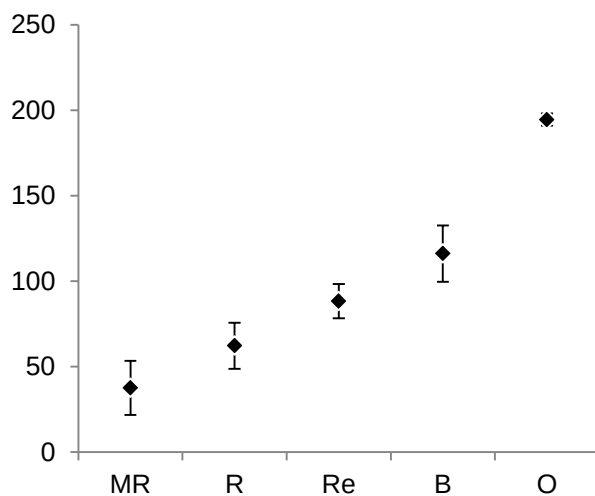


Gráfico 62 – Comportamento dos valores médios do IB57, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

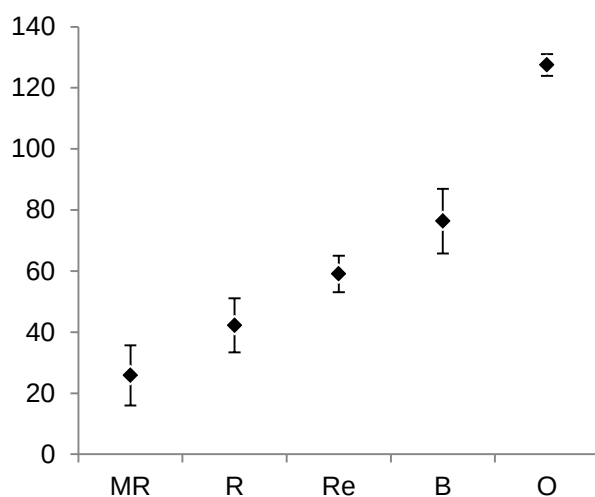


Gráfico 63 – Comportamento dos valores médios do IB65, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

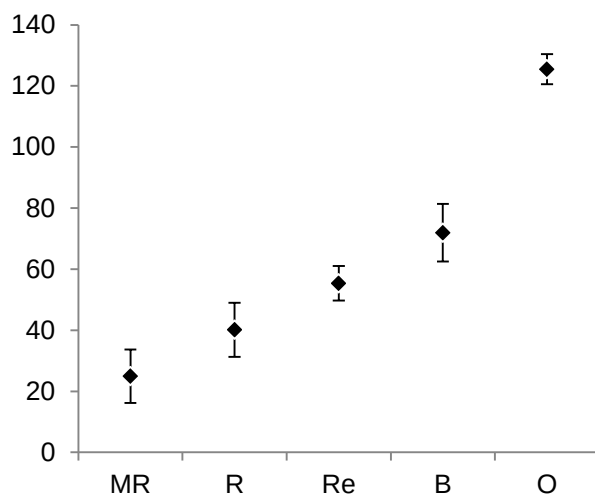


Gráfico 64 – Comportamento dos valores médios do IB169, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

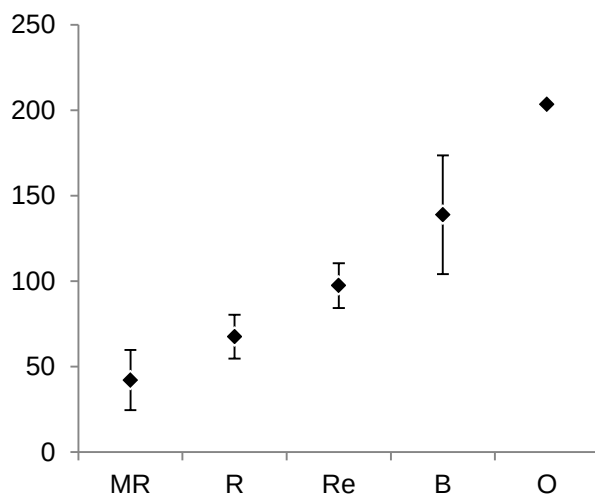


Gráfico 65 – Comportamento dos valores médios do IB177, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

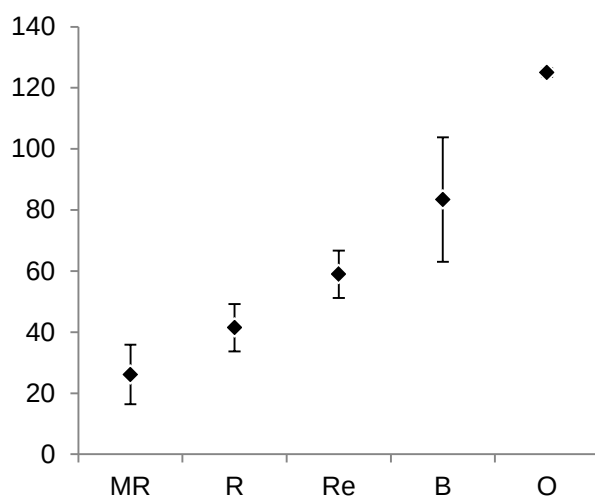


Gráfico 66 – Comportamento dos valores médios do IB185, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4

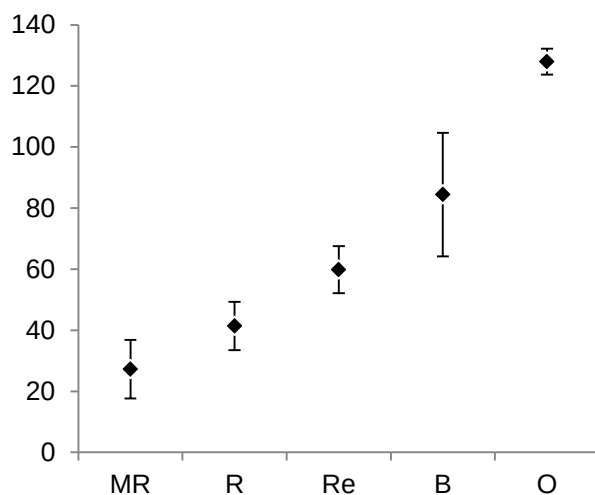
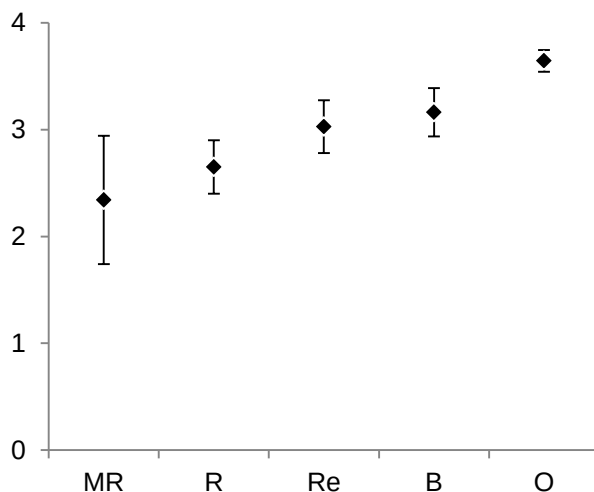


Gráfico 67 – Comportamento dos valores médios da versão ponderada do IB57, e seus desvios, no gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios estabelecido pela PCA4



E novas PCAs foram rodadas incluindo estas mesmas propostas de IB:

PCA10 (N=78): S_{nat} , ICS, IB1 – Eixo 1 explica 95,3% da variação

PCA11 (N=78): S_{nat} , ICS, IB9 – Eixo 1 explica 95,4% da variação

PCA12 (N=78): S_{nat} , ICS, IB25 – Eixo 1 explica 95,4% da variação

PCA13 (N=78): S_{nat} , ICS, IB33 – Eixo 1 explica 95,5% da variação

PCA14 (N=78): S_{nat} , ICS, IB49 – Eixo 1 explica 95,2% da variação

PCA15 (N=78): S_{nat} , ICS, IB57 – Eixo 1 explica 95,3% da variação

PCA16 (N=78): S_{nat} , ICS, IB65 – Eixo 1 explica 94,9% da variação

PCA17 (N=78): S_{nat} , ICS, IB169 – Eixo 1 explica 94,8% da variação

PCA18 (N=78): S_{nat} , ICS, IB177 – Eixo 1 explica 94,9% da variação

PCA19 (N=78): S_{nat} , ICS, IB185 – Eixo 1 explica 94,9% da variação

PCA 20 (N=78): S_{nat} , ICS, IB57 ponderado – Eixo 1 explica 86,2% da variação

PCA 21 (N=78): S_{nat} , ICS, IB-Res – Eixo 1 explica 95,3% da variação

A versão ponderada do IB57 (Gráf. 67) que, entre as versões ponderadas, apresentou o melhor valor de correlação com o gradiente, foi descartada pois mostrou pouca sensibilidade a este, tendo conseguido distinguir apenas a classe ótima das demais. Além disso, o eixo 1 de sua PCA foi o que menos explicou a variabilidade dos dados.

Os IBs 1 (Gráf. 57), 9 (Gráf. 58), 25 (Gráf. 59) e 33 (Gráf. 60) foram descartados porque, embora tenham obtido os maiores valores de correlação com o eixo 1 da PCA4, tenham mostrado sensibilidade ao gradiente de qualidade e suas PCAs tenham explicado mais de 95% da variação dos dados, foram baseados nos sistemas de valência V1, V2, V4 e V5, respectivamente, que conferiram valência 2 para *Dero* e *Chironomus* e, no caso de V4 e V5, também valência 1 para *Stempellina*, que não correspondem ao esperado pelo conhecimento descrito na literatura científica.

Os IBs 169 (Gráf. 64), 177 (Gráf. 65) e 185 (Gráf. 66) apresentaram desvios altos para a classe boa, sobrepondo valores com a classe Regular e suas PCAs explicaram menos de 95% da variação dos dados, assim como a do IB65 (Gráf. 63), sendo todos descartados.

Os IBs 49 (Gráf. 61) e 57 (Gráf. 62), que obtiveram valores elevados de correlação ao gradiente e seus gráficos mostraram sensibilidade a este, discriminando todas as classes de qualidade, serão testados nas novas propostas de ICB_{RES-SL} como métrica de sensibilidade/tolerância no lugar de S_{sen} e T/DT, assim como o IB-Res (Quadro 12). O IB49, com valências de 1 a 9, e o IB57, com valências de 1 a 6, resultaram do mesmo critério de pontuação para fo (>50%, considerando ótimo) e dm (ignorando ótimo). Os quadros 14 e 15 apresentam os sistemas de valência do IB49 e do IB57, respectivamente.

Quadro 14 - Sistema de valências do IB49

valência	indicadores
1	<i>Limnodrilus</i> , <i>Chaetogaster</i> , <i>Dero</i> , <i>Pristina</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Tanytus</i>
2	<i>Bothrioneurum</i>
3	<i>Opistocysta</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Cladopelma</i>
4	<i>Aulodrilus</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Nilothauma</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Djalmabatista</i>
5	<i>Bryozoa</i> , <i>Branchiura</i> , <i>Slavina</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Stempellina</i> , <i>Coelotanypus</i> , <i>Polymitarcyidae</i>
6	<i>Ceratopogonidae</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Dicrotendipes</i> , <i>Parachironomus</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Labrundinia</i> , <i>Procladius</i>
7	<i>Dugesidae</i> , <i>Nemertea</i> , <i>Sphaeriidae</i> , <i>Ancylidae</i> , <i>Physidae</i> , <i>Aelosomatidae</i> , <i>Haemonais</i> , <i>Nais</i> , <i>Stylaria</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Leptoceridae</i>
8	<i>Enchytraeidae</i> , <i>Axarus</i> , <i>Beardius</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Zavreliella</i> , <i>Caenidae</i>
9	<i>Planorbidae</i> , <i>Allonais</i> , <i>Asheum</i> , <i>Stenochironomus</i> , <i>Paratanytarsus</i> , <i>Polycentropodidae</i>

Quadro 15 - Sistema de valências do IB57

valência	indicadores
1	<i>Limnodrilus</i> , <i>Chaetogaster</i> , <i>Dero</i> , <i>Pristina</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Tanytus</i>
2	<i>Bothrioneurum</i> , <i>Opistocysta</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Cladopelma</i>
3	<i>Bryozoa</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Branchiura</i> , <i>Slavina</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Nilothauma</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Stempellina</i> , <i>Coelotanypus</i> , <i>Djalmabatista</i> , <i>Polymitarciidae</i>
4	<i>Dugesidae</i> , <i>Nemertea</i> , <i>Sphaeriidae</i> , <i>Aeolosomatidae</i> , <i>Nais</i> , <i>Stylaria</i> , <i>Ceratopogonidae</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Dicrotendipes</i> , <i>Parachironomus</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Labrundinia</i> , <i>Procladius</i>
5	<i>Ancyliidae</i> , <i>Physidae</i> , <i>Enchytraeidae</i> , <i>Haemonais</i> , <i>Axarus</i> , <i>Beardius</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Zavreliella</i> , <i>Caenidae</i> , <i>Leptoceridae</i>
6	<i>Planorbidae</i> , <i>Allonais</i> , <i>Asheum</i> , <i>Stenochironomus</i> , <i>Paratanytarsus</i> , <i>Polycentropodidae</i>

3.3.4 Revisão do Índice Multimétrico

Na Tabela 21 estão os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-SL} com o IB49.

Tabela 21 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB49

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	9,7	15,3	20,8	27,6	35,5
ICS	7,04	11,64	17,75	24,62	33,01
IB49	28,9	57,3	90,5	121,3	194,5
H'	2,05	2,36	2,92	3,20	3,63
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	10,0	15,0	20,0	26,5	35,5
ICS	7,21	11,25	17,81	24,54	33,01
IB49	32,5	56,0	90,5	121,0	194,5
H'	2,02	2,39	3,03	3,37	3,63
mínimos					Ótima
S _{nat}					35
ICS					30,18
IB49					192
H'					3,42
máximos				Boa	
S _{nat}				36	
ICS				29,82	
IB49				150	
H'				4,14	

Os Gráficos 68 a 71 mostram a sensibilidade das métricas ao gradiente de qualidade da região sublitoral de reservatórios formado pelo eixo 1 da PCA14 que, incorporou o IB49.

S_{nat} (Gráf. 68), ICS (Gráf. 69) e o IB49 (Gráf. 71) não apenas responderam como esperado ao gradiente de qualidade como discerniram perfeitamente as classes. O mesmo não pode ser observado para H' (Gráf. 70) que, embora tenha respondido na direção prevista, mostrou desvios elevados e sobrepostos entre as classes, dificultando sua discriminação.

Gráfico 68 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14

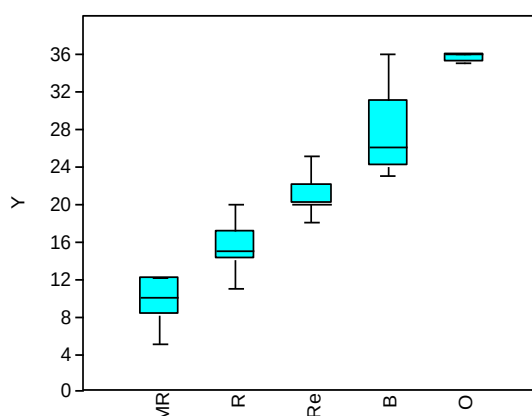


Gráfico 69 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14

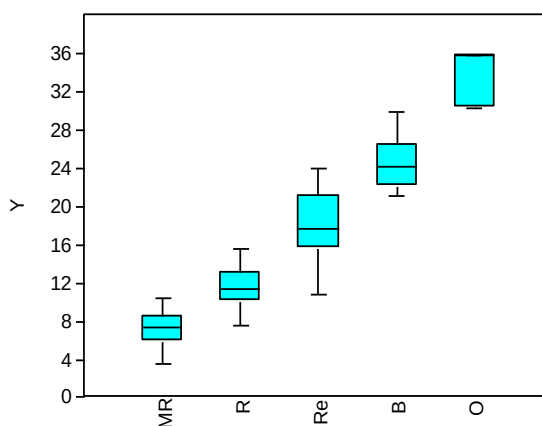


Gráfico 70 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14

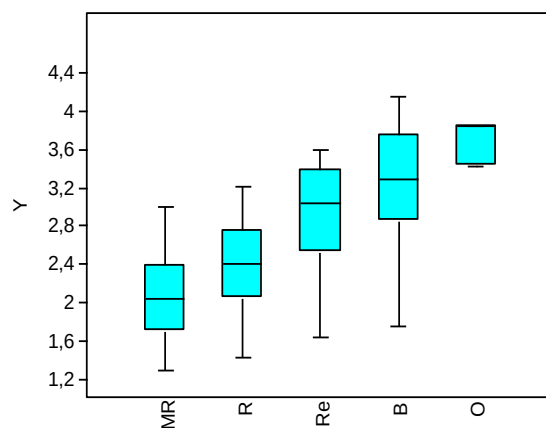
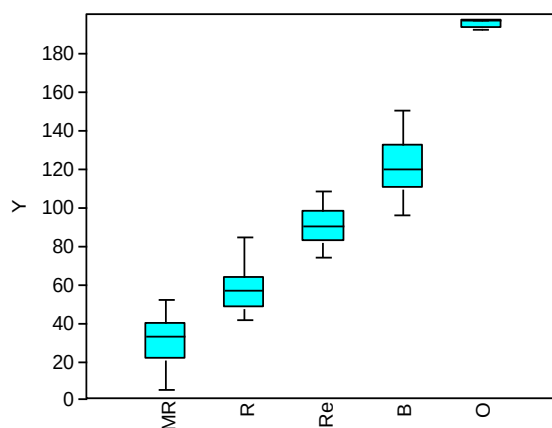


Gráfico 71 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB49 no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA14



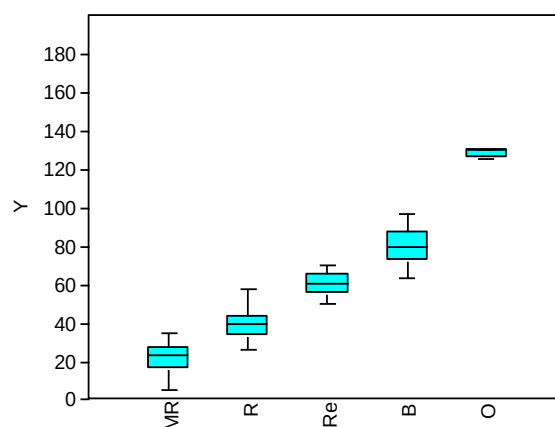
A Tabela 22 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-SL} com o IB57.

Tabela 22 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB57

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	9,7	15,3	20,8	27,6	35,5
ICS	7,04	11,64	17,75	24,62	33,01
IB57	20,4	38,8	60,3	79,8	127,5
H'	2,05	2,36	2,92	3,20	3,63
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	10,0	15,0	20,0	26,5	35,5
ICS	7,21	11,25	17,81	24,54	33,01
IB57	22,0	38,5	60,5	80,5	127,5
H'	2,02	2,39	3,03	3,37	3,63
mínimos					Ótima
S _{nat}					35
ICS					30,18
IB57					125
H'					3,42
máximos				Boa	
S _{nat}				36	
ICS				29,82	
IB57				97	
H'				4,14	

Como o gradiente formado pela PCA15, que incorporou o IB57, foi idêntico ao obtido pela PCA14, apenas a sensibilidade do IB57 foi representado em gráfico (Gráf. 72).

Gráfico 72 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB57 no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA15



Assim como o IB49, o IB57 comportou-se como o esperado no gradiente de qualidade e discerniu perfeitamente as classes de qualidade.

Na Tabela 23 são apresentados os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-SL} com o IB-Res.

Tabela 23 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-SL} com o IB-Res

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	11,5	16,8	20,2	25,0	34,5
ICS	8,36	13,13	16,52	23,15	29,95
IB-Res	28,5	44,9	55,6	70,0	105,3
H'	2,12	2,50	2,84	3,18	3,43
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	12,0	17,0	20,0	24,5	35,5
ICS	8,51	12,95	16,51	23,01	30,00
IB-Res	31,0	44,5	54,5	70,0	104,5
H'	2,12	2,47	2,96	3,35	3,63
mínimos					Ótima
S_{nat}					31
ICS					23,96
IB-Res					99
H'					2,32
máximos				Boa	
S_{nat}				32	
ICS				27,45	
IB-Res				83	
H'				3,86	

Os Gráficos 73 a 76 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA21 que, incorporou o IB-Res.

Todas as métricas responderam na direção esperada ao gradiente. S_{nat} (Gráf. 73) foi a que melhor discriminou as classes de qualidade, seguida do IB-Res (Gráf. 76). O ICS (Gráf. 74) apresentou uma pequena sobreposição entre as classes Ruim/Regular e Boa/Ótima para ICS, enquanto H' (Gráf. 75) sobrepôs a classe ótima até com a Muito Ruim.

Gráfico 73 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21

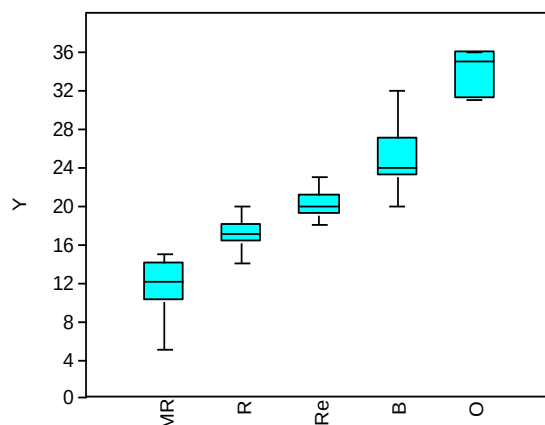


Gráfico 74 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21

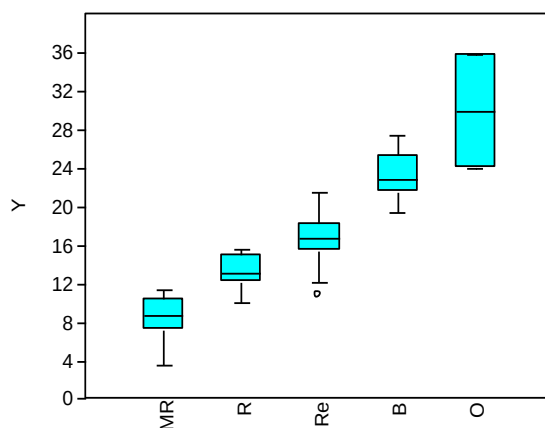


Gráfico 75 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21

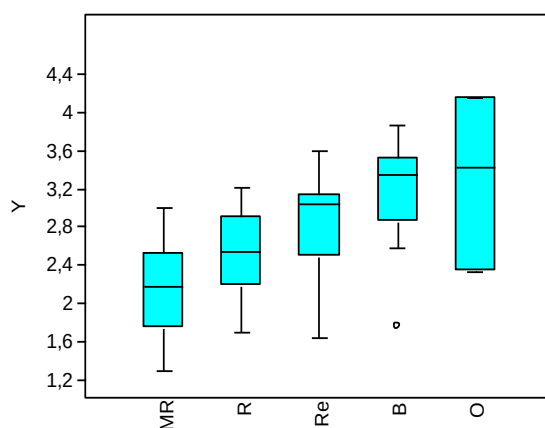
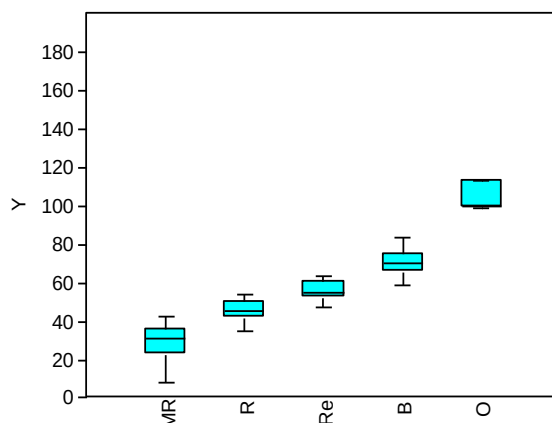


Gráfico 76 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região sublitoral de reservatórios pelo eixo 1 da PCA21



Doze propostas de ICB_{RES-SL} foram analisadas:

Proposta 1: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB49, alteração das faixas de acordo com as médias da PCA14, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 2: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB49, alteração das faixas de acordo com as medianas da PCA14, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 3: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB49, alteração das faixas de acordo com mínimos da classe ótima da PCA14, dividindo em faixas iguais.

Proposta 4: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB49, alteração das faixas de acordo com máximos da classe boa da PCA14, dividindo em faixas iguais.

Proposta 5: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB57, alteração das faixas de acordo com as médias da PCA15, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 6: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB57, alteração das faixas de acordo com as medianas da PCA15, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 7: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB57, alteração das faixas de acordo com mínimos classe ótima da PCA15, dividindo em faixas iguais.

Proposta 8: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB57, alteração das faixas de acordo com máximos da classe boa da PCA15, dividindo em faixas iguais.

Proposta 9: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res, alteração das faixas de acordo com as médias da PCA21, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 10: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res, alteração das faixas de acordo com as medianas da PCA21, calculando os valores intermediários entre grupos.

Proposta 11: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res, alteração das faixas de acordo com mínimos da classe ótima da PCA21, dividindo em faixas iguais.

Proposta 12: aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res, alteração das faixas de acordo com máximos da classe boa da PCA21, dividindo em faixas iguais.

As propostas com maior afinidade com o gradiente definido pelo eixo 1 das PCAs foram a proposta 5, com uso do IB57, e a proposta 10, que utilizou o IB-Res (Tab. 24). Assim, duas propostas de ICB_{RES-SL} continuarão a ser avaliadas: (1) com o IB57, renomeado como IB-SL e (2) com IB-Res.

Tabela 24 - Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB_{RES-SL} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs

	r	p
PCA1 - métricas atuais		
ICB_{RES-SL}	0,872	2,6E-25
PCA14 - IB49		
ICB_{RES-SL} novo1	0,952	6,1E-41
ICB_{RES-SL} novo 2	0,951	1,5E-40
ICB_{RES-SL} novo3	0,904	8,1E-30
ICB_{RES-SL} novo4	0,928	2,6E-34
PCA15 - IB57		
ICB_{RES-SL} novo5	0,970	2,9E-48
ICB_{RES-SL} novo6	0,955	1,0E-41
ICB_{RES-SL} novo7	0,904	8,1E-30
ICB_{RES-SL} novo8	0,909	1,4E-30
PCA21 - IB-Res		
ICB_{RES-SL} novo9	0,973	6,5E-50
ICB_{RES-SL} novo10	0,981	1,3E-55
ICB_{RES-SL} novo11	0,894	3,5E-28
ICB_{RES-SL} novo12	0,916	6,5E-32

As duas propostas para um novo ICB aumentaram a correlação com o eixo da PCA em relação ao anterior, mostrando que a troca do índice de sensibilidade e o aumento de classes não prejudicou a performance do ICB.

As diferenças de diagnóstico entre o atual índice e as propostas para sua alteração estão apresentadas na Tabela 25.

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-SL} antigo	ICB _{RES-SL} novo (1)	ICB _{RES-SL} novo (2)	ICB _{RES-SL} novo1	ICB _{RES-SL} novo2	ICB _{RES-SL} novo3	ICB _{RES-SL} novo4	ICB _{RES-SL} novo6	ICB _{RES-SL} novo7	ICB _{RES-SL} novo8	ICB _{RES-SL} novo9	ICB _{RES-SL} novo11	ICB _{RES-SL} novo12	
2	IUNA 00950	2015	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	
	SANT 00800	2014	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	JAGJ 00200	2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	JAGJ 00250	2013	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	
4	GRAM 02900	2015	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	
5	ATSG 02800	2006	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		2007	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		2008	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	
		2009	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	JARI 00800	2009	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		2010	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		2011	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	
6	NOVA 00800	2003	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	
		2014	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	
	JNDI 00450	2006	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		2007	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4
	PEBA 00900	2003	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2004	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2
	RGDE 02100	2003	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	RGDE 02300	2004	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
	RGDE 02900	2003	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
		2004	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2011	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	BIRP 00500	2015	3	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4
		2016	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
	BILL 02100	2002	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
		2003	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2004	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2005	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
		2006	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3
		2007	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
		2008	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
		2009	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2010	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
		2011	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2012	3	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
		2013	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3
		2014	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4
		GUAR 00100	2002	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	GUAR 00900	2003	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2004	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
		2005	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2006		4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	
2007		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	
2013		3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
RCAB 00500	2013	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
JQJU 00900	2015	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	
	2016	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Tabela 25 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-SL} antigo	ICB _{RES-SL} novo (1)	ICB _{RES-SL} novo (2)	ICB _{RES-SL} novo1	ICB _{RES-SL} novo2	ICB _{RES-SL} novo3	ICB _{RES-SL} novo4	ICB _{RES-SL} novo6	ICB _{RES-SL} novo7	ICB _{RES-SL} novo8	ICB _{RES-SL} novo9	ICB _{RES-SL} novo11	ICB _{RES-SL} novo12
9	MOCA 02300	2011	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
		2012	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	SOIT 02900	2005	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
		2008	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
		2009	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2014	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	TIBB 02100	2003	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
		2005	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	TIBB 02900	2006	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2007	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
		2009	2	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
11	JUQI 00810	2009	2	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
	CAFR 00300	2014	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3
13	TIBA 02800	2006	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
		2007	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2
	TIBI 02900	2008	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2
14	JURU 02600	2014	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3
	PAXA 02900	2013	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	TOMZ 02990	2013	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3
16	TIPR 02800	2007	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2014	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	PASG 02800	2006	1	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2
		2007	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
18	ISOL 02900	2013	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
19	TITR 02100	2006	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2007	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	PARN 02080	2007	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	PARP 02700	2008	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3
		2009	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4
	PARN 02900	2007	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
		2008	1	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2

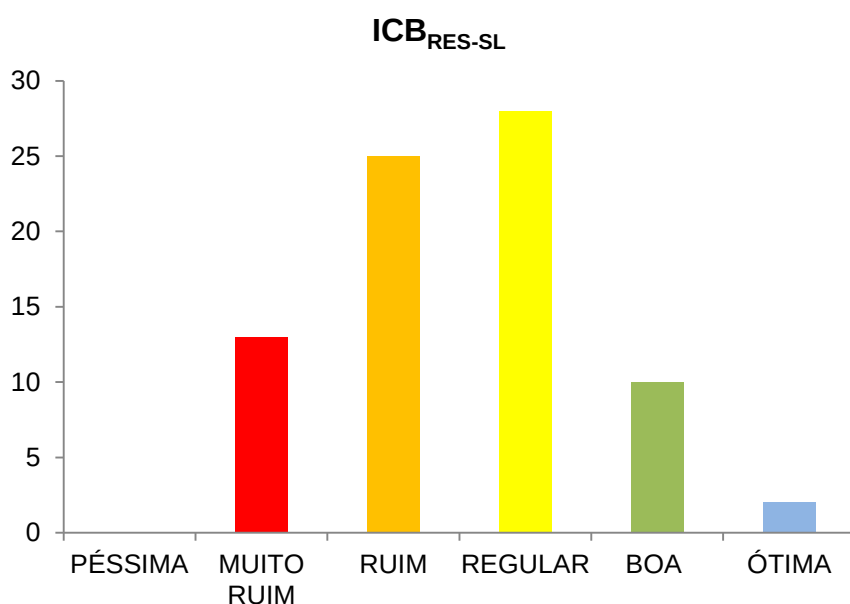
Pelo ICB_{RES-SL} (1), dos 78 diagnósticos, 47 (60,3%) foram alterados. Destes, a maioria (43, 91,5%) piorou em qualidade e apenas 4 (8,5%) melhoraram seu diagnóstico. Já para a versão ICB_{RES-SL} (2), 43 (55,1%) foram alterados. Destes, a maioria (39, 90,7%) piorou em qualidade e 4 (9,3%) melhoraram seu diagnóstico. É preciso lembrar que entre o antigo e o novo índice, uma nova classe de qualidade foi criada e que o antigo foi concebido a partir do valor mínimo de um local de referência.

O Quadro 16 apresenta a proposta (1) para o ICB_{RES-SL}.

Quadro 16 - ICB_{RES-SL} (1)

	S _{nat}	ICS	H'	IB-SL	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<13	<9,35	<2,21	<31	5
RUIM	13-18	9,35-14,70	2,21-2,64	31-50	4
REGULAR	19-24	14,71-21,20	2,65-3,06	51-70	3
BOA	25-31	21,21-28,80	3,07-3,41	71-103	2
ÓTIMA	>31	>28,80	>3,41	>103	1

A distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como apresentado no Gráfico 77.

Gráfico 77 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-SL} (1)

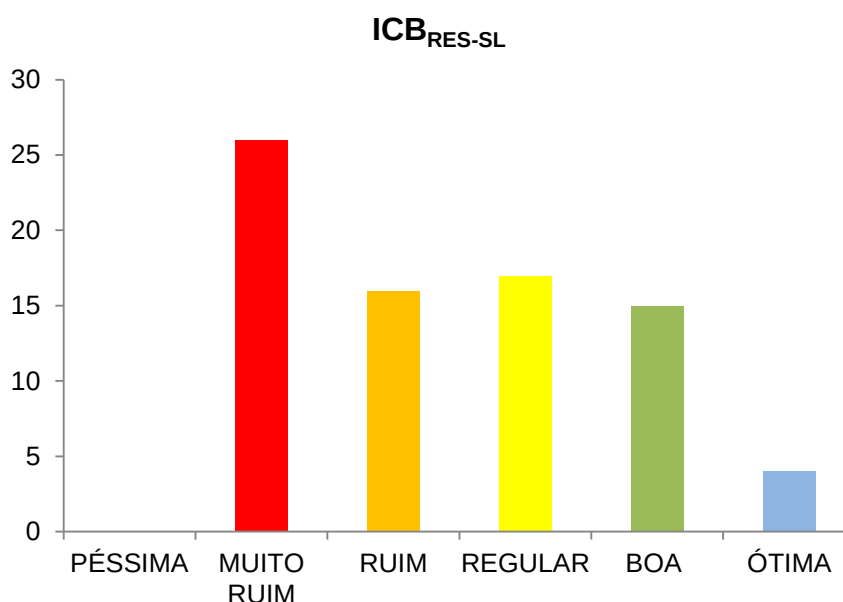
Se for considerada versão (2) do ICB_{RES-SL}, que utiliza o IB-Res, as faixas de valores seriam como no Quadro 17.

Quadro 17 - ICB_{RES-SL} (2)

	S _{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<16	<10,75	<2,31	<39	5
RUIM	16-19	10,75-14,74	2,31-2,71	39-50	4
REGULAR	20-22	14,75-19,74	2,72-3,15	51-62	3
BOA	23-29	19,75-26,49	3,16-3,48	63-86	2
ÓTIMA	>29	>26,49	>3,48	>86	1

Neste caso, a distribuição dos diagnósticos no período 2002-2019 seria como no Gráfico 78.

Gráfico 78 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-SL} (2)



Tanto o IB-SL (Quadro 15) como o IB-Res (Quadro 12) obtiveram alta correlação com os diagnósticos das PCAs (Tab. 26), podendo ser alternativas para uso em uma avaliação rápida e qualitativa, utilizando as mesmas faixas de valores utilizadas no índice multimétrico.

Tabela 26 - Resultados das correlações entre os diagnósticos dos eixos 1 das PCAs e as diferentes versões de IB

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB49	-0,934	7,9E-36
IB57	-0,935	4,5E-36
IB-Res	-0,914	1,7E-31

Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos, as duas versões obtiveram alta correlação com os eixos 1 das PCAs formadas com os novos dados, considerando as casas decimais ou não (Tab. 27), embora a versão (1) se mostre melhor ajustada. Além disso, os dois IBs obtiveram correlações ainda mais elevadas com os mesmos eixos, mostrando novamente seu potencial para uso em monitoramento rápido (qualitativo).

Tabela 27 - Correlações entre os diagnósticos e valores dos eixos 1 das PCAs formadas com as métricas que compõe as duas versões para um novo ICB_{RES-SL} e os Índices Bióticos (IB-SL e IB-Res), respectivamente, com dados não utilizados na sua concepção

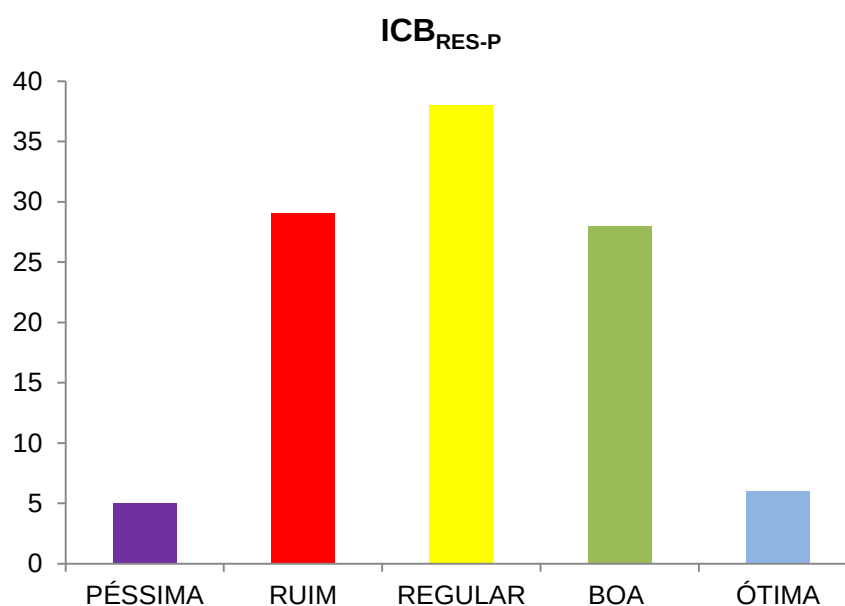
	<i>r</i>	<i>p</i>
ICB_{RES-SL} (1)	0,863	1,4E-08
ICB_{RES-SL} (2)	0,795	1,2E-06
IB-SL	0,981	1,7E-18
IB-Res	0,985	7,4E-20

3.4 ICB_{RES-P}

3.4.1 O desempenho do ICB_{RES-P} atual

Os 106 diagnósticos realizados na região profunda de reservatórios entre 2002 e 2019 estão distribuídos conforme o Gráfico 79.

Gráfico 79 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade com dados de macrofauna da região profunda de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019



Também na região profunda todos os diagnósticos foram realizados com ICS, assim apenas 1 PCA foi rodada, considerando as métricas atuais.

PCA1 (N=106): S_{nat} , ICS, Tt/Chi, T/DT – Eixo 1 explicou 57,8% da variação

Foi definido um gradiente em 5 classes com os valores do eixo 1 ordenado.

A correlação entre os diagnósticos do eixo 1 da PCA1 e o ICB_{RES-P} também foi alta e significativa (Tab. 28).

Tabela 28- Correlação da versão atual do ICB_{RES-P} com os diagnósticos do eixo 1 da PCA1

r	p
0,932	2,1E-45

Os Gráficos 80 a 84 mostram a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pela PCA1.

Para quase todas as métricas a direção da resposta concordou com o esperado, exceto para T/DT (Gráf. 84) que registrou um pequeno aumento na classe Regular. Esta métrica só conseguiu distinguir a qualidade Muito Ruim das demais, exibindo baixa capacidade de discriminação das classes de qualidade pelos altos desvios. Tt/Chi (Gráf. 83) exibiu baixa extensão de variação, embora teoricamente variaria de 0,00 a 1,00 e não diferiu as condições Muito Ruim de Ruim porque para ambas prevaleceu o valor nulo. Valor este que correspondeu a 79% dos dados e ocorreu em todas as classes de qualidade, o que explica os altos desvios observados nas classes Boa e Ótima. ICS (Gráf. 81), por outro lado, conseguiu discernir completamente o gradiente. S_{nat} (Gráf. 80) também mostrou-se sensível ao gradiente, apesar de pequenas sobreposições entre as classes Muito Ruim/Ruim e Regular/Boa. Já H' (Gráf. 82) exibiu maiores desvios em todas as classes e consequentes sobreposições.

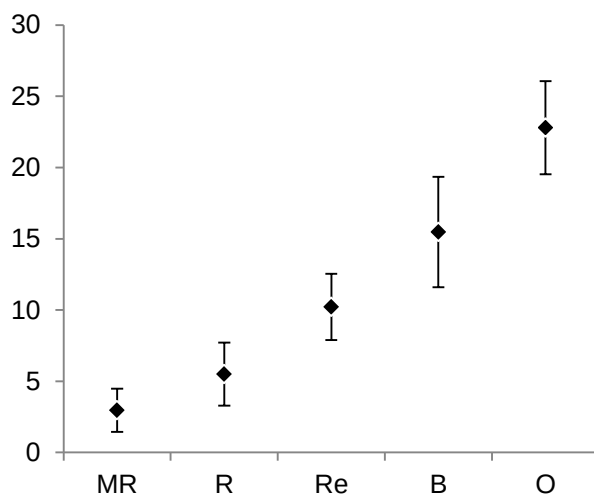
Gráfico 80 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1

Gráfico 81 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1

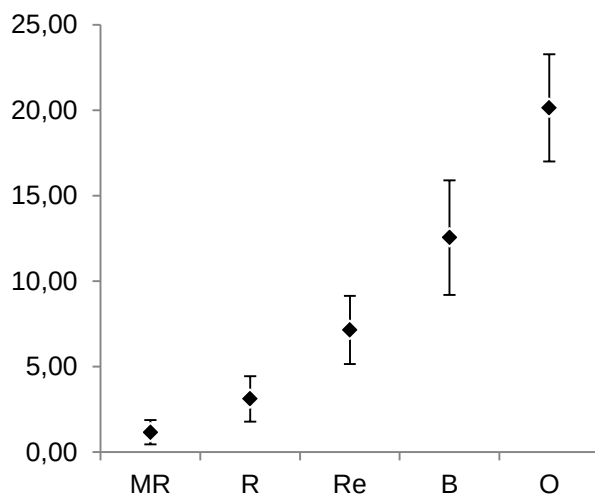


Gráfico 82 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1

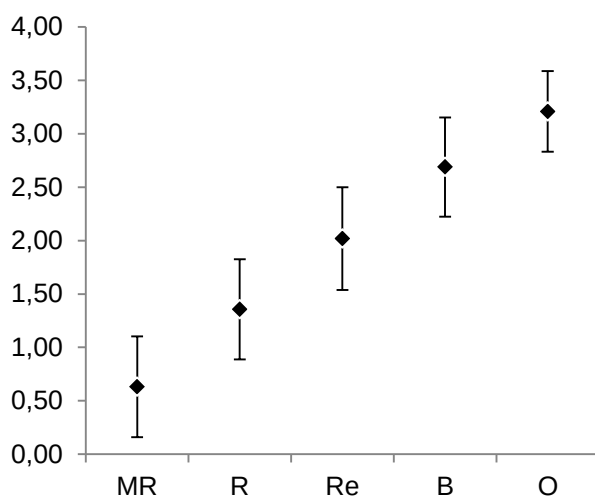


Gráfico 83 - Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1

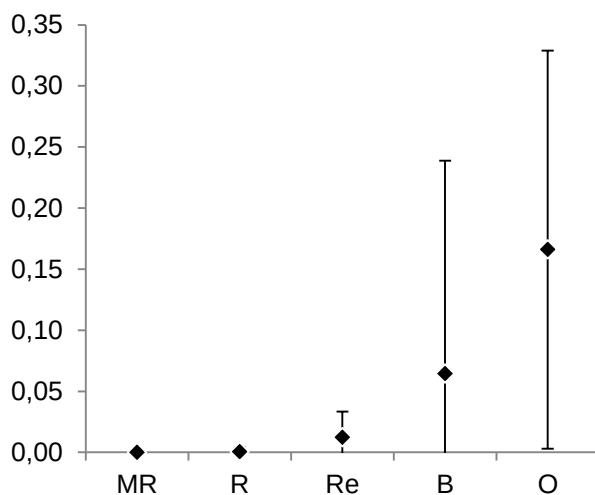
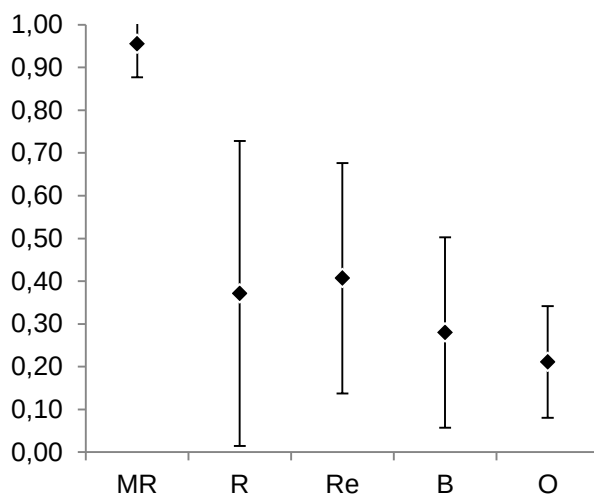


Gráfico 84 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA1



3.4.2 Avaliação de métricas

O índice para a região profunda de reservatórios era o que mais exigia uma revisão, pois era preciso inserir os dados de ambientes de profunda rasa ou conceber um índice específico para esta condição. As duas alternativas foram testadas. A princípio serão apresentados os resultados do índice único para região mais funda da região de amostragem, independentemente de sua profundidade (ICB_{RES-P}). Posteriormente, em outros subitens, serão apresentados os resultados para uma proposta de índices separados para profunda rasa (ICB_{RES-PR}) e profunda (ICB_{RES-PP}).

Novas PCAs foram rodadas em busca do eixo 1 que melhor explicasse a variação dos dados para, com o gradiente formado, avaliar o ajuste das métricas e desenvolver propostas de índices bióticos (IB).

PCA2 (N=101): Snat, ICS e Tt/Chi – Eixo 1 explicou 69,4% da variação

PCA3 (N=101): Snat, ICS e T/DT – Eixo 1 explicou 72,5% da variação

PCA4 (N=101): Snat e ICS – Eixo 1 explicou 97,8% da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA4 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 29).

Tabela 29 - Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	0,222	2,6E-02
D _{sen}	0,495	1,5E-07
S_{nat}	0,989	2,1E-83
S _{sen}	0,594	6,1E-11
S _{EOT}	0,550	2,5E-09
S _{EOTC}	0,526	1,6E-08
S _{exótica}	0,354	2,9E-04
S _{Chi}	0,794	3,8E-23
S _{oligo}	0,679	6,2E-15
S _M	0,451	2,3E-06
S_{Mg}	0,925	2,6E-43
ICS	0,989	2,1E-83
H' (log₂)	0,863	4,8E-31
H' (ln)	0,862	4,9E-31
α	0,797	2,0E-23
U _S	0,718	3,1E-17
U _{B-G}	-0,417	1,4E-05
J'	0,331	7,1E-04
Dom (%)	-0,677	7,8E-15
D	-0,719	2,7E-17
T/DT	-0,364	1,9E-04
AR _{sen} (%)	0,399	3,6E-05
AR _{exótica} (%)	-0,014	0,89
% filtradores	0,297	2,6E-03
Tt/Chi	0,264	7,6E-03
IE	0,278	4,8E-03
IB-Res	0,969	6,7E-62
IB-SL	0,964	1,5E-58
ICB _{RES-P} (5 classes)	-0,824	3,5E-26

Os Gráficos 85 a 93 mostram o comportamento das curvas das métricas atuais do ICB_{RES-P} e de métricas com potencial para serem empregadas em sua revisão. Todas responderam ao gradiente na direção esperada mas, como esperado, os melhores ajustes foram observados para as métricas que compuseram a PCA4 (S_{nat} – Gráf. 85 e ICS – Gráf. 86), seguidas das duas opções de IB, concebidas com todos os dados de reservatórios (IB-Res)(Gráf. 92) e apenas com os dados da sublitoral (IB-SL)(Gráf. 93). A riqueza de Margalef (Gráf. 90) também obteve alto valor de correlação com o eixo 1 da PCA4, mas inferior a métrica de riqueza atual. Além disso, sua curva exibiu alta sobreposição entre as classes Boa e Ótima, não apresentada por S_{nat}. A diversidade de Shannon-Wiener (Gráf. 87) também obteve resultados elevados de correlação, independentemente da base logarítmica utilizada em seu cálculo, mas desvios

altos dificultam o discernimento das classes de qualidade. Diferentemente dos outros habitats, uma métrica de %, a dominância (D)(Gráf. 91) obteve um resultado relativamente alto de correlação e, embora tenha exibido alguma sobreposição entre as classes, sua curva exibiu melhor resposta ao gradiente do que a de T/DT (Gráf. 89). Mas o pior resultado foi obtido por Tt/Chi (Gráf. 88), com baixa correlação e altos desvios, não consegue distinguir as classes de qualidade.

Gráfico 85 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

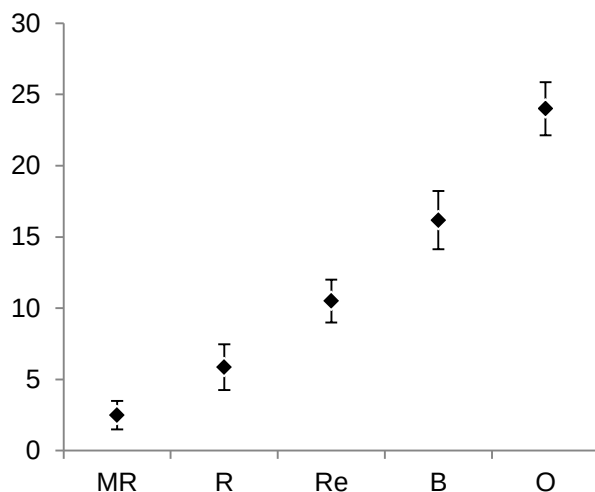


Gráfico 86 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

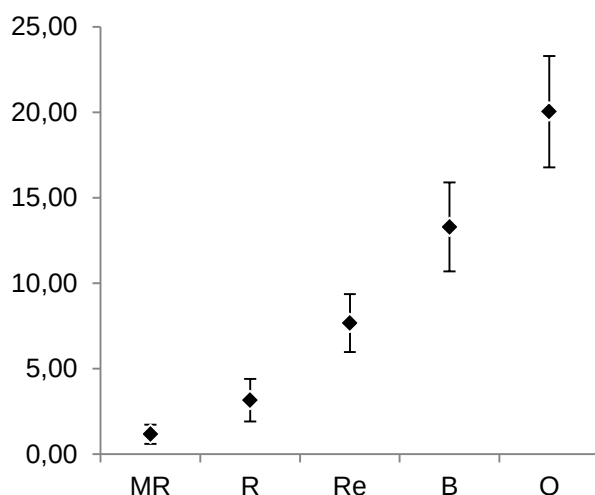


Gráfico 87 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

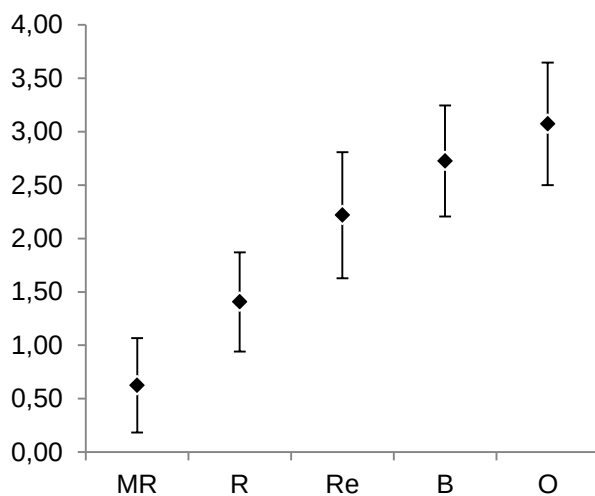


Gráfico 88 - Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

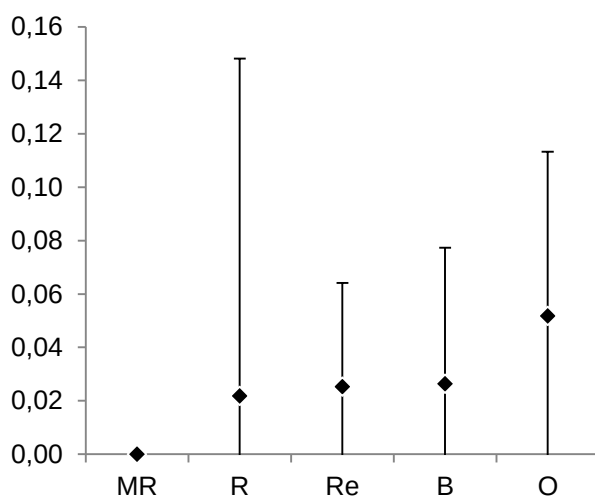


Gráfico 89 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

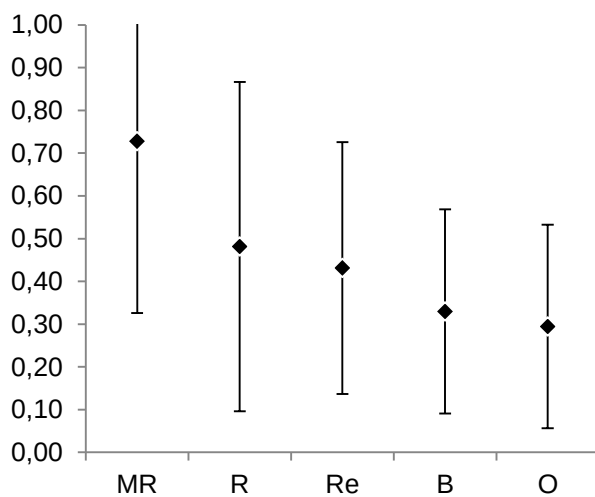


Gráfico 90 - Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

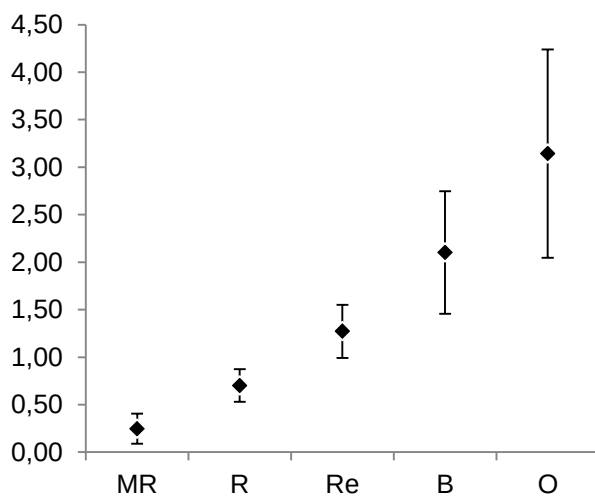


Gráfico 91 - Variação de D ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

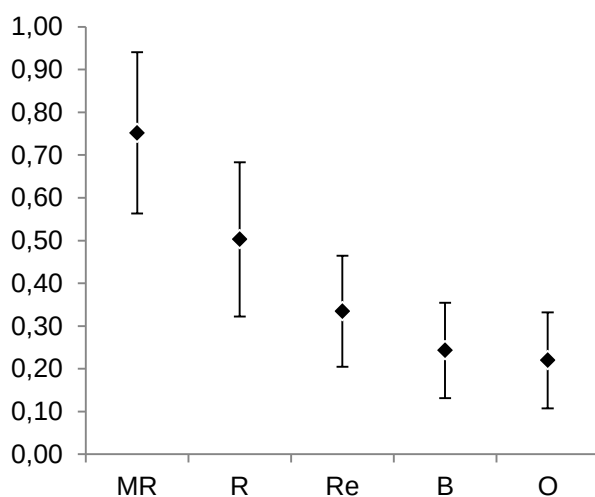


Gráfico 92 - Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4

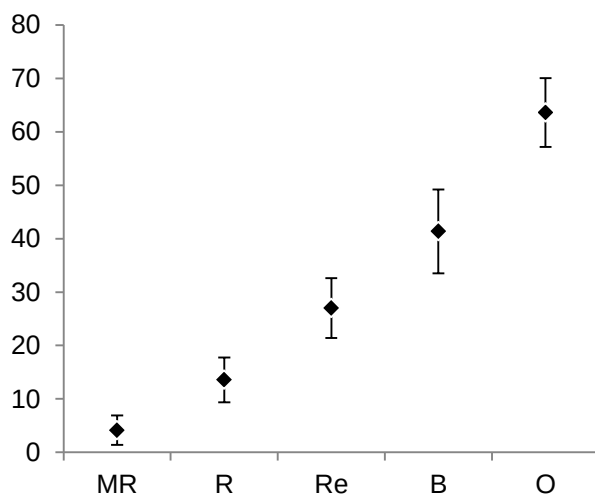
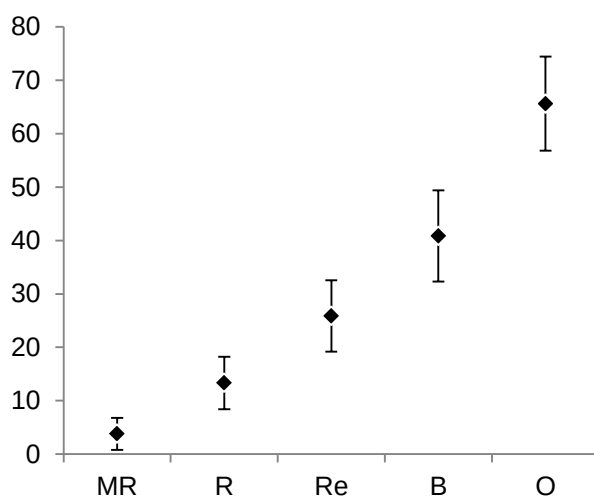


Gráfico 93 - Variação de IB-SL ao longo do gradiente de qualidade na região profunda de reservatórios formado pela PCA4



3.4.3 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda de reservatórios

Um estudo de valências foi realizado para o estabelecimento de um Índice Biótico que possa substituir T/DT e Tt/Chi utilizando o gradiente da PCA4, dando origem a 6 sistemas e 12 propostas de IB (Tab. 30).

Tabela 30 - Sistemas de valências gerados para indicadores da região profunda de reservatórios
(em amarelo os táxons raros; e = excluído)

IB	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8	IB9-10	IB11-12
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6
BRYOZOA	e	e	e	e	e	e
Dugesidae	4	3	2	7	4	4
NEMERTEA	5	3	3	8	4	5
Mycetopodidae	e	e	e	e	e	e
Sphaeriidae	5	4	3	8	5	5
Ancylidae	e	e	e	e	e	e
Hydrobiidae	6	4	4	9	5	6
Planorbidae	e	e	e	e	e	e
Physidae	6	4	4	9	5	6
Thiaridae nativo	e	e	e	e	e	e
Aeolosomatidae	e	e	e	e	e	e
Enchytraeidae	e	e	e	e	e	e
<i>Limnodrilus</i>	1	1	2	1	1	1
<i>Bothrioneurum</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Aulodrilus</i>	6	4	4	8	5	5
<i>Branchiura</i>	2	2	3	4	2	4
<i>Allonais</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Aulophorus</i>	e	e	e	e	e	e

Tabela 30 (cont.)

IB	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8	IB9-10	IB11-12
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<i>Chaetogaster</i>	2	2	2	5	3	4
<i>Dero</i>	2	2	2	3	2	2
<i>Haemonais</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nais</i>	1	1	2	4	2	4
<i>Slavina</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Stephensoniana</i>	3	2	3	6	3	5
<i>Stylaria</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Pristina</i>	4	3	2	7	4	4
<i>Opistocysta</i>	4	3	3	7	4	5
Phreodrilidae	e	e	e	e	e	e
Glossiphoniidae	3	2	2	6	3	4
Hydracarina	1	1	2	4	2	4
Ceratopogonidae	5	4	3	8	5	5
<i>Aedokritus</i>	5	4	4	8	5	6
<i>Beardius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Chironomus</i>	1	1	1	4	2	3
<i>Cladopelma</i>	3	2	1	6	3	3
<i>Cryptochironomus</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Dicrotendipes</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Endotribelos</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Fissimentum</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Goeldichironomus</i>	4	3	3	7	4	5
<i>Microchironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Parachironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Paralauterborniella</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Pelomus</i>	5	3	3	8	4	5
<i>Polypedilum</i>	4	3	3	6	3	4
<i>Saetheria</i>	3	2	1	6	3	3
<i>Xestochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Zavreliella</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Caladomyia</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Rheotanytarsus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Stempellina</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Tanytarsus</i>	3	3	2	6	4	4
<i>Pseudochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Ablabesmyia</i>	5	4	3	8	5	5
<i>Coelotanypus</i>	5	3	3	6	3	3
<i>Djalmabatista</i>	6	4	4	9	5	6
<i>Labrundinia</i>	3	3	2	6	4	4
<i>Procladius</i>	3	2	3	6	3	5
<i>Tanypus</i>	1	1	1	4	2	3
<i>Cricotopus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Lopescladius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nanocladius</i>	e	e	e	e	e	e
Syrphidae	e	e	e	e	e	e

Tabela 30 (cont.)

IB	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8	IB9-10	IB11-12
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Elmidae	e	e	e	e	e	e
Gomphidae	e	e	e	e	e	e
Libellulidae	e	e	e	e	e	e
Baetidae	6	4	4	9	5	6
Leptohyphidae	e	e	e	e	e	e
Polymitarcyidae	4	3	3	7	4	5
Helicopsychidae	e	e	e	e	e	e
Hydroptilidae	e	e	e	e	e	e
Leptoceridae	e	e	e	e	e	e
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	e	e	e	e	e	e
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	e	e	e	e	e	e
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	e	e	e	e	e	e

Similarmente ao obtido para a região sublitoral, para a região profunda, todas as opções de IB que consideraram os indicadores raros obtiveram valor mais alto de correlação que as que os excluíram (Tab. 31). A proposta 11, que considerou apenas os dados de frequência de ocorrência e os indicadores raros, obteve a maior correlação com os valores do eixo 1 da PCA4 e foi selecionada como IB-P.

Tabela 31 - Resultados das correlações entre as propostas de IB para a região profunda de reservatórios e os valores do eixo 1 da PCA4

com raros		sem raros	
r	p	r	p
IB1		IB2	
0,952	1,4E-52	0,941	3,0E-48
IB3		IB4	
0,958	2,0E-55	0,946	3,6E-50
IB5		IB6	
0,955	4,2E-54	0,942	1,2E-48
IB7		IB8	
0,960	2,1E-56	0,948	4,8E-51
IB9		IB10	
0,961	7,1E-57	0,948	4,5E-51
IB11		IB12	
0,962	2,4E-57	0,948	3,4E-51

O sistema de valências do IB-P, calculado como a SOMA das valências, está apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - Sistema de valências do IB-P

valência	indicadores
1	<i>Limnodrilus</i>
2	<i>Dero</i>
3	<i>Chironomus</i> , <i>Cladopelma</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Coelotanypus</i> , <i>Tanypus</i>
4	<i>Dugesiiidae</i> , <i>Branchiura</i> , <i>Chaetogaster</i> , <i>Nais</i> , <i>Pristina</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Labrundinia</i>
5	<i>NEMERTEA</i> , <i>Sphaeriidae</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Opistocysta</i> , <i>Ceratopogonidae</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Procladius</i> , <i>Polymitarcyidae</i>
6	<i>Hydrobiidae</i> , <i>Physidae</i> , <i>Slavina</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Djalmabatista</i> , <i>Baetidae</i>

Note que IB-Res e IB-SL (Tab. 29) exibiram valores de correlação com o gradiente da PCA4 um pouco superiores que o IB-P e, portanto, serão testados como componentes de um novo multimétrico para a região profunda. Para tanto, novas PCAs foram rodadas:

PCA5 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-P, D – Eixo 1 explicou 87,3% da variação

PCA6 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-P – Eixo 1 explicou 96,8% da variação

PCA7 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-Res, D – Eixo 1 explicou 87,5% da variação

PCA8 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-Res – Eixo 1 explicou 97,1% da variação

PCA9 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-SL, D – Eixo 1 explicou 87,2% da variação

PCA10 (N=101): S_{nat} , ICS, IB-SL – Eixo 1 explicou 96,9% da variação

Apesar de responder melhor ao gradiente do que T/DT, o uso de D também diminui a % de explicação do eixo 1 da PCA e, portanto, não será incorporado nas propostas de ICB.

3.4.4 Revisão do Índice Multimétrico

A Tabela 32 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-P} com o IB-P, enquanto que os Gráficos 94 a 97 mostram a resposta das métricas ao gradiente de qualidade desenhado pelo eixo 1 da PCA6.

Das 4 métricas, apenas a curva de H' (Gráf. 96) apresentou comportamento menos linear, com uma inflexão no final, como se aproximasse de um patamar, de forma que apenas as condições boa e ótima não conseguiram se separar. S_{nat} (Gráf. 94), ICS (Gráf. 95) e IB-P (Gráf. 97) não apenas responderam na direção esperada ao gradiente como conseguiram distinguir muito bem as classes de qualidade.

Tabela 32 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-P} com o IB-P

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	2	5	11	17	24
ICS	0,92	2,71	7,80	13,91	20,85
IB-P	4	17	38	58	91
H'	0,40	1,28	2,18	2,76	3,26
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	2	5	10	17	24
ICS	1,00	2,73	8,14	13,72	21,58
IB-P	4	18	36	60	91
H'	0,24	1,33	2,13	2,76	3,35
mínimos					Ótima
S _{nat}					22
ICS					16,47
IB-P					84
H'					2,65
máximos				Boa	
S _{nat}				24	
ICS				17,31	
IB-P				73	
H'				3,57	

Gráfico 94 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

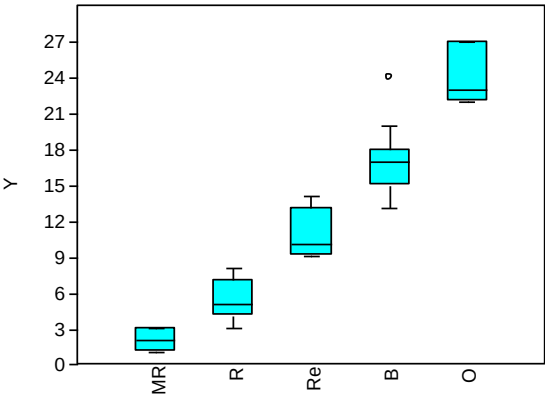


Gráfico 95 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

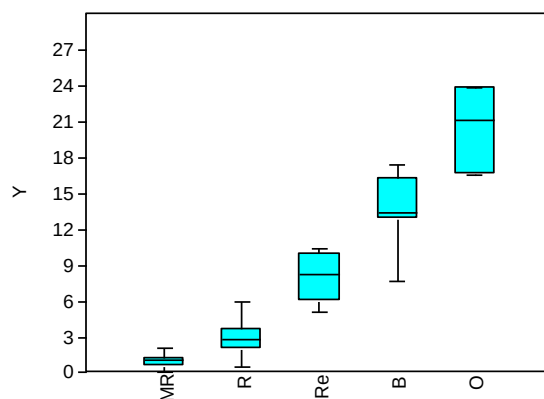


Gráfico 96 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

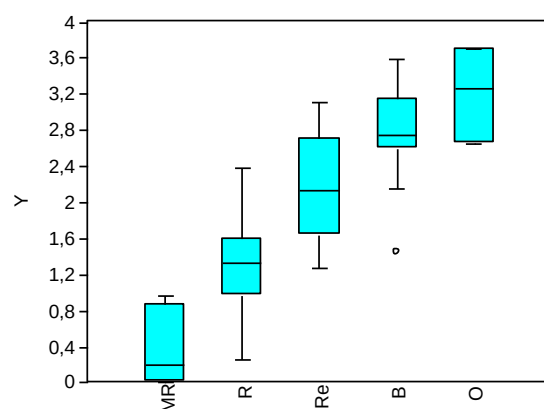
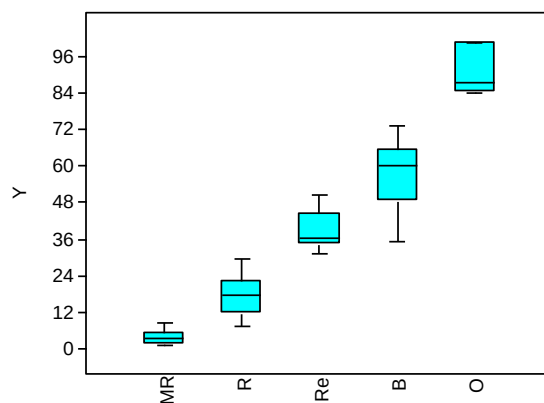


Gráfico 97 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6



A Tabela 33 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-P} com o IB-Res e os gráficos 98 a 101 mostram a resposta das métricas ao gradiente de qualidade desenhado pelo eixo 1 da PCA8.

As curvas com o gradiente da PCA8 foram muito similares às obtidas com o gradiente da PCA6. S_{nat} (Graf. 98), ICS (Gráf. 99) e IB-Res (Gráf. 101) foram as métricas mais sensíveis ao gradiente, enquanto que a inflexão final em H' (Gráf. 100) impediu a separação das qualidades Boa e Ótima.

Tabela 33 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-P} com o IB-Res

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	2	5	11	17	24
ICS	0,92	2,76	8,02	14,24	20,85
IB-Res	2	12	28	44	65
H'	0,40	1,29	2,18	2,83	3,26
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	2	5	11	17	24
ICS	1,00	2,78	8,14	14,03	21,58
IB-Res	3	11	28	42	67
H'	0,24	1,33	2,13	2,79	3,35
mínimos					Ótima
S_{nat}					22
ICS					16,47
IB-Res					55
H'					2,65
máximos				Boa	
S_{nat}				24	
ICS				17,31	
IB-Res				59	
H'				3,57	

Gráfico 98 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

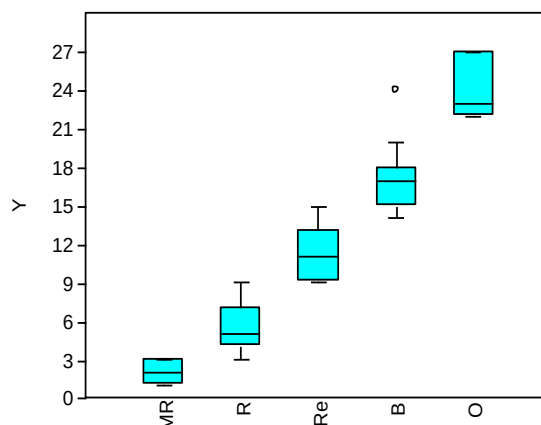


Gráfico 99 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

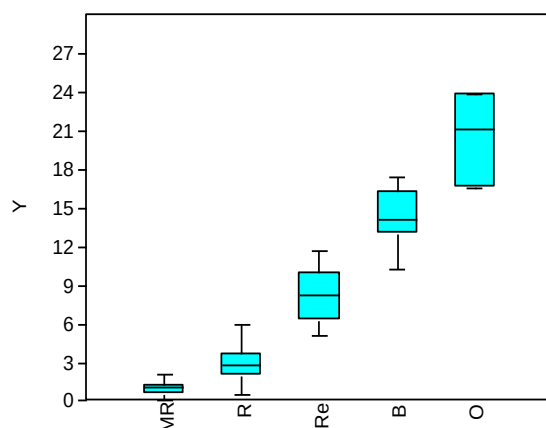


Gráfico 100 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

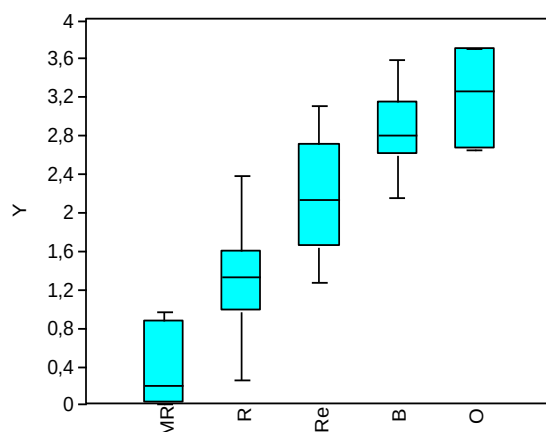
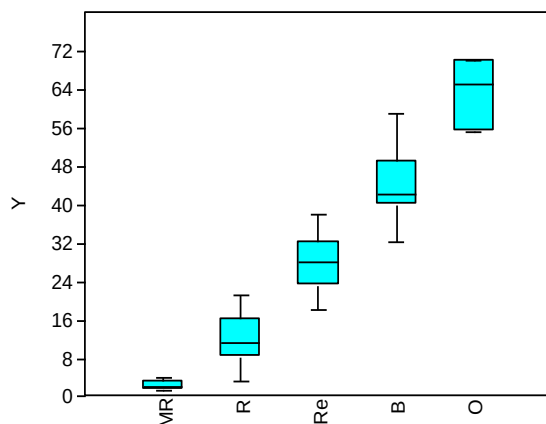


Gráfico 101 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8



Na tabela 34 são apresentados os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-P} com o IB-SL enquanto que os Gráficos 102 a 105 mostram a resposta das métricas ao gradiente de qualidade desenhado pelo eixo 1 da PCA10.

Novamente S_{nat} (Gráf. 102), ICS (Gráf 103) e IB-SL (Gráf. 105) mostraram-se bastante sensíveis ao gradiente da PCA10, discernindo perfeitamente as classes de qualidade. Por outro lado, a inflexão de H' (Gráf. 104) entre as categorias Boa e Ótima foi mais acentuada, com a mediana inferior para a segunda.

Tabela 34 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-P} com o IB-SL

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	2	5	11	17	25
ICS	0,94	2,85	8,16	14,53	19,78
IB-SL	2	12	28	44	69
H'	0,43	1,31	2,21	2,90	3,03
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	2	5	11	17	24
ICS	1,00	2,90	8,26	14,03	19,44
IB-SL	2	12	28	42	70
H'	0,28	1,36	2,24	2,84	3,05
mínimos					Ótima
S_{nat}					23
ICS					16,47
IB-SL					61
H'					2,32
máximos				Boa	
S_{nat}				22	
ICS				21,07	
IB-SL				53	
H'				3,57	

Gráfico 102 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10

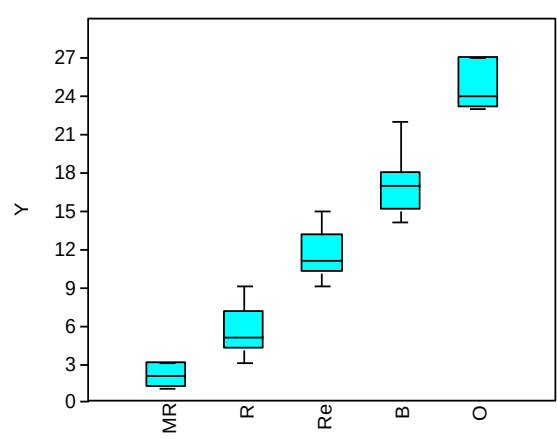


Gráfico 103 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10

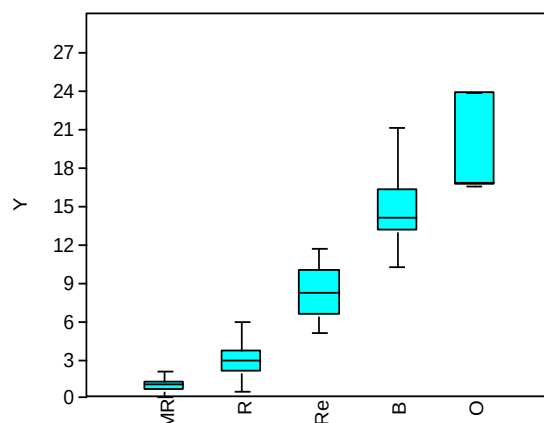


Gráfico 104 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10

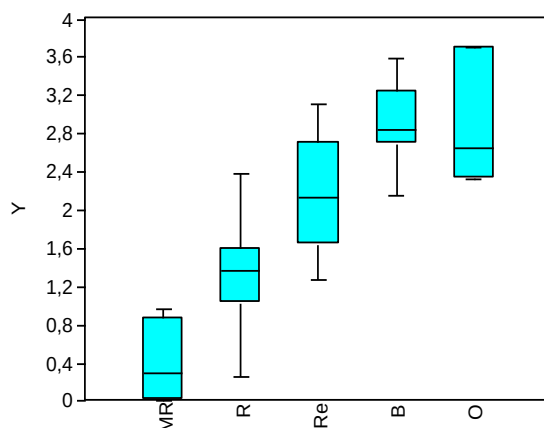
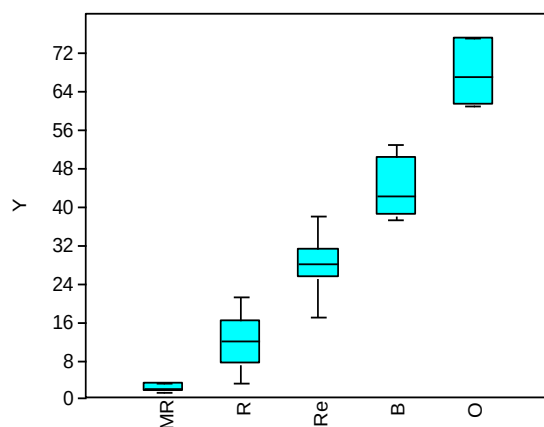


Gráfico 105 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-SL no gradiente formado na região profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA10



Doze propostas de ICB_{RES-P} foram analisadas:

Proposta 1 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores médios da PCA6 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 2 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores medianos da PCA6 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 3 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA6, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 4 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores máximos da classe boa da PCA6, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 5 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores médios da PCA8 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 6 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores medianos da PCA8 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 7 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA8, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 8 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores máximos da classe boa da PCA8, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 9 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-SL e uso dos valores médios da PCA10 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 10 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-SL e uso dos valores medianos da PCA10 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 11 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-SL e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA10, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 12 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-SL e uso dos valores máximos da classe boa da PCA10, dividindo as distâncias entre as faixas.

As propostas com maior afinidade com o gradiente definido pelo eixo 1 das PCAs foram as propostas 1, com uso do IB-P e a proposta 6, que utilizou o IB-Res (Tab. 35). Ambas continuarão a ser consideradas, como ICB_{RES-P} (1), com IB-P e ICB_{RES-P} (2), com IB-Res.

Tabela 35 - Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB_{RES-P} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs

	<i>r</i>	<i>p</i>
PCA1		
ICB_{RES-P}	0,932	2,1E-45
PCA 6 - IB-P		
ICB_{RES-P} novo 1	0,947	9,5E-51
ICB_{RES-P} novo 2	0,925	2,7E-43

Tabela 36 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-P}	ICB _{RES-P} (1)	ICB _{RES-P} (2)	ICB _{RES-P} novo 2	ICB _{RES-P} novo 3	ICB _{RES-P} novo 4	ICB _{RES-P} novo 5	ICB _{RES-P} novo 7	ICB _{RES-P} novo 8	ICB _{RES-P} novo 9	ICB _{RES-P} novo 10	ICB _{RES-P} novo 11	ICB _{RES-P} novo 12
6	NOVA 00800	2003	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2014	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
		2018	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	JNDI 00450	2006	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2007	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2019	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	PEBA 00900	2003	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
		2004	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2016	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2017	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2018	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
	PIRE 02999	2018	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	RGDE 02100	2003	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
	RGDE 02030	2016	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
		2017	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2
	RGDE 02300	2004	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	RGDE 02400	2018	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2019	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	RGDE 02900	2003	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2004	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2011	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	BIRP 00500	2015	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
		2016	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2017	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
	BILL 02100	2002	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2003	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2004	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2005	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2006	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2007	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2008	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2009	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2010	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2011	3	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

Tabela 36 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-P}	ICB _{RES-P} (1)	ICB _{RES-P} (2)	ICB _{RES-P} novo 2	ICB _{RES-P} novo 3	ICB _{RES-P} novo 4	ICB _{RES-P} novo 5	ICB _{RES-P} novo 7	ICB _{RES-P} novo 8	ICB _{RES-P} novo 9	ICB _{RES-P} novo 10	ICB _{RES-P} novo 11	ICB _{RES-P} novo 12
6	BILL 02100	2012	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2013	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		2014	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2019	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	BITQ 00100	2016	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
		2017	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	GUAR 00100	2002	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	GUAR 00900	2003	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2004	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2005	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2006	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2007	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2013	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3
		2019	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	JQJU 00900	2015	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		2016	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	ACLA 00900	2018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	COGR 00900	2019	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3
	RCAB 00500	2013	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	MOCA 02300	2011	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
		2012	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3
	MOCA 02900	2019	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	SOIT 02850	2014	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	SOIT 02900	2005	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2008	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2009	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	TIBB 02100	2003	1	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
	TIBB 02900	2005	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
		2006	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2007	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
11	JUQI 00810	2009	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
	CAFR 00300	2014	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3

Tabela 36 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-P}	ICB _{RES-P} (1)	ICB _{RES-P} (2)	ICB _{RES-P} novo 2	ICB _{RES-P} novo 3	ICB _{RES-P} novo 4	ICB _{RES-P} novo 5	ICB _{RES-P} novo 7	ICB _{RES-P} novo 8	ICB _{RES-P} novo 9	ICB _{RES-P} novo 10	ICB _{RES-P} novo 11	ICB _{RES-P} novo 12
13	BROA 02800	2017	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2018	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3
	BJAU 03500	2017	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	TIBA 02800	2006	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2007	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	TIBI 02900	2008	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
14	JURU 02600	2014	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
	PAXA 02900	2013	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4
15	TOMZ 02990	2003	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2013	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	TIPR 02800	2007	1	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
		2014	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
17	PASG 02800	2006	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3
		2007	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
18	ISOL 02900	2013	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
19	TITR 02100	2006	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		2007	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	PARN 02080	2007	3	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
21	RLAN 02500	2019	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	PARP 02700	2008	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4
		2009	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3
	PARN 02900	2007	3	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5
		2008	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Para o ICB_{RES-P} (1), dos 106 diagnósticos, 57 (53,8%) foram alterados. Destes, a maioria (48, 84,2%) piorariam em qualidade e apenas 9 (15,8%) melhorariam seu diagnóstico, lembrando que entre o antigo e o novo índice, uma nova classe de qualidade foi criada. Já para o ICB_{RES-P} (2), dos 106 diagnósticos, 60 (56,6%) foram alterados. Destes, a maioria (51, 85,0%) piorariam em qualidade e apenas 9 (15,0%) melhorariam seu diagnóstico.

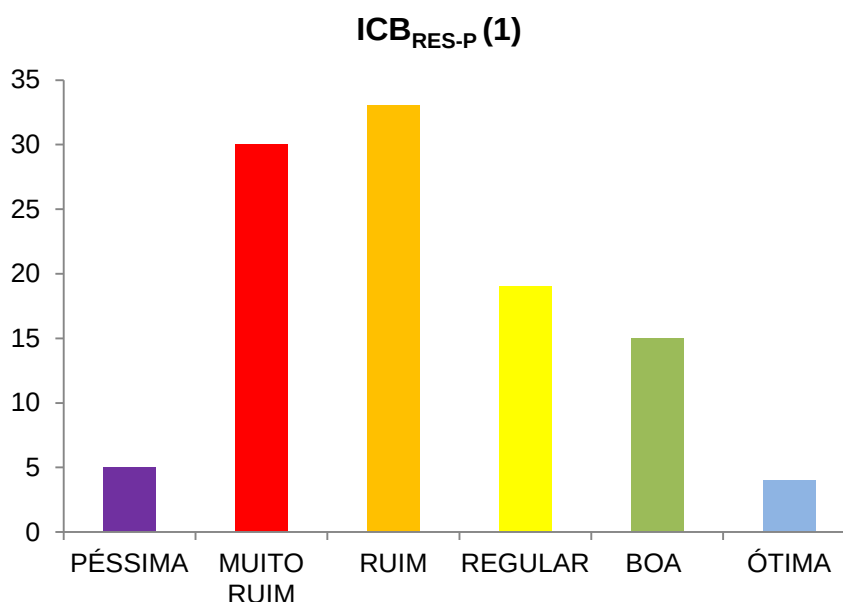
A proposta de ICB_{RES-P} (1) que utiliza o IB-P está apresentada no Quadro 19.

Quadro 19 - ICB_{RES-P} (1)

ICB _{RES-P} (1)	S _{nat}	ICS	H'	IB-P	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<5	<1,82	<0,85	<11	5
RUIM	5-8	1,82-5,25	0,85-1,73	11-28	4
REGULAR	9-14	5,26-10,86	1,74-2,47	29-48	3
BOA	15-20	10,87-17,37	2,48-3,00	49-74	2
ÓTIMA	>20	>17,37	>3,00	>74	1

A distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como no Gráfico 106.

Gráfico 106 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-P} (1)



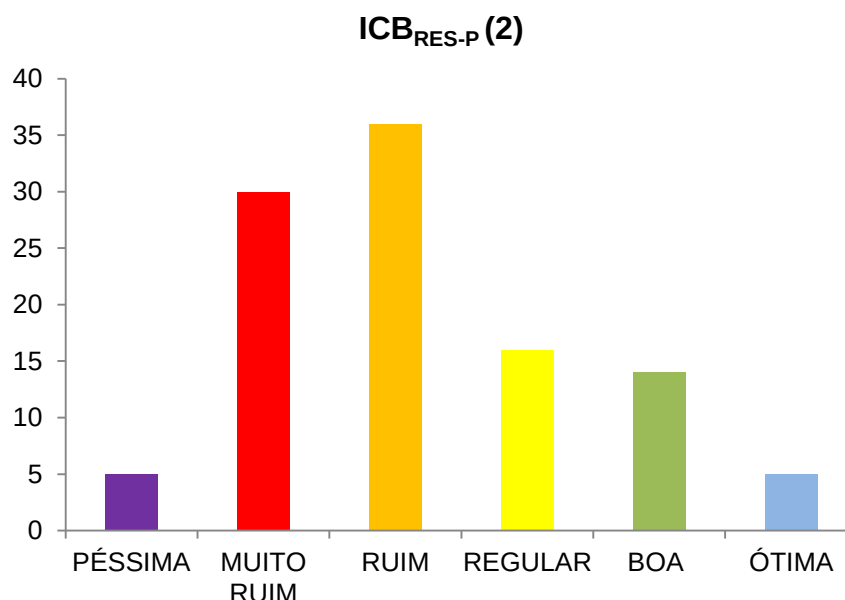
A proposta de ICB_{RES-P} (2) que utiliza o IB-Res está apresentada no Quadro 20.

Quadro 20 - ICB_{RES-P} (2)

ICB _{RES-P} (2)	S _{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<5	<1,90	<0,80	<8	5
RUIM	5-8	1,90-5,45	0,80-1,73	8-20	4
REGULAR	9-14	5,46-11,09	1,74-2,46	21-35	3
BOA	15-19	11,10-17,80	2,47-3,06	36-54	2
ÓTIMA	>19	>17,80	>3,06	>54	1

E a distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como no Gráfico 107.

Gráfico 107 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-P} (2)



O IB-Res (Quadro 12) exibiu afinidade um pouco maior com os valores do eixo 1 da PCA que o utilizou, mas os resultados do IB-P (Quadro 18) e do IB-SL (Quadro 15) também foram altos (Tab. 37), mostrando potencial para uso em um programa de monitoramento rápido, qualitativo.

Tabela 37 - Resultados das correlações entre os valores do eixo 1 das PCAs e os Índices Bióticos que os compuseram

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-P	0,983	1,3E-74
IB-Res	0,986	2,7E-79
IB-SL	0,984	7,1E-76

Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos as duas propostas de ICB_{RES-P} foram alta e significativamente correlacionadas ($r = 0,975$; $p = 6,5E-31$). Ambas obtiveram alta correlação com os diagnósticos do eixo 1 das PCAs formadas com os novos dados (Tab. 38).

Tabela 38 - Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 das PCAs formadas com os novos dados e as duas propostas de ICB_{RES-P}

	<i>r</i>	<i>p</i>
ICB_{RES-P} (1)	0,886	3,1E-13
ICB_{RES-P} (2)	0,889	2,0E-13

Além disso, tanto o IB-P quanto o IB-Res obtiveram correlações ainda mais altas com o eixo 1 da PCA, um pouco maior para o IB-Res (Tab. 39), mostrando novamente seu potencial para uso em monitoramento rápido (qualitativo).

Tabela 39 - Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram

	r	p
IB-P	0,992	3,8E-33
IB-Res	0,994	2,1E-35

Qualquer que seja a proposta de ICB_{RES-P} , se considerados separadamente os diagnósticos de ambientes de profundal mais profundos daqueles mais rasos, obtidos em braços ou em reservatórios de menor profundidade, observa-se um deslocamento da curva destes últimos ambientes, com ausência de diagnósticos de qualidade Péssima e Muito Ruim (Gráf. 108 e Gráf. 109). Embora o número de ambientes amostrados sob esta condição seja pequeno ($N = 14$), a seguir será testado se haverá aumento na sensibilidade do ICB_{RES-P} se separado em dois índices, um para profundal profunda (PP) e outro para profundal rasa (PR).

Gráfico 108 - Distribuição dos diagnósticos obtidos no período 2002-2019, distinguindo a região mais profunda (PP) da rasa (PR) para o ICB_{RES-P} (1)

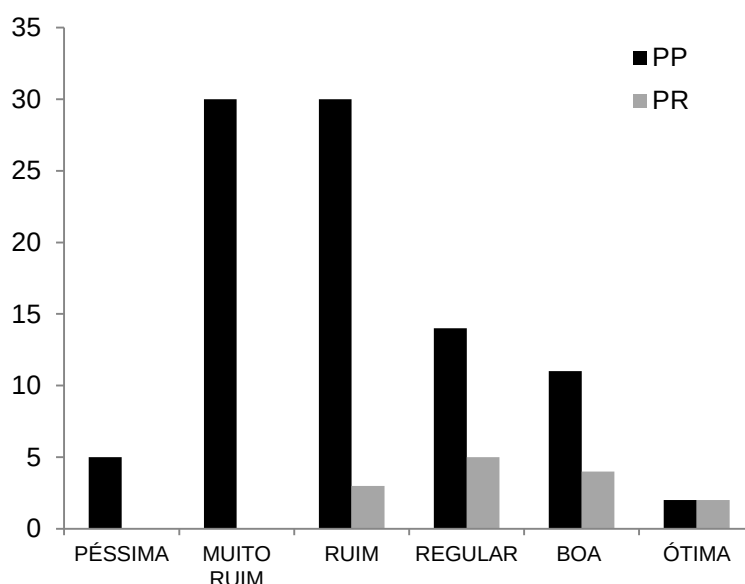
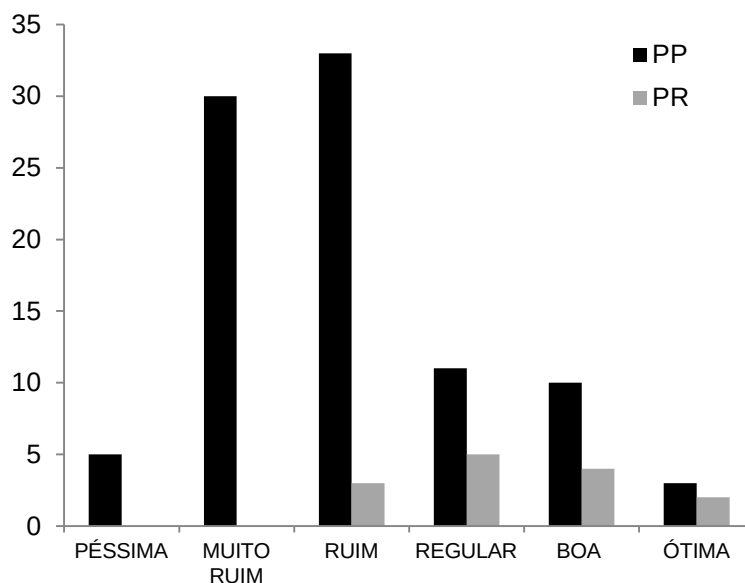


Gráfico 109 - Distribuição dos diagnósticos obtidos no período 2002-2019, distinguindo a região mais profunda (PP) da rasa (PR) para o ICB_{RES-P} (2)



3.5 ICB_{RES-PP}

Nesta avaliação foram considerados apenas os dados da região profunda profunda (PP), ou seja, em ambientes com profundidade de coleta, na região da antiga calha do rio, superior a 6m, reunindo 92 pontos/campanha.

3.5.1 Avaliação de métricas

Como não houve dado em que foi necessário usar H' só foram rodadas PCAs com ICS como métrica de diversidade.

PCA1 (N=92): S_{nat} , ICS, Tt/Chi, T/DT – Eixo 1 explicou 57,8% da variação

Os Gráficos 110 a 116 mostram a sensibilidade das métricas atualmente utilizadas e das propostas de IB (IB-P e IB-Res), desenvolvidas anteriormente, ao gradiente formado.

Todas as métricas responderam na direção esperada ao gradiente. S_{nat} (Gráf. 110), ICS (Gráf. 111) e as duas propostas de IB (Gráf. 115 e Gráf. 116) discerniram melhor as classes de qualidade, embora tenham exibido pequena sobreposição entre as classes Muito Ruim e Ruim, no primeiro caso, entre Ruim e Regular, no segundo, e entre Boa e Ótima nos últimos. Novamente foi observada uma pequena inflexão do H' (Gráf. 112) entre a classes Boa e a Ótima, embora a média não tenha sido inferior em Ótima, as duas classes mal se distinguem. Tt/Chi (Gráf. 113), embora tenha potencial de variar entre 0 e 1, apresentou muitos valores nulos (70 de 92, 76,1%) distribuídos entre as classes Muito Ruim a Boa.

Consequentemente, Tt/Chi exibiu altos desvios, que não permitiram distinção entre as classes de qualidade, assim como T/DT (Gráf. 114), que conseguiu separar apenas a classe Muito Ruim das demais. Assim, novamente ficou clara a necessidade de substituição de Tt/Chi e T/DT.

Gráfico 110 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

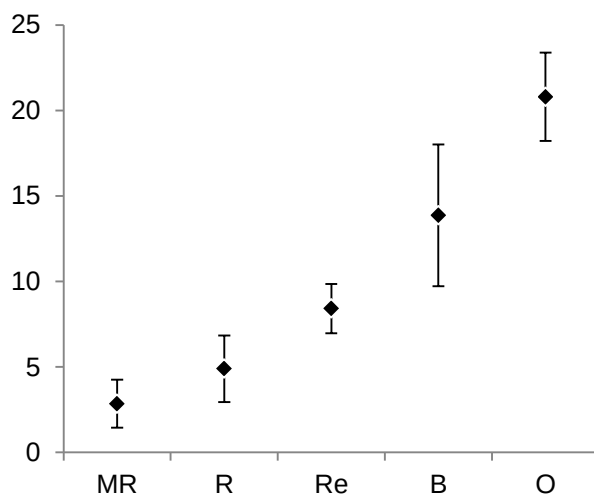


Gráfico 111 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

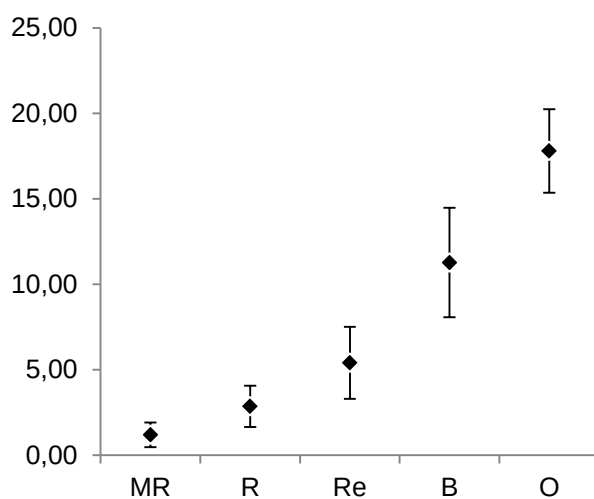


Gráfico 112 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

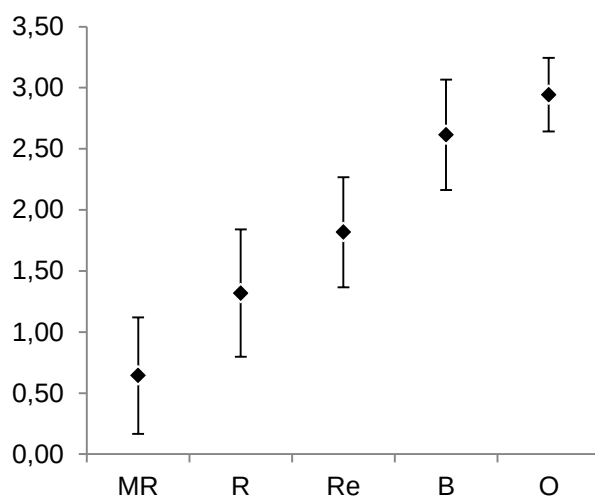


Gráfico 113 - Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

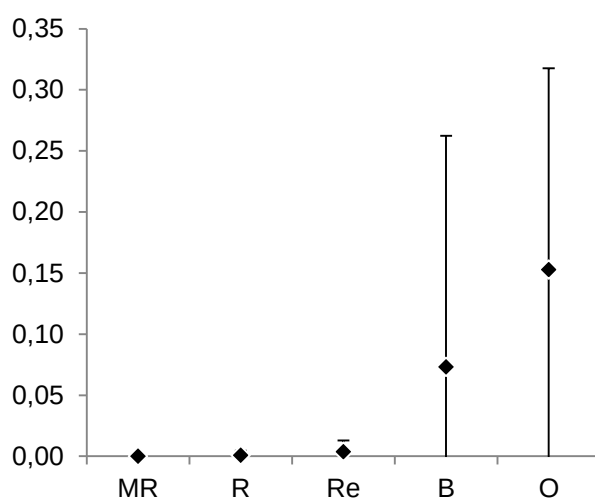


Gráfico 114 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

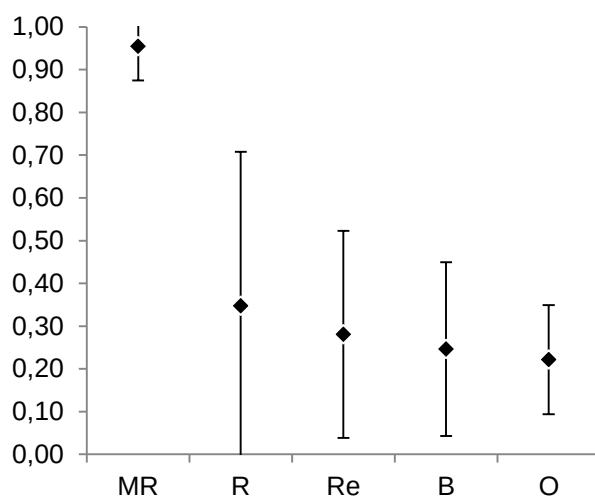


Gráfico 115 - Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1

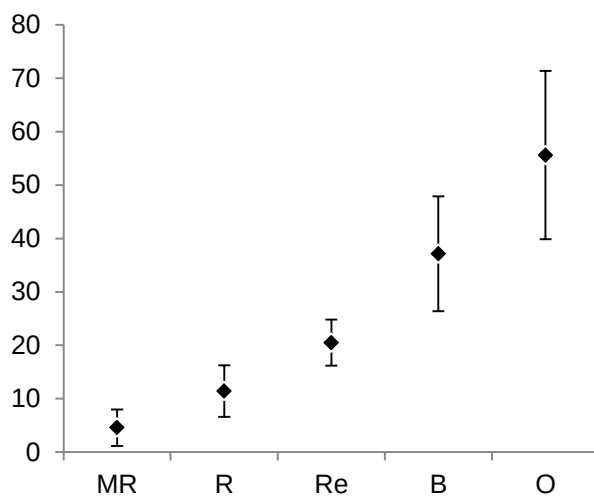
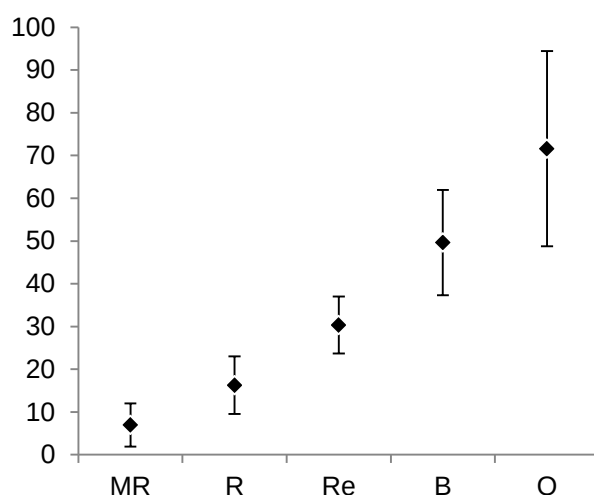


Gráfico 116 - Variação de IB-P ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA1



Novas PCAs foram rodadas em busca do eixo 1 que explicassem melhor a variabilidade dos dados.

PCA2 (N=92): Snat, ICS e Tt/Chi – Eixo 1 explica 69,5% da variação

PCA3 (N=92): Snat, ICS e T/DT – Eixo 1 explica 72,6% da variação

PCA4 (N=92): Snat e ICS – Eixo 1 explica 97,7% da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA4 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 40).

Tabela 40 - Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda profunda de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA4 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	0,388	2,1E-04
D _{sen}	0,398	1,3E-04
S_{nat}	0,989	1,2E-71
S _{sen}	0,500	8,3E-07
S _{EOT}	0,435	2,6E-05
S _{EOTC}	0,410	8,2E-05
S _{exótica}	0,316	2,9E-03
S_{Chi}	0,813	1,2E-21
S _{oligo}	0,679	4,8E-13
S _M	0,487	1,8E-06
S_{Mg}	0,929	2,1E-38
ICS	0,989	1,3E-71
H' (log₂)	0,853	1,1E-25
H' (ln)	0,852	1,2E-25
α	0,800	1,4E-20
U _S	0,705	2,5E-14
U _{B-G}	-0,441	1,9E-05
J'	0,321	2,4E-03
Dom (%)	-0,647	1,3E-11
D	-0,706	2,3E-14
T/DT	-0,367	4,7E-04
AR _{sen} (%)	0,347	9,9E-04
AR _{exótica} (%)	-0,040	0,71
% filtradores	0,218	0,04
Tt/Chi	0,271	0,01
IE	0,243	0,02
ICB_{RES-P} (5 classes)	-0,814	8,9E-22
IB-P	0,958	9,3E-48
IB-Res	0,967	2,3E-52

Quase todas as métricas responderam ao gradiente na direção esperada. Mas, novamente, os melhores ajustes foram observados para as métricas que compuseram a PCA (S_{nat} – Gráf. 117 e ICS – Gráf. 118), que distinguiram perfeitamente as classes de qualidade. A seguir, apareceram as duas opções de IB, concebidos com todos os dados de reservatórios (IB-Res)(Gráf. 125) e com os dados da profunda (IB-P)(Gráf. 126), mas que mantiveram a sobreposição entre as classes Boa e Ótima. Entre as métricas de riqueza, a riqueza de Margalef (S_{Mg})(Gráf. 122) e a riqueza de gêneros de Chironomidae (S_{Chi})(Gráf. 123) também obtiveram valores altos de correlação com o eixo 1 da PCA4, mas inferiores a métrica de riqueza atual. Além disso, as duas apresentaram sobreposição entre as classes de qualidade, principalmente S_{Chi}. A diversidade de Shannon-Wiener (Gráf. 119) também obteve resultados elevados de correlação, independentemente da base logarítmica utilizada em seu cálculo, mas continua a apresentar inflexão na curva entre as classes Boa e Ótima. Novamente a diversidade α apresentou-se com potencial para uso

mas exibiu altos desvios nas classes Boa e Ótima (Gráf. 124), que dificultam a sua diferenciação. Além disso, como discutido anteriormente, esta métrica exibe sensibilidade ao tamanho da amostra, o que impossibilitaria a aplicação de técnicas de subamostragem para a aceleração da análise. As curvas de Tt/Chi (Gráf. 120) e T/DT (Gráf. 121) mostraram que sua sensibilidade até piorou neste gradiente, não mostrando sequer claramente a direção da resposta.

Gráfico 117 - Variação de S_{nat} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

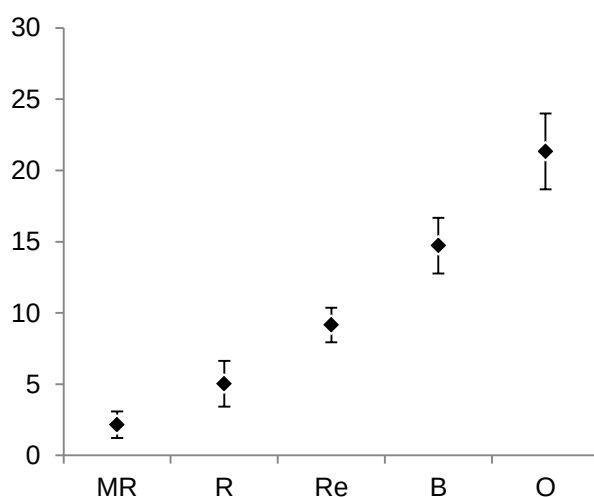


Gráfico 118 - Variação de ICS ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

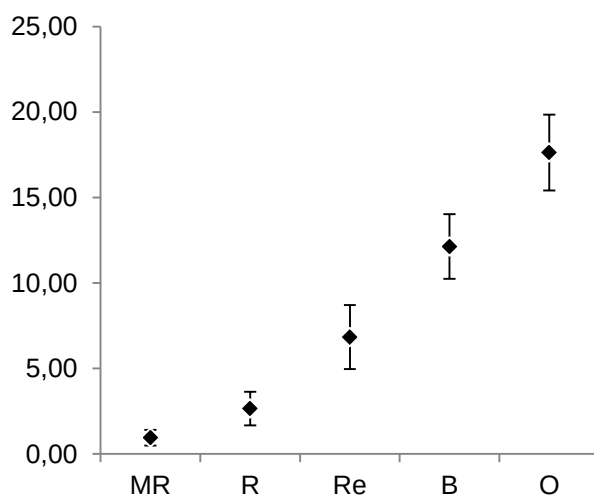


Gráfico 119 - Variação de H' ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

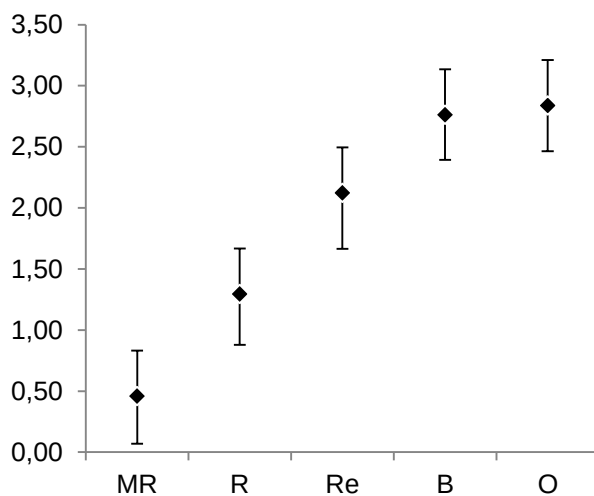


Gráfico 120 - Variação de Tt/Chi ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

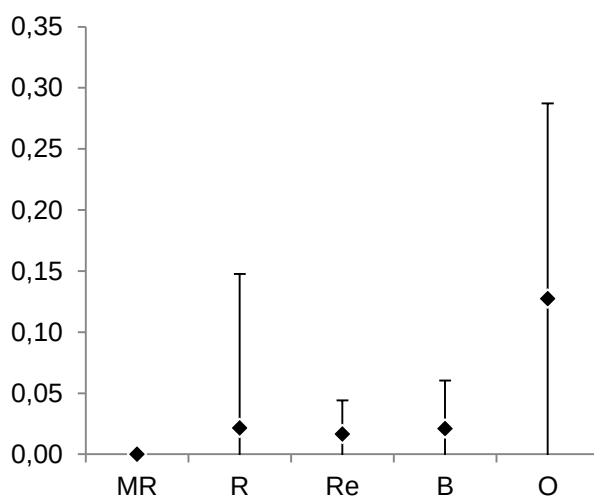


Gráfico 121 - Variação de T/DT ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

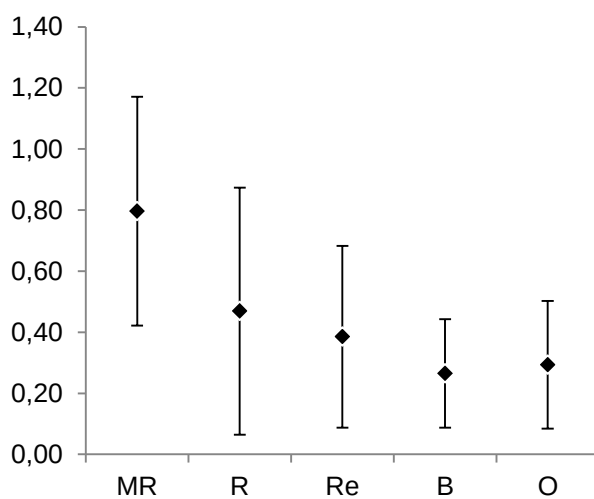


Gráfico 122 - Variação de S_{Mg} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

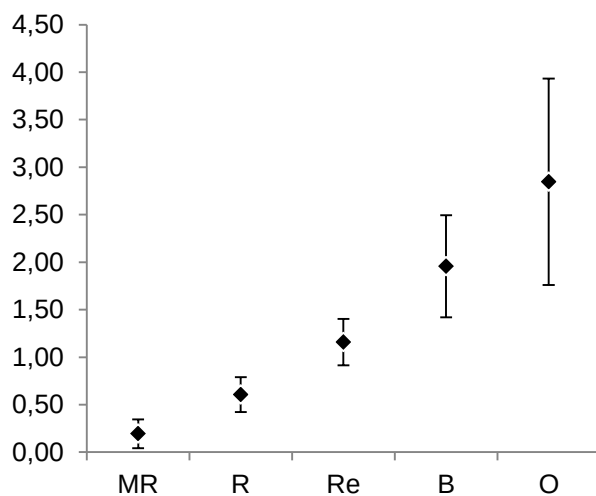


Gráfico 123 - Variação de S_{Chi} ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

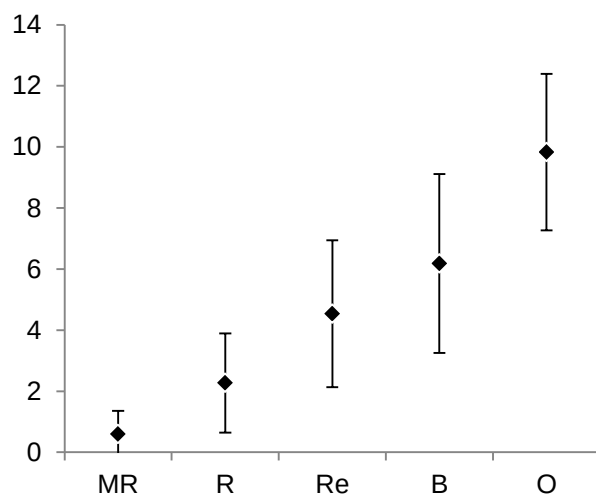


Gráfico 124 - Variação de α ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

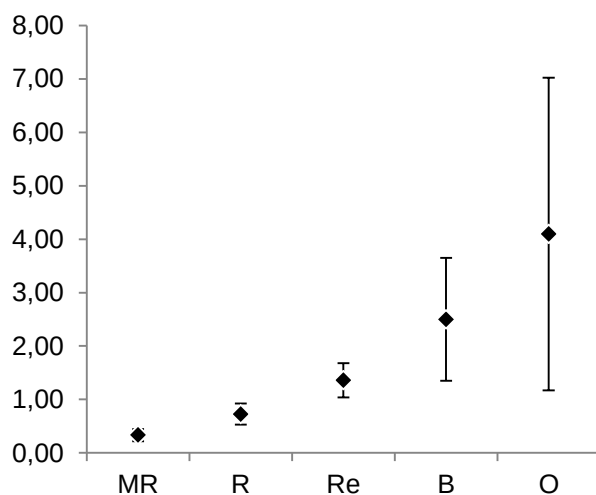


Gráfico 125 - Variação de IB-Res ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4

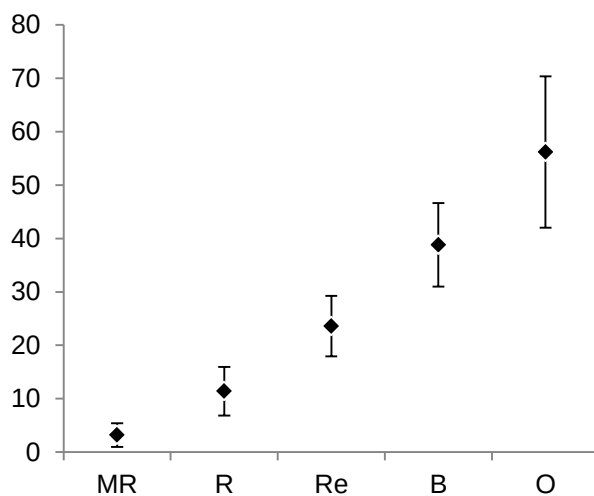
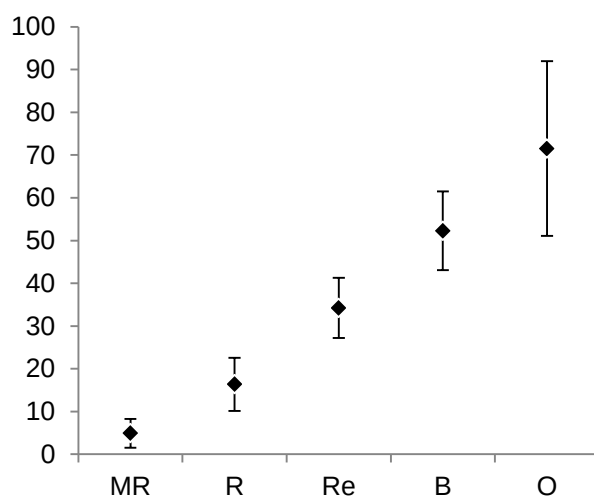


Gráfico 126 - Variação de IB-P ao longo do gradiente de qualidade na região profunda profunda de reservatórios formado pela PCA4



3.5.2 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda profunda de reservatórios

A partir do gradiente da PCA4 foram testadas novas valências para verificar se um IB específico para as profundais mais profundas poderia melhorar o diagnóstico. Seis sistemas foram definidos (Tab. 41).

Tabela 41 - Propostas de valências para os táxons amostrados na região profunda profunda de reservatórios e correspondentes propostas de Índices Bióticos (em amarelo, os táxons raros; e = excluído)

IB	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8	IB9-10	IB11-12
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6
BRYOZOA	e	e	e	e	e	e
Dugesidae	6	4	4	8	5	6
NEMERTEA	5	3	3	7	4	5
Sphaeriidae	4	3	3	6	4	5
Ancylidae	e	e	e	e	e	e
Hydrobiidae	e	e	e	e	e	e
Planorbidae	e	e	e	e	e	e
Physidae	5	4	4	7	5	6
Thiaridae nativo	e	e	e	e	e	e
Aeolosomatidae	e	e	e	e	e	e
Enchytraeidae	e	e	e	e	e	e
<i>Limnodrilus</i>	3	2	3	1	1	1
<i>Bothrioneurum</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Aulodrilus</i>	5	4	3	7	5	5
<i>Branchiura</i>	2	2	2	4	3	4
<i>Allonais</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Aulophorus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Chaetogaster</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Dero</i>	1	1	2	1	1	2
<i>Haemonais</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nais</i>	2	2	3	4	3	5
<i>Slavina</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Stephensoniana</i>	5	4	3	7	5	5
<i>Stylaria</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Pristina</i>	5	3	3	6	4	4
<i>Opistocysta</i>	4	3	3	6	4	5
Phreodrilidae	e	e	e	e	e	e
Glossiphoniidae	4	3	2	6	4	4
Hydracarina	2	2	3	4	3	5
Ceratopogonidae	5	4	3	7	5	5
<i>Aedokritus</i>	6	4	4	8	5	6
Beardius	6	4	4	8	5	6
<i>Chironomus</i>	2	2	2	4	3	4
<i>Cladopelma</i>	5	3	3	7	4	5
<i>Cryptochironomus</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Dicrotendipes</i>	4	3	3	6	4	5
<i>Endotribelos</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Fissimentum</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Goeldichironomus</i>	4	3	3	6	4	5
<i>Microchironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Parachironomus</i>	4	3	3	6	4	5
<i>Paralauterborniella</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Pelomus</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Polypedilum</i>	5	3	3	7	4	5
<i>Saetheria</i>	4	3	2	6	4	4

Tabela 41 (cont.)

IB	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8	IB9-10	IB11-12
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<i>Xestochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Zavreliella</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Caladomyia</i>	6	4	4	8	5	6
<i>Rheotanytarsus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Stempellina</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Tanytarsus</i>	5	4	3	7	5	5
<i>Pseudochironomus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Ablabesmyia</i>	4	3	2	6	4	4
<i>Coelotanypus</i>	6	4	4	6	4	4
<i>Djalmabatista</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Labrundinia</i>	4	3	3	6	4	5
<i>Procladius</i>	2	2	1	4	3	3
<i>Tanypus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Cricotopus</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Lopescladius</i>	e	e	e	e	e	e
<i>Nanocladius</i>	e	e	e	e	e	e
Syrphidae	e	e	e	e	e	e
Elmidae	e	e	e	e	e	e
Gomphidae	e	e	e	e	e	e
Baetidae	e	e	e	e	e	e
Leptohyphidae	e	e	e	e	e	e
Polymitarcyidae	5	4	3	7	5	5
Hydroptilidae	e	e	e	e	e	e
Leptoceridae	6	4	4	8	5	6
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	e	e	e	e	e	e
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	e	e	e	e	e	e
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	e	e	e	e	e	e

Também para a região profunda profunda, todas as opções que consideraram os indicadores raros obtiveram valor mais alto de correlação que as que os excluíram (Tab. 42). A proposta 11 de IB, que considerou apenas os dados de frequência de ocorrência e os indicadores raros, obteve a maior correlação com os valores do eixo 1 da PCA4 e foi selecionada como IB-PP.

Tabela 42 - Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA4 e os resultados das propostas de IB

com raros		sem raros	
r	p	r	p
IB1		IB2	
0,959	3,5E-48	0,916	1,8E-35
IB3		IB4	
0,961	3,5E-49	0,916	2,1E-35
IB5		IB6	
0,962	1,0E-49	0,917	1,3E-35
IB7		IB8	
0,959	2,2E-48	0,918	7,8E-36
IB9		IB10	
0,960	5,9E-49	0,916	1,5E-35
IB11		IB12	
0,962	9,4E-50	0,920	3,0E-36

Assim, a proposta 11 foi adotada como IB-PP = SOMA (valências) (Quadro 21).

Quadro 21 - Sistema de valências do IB-PP

valência indicadores

1	<i>Limnodrilus</i>
2	<i>Dero</i>
3	<i>Procladius</i>
4	<i>Branchiura</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Coelotanypus</i>
5	NEMERTEA, <i>Sphaeriidae</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Nais</i> , <i>Pristina</i> , <i>Opistocysta</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Ceratopogonidae</i> , <i>Cladopelma</i> , <i>Dicrotendipes</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Parachironomus</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Labrundinia</i> , <i>Polymitarcyidae</i>
6	<i>Dugesidae</i> , <i>Physidae</i> , <i>Stylaria</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Beardius</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Leptoceridae</i>

Como visto na seção anterior, IB-Res e IB-P também obtiveram bom ajuste com os valores do eixo 1 da PCA4, sendo que para o primeiro, a correlação foi até superior à obtida pelo IB-PP. Por isso, as 3 propostas de IB serão avaliadas como componentes de um ICB_{RES-PP} .

Novas PCAs foram rodadas, substituindo T/DT e Tt/Chi pelo IB-Res, o IB-P e o IB-PP, com o intuito de definir pelo uso ou não de um IB e estabelecer os parâmetros para as novas faixas do ICB:

PCA5 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-Res – Eixo 1 explica 97,0% da variação

PCA6 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-P – Eixo 1 explica 96,6% da variação

PCA7 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-PP – Eixo 1 explica 96,8% da variação

Os primeiros eixos das 3 PCAs obtiveram alto poder de explicação sobre a variabilidade dos dados.

3.5.3 Concepção do Índice Multimétrico

Na tabela 43 estão os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-Res.

Tabela 43 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-Res

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	2	5	10	16	24
ICS	0,81	2,35	7,18	13,75	18,45
IB-Res	2	10	24	42	66
H'	0,26	1,18	2,20	2,81	2,76
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S_{nat}	1	4	9	17	24
ICS	1,00	2,21	6,40	13,41	16,78
IB-Res	1	10	24	41	69
H'	0,00	1,25	2,34	2,80	2,65
mínimos					Ótima
S_{nat}					23
ICS					16,47
IB-Res					59
H'					2,31
máximos				Boa	
S_{nat}				20	
ICS				17,31	
IB-Res				58	
H'				3,23	

Os Gráficos 127 a 130 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA5, que incorporou o IB-Res.

Todas as métricas responderam ao gradiente na direção esperada. Apenas a curva de H' (Gráf. 129) apresentou comportamento menos linear, mostrando uma inflexão no final, com redução do valor mediano entre as qualidades Boa e Ótima. S_{nat} (Gráf. 127), ICS (Gráf. 128) e IB-Res (Gráf. 130) discriminaram claramente as classes de qualidade.

Gráfico 127 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5

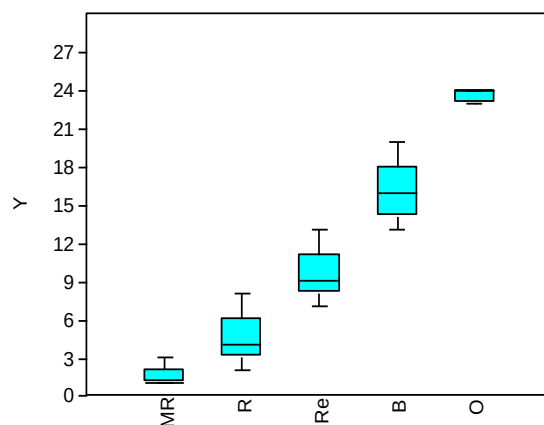


Gráfico 128 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5

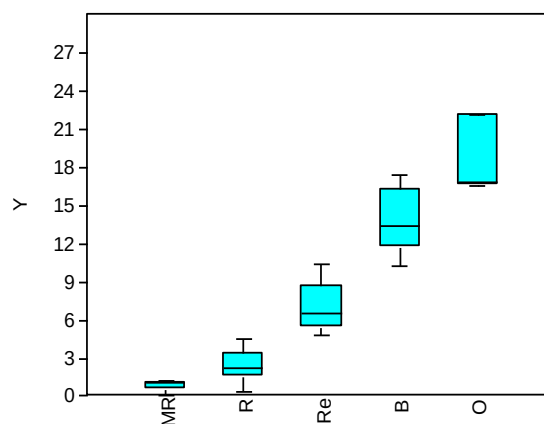


Gráfico 129 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5

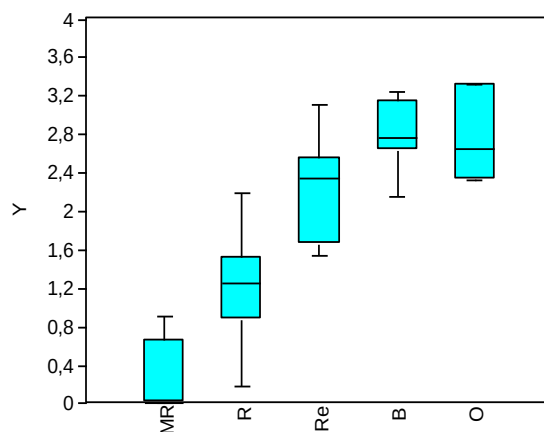
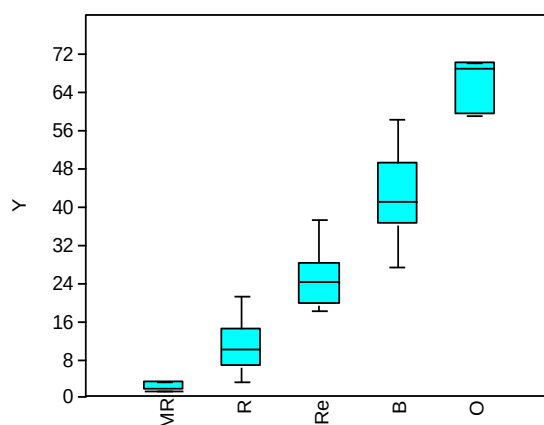


Gráfico 130 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA5



A Tabela 44 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-P.

Tabela 44 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-P

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	1,6	4,7	9,7	16,3	23,7
ICS	0,84	2,45	7,28	13,75	18,45
IB-P	2,8	15,0	36,1	55,9	84,0
H'	0,29	1,22	2,19	2,81	2,76
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	1,5	4,0	9,5	16,5	24,0
ICS	1,00	2,30	7,27	13,41	16,78
IB-P	3,0	14,0	36,0	58,5	87,0
H'	0,10	1,25	2,22	2,80	2,65
mínimos					Ótima
S _{nat}					23
ICS					16,47
IB-P					71
H'					2,31
máximos				Boa	
S _{nat}				20	
ICS				17,31	
IB-P				73	
H'				3,23	

Os Gráficos 131 a 134 mostram a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA6, que incorporou o IB-P.

Apesar de responderem na direção esperada ao gradiente e da perfeita capacidade de discriminação das classes de qualidade por S_{nat} (Gráf. 131), ICS (Gráf. 132) e IB-P (Gráf. 134), novamente foi observada diminuição no valor mediano de H' (Gráf. 133) da classe Boa para a Ótima.

Gráfico 131 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

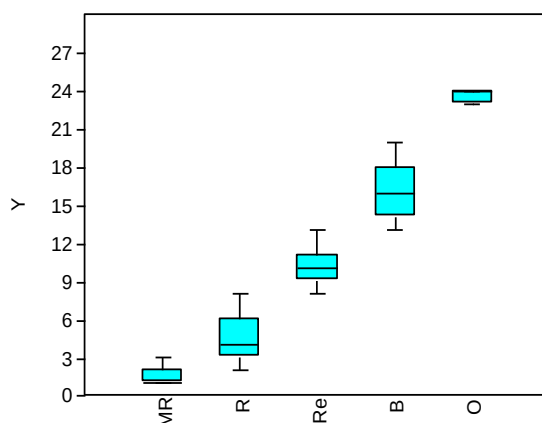


Gráfico 132 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

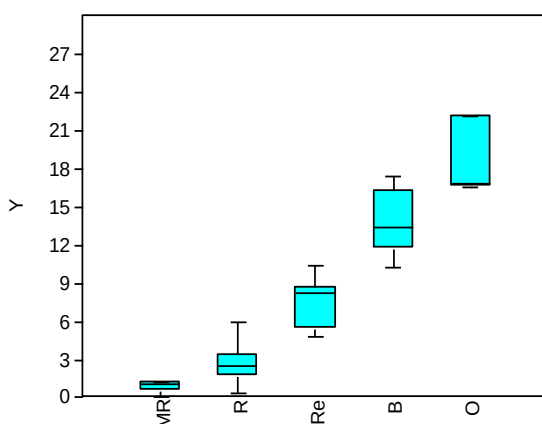


Gráfico 133 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6

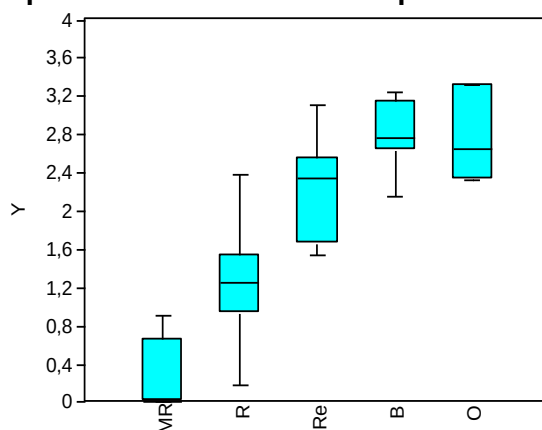
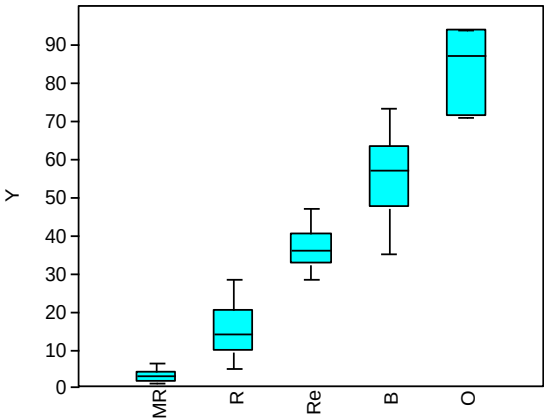


Gráfico 134 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA6



A Tabela 45 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-PP.

E os Gráficos 135 a 138 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA7, que incorporou o IB-PP.

Tabela 45 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PP} com o IB-PP

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	1,7	4,8	9,7	16,3	23,7
ICS	0,79	2,50	7,28	13,75	18,45
IB-PP	3,5	16,6	37,4	60,6	91,0
H'	0,28	1,24	2,19	2,81	2,76
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
S _{nat}	2,0	4,0	9,5	16,5	24,0
ICS	1,00	2,39	7,27	13,41	16,78
IB-PP	4,0	16,0	38,0	60,0	98,0
H'	0,18	1,25	2,22	2,80	2,65
mínimos					Ótima
S _{nat}					23
ICS					16,47
IB-PP					71
H'					2,31
máximos				Boa	
S _{nat}				20	
ICS				17,31	
IB-PP				80	
H'				3,23	

Novamente observa-se a perfeita discriminação das classes de qualidade pelas métricas S_{nat} (Gráf. 135), ICS (Gráf. 136) e IB-PP (Gráf. 138), mas não para H' (Gráf. 137), que não distinguiu as classes Boa e Ótima, diminuindo inclusive o valor mediano na classe ótima.

Gráfico 135 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

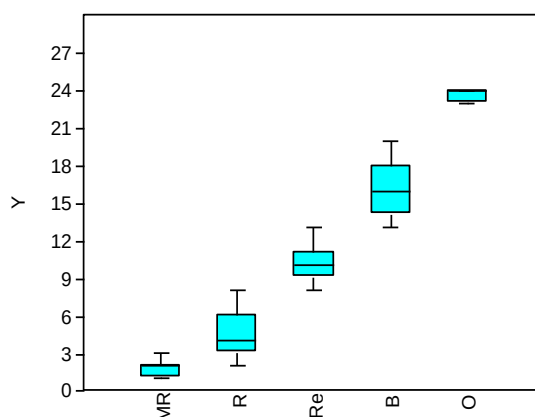


Gráfico 136 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

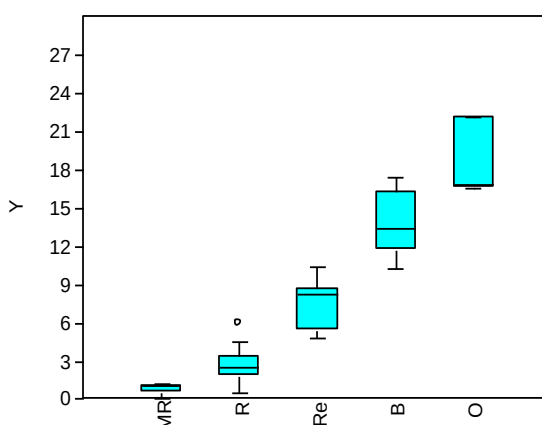


Gráfico 137 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

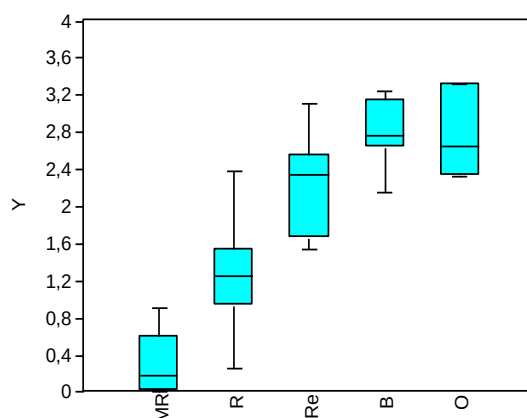
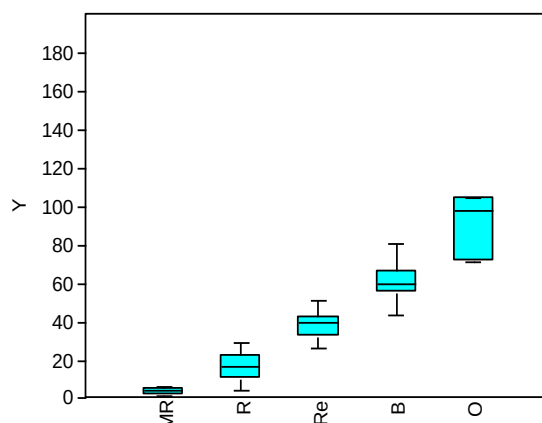


Gráfico 138 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-PP no gradiente formado na região profunda profunda de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7



Doze propostas de ICB_{RES-PP} foram analisadas:

Proposta 1 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores médios da PCA5 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 2 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores medianos da PCA5 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 3 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA5, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 4 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores máximos da classe boa da PCA5, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 5 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores médios da PCA6 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 6 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores medianos da PCA6 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 7 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA6, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 8 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores máximos da classe boa da PCA6, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 9 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PP e uso dos valores médios da PCA7 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 10 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PP e uso dos valores medianos da PCA7 e equidistâncias calculadas entre as faixas.

Proposta 11 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PP e uso dos valores mínimos da classe ótima da PCA7, dividindo as distâncias entre as faixas.

Proposta 12 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PP e uso dos valores máximos da classe boa da PCA7, dividindo as distâncias entre as faixas.

As propostas com maior afinidade com o gradiente definido pelo eixo 1 das respectivas PCAs foram as propostas 5, com uso do IB-P, a proposta 10, que utilizou o IB-PP e a proposta 2, que utilizou o IB-Res, nesta ordem (Tab. 46). As 3 continuarão a ser consideradas, como ICB_{RES-PP} (1), com IB-P, ICB_{RES-PP} (2), com IB-PP e ICB_{RES-PP} (3), com IB-Res.

Tabela 46 - Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB_{RES-PP} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs

	<i>r</i>	<i>p</i>
PCA5		
ICB _{RES-PP} novo1	0,934	1,0E-39
ICB_{RES-PP} novo2	0,936	2,2E-40
ICB _{RES-PP} novo3	0,903	5,8E-33
ICB _{RES-PP} novo4	0,902	9,3E-33
PCA6		
ICB_{RES-PP} novo5	0,949	2,8E-44
ICB _{RES-PP} novo6	0,937	1,2E-40
ICB _{RES-PP} novo7	0,896	1,1E-31
ICB _{RES-PP} novo8	0,889	1,5E-30
PCA7		
ICB _{RES-PP} novo9	0,938	8,3E-41
ICB_{RES-PP} novo10	0,940	1,5E-41
ICB _{RES-PP} novo11	0,898	4,8E-32
ICB _{RES-PP} novo12	0,893	3,5E-31

Todos os índices bióticos testados obtiveram correlação ainda mais alta com os eixos 1 das PCAs que os incorporaram (Tab. 47), mostrando seu potencial para uso em programas de biomonitoramento rápido.

Tabela 47 - Correlações entre os índices bióticos e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-Res	0,986	2,9E-67
IB-P	0,981	1,6E-62
IB-PP	0,983	1,4E-64

As diferenças de diagnóstico entre o atual índice e as propostas para sua alteração estão apresentadas na Tabela 48.

Tabela 48 (cont.)

UGRHI	local	ano	ICB _{RES-P} (5 classes)	ICB _{RES-PP} (1)	ICB _{RES-PP} (2)	ICB _{RES-PP} (3)	ICB _{RES-PP} novo1	ICB _{RES-PP} novo3	ICB _{RES-PP} novo4	ICB _{RES-PP} novo6	ICB _{RES-PP} novo7	ICB _{RES-PP} novo8	ICB _{RES-PP} novo9	ICB _{RES-PP} novo11	ICB _{RES-PP} novo12
9	MOCA 02300	2011	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3
	MOCA 02900	2019	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	SOIT 02850	2014	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	SOIT 02900	2005	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		2008	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2009	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	TIBB 02100	2003	1	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
	TIBB 02900	2005	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4
		2006	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
		2007	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5
11	JUQI 00810	2009	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2
	CAFR 00300	2014	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
13	BROA 02800	2017	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2018	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
	BJAU 03500	2017	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	TIBA 02800	2006	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		2007	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4
	TIBI 02900	2008	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2
14	JURU 02600	2014	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	PAXA 02900	2013	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
15	TOMZ 02990	2003	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4
		2013	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	TIPR 02800	2007	1	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3
		2014	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	ISOL 02900	2013	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4
19	TITR 02100	2006	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2
		2007	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3
	PARN 02080	2007	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
22	PARP 02700	2008	2	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4
		2009	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3
	PARN 02900	2007	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		2008	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

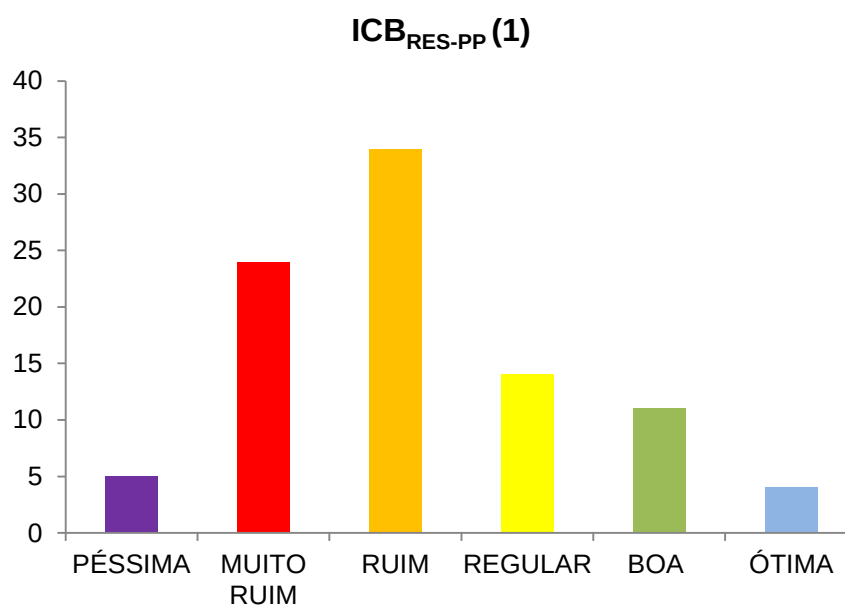
Pelo ICB_{RES-PP} (1) e pelo ICB_{RES-PP} (2), dos 92 diagnósticos, 52 (56,5%) seriam alterados. Destes, a maioria (41, 78,8%) pioraria em qualidade e apenas 11 (21,2%) melhoraria seu diagnóstico. Pelo ICB_{RES-PP} (3), dos 92 diagnósticos, 50 (54,3%) seriam alterados. Destes, a maioria (39, 78,0%) pioraria em qualidade e apenas 11 (22,0%) melhoraria seu diagnóstico, lembrando que entre o antigo ICB_{RES-P} e o novo índice, uma nova classe de qualidade foi criada.

A proposta (1) para o ICB_{RES-PP}, com uso do IB-P, seria como no Quadro 22.

Quadro 22 - ICB_{RES-PP} (1)

	S _{nat}	ICS	H'	IB-P	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<4	<1,66	<0,76	<10	5
RUIM	4-7	1,66-4,87	0,76-1,70	10-26	4
REGULAR	8-13	4,88-10,50	1,71-2,50	27-46	3
BOA	14-19	10,51-16,09	2,51-2,77	47-69	2
ÓTIMA	>19	>16,09	>2,77	>69	1

O Gráfico 139 mostra como ficaria a distribuição dos diagnósticos no período 2002-2019 para a proposta (1).

Gráfico 139 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (1)

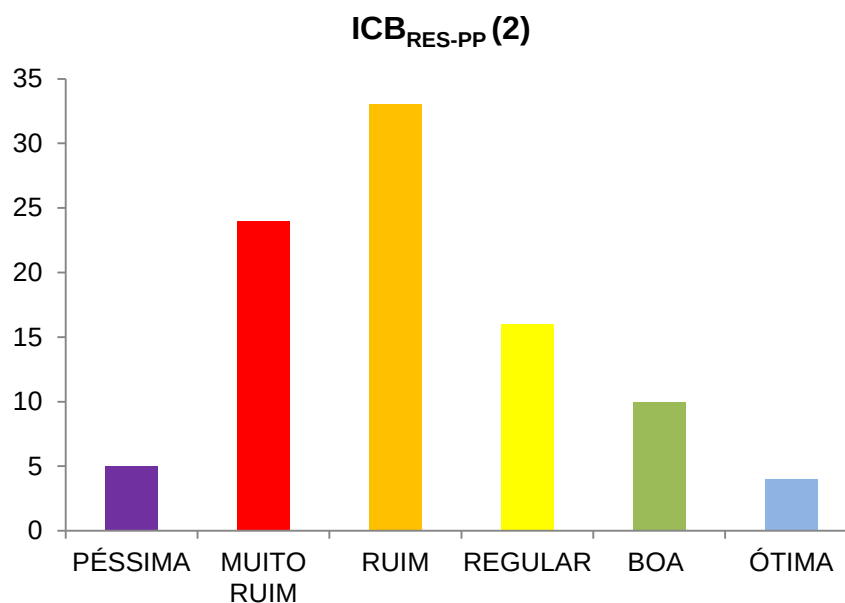
A proposta (2) para o ICB_{RES-PP}, com uso do IB-PP, seria como no Quadro 23.

Quadro 23 - ICB_{RES-PP} (2)

	S _{nat}	ICS	H'	IB-PP	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<4	<1,71	<0,73	<11	5
RUIM	4-7	1,71-4,83	0,73-1,74	11-27	4
REGULAR	8-13	4,84-10,34	1,75-2,51	28-49	3
BOA	14-19	10,35-15,09	2,52-2,72	50-78	2
ÓTIMA	>19	>15,09	>2,72	>78	1

O Gráfico 140 mostra como ficaria a distribuição de seus diagnósticos no período 2002-2019 para a proposta (2).

Gráfico 140 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (2)



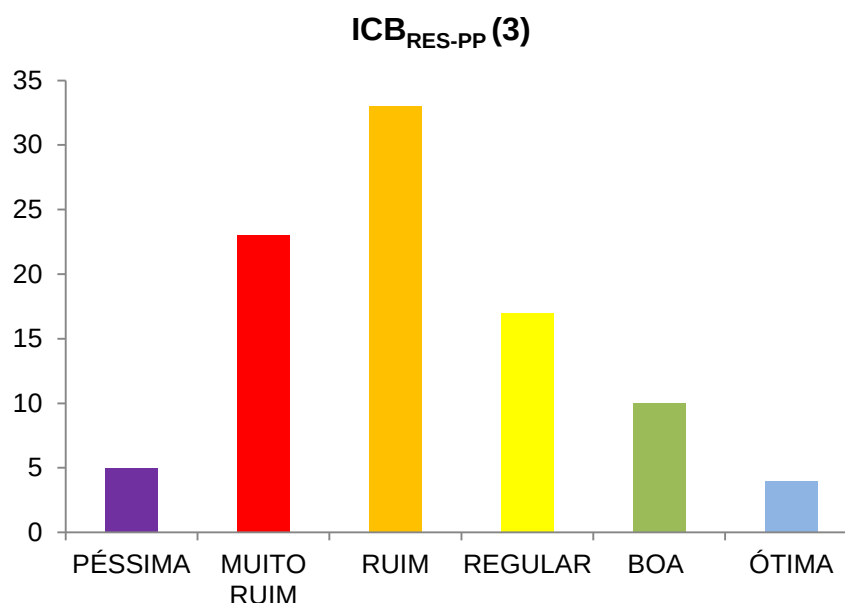
A proposta (3) para o ICB_{RES-PP} , com uso do IB-Res, seria como no Quadro 24.

Quadro 24 - ICB_{RES-PP} (3)

	S_{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<4	<1,61	<0,63	<6	5
RUIM	4-7	1,61-4,30	0,63-1,79	6-17	4
REGULAR	8-13	4,31-9,90	1,80-2,57	18-33	3
BOA	14-19	9,91-15,09	2,58-2,72	34-54	2
ÓTIMA	>19	>15,09	>2,72	>54	1

O Gráfico 141 mostra como ficaria a distribuição de seus diagnósticos no período 2002-2019 para a proposta (3).

Gráfico 141 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PP} (3)



Pelos resultados de correlação entre os IBs e os valores dos eixos 1 das PCAs que os utilizaram (Tab. 49), o IB-Res (Quadro 14) exibiu afinidade um pouco maior com os valores do eixo 1 da PCA que o utilizou, mas os resultados do IB-PP (Quadro 23) e do IB-P (Quadro 20) também foram altos, mostrando potencial para uso em um programa de monitoramento rápido, qualitativo.

Tabela 49 - Correlação entre os IBs e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram na PCA

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-Res	0,986	2,9E-67
IB-P	0,981	1,6E-62
IB-PP	0,983	1,4E-64

Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos as 3 propostas de ICB_{RES-PP} obtiveram alta correlação com os diagnósticos dos eixo 1 das PCAs formadas com os novos dados (Tab. 50).

Tabela 50 - Resultados das correlações entre os diagnósticos dos eixos 1 das PCAs formadas com os novos dados e os resultantes das 3 propostas de ICB_{RES-PP}

	<i>r</i>	<i>p</i>
ICB_{RES-PP} (1)	0,907	1,3E-11
ICB_{RES-PP} (2)	0,907	1,3E-11
ICB_{RES-PP} (3)	0,912	5,8E-12

Além disso, os 3 IBs obtiveram correlações ainda mais altas com os valores dos eixos 1 das PCAs (Tab. 51), mostrando mais uma vez seu potencial para uso em monitoramento rápido (qualitativo).

Tabela 51 - Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-P	0,994	2,2E-27
IB-PP	0,995	8,5E-29
IB-Res	0,994	8,5E-28

3.6 ICB_{RES-PR}

Nesta avaliação foram considerados apenas os dados da região profunda rasa (PR), ou seja, em profundidade até 6m, compreendendo apenas 14 pontos/campanha.

3.6.1 Avaliação de métricas

Como não houve dado em que foi necessário usar H' só foram rodadas PCAs com ICS como métrica de diversidade. Na PCA1 foram utilizadas as métricas do antigo ICB_{RES-SL}, que vinha sendo empregado nestes casos.

PCA1 (N=14): S_{nat} , ICS, T/DT, S_{sen} – Eixo 1 explicou 74,1% da variação

Os Gráficos 142 a 149 mostram a sensibilidade destas métricas e das propostas de IB (IB-SL, IB-P e IB-Res), desenvolvidas anteriormente, ao gradiente formado.

Gráfico 142 - Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa

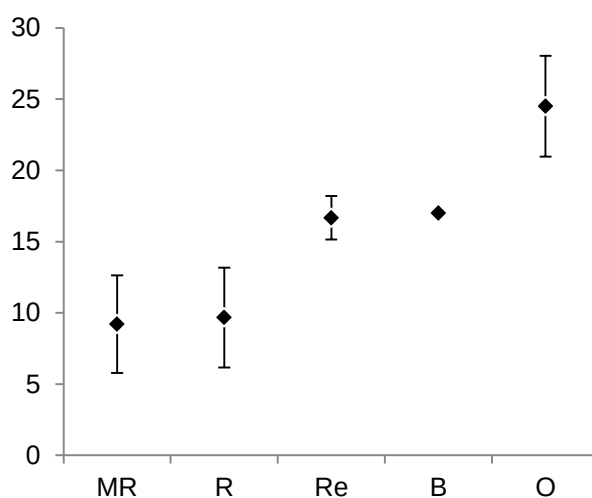


Gráfico 143 - Variação de ICS no gradiente formado pela PCA1 com dados da profundal rasa

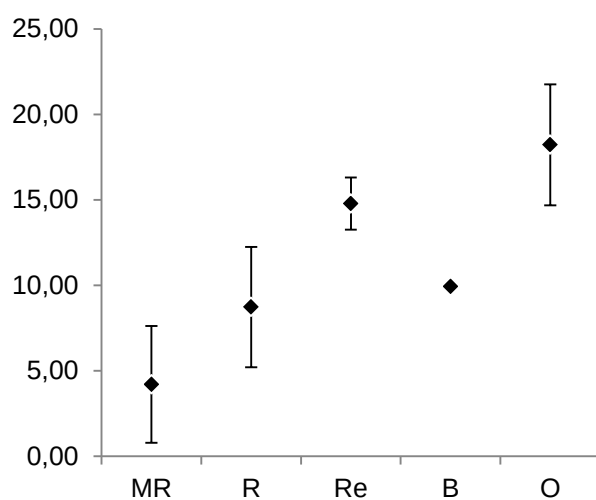


Gráfico 144 - Variação de H' no gradiente formado pela PCA1 com dados da profundal rasa

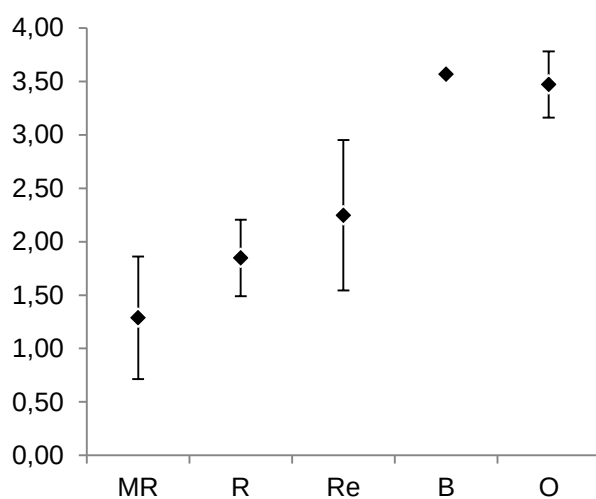


Gráfico 145 - Variação de S_{sen} no gradiente formado pela PCA1 com dados da profundal rasa

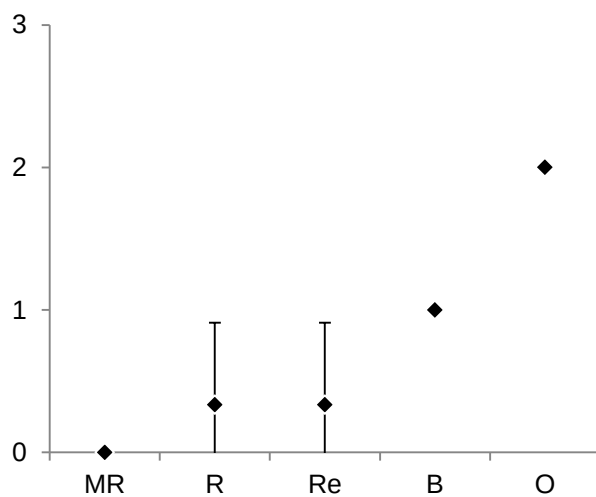


Gráfico 146 - Variação de T/DT no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa

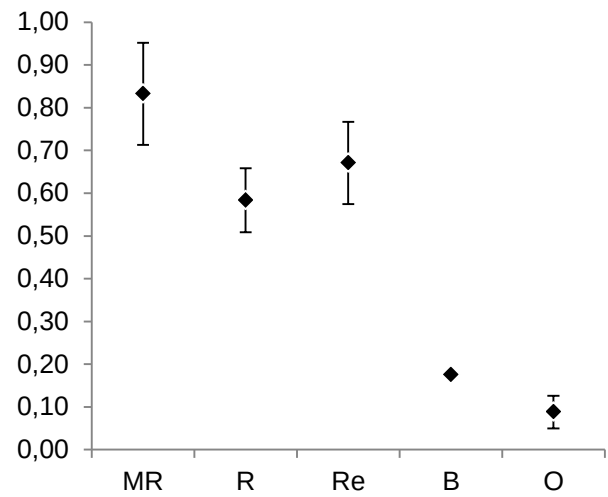


Gráfico 147 - Variação de IB-SL no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa

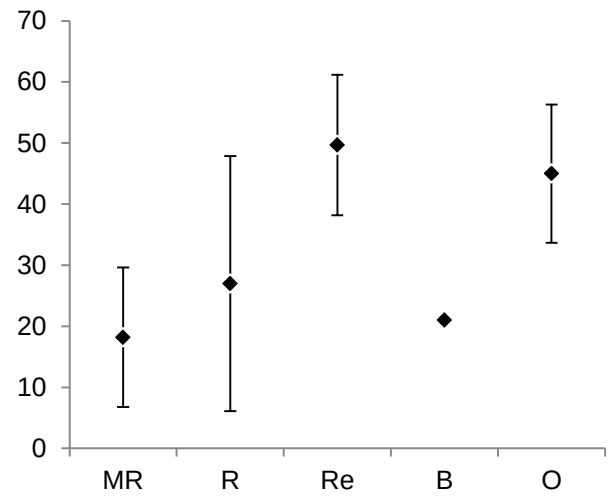


Gráfico 148 - Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA1 com dados da profunda rasa

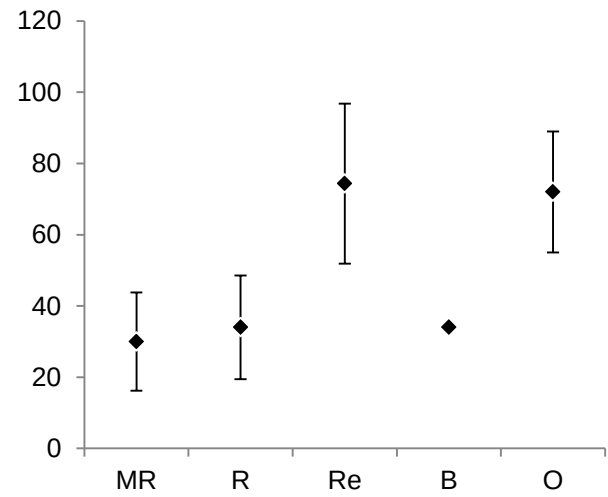
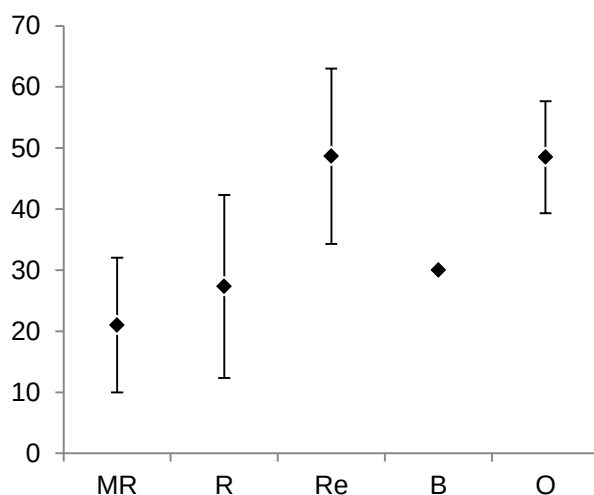


Gráfico 149 - Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA1 com dados da profundal rasa

Como no gradiente formado apenas 1 ponto/campanha caracterizou a qualidade Boa, quase todas as métricas apresentaram distorção na curva, especialmente nesta categoria mas, de forma geral todas responderam na direção esperada, exceto os índices bióticos (Gráf. 147, Gráf. 148 e Gráf. 149) que atingiram valor máximo na qualidade Regular e H' (Gráf. 144) que novamente exibiu queda de valor entre as classes Boa e Ótima. Nenhuma métrica, incluindo S_{nat} (Gráf. 142), ICS (Gráf. 143), S_{sen} (Gráf. 145) e T/DT (Gráf. 146), distinguiu as 5 classes de qualidade, tendo ocorrido valores altos de desvio, com sobreposição entre as classes.

Outras PCAs foram rodadas para encontrar aquela com maior % de explicação da variabilidade dos dados pelo eixo 1 e cujo gradiente servirá para o estudo de valências.

PCA2 (N=14): S_{nat} , ICS e S_{sen} – Eixo 1 explicou 73,2% da variação

PCA3 (N=14): S_{nat} , ICS e T/DT – Eixo 1 explicou 76,7% da variação

PCA4 (N=14): S_{nat} , ICS e Tt/Chi – Eixo 1 explicou 66,6% da variação

PCA5 (N=14): S_{nat} e ICS – Eixo 1 explicou 82,1% da variação

A partir destes resultados, o gradiente definido pelos valores do eixo 1 da PCA5 foi usado na avaliação de métricas (Tab. 52).

Tabela 52 - Resultados das correlações das métricas calculadas para a região profunda rasa de reservatórios com os valores do eixo 1 da PCA5 (cinza = não significativo; negrito = elevada)

	r	p
DT	-0,092	0,754
D _{sen}	0,524	0,054
S_{nat}	0,906	8,0E-06
S _{sen}	0,623	1,7E-02
S _{EOT}	0,623	1,7E-02
S _{EOTC}	0,639	1,4E-02
S _{exótica}	0,316	0,272
S _{Chi}	0,513	0,061
S _{oligo}	0,621	1,8E-02
S _M	0,587	2,7E-02
S_{Mg}	0,922	2,7E-06
ICS	0,906	8,0E-06
H' (log₂)	0,831	2,3E-04
H' (ln)	0,832	2,2E-04
α	0,842	1,6E-04
U _S	0,741	2,4E-03
U _{B-G}	0,303	0,292
J'	0,649	1,2E-02
Dom (%)	-0,740	2,5E-03
D	-0,741	2,4E-03
T/DT	-0,718	3,8E-03
AR _{sen} (%)	0,537	4,8E-02
AR _{exótica} (%)	0,419	0,136
%filtradores	0,406	0,150
Tt/Chi	0,449	0,107
IE	0,304	0,290
ICB_{RES-SL} (5 classes)	-0,860	7,9E-05
IB-P	0,878	3,6E-05
IB-Res	0,873	4,5E-05
IB-SL	0,784	9,1E-04

O gradiente resultante da PCA5 não definiu ponto/campanha para a condição Ótima, de forma que o gradiente só avaliará a faixa entre as qualidades Muito Ruim e Boa. As métricas usadas na PCA (S_{nat} e ICS) mostraram, como esperado, boa afinidade com os valores de seu eixo 1, mas S_{Mg} exibiu valor de correlação ainda maior (Tab. 52). S_{nat} (Gráf. 150) e S_{Mg} (Gráf. 155) foram as métricas que melhor responderam ao gradiente, tendo distinguido perfeitamente as classes de qualidade. Como foi a única vez que uma outra métrica de riqueza superou a atualmente empregada no valor de correlação, esta não será avaliada como substituta de S_{nat} no índice multimétrico, mesmo porque ambas exibiram sensibilidade similar ao gradiente. ICS (Gráf. 151) mostrou sobreposição de valores entre as classes Ruim e Regular mas ainda assim respondeu melhor ao gradiente que H' (Gráf. 152), incapaz de distinguir as classes Muito Ruim/Ruim e Regular/Boa. Assim como ocorreu em rios, a diversidade medida pela métrica α obteve

maior valor de correlação que H' mas, como discutido em outras seções, seu uso implicaria em abrir mão de técnicas de subamostragem. α (Gráf. 156), como ICS e H' respondeu no sentido esperado ao gradiente, mas não distinguiu totalmente as classes Regular e Boa. Das métricas que atualmente compõem o índice multimétrico, S_{sen} e T/DT obtiveram correlações mais baixas ao eixo 1 da PCA5 (Tab. 52) e, embora tenham respondido como esperado ao gradiente, exibiram desvios altos, que dificultam a separação das classes de qualidade (Gráf. 153 e Gráf. 154, respectivamente). Dos índices bióticos desenvolvidos em outras seções, o IB-Res e o IB-P obtiveram correlações mais elevadas, que superaram a obtida pelo atual índice multimétrico aplicado nestas situações de profundal rasa (ICB_{RES-SL}), mas não distinguiram claramente as classes de qualidade (Gráf. 157 e Gráf. 158) pelos altos desvios apresentados.

Gráfico 150 - Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profundal rasa

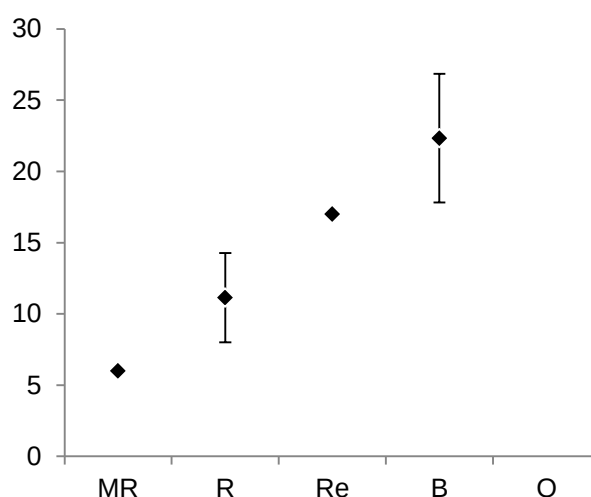


Gráfico 151 - Variação de ICS no gradiente formado pela PCA5 com dados da profundal rasa

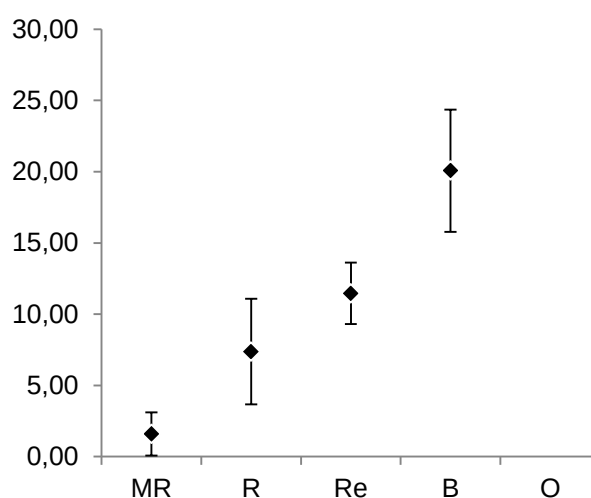


Gráfico 152 - Variação de H' no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

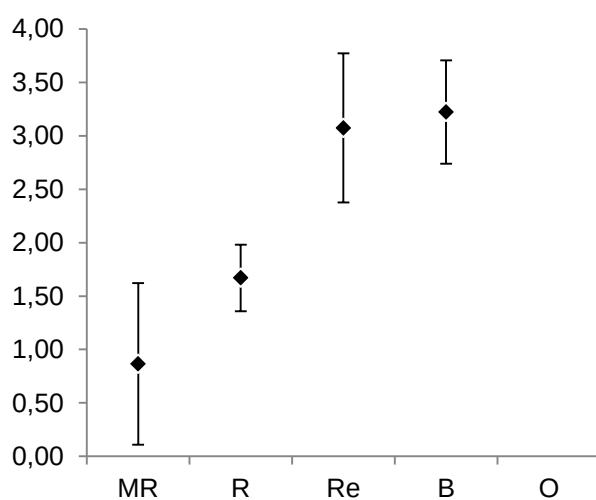


Gráfico 153 - Variação de S_{sen} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

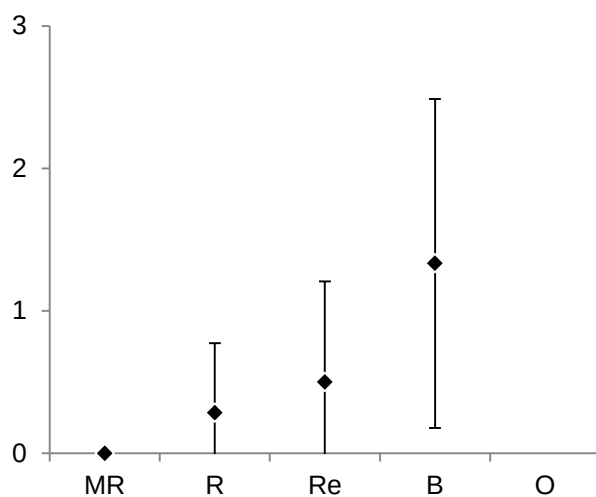


Gráfico 154 - Variação de T/DT no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

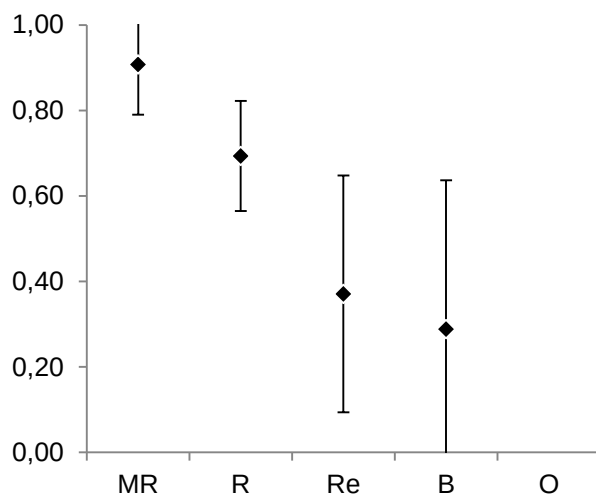


Gráfico 155 - Variação de S_{Mg} no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

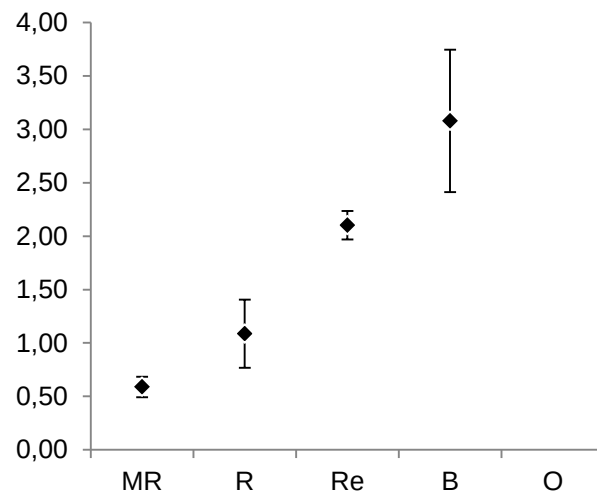


Gráfico 156 - Variação de α no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

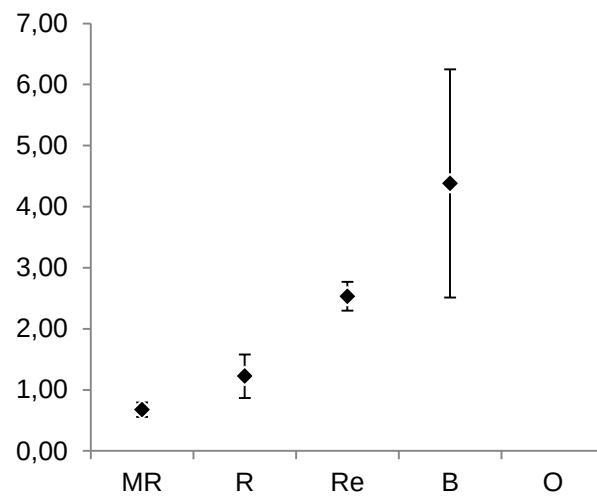


Gráfico 157 - Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

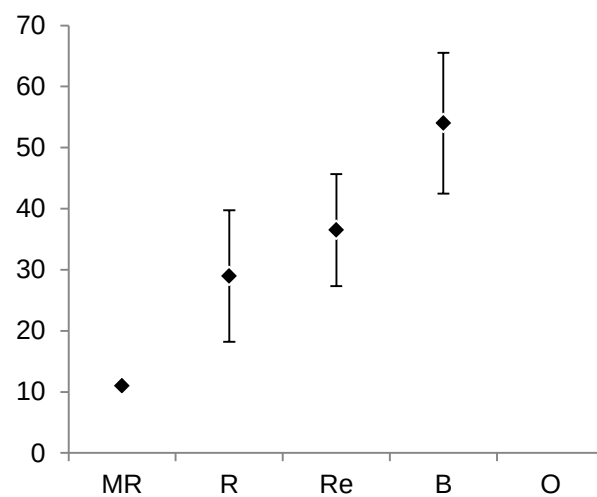
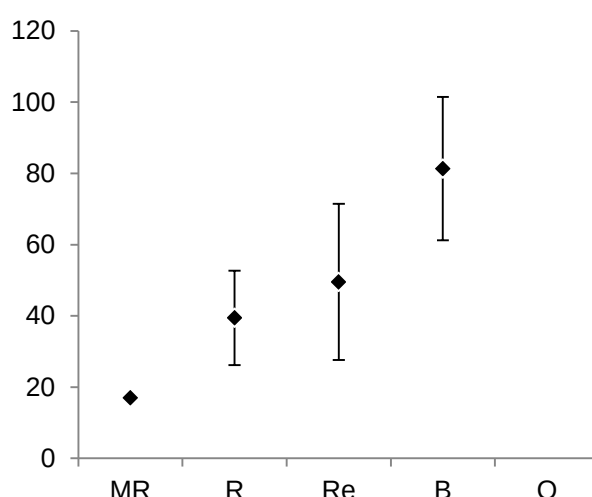


Gráfico 158 - Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA5 com dados da profunda rasa

Diante da grande afinidade de S_{Mg} ao gradiente da PCA5, foi rodada uma PCA com esta métrica e ICS que resultou em um eixo1 que explicou melhor a variabilidade dos dados.

PCA6 (N=14): S_{Mg} e ICS – Eixo 1 explicou 89,7% da variação

No entanto, como se pode observar nos gráficos 159 a 164, o novo gradiente formado pelos valores do eixo 1 da PCA6 não modificou muito as respostas das principais métricas, tendo as duas métricas de riqueza mostrado melhor desempenho, como observado no gradiente anterior. S_{nat} (Gráf. 159) e S_{Mg} (Gráf. 160) responderam na direção esperada e discriminaram perfeitamente as classes de qualidade. Das métricas de diversidade, novamente ICS (Gráf. 161) apresentou melhor resposta, embora haja sobreposição entre as categorias Ruim/Muito Ruim e Ruim /Regular. H' (Gráf. 162) praticamente separa os dados entre Muito Ruim/Ruim e Regular/Boa. Os dois índices bióticos também exibiram sobreposição entre as classes, com desvios um pouco menores para o IB-Res (Gráf. 163) em relação ao IB-P (Gráf. 164).

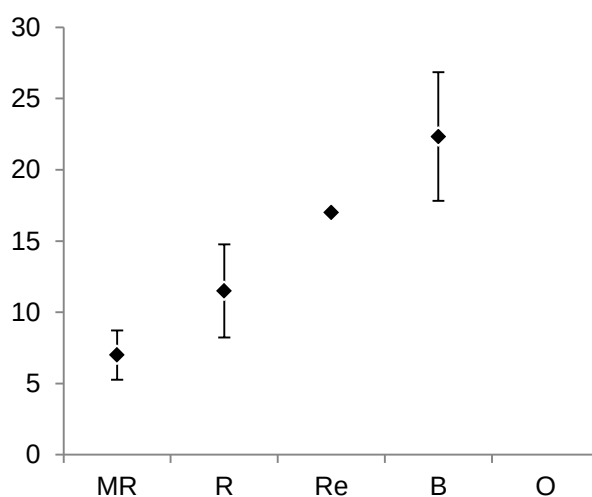
Gráfico 159 - Variação de S_{nat} no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa

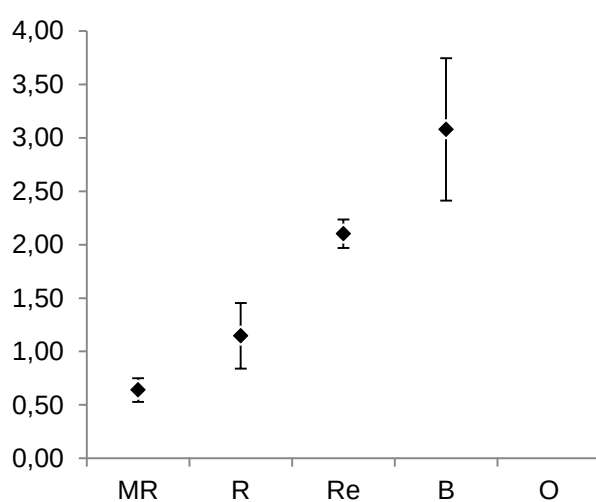
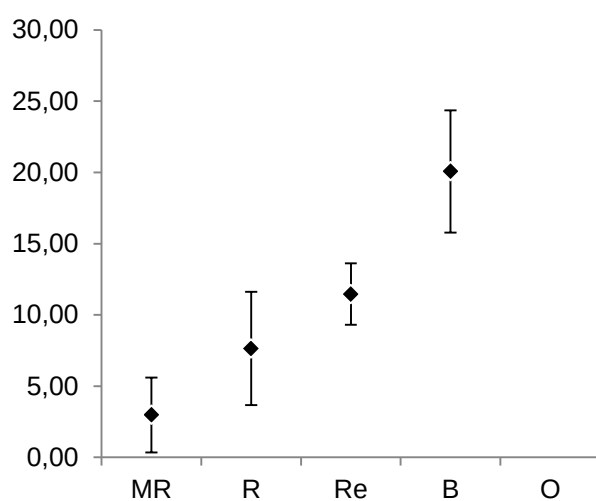
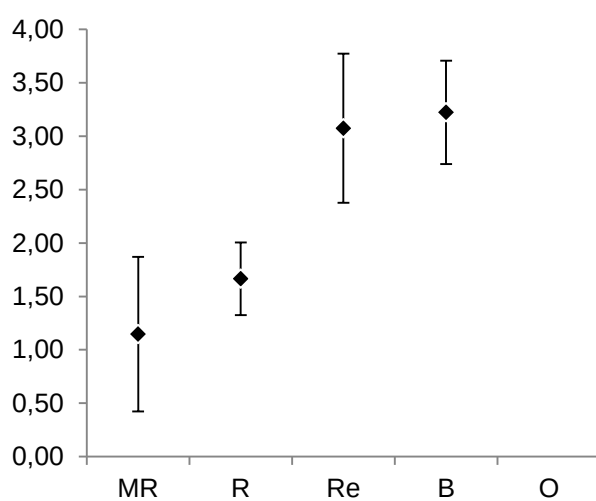
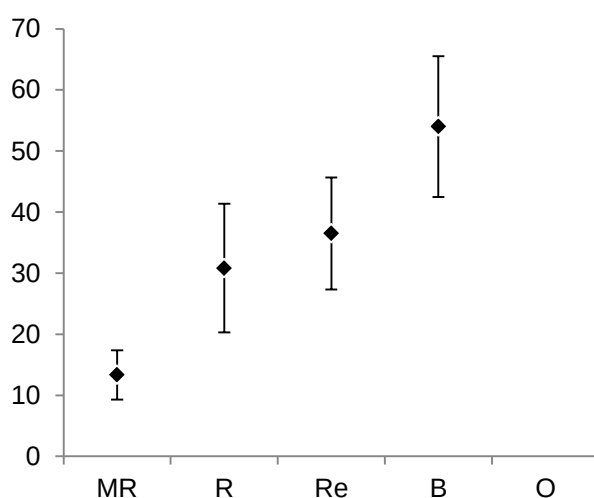
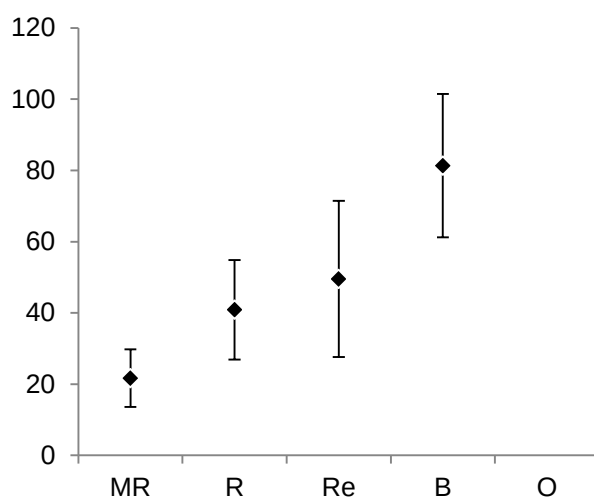
Gráfico 160 - Variação de S_{Mg} no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa**Gráfico 161 - Variação de ICS no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa****Gráfico 162 - Variação de H' no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa**

Gráfico 163 - Variação de IB-Res no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa**Gráfico 164 - Variação de IB-P no gradiente formado pela PCA6 com dados da profunda rasa**

3.6.2 Desenvolvimento de um Índice Biótico para a região profunda rasa

Assim, o estudo de valências considerou os gradientes descritos pelos valores do eixo 1 das PCAs 5 e 6, criando 12 sistemas relacionados a 22 propostas de índices bióticos (Tab. 53) que consideraram ou não o uso dos indicadores considerados raros.

Tabela 53 - Propostas de valências para os táxons amostrados na região profunda rasa de reservatórios e correspondentes propostas de Índices Bióticos (em amarelo, os táxons raros; e = excluído)

IB	PCA5					PCA6						
	IB1-2	IB3-4	IB5-6	IB7-8		IB9-10	IB11-12	IB13-14	IB15-16	IB17-18	IB19-20	IB21-22
Indicadores	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
BRYOZOA	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Dugesidae	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3
NEMERTEA	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Mycetopodidae	6	4	4	6	4	4	6	4	4	6	4	4
Sphaeriidae	7	5	4	7	5	4	7	5	4	7	5	4
Ancylidae	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Hydrobiidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Planorbidae	6	4	4	6	4	4	6	4	4	6	4	4
Aeolosomatidae	6	4	4	6	4	4	6	4	4	6	4	4
<i>Limnodrilus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aulodrilus</i>	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5
<i>Branchiura</i>	6	4	3	6	4	3	6	4	3	6	4	3
<i>Chaetogaster</i>	4	3	3	4	3	3	1	1	1	1	1	1
<i>Dero</i>	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
<i>Haemonais</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Nais</i>	6	4	4	6	4	4	6	4	4	6	4	4
<i>Slavina</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Stephensoniana</i>	5	3	4	5	3	4	4	3	4	1	1	1
<i>Pristina</i>	6	4	4	5	4	3	5	3	3	5	3	3
<i>Opistocysta</i>	6	4	5	6	4	5	6	4	4	6	4	4
Glossiphoniidae	7	5	5	7	5	5	4	3	2	4	3	2
Hydracarina	7	5	4	7	5	4	7	5	4	7	5	4
Ceratopogonidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Aedokritus</i>	7	5	4	7	5	4	7	5	4	7	5	4
<i>Chironomus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cladopelma</i>	1	1	1	1	1	1	4	3	1	4	3	1
<i>Endotribelos</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Fissimentum</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Goeldichironomus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Microchironomus</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Parachironomus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
<i>Paralauterborniella</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Pelomus</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Polypedilum</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Saetheria</i>	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3
<i>Caladomyia</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Tanytarsus</i>	6	4	3	6	4	3	6	4	3	6	4	3
Pseudochironomini	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Ablabesmyia</i>	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	5
<i>Coelotanytus</i>	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
<i>Djalmabatista</i>	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
<i>Labrundinia</i>	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
<i>Procladius</i>	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	5
<i>Tanytus</i>	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Elmidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Gomphidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Libellulidae	6	4	4	6	4	4	6	4	4	6	4	4
Baetidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Polymitarcyidae	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	5
Helicopsychidae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Leptoceridae	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e

Para todas as propostas de IB testadas, aquelas que utilizaram os indicadores raros foram as que obtiveram melhor correlação com os valores do eixo 1 da PCA6, das quais a proposta 5 foi a de melhor afinidade (Tab. 54).

Tabela 54 - Correlações lineares obtidas entre os valores do eixo 1 da PCA6 e os resultados das propostas de IB

com raros		sem raros	
r	p	r	p
IB1		IB2	
0,933	1,1E-06	0,921	3,0E-06
IB3		IB4	
0,934	1,1E-06	0,923	2,5E-06
IB5		IB6	
0,940	6,0E-07	0,929	1,6E-06
IB7		IB8	
0,933	1,2E-06	0,920	3,2E-06
IB9		IB10	
0,939	6,3E-07	0,928	1,7E-06
IB11		IB12	
0,935	9,5E-07	0,920	3,2E-06
IB13		IB14	
0,934	1,0E-06	0,920	3,2E-06
IB15		IB16	
0,934	1,1E-06	0,918	3,6E-06
IB17		IB18	
0,935	9,5E-07	0,919	3,4E-06
IB19		IB20	
0,934	1,1E-06	0,919	3,4E-06
IB21		IB22	
0,934	1,0E-06	0,919	3,5E-06

Assim, o sistema de valências 5 (Quadro 25) será o IB-PR calculado como a SOMA das valências.

Quadro 25 - Sistema de valências do IB-PR

valência indicadores

1	<i>Limnodrilus</i> , <i>Dero</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Cladopelma</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Tanypus</i>
3	<i>Dugesiiidae</i> , <i>Branchiura</i> , <i>Chaetogaster</i> , <i>Saetheria</i> , <i>Tanytarsus</i> , <i>Coelotanypus</i> , <i>Labrundinia</i>
4	<i>Sphaeriidae</i> , <i>Mycetopodidae</i> , <i>Planorbidae</i> , <i>Aeolosomatidae</i> , <i>Nais</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Pristina</i> , <i>Hydracarina</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Libellulidae</i>
5	BRYOZOA, NEMERTEA, <i>Hydrobiidae</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Slavina</i> , <i>Opistocysta</i> , <i>Glossiphoniidae</i> , <i>Ceratopogonidae</i> , <i>Endotribelos</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Microchironomus</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Pseudochironomini</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Ablabesmyia</i> , <i>Djalmabatista</i> , <i>Procladius</i> , <i>Gomphidae</i> , <i>Elmidae</i> , <i>Baetidae</i> , <i>Polymitarcyidae</i> , <i>Helicopsychidae</i> , <i>Leptoceridae</i>

Das propostas de IB com aplicação mais ampla, IB-P e IB-Res foram os que melhor se correlacionaram com os valores do eixo 1 da PCA6 (Tab. 55). Como estão relacionados a uma proposta mais uniforme de índice, serão testados na composição do índice multimétrico, juntamente como IB-PR.

Tabela 55 - Correlação dos Índices Bióticos IB-Res, IB-P e IB-SL com o gradiente da PCA6

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-Res	0,909	6,7E-06
IB-P	0,911	6,0E-06
IB-SL	0,816	3,7E-04

Novas PCAs foram rodadas, substituindo T/DT e Tt/Chi pelo IB-PR, o IB-P e o IB-Res, com o intuito de definir pelo uso ou não de um IB e estabelecer os parâmetros para as novas faixas do ICB:

PCA7 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-PR – Eixo 1 explicou 84,7% da variação

PCA8 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-P – Eixo 1 explicou 83,2% da variação

PCA9 (N=92): S_{nat} , ICS e IB-Res – Eixo 1 explica 83,1% da variação

Os primeiros eixos das 3 PCAs obtiveram um bom poder de explicação sobre a variabilidade dos dados, embora aquém do obtido para os outros habitats. Todas continuarão a ser testadas.

3.6.3 Concepção do Índice Multimétrico

Na Tabela 56 estão os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-PR. Note que não há valores para a qualidade ótima porque os gradientes obtidos não selecionaram nenhum ponto/campanha para esta classe. Assim, não haverá o critério “valor mínimo para a classe ótima” para dar origem a propostas de índices multimétricos e os valores máximos da qualidade boa servirão de corte para esta classe em todas as propostas de ICB.

Tabela 56 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-PR

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	9	10	16	22
ICS	3,05	8,76	10,16	20,07
IB-PR	14	38	54	88
H'	1,36	1,64	2,53	3,22
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	8	11	17	22
ICS	2,96	7,05	9,93	21,07
IB-PR	13	38	58	94
H'	1,55	1,59	2,58	3,25
máximos				Boa
S_{nat}				27
ICS				23,77
IB-PR				107
H'				3,69

Os Gráficos 165 a 168 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA7, que incorporou o IB-PR.

Das 4 métricas, apenas a curva de H' (Gráf.167) apresentou comportamento menos linear, com relação aos valores medianos, e só conseguiu distinguir a qualidade Boa de Muito Ruim e Ruim. S_{nat} (Gráf. 165) também não discriminou a classe Muito Ruim de Ruim e ICS (Gráf. 166) a Ruim de Regular. A melhor sensibilidade foi observada para o IB-PR (Gráf. 168), embora também exiba sobreposição entre as classes Ruim e Regular, como ICS.

Gráfico 165 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

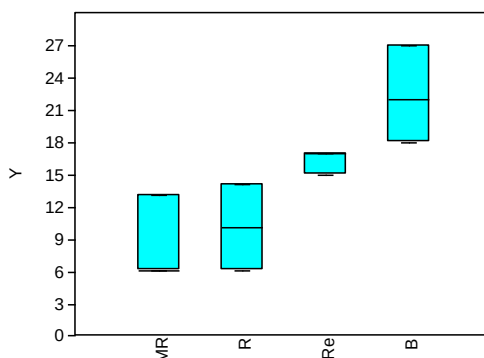


Gráfico 166 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

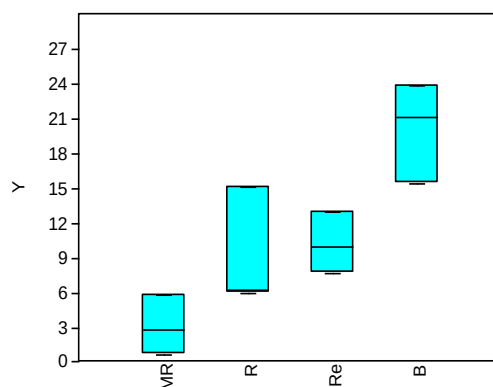


Gráfico 167 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7

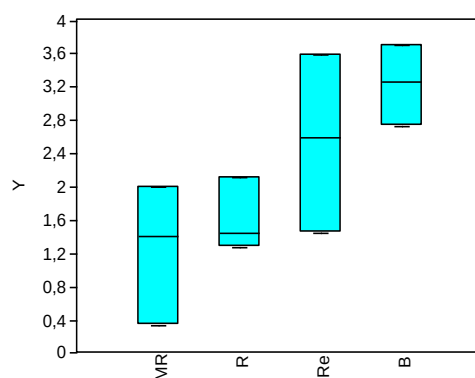
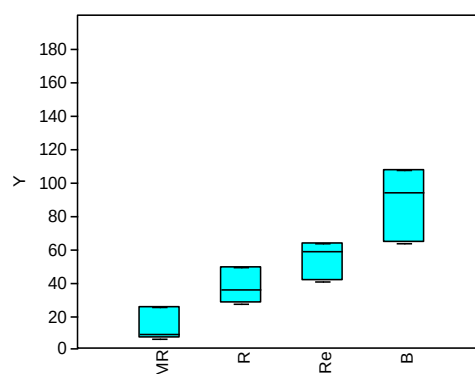


Gráfico 168 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-PR no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA7



A Tabela 57 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-P.

Tabela 57 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-P

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	9	12	16	22
ICS	3,05	8,99	10,28	20,07
IB-P	21	40	62	81
H'	1,36	2,02	2,01	3,22
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	8	11	16	22
ICS	2,96	7,88	10,28	21,07
IB-P	18	35	62	84
H'	1,55	1,74	2,01	3,25
máximos	Boa			
S_{nat}	27			
ICS	23,77			
IB-P	100			
H'	3,69			

Os Gráficos 169 a 172 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA8, que incorporou o IB-P.

Das 4 métricas, novamente H' (Gráf. 171) foi a menos sensível ao gradiente, separando apenas a qualidade Boa das demais. ICS (Gráf. 170) continuou a sobrepôr as classes Ruim e Regular, e S_{nat} (Gráf. 169) Muito Ruim e Ruim. Diferentemente do IB-PR o IB-P (Gráf. 172) exibiu pequena sobreposição entre as classes Regular e Boa.

Gráfico 169 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

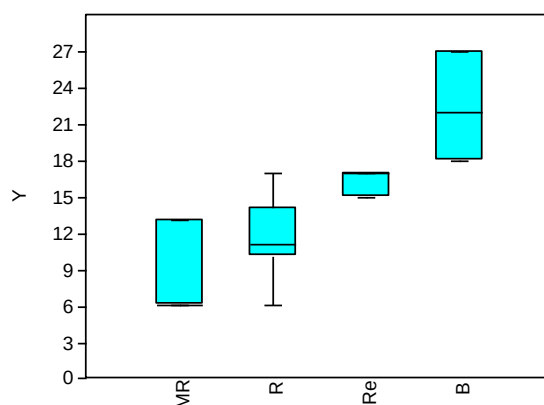


Gráfico 170 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

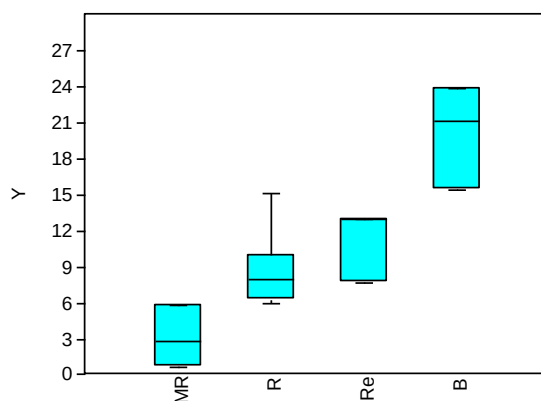


Gráfico 171 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8

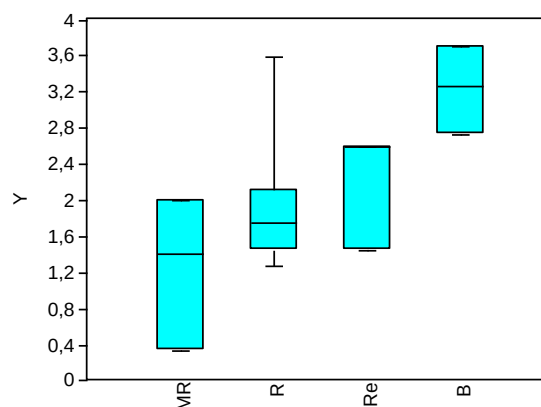
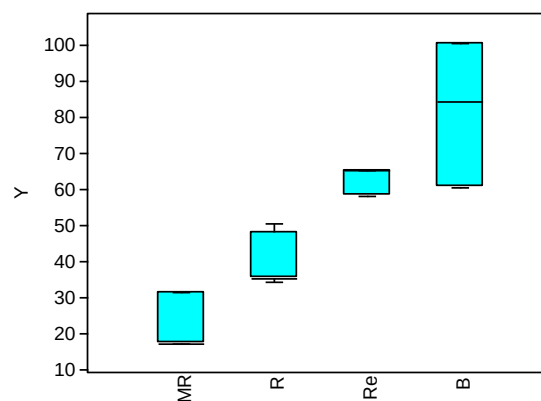


Gráfico 172 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-P no gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA8



A Tabela 58 apresenta os valores para os parâmetros que serão usados para montar as propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-Res.

Tabela 58 - Valores dos parâmetros utilizados para estabelecer as faixas de cada métrica e classes de qualidade nas propostas de ICB_{RES-PR} com o IB-Res

médias	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	9	12	14	22
ICS	3,05	6,66	11,39	20,07
IB-Res	14	29	39	54
H'	1,36	1,70	2,26	3,22
medianas	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
S_{nat}	8	11	16	22
ICS	2,96	6,21	11,46	21,07
IB-Res	13	30	41	55
H'	1,55	1,74	2,01	3,25
máximos				Boa
S_{nat}				27
ICS				23,77
IB-Res				65
H'				3,69

Os Gráficos 173 a 176 apresentam a sensibilidade das métricas ao gradiente formado pelo eixo 1 da PCA9, que incorporou o IB-Res.

Neste gradiente, ICS (Gráf. 174) mostrou melhor resposta, distinguindo perfeitamente as classes de qualidade. Com relação às outras métricas, embora os valores medianos tenham respondido na direção esperada, há sobreposição entre os quartis, dificultando a discriminação das classes Ruim/Regular e Regular/Boa para o IB-Res (Gráf. 176), Muito Ruim/Ruim/Regular para S_{nat} (Gráf. 173) e Muito Ruim/Ruim/Regular e Regular/Boa para H' (Gráf. 175).

Gráfico 173 - Box-Whisker mostrando o comportamento de S_{nat} ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9

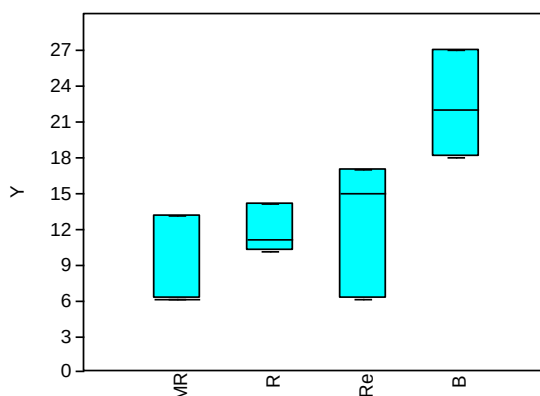


Gráfico 174 - Box-Whisker mostrando o comportamento de ICS ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9

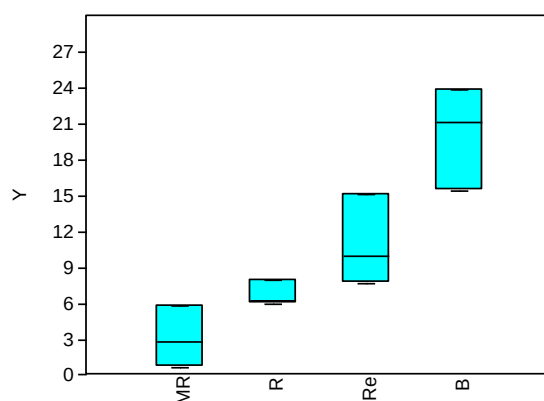


Gráfico 175 - Box-Whisker mostrando o comportamento de H' ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9

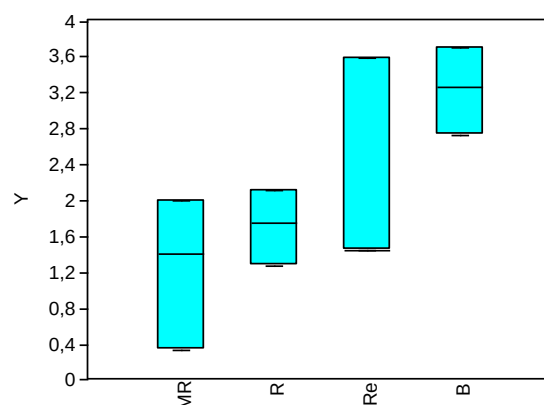
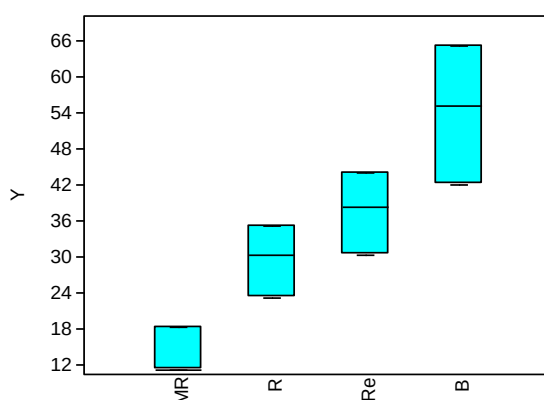


Gráfico 176 - Box-Whisker mostrando o comportamento de IB-Res ao gradiente formado na região profunda rasa de reservatórios pelo eixo 1 da PCA9



Nove propostas de ICB_{RES-PR} foram analisadas:

Proposta 1 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PR e uso dos valores médios da PCA7 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 2 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PR e uso dos valores medianos da PCA7 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 3 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-PR e uso dos valores máximos da classe boa da PCA7, dividindo as distâncias entre as faixas

Proposta 4 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores médios da PCA8 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 5 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores medianos da PCA8 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 6 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-P e uso dos valores máximos da classe boa da PCA8, dividindo as distâncias entre as faixas

Proposta 7 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores médios da PCA9 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 8 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores medianos da PCA9 e equidistâncias calculadas entre as faixas

Proposta 9 - aumento de 1 classe, substituição das métricas de sensibilidade/tolerância pelo IB-Res e uso dos valores máximos da classe boa da PCA9, dividindo as distâncias entre as faixas

A correlação do resultado do ICB resultante para cada proposta com os diagnósticos dos primeiros eixos das correspondentes PCAs, foi mais alta para as propostas 1, que empregou o IB-PR (Tab. 59). Das propostas que utilizaram índices bióticos de maior abrangência, a maior correlação foi obtida pela proposta 4 (IB-P), seguida da proposta 8 (IB-Res). As 3 continuarão a ser consideradas, como ICB_{RES-PR} (1), com IB-PR, ICB_{RES-PR} (2), com IB-P e ICB_{RES-PP} (3), com IB-Res.

Tabela 59 - Correlações entre os diagnósticos calculados pelas propostas de ICB_{RES-PR} e os diagnósticos estabelecidos pelas PCAs

	<i>r</i>	<i>p</i>
PCA7		
ICB_{RES-PR} novo1	1,000	1,4E-59
ICB _{RES-PR} novo2	0,974	4,5E-09
ICB _{RES-PR} novo3	0,950	2,1E-07
PCA8		
ICB _{RES-PR} novo4	0,973	5,5E-09
ICB _{RES-PR} novo5	0,909	6,6E-06
ICB _{RES-PR} novo6	0,941	5,2E-07
PCA9		
ICB _{RES-PR} novo7	0,912	5,4E-06
ICB_{RES-PR} novo8	0,950	2,0E-07
ICB _{RES-PR} novo9	0,888	2,3E-05

As correlações também foram altas quando considerados apenas os índices bióticos (Tab. 60), mostrando seu potencial para uso como ferramenta qualitativa em um programa de biomonitoramento rápido.

Tabela 60 - Correlações entre os índices bióticos e os valores dos eixos 1 das PCAs que os incorporaram

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-PR	0,969	1,3E-08
IB-P	0,954	1,2E-07
IB-Res	0,954	1,2E-07

As diferenças de diagnósticos entre o atual índice para sublitoral e as propostas para sua alteração como profunda rasa estão apresentadas na Tabela 61.

Para as propostas (1) e (2), dos 14 diagnósticos que anteriormente utilizou o ICB_{RES-SL} , mais da metade (8, 57,1%) alterariam seu diagnóstico, metade para pior e metade para melhor. Também para a proposta 3, a maioria (9, 64,3%) alteraria seu diagnóstico, das quais 5 (55,6%) pioraria e 4 (44,4%) melhoraria.

Tabela 61 - Diferenças de diagnósticos entre as diferentes propostas de ICB_{RES-PR}

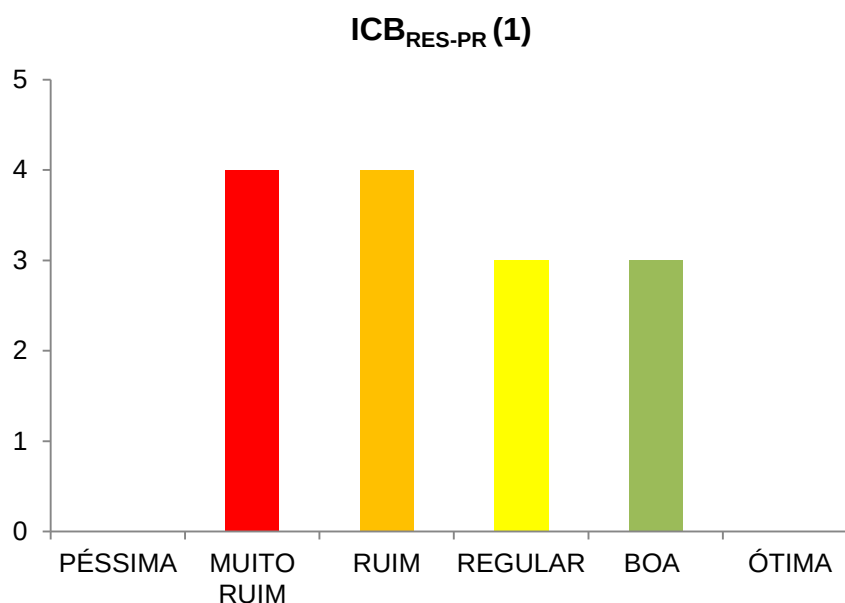
UGRHI	local	ano	ICB_{RES-SL}	ICB_{RES-PR} (1)	ICB_{RES-PR} (2)	ICB_{RES-PR} (3)	ICB_{RES-PR} novo2	ICB_{RES-PR} novo3	ICB_{RES-PR} novo5	ICB_{RES-PR} novo6	ICB_{RES-PR} novo7	ICB_{RES-PR} novo9
6	PEBA 00900	2003	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2004	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
		2017	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	PIRE 02999	2018	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2019	3	5	5	5	5	5	4	4	5	4
	RGDE 02100	2003	3	5	5	5	5	5	4	4	5	4
		2016	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		2017	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	RGDE 02300	2004	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		2019	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	MOCA 02300	2012	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2019	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	PASG 02800	2006	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		2007	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	RLAN 02500	2019	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3

A proposta (1) para o ICB_{RES-PR} , que utiliza o IB-PR está apresentada no Quadro 26.

Quadro 26 - ICB_{RES-PR} (1)

ICB_{RES-PR} (1)	S_{nat}	ICS	H'	IB-PR	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<10	<5,91	<1,51	<27	5
RUIM	10-13	5,91-9,45	1,51-2,08	27-46	4
REGULAR	14-19	9,46-15,10	2,09-2,87	47-71	3
BOA	20-27	15,11-23,79	2,88-3,69	72-107	2
ÓTIMA	>27	>23,79	>3,69	>107	1

Para esta proposta, a distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como mostrado pelo Gráfico 177.

Gráfico 177 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PR} (1)

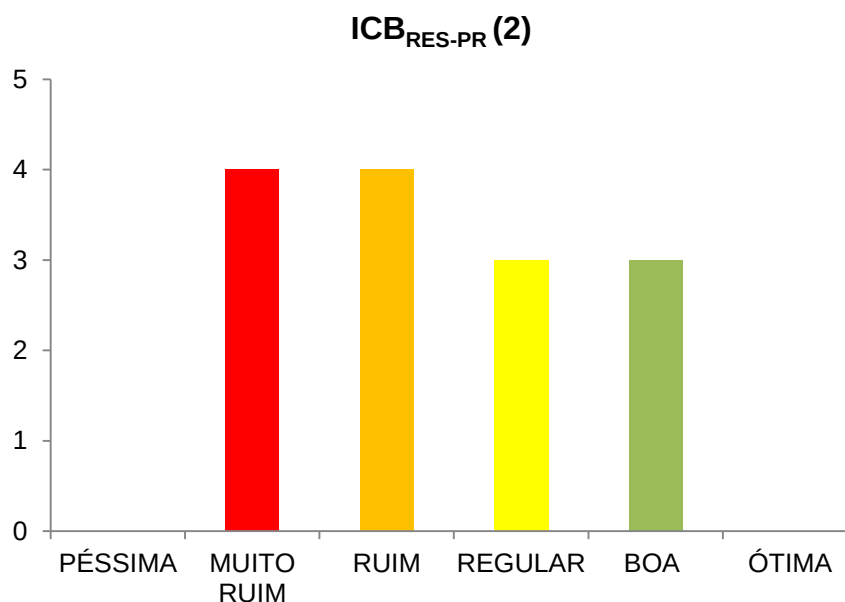
A proposta (2) para o ICB_{RES-PR} , que utiliza o IB-P está apresentada no Quadro 27.

Quadro 27 - ICB_{RES-PR} (2)

ICB_{RES-PR} (2)	S_{nat}	ICS	H'	IB-P	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<11	<6,01	<1,70	<32	5
RUIM	11-14	6,01-9,65	1,70-2,02	32-51	4
REGULAR	15-19	9,66-15,20	2,03-2,62	52-71	3
BOA	20-27	15,21-23,79	2,63-3,69	72-100	2
ÓTIMA	>27	>23,79	>3,69	>100	1

Para a proposta (2), a distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como mostrado pelo Gráfico 178.

Gráfico 178 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PR} (2)



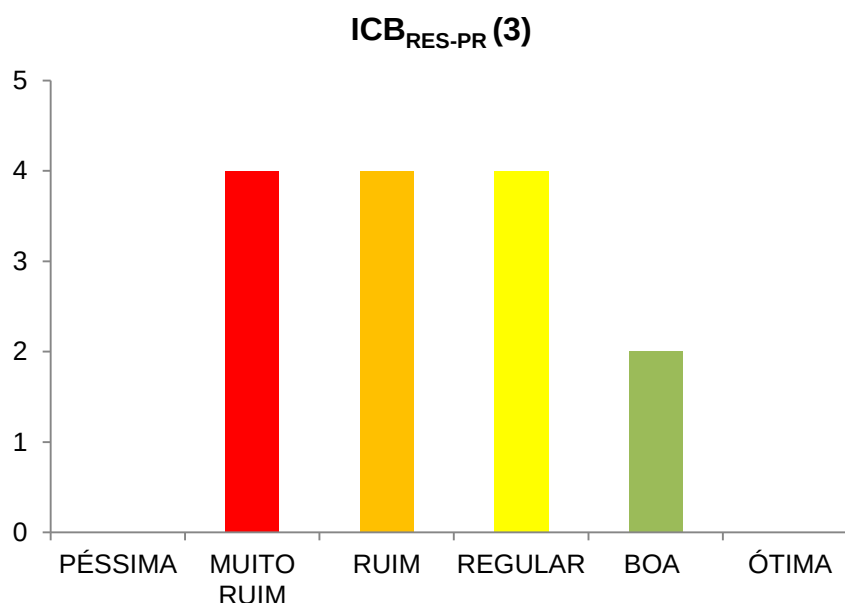
A proposta (3) para o ICB_{RES-PR} , que utiliza o IB-Res está apresentada no Quadro 28.

Quadro 28 - ICB_{RES-PR} (3)

ICB_{RES-PR} (3)	S_{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<10	<4,60	<1,66	<23	5
RUIM	10-14	4,60-8,85	1,66-1,88	23-35	4
REGULAR	15-19	8,86-16,25	1,89-2,63	36-48	3
BOA	20-27	16,26-23,79	2,64-3,69	49-65	2
ÓTIMA	>27	>23,79	>3,69	>65	1

Para a proposta (3), a distribuição de diagnósticos no período 2002-2019 seria como mostrado no Gráfico 179.

Gráfico 179 - Distribuição dos diagnósticos de qualidade de reservatórios do estado de São Paulo no período 2002-2019 com o ICB_{RES-PR} (3)



Na avaliação de desempenho com dados de outros projetos as 3 propostas de ICB_{RES-PR} obtiveram alta correlação com os diagnósticos do eixo 1 das PCAs formadas com os novos dados (Tab. 62), com valores superiores para as versões (2) e (3).

Tabela 62 - Resultados das correlações entre os diagnósticos do eixo 1 da PCA formada com os novos dados e os diagnósticos das 3 propostas de ICB_{RES-PR}

	<i>r</i>	<i>p</i>
ICB_{RES-PR} (1)	0,712	4,7E-02
ICB_{RES-PR} (2)	0,843	8,6E-03
ICB_{RES-PR} (3)	0,843	8,6E-03

Além disso, os índices bióticos obtiveram correlações ainda maiores com os mesmos eixos (Tab. 63), mostrando novamente seu potencial de uso em programas de biomonitoramento rápido.

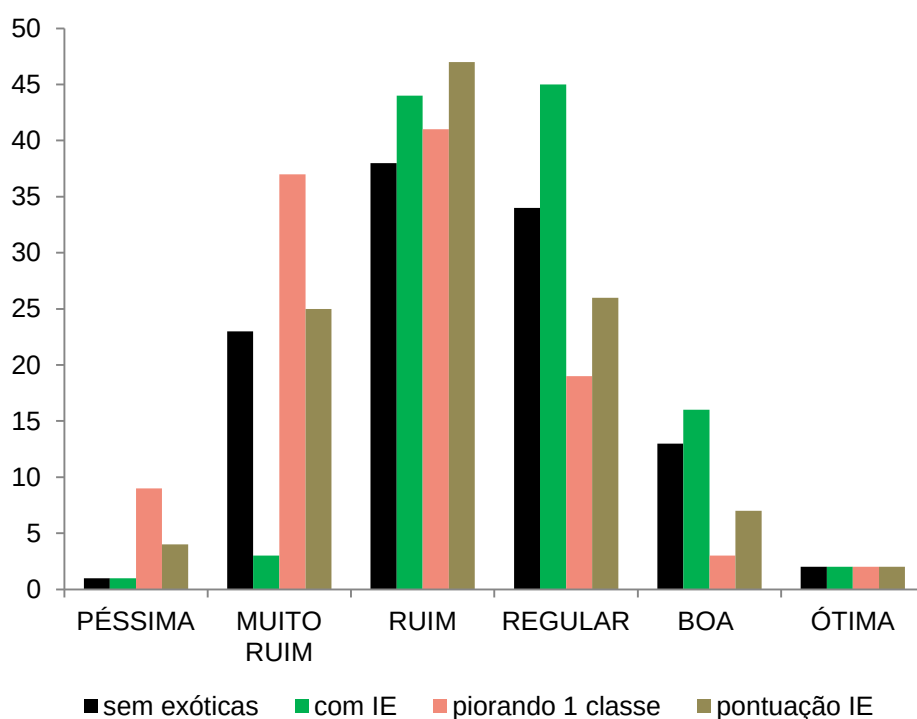
Tabela 63 - Resultados das correlações entre os valores dos eixos 1 das PCAs e os IBs que os incorporaram

	<i>r</i>	<i>p</i>
IB-PR	0,995	3,4E-07
IB-P	0,993	8,2E-07
IB-Res	0,995	4,1E-07

3.7 Propostas de inserção da bioinvasão no diagnóstico.

Para os dados de rios (Gráf. 180), nos 2 ambientes que apresentaram qualidade Ótima não foram registradas espécies exóticas invasoras (EEI), portanto, nenhuma opção manteve qualidade Ótima na presença de EEI. O uso de pontuação foi o que menos alterou a curva de distribuição de diagnósticos, tendo a piora em 1 classe movido a curva para a esquerda e criando a condição Péssima “não azóica”, mas com EEI, também observada no uso de pontuação. A pior alternativa foi a inserção do IE no índice no multimétrico, pois a inexistência de EEI favoreceu ambientes de má qualidade, restritivo à colonização de vários táxons, incluindo EEIs.

Gráfico 180 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados de rios



Para os dados de sublitoral, a opção 4 (pontuação) distorceu menos a curva para as duas propostas (Gráf. 181 e Gráf. 182). Para o ICB_{RES-SL} (2) houve a criação da condição Péssima pela presença de exótica na opção 3 (piora de 1 classe). Novamente a pior alternativa foi a inserção do IE no índice no multimétrico, pois a inexistência de EEI favoreceu ambientes de má qualidade, restritivo à colonização de vários táxons, incluindo EEIs. Nesta opção houve o desaparecimento da condição Muito Ruim para o ICB_{RES-SL} (2).

Gráfico 181 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região sublitoral de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB_{RES-SL}

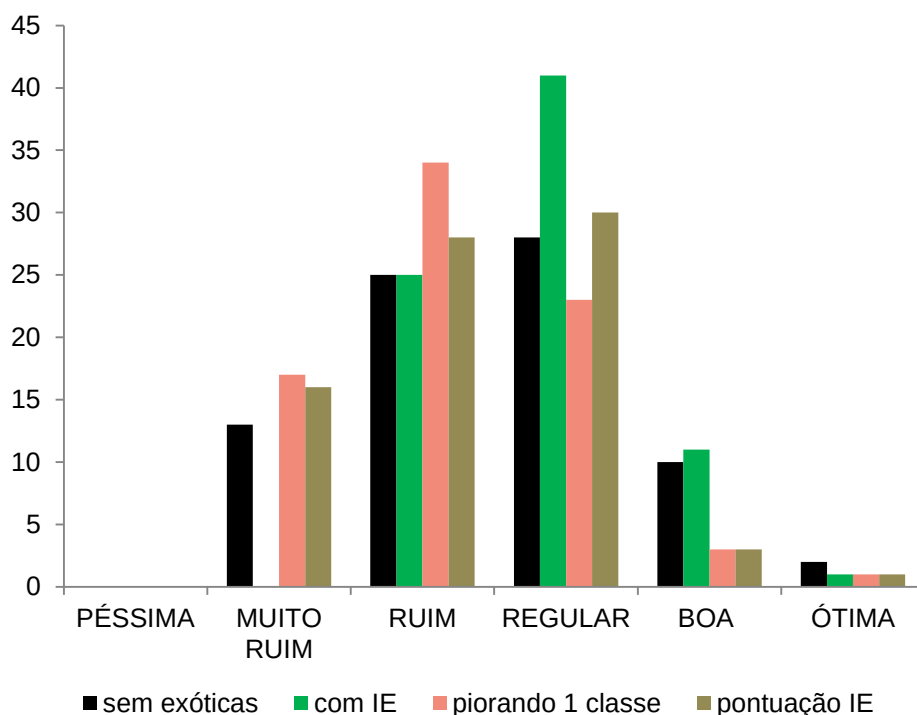
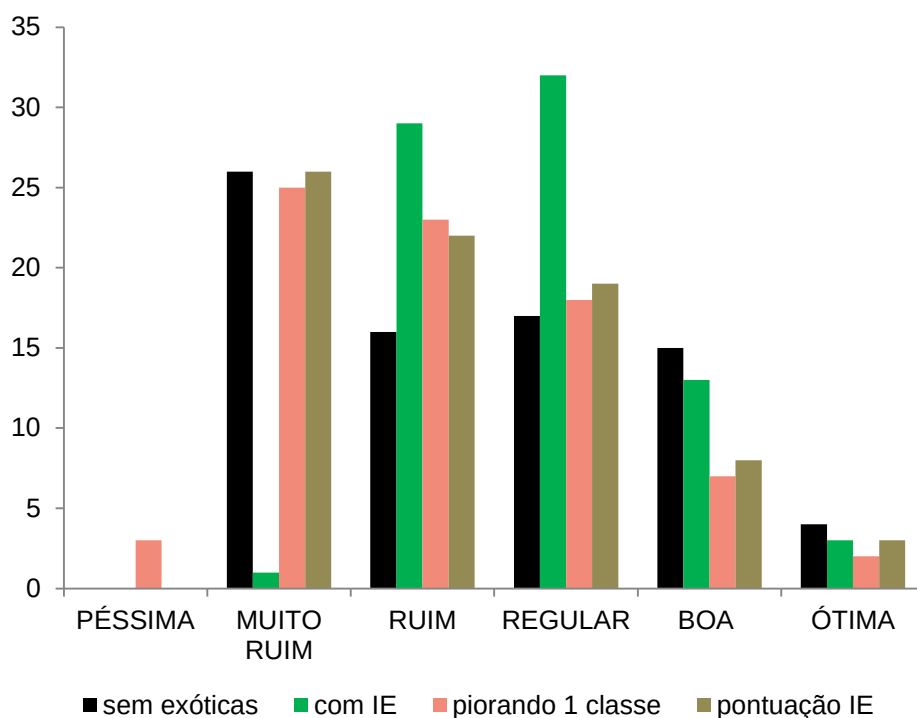


Gráfico 182 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região sublitoral de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB_{RES-SL}



Para as duas propostas de ICB_{RES-P} (Gráf. 183 e Gráf. 184), apenas a piora em 1 classe na presença de EEI excluiu a possibilidade de classe ótima com EEI, mas houve formação de condição péssima pela

presença de EEI. Novamente a pior alternativa foi a inserção do IE no índice no multimétrico, pois a inexistência de EEI favoreceu ambientes de má qualidade, restritivos à colonização de vários táxons, incluindo EEIs.

Gráfico 183 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB_{RES-P}

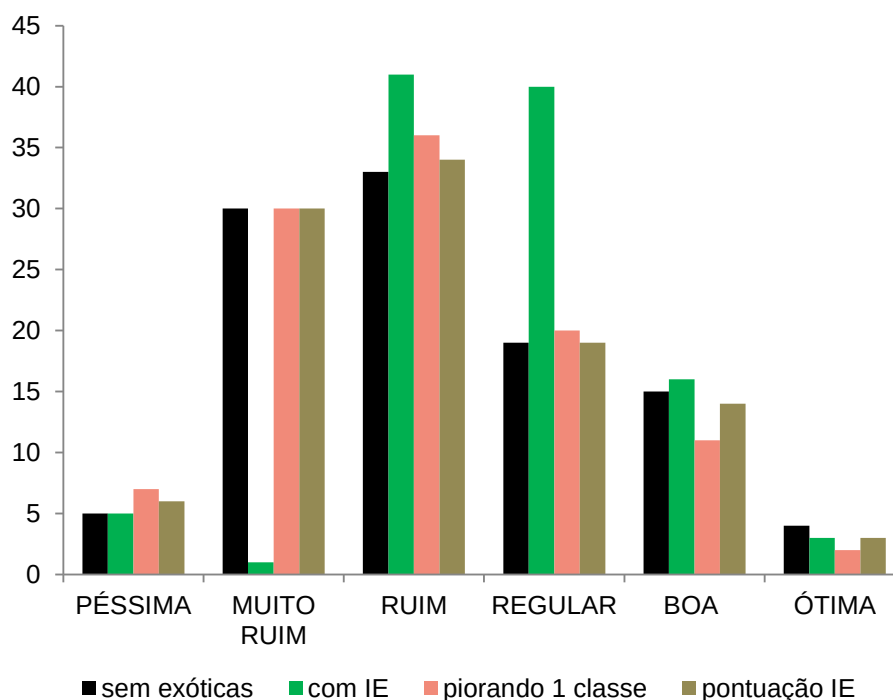
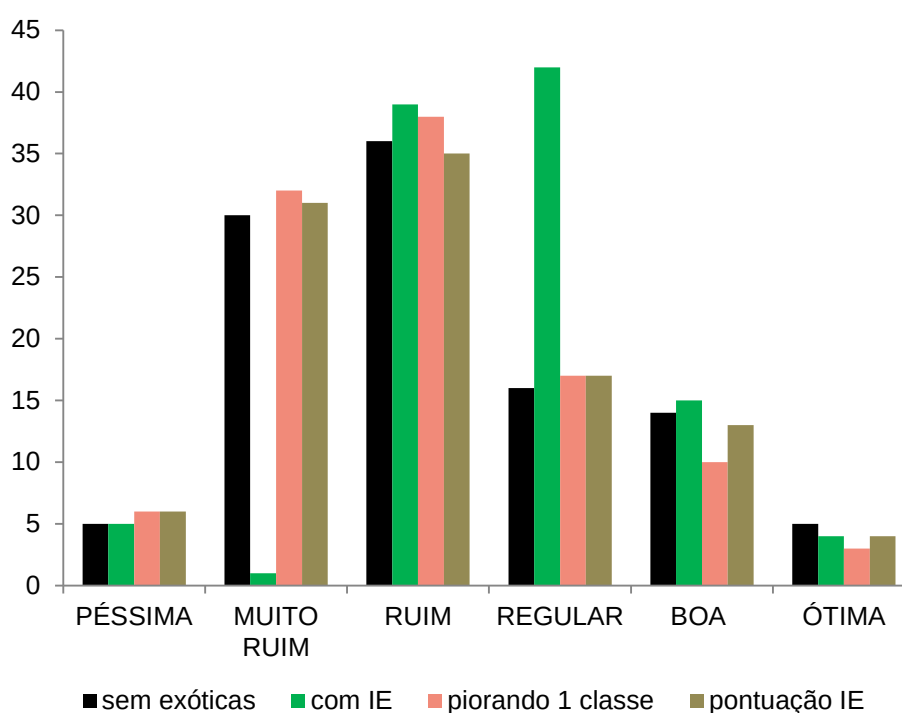


Gráfico 184 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB_{RES-P}



Nas 3 opções de índices para a profundal profunda (Gráf. 185, Gráf. 186 e Gráf. 187), apenas a piora em 1 classe na presença de EEI não permitiu diagnóstico Ótimo em 1 dos 3 ambientes com EEI. Esta opção de tratamento, juntamente com a opção 4, para o ICB_{RES-PP} (1) e o ICB_{RES-PP} (2), criam uma condição Péssima com presença de macrofauna. Novamente a pior alternativa foi a inserção do IE no índice no multimétrico, pois a inexistência de EEI favoreceu ambientes de má qualidade, restritivo à colonização de vários táxons, incluindo EEIs.

Gráfico 185 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB_{RES-PP}

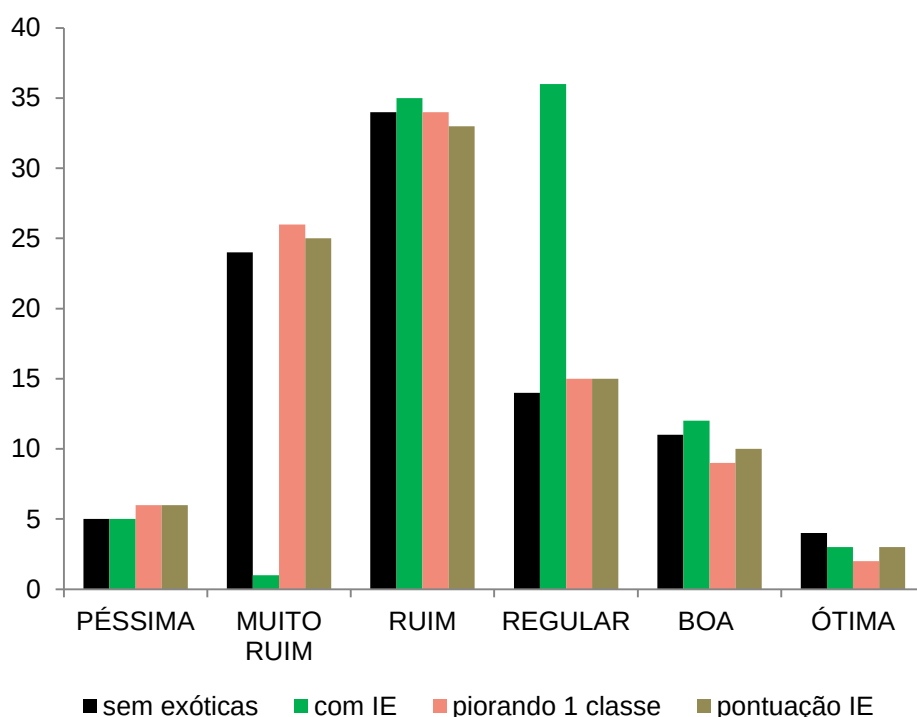


Gráfico 186 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB_{RES-PP}

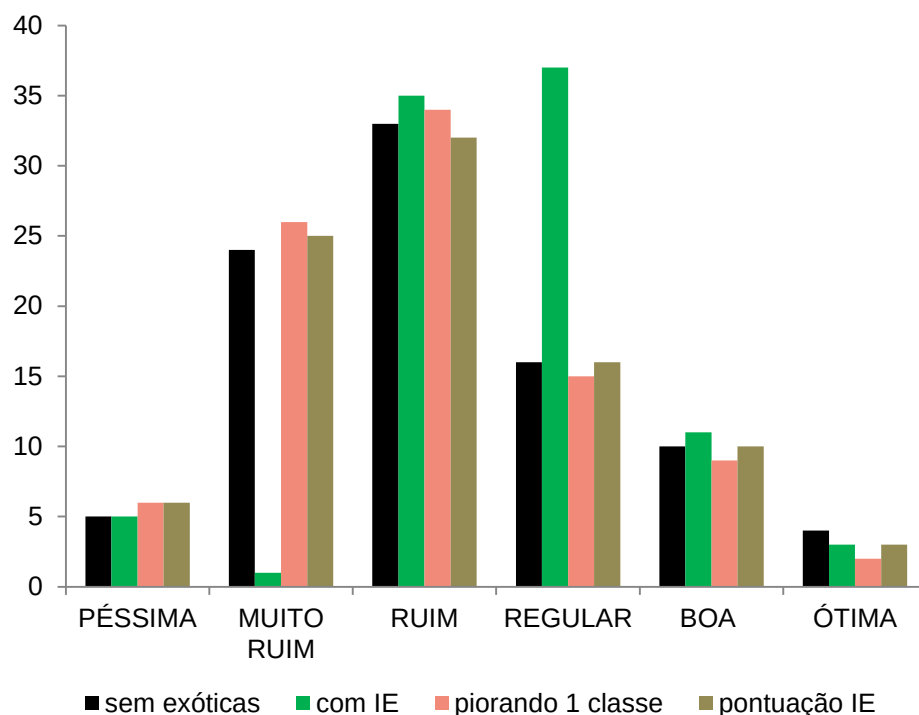
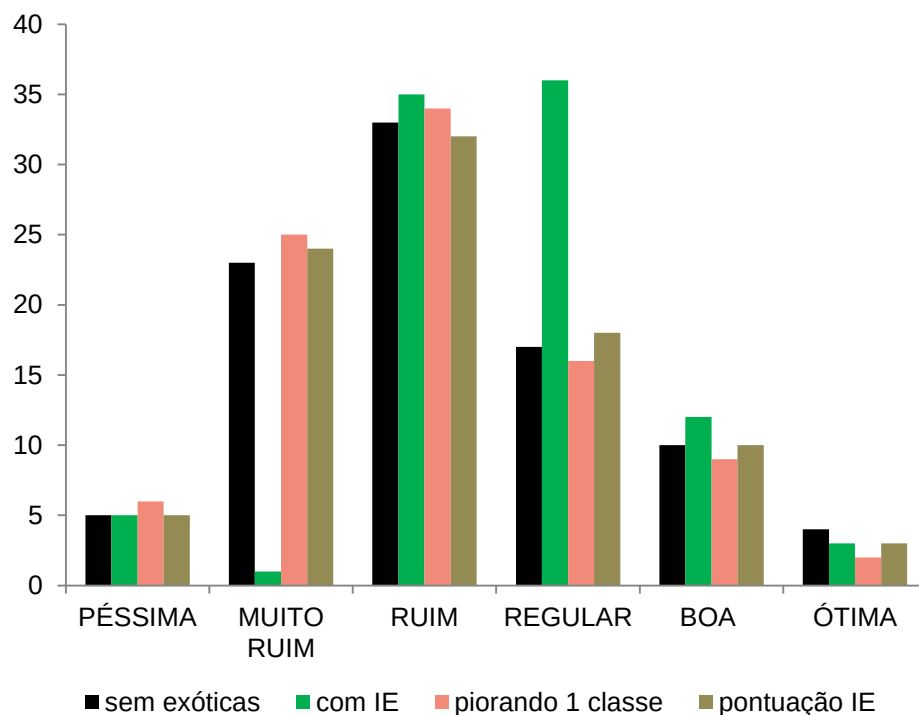


Gráfico 187 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda profunda de reservatórios, considerando a proposta (3) para o ICB_{RES-PP}



Na região profunda rasa (Gráf. 188, Gráf. 189 e Gráf. 190) não houve ocorrência de EEI em ambiente de qualidade Ótima, assim como não houve formação de condição Péssima pela presença de EEI. A opção 2 deslocou a curva para a direita, deixando de ocorrer a condição Muito Ruim.

Gráfico 188 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (1) para o ICB_{RES-PR}

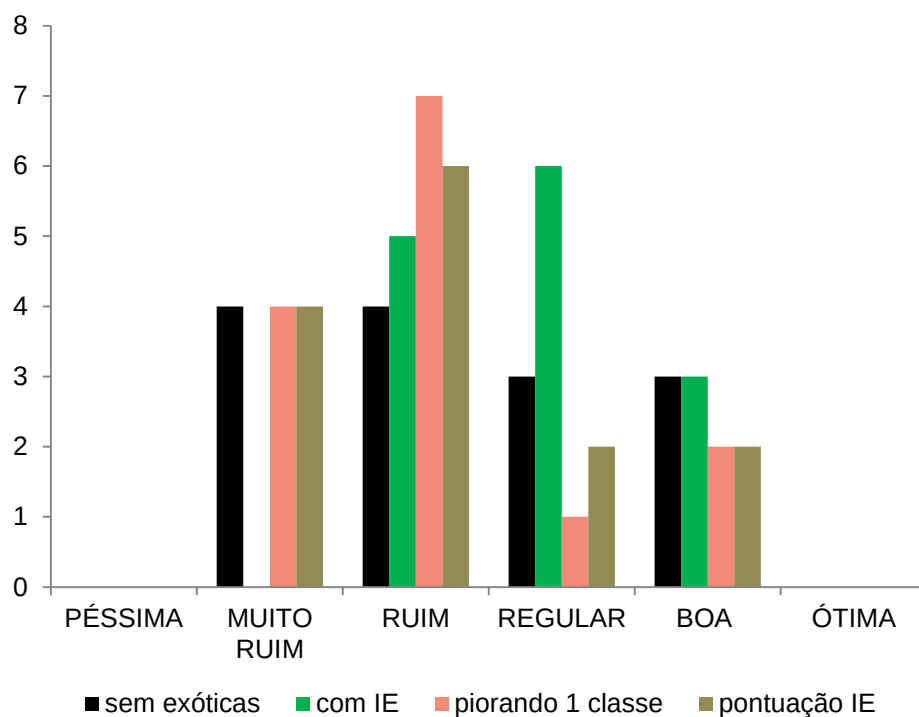


Gráfico 189 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (2) para o ICB_{RES-PR}

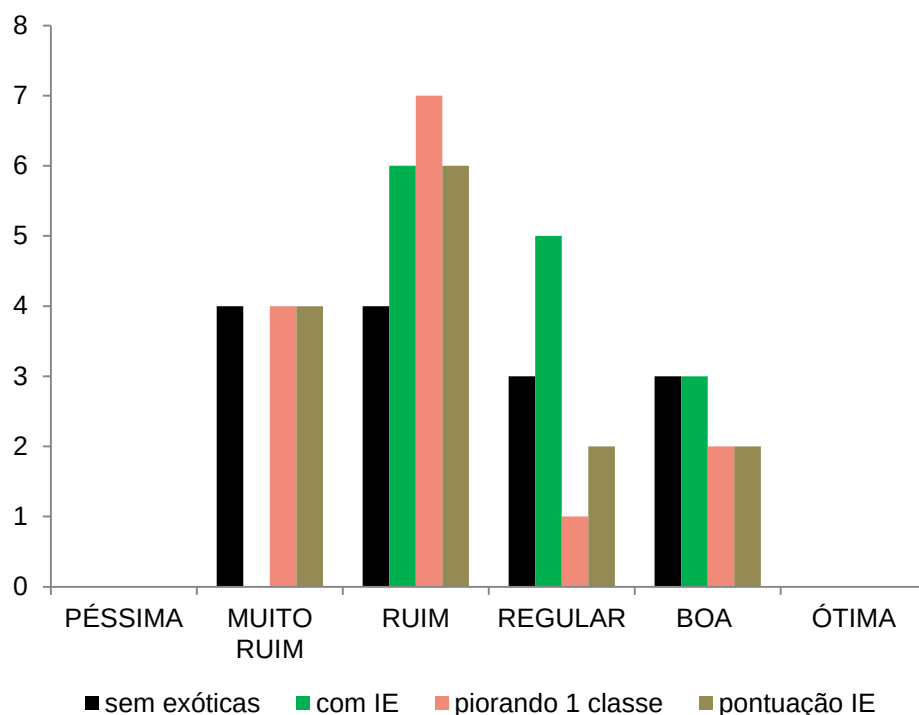
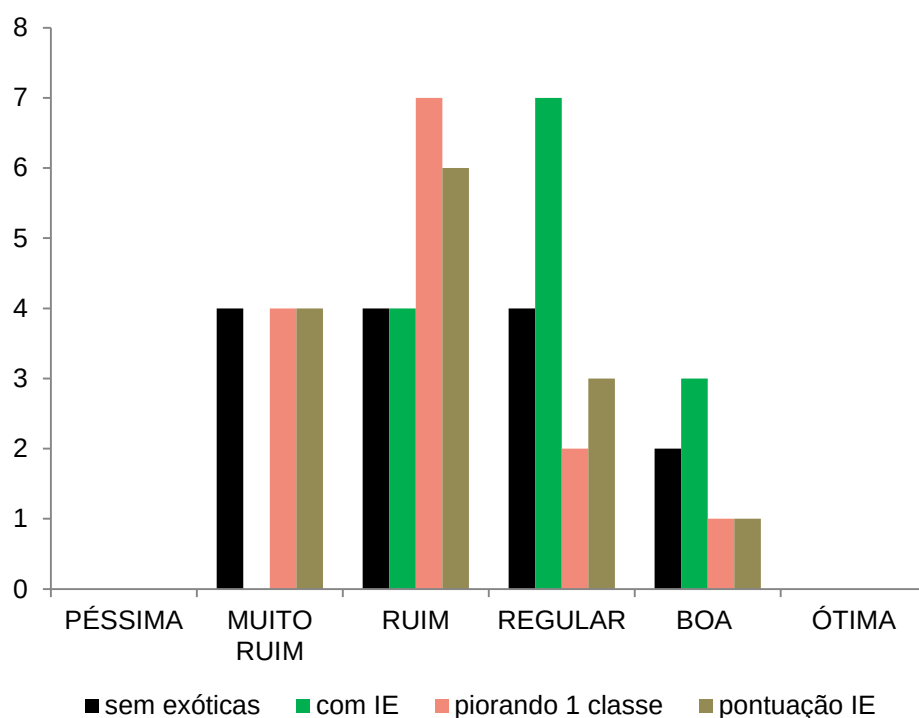


Gráfico 190 - Comportamento das opções de inserção ou não da avaliação do impacto de espécies exóticas com potencial de invasão nas comunidades de macroinvertebrados da região profunda rasa de reservatórios, considerando a proposta (3) para o ICB_{RES-PR}



3.8 A relação dos novos ICBs com variáveis ambientais, índices de qualidade de água e os diagnósticos de qualidade dos sedimentos por outras linhas de evidência

Os dados de macroinvertebrados bentônicos têm servido ao diagnóstico da qualidade de sedimentos na Rede de Monitoramento da CETESB, desde sua inserção neste programa, em 2002. Embora os dados obtidos na região sublitoral de reservatórios sejam mais associados ao diagnóstico da qualidade da massa de água, os dados da região profunda e a opção pela padronização da amostragem na margem deposicional de rios foi influenciada por esta linha de investigação, já que são nestes habitats de menor dinâmica que contaminantes se depositam e se acumulam, podendo suas concentrações resultar em efeitos deletérios para a biota.

Ao longo do tempo geológico as populações de macroinvertebrados adaptaram-se a colonizar e explorar os diferentes habitats oferecidos pelos ambientes aquáticos. O tipo de substrato, a dinâmica da água, a oferta de alimentos e as relações interespecíficas foram alguns dos fatores que determinaram a atual distribuição das espécies. E é este amplo leque de adaptações que serve atualmente aos propósitos do biomonitoramento. Por exemplo, espécies ribeirinhas que se adaptaram a viver em poças com baixa troca de água precisaram desenvolver soluções morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais para se estabelecer em um substrato mais mole recoberto por uma água com baixa oxigenação, sendo consideradas tolerantes no atual contexto do diagnóstico de qualidade.

Para verificar a relação que os diagnósticos de qualidade realizados com os novos índices da comunidade bentônica podem apresentar com algumas variáveis ambientais, incluindo os índices que avaliam a qualidade da água (IET e IVA), e com as outras linhas de evidência utilizadas no diagnóstico de qualidade dos sedimentos, foram realizadas análises de correlação linear. Esta análise foi adotada no lugar de abordagens multivariadas para que fosse utilizado o maior número de dados possível, uma vez que as linhas de evidência foram sendo inseridas em diferentes oportunidades dentro dos 19 anos da rede (2002 – 2019), o que gerou muitas lacunas na planilha.

Os Gráficos de 191 a 195 mostram a variação na média do teor de matéria orgânica, das frações granulométricas de areia, silte e argila e do teor de água nos sedimentos dos diferentes habitats de coleta da comunidade bentônica. Enquanto a fração de areia tende a diminuir do ambiente ribeirinho à região profunda profunda de reservatórios, a de argila e umidade aumentam, refletindo a maior estabilidade dinâmica da região mais profunda que permite o acúmulo das partículas finas cujos interstícios dispõem de maior volume de ocupação por água e lhe confere o caráter mole de seu lodo. Já os teores de matéria orgânica e silte, embora tendam também a aumentar na mesma direção que a argila, seus valores mais altos foram observados na região profunda de braços de reservatórios e reservatórios rasos, mais próximas dos afluentes que carregam para o lago as contribuições de material alóctone proveniente da microbacia contribuinte.

Gráfico 191 - Variação na média do teor de matéria orgânica (ResV: resíduo volátil)(%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos

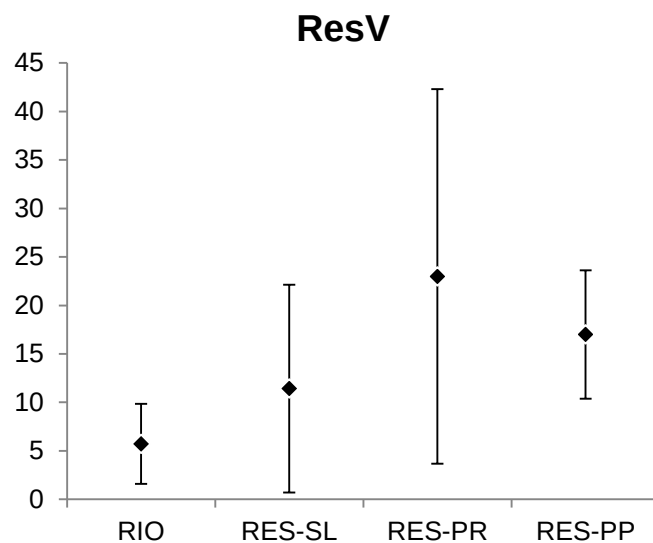


Gráfico 192 - Variação na média do teor de areia (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos

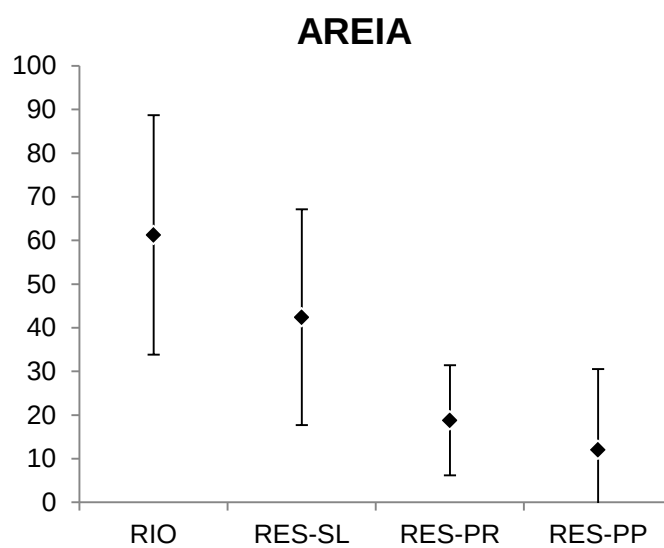


Gráfico 193 - Variação na média do teor de silte (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos

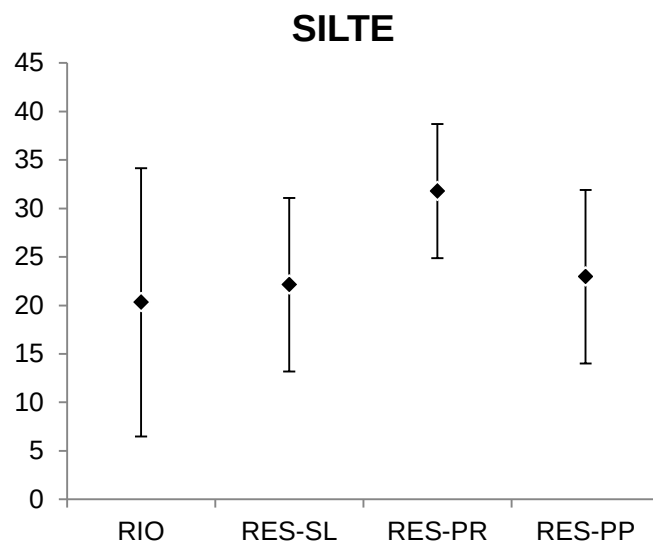


Gráfico 194 - Variação na média do teor de argila (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos

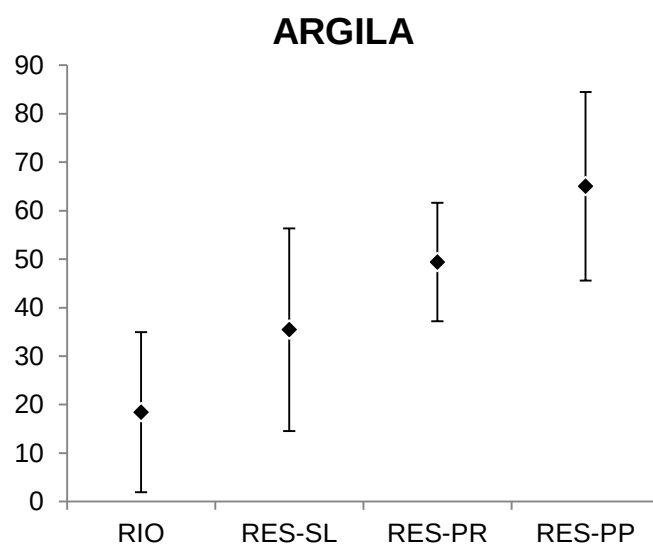
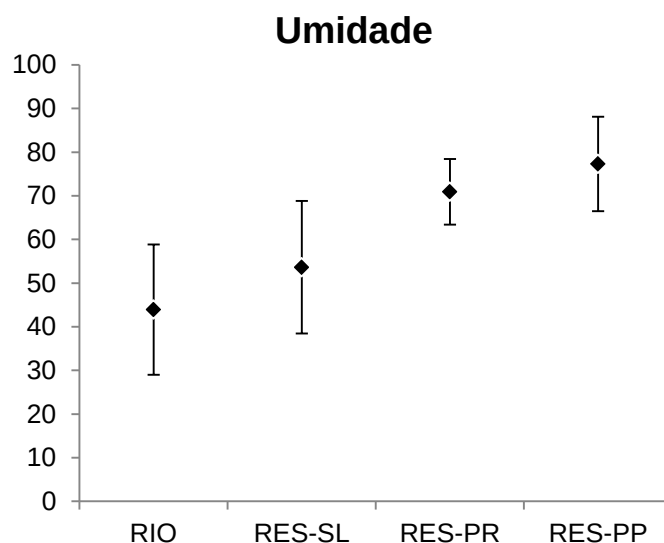


Gráfico 195 - Variação na média do teor de umidade (%) e respectivos desvios padrão nos sedimentos dos diferentes habitats bentônicos



A Tabela 64 apresenta as correlações entre as variáveis físicas e o teor de matéria orgânica dos sedimentos e os diagnósticos da comunidade, lembrando que o valor do índice aumenta com a deterioração do ambiente. Apesar de serem fatores importantes na estruturação das comunidades, pois estão associadas com o alimento e o habitat das populações que as constituem, estas variáveis não se relacionaram de forma linear com os diagnósticos em rios e na região sublitoral de reservatórios. Na região profunda rasa, em braços e reservatórios rasos, foi observada uma relação direta entre o teor de matéria orgânica sobre o resultado do índice, ou seja, quanto mais matéria orgânica no sedimento pior foi o diagnóstico do ambiente. Como visto anteriormente nestes habitats foram observados os maiores valores de resíduos voláteis que podem refletir contribuições da microbacia afluenta ou grau de trofia elevado. Na região profunda profunda foi observada relação indireta com o teor de areia nos sedimentos, indicando que ambientes em melhores condições apresentam sedimentos mais arenosos, enquanto que os em piores condições seriam mais moles e argilosos. Estas condições também podem ser influenciadas pelo aporte, a dinâmica e a idade do ambiente. Ambientes urbanos, que tem recebido contribuições de efluentes domésticos e industriais a longo prazo, como os reservatórios Billings e Guarapiranga, acumularam sedimentos finos e ricos em contaminantes químicos e nutrientes que impõe condições restritivas à colonização de populações da fauna bentônica.

Tabela 64 – Resultados da correlação entre os índices multimétricos da comunidade bentônica e as variáveis físicas do sedimento nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)

RIO	r	p
ResV (N = 109)	0,094	0,33
AREIA (N = 110)	-0,177	0,06
SILTE (N = 110)	0,166	0,08
ARGILA (N = 110)	0,155	0,11
Umidade (N = 107)	0,128	0,19
RES-SL	r	p
ResV (N = 74)	0,211	0,07
AREIA (N = 75)	-0,066	0,57
SILTE (N = 75)	-0,004	0,97
ARGILA (N = 75)	0,080	0,49
Umidade (N = 74)	-0,012	0,92
RES-PR	r	p
ResV (N = 14)	0,529	0,05
AREIA (N = 14)	0,135	0,65
SILTE (N = 14)	-0,210	0,47
ARGILA (N = 14)	-0,020	0,95
Umidade (N = 14)	0,299	0,30
RES-PP	r	p
ResV (N = 92)	0,126	0,23
AREIA (N = 92)	-0,253	0,01
SILTE (N = 92)	-0,044	0,68
ARGILA (N = 92)	0,262	0,01
Umidade (N = 92)	0,273	0,01

A comunidade bentônica também responde às variáveis da água, como o oxigênio dissolvido, do qual suas populações dependem, a transparência da água, que pode ser um fator de diversificação da comunidade, uma vez que a presença de luz nos sedimentos permitirá a instalação de componentes da cadeia de pasteio e a condutividade, que é uma medida simples de qualidade uma vez que expressa a quantidade de íons livres na matriz. A Tabela 65 apresenta os resultados das correlações entre os índices da comunidade bentônica e estas variáveis. Mesmo quando significativas, as correlações foram baixas, refletindo a resposta integradora do índice. Apenas em rios e na região profunda de reservatórios, o oxigênio dissolvido atuou como fator de estresse à biota, tendo menores concentrações de oxigênio dissolvido na água de fundo resultado em piores condições de qualidade pelo ICB. Relação inversa também foi observada com a transparência nas regiões sublitoral e profunda de reservatórios, demonstrando que nestes habitats, águas mais transparentes, que propiciam a entrada de luz mais profundamente, melhoram seu diagnóstico em decorrência do aumento da complexidade de sua composição faunística, tese corroborada pelo resultado dos resultados das correlações entre os dados de riqueza de nativas e a transparência (Tab. 66).

Tabela 65 – Resultados da correlação entre os índices multimétricos da comunidade bentônica e algumas variáveis da água nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)

RIO	r	p
Odf (N = 106)	-0,385	5E-05
Conduts (N = 110)	0,401	1E-05
Conduft (N = 107)	0,412	1E-05
Transp (N = 109)	-0,125	0,19
RES-SL	r	p
Odf (N = 72)	-0,170	0,15
Conduts (N = 52)	0,315	0,01
Conduft (N = 41)	0,196	0,22
Transp (N = 52)	-0,365	0,01
RES-PR	r	p
Odf (N = 14)	-0,247	0,39
Conduts (N = 14)	0,487	0,08
Conduft (N = 13)	0,452	0,12
Transp (N = 14)	-0,387	0,17
RES-PP	r	p
Odf (N = 91)	-0,249	0,02
Conduts (N = 89)	0,200	0,06
Conduft (N = 89)	0,224	0,03
Transp (N = 89)	-0,306	3E-03

Tabela 66 – Resultados da correlação entre os dados de transparência e riqueza de grupos nativos nos diferentes habitats (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)

	r	p
RIO (N = 109)	0,118	0,22
RES-SL (N = 52)	0,413	0,00
RES-PR (N = 14)	0,265	0,36
RES-PP (N = 89)	0,288	0,01

Para um diagnóstico mais robusto de qualidade de sedimentos, tem-se aplicado diagnósticos por várias linhas de evidência, como sugerida por Chapman et al. (1997), na tríade de qualidade de sedimentos.

Para avaliar a afinidade dos ICBs às variáveis relacionadas aos compartimentos água e/ou sedimento foram realizados testes de correlação entre o primeiro eixo de PCAs rodadas; 1) com as variáveis (oxigênio dissolvido, condutividade, coliformes termotolerantes + *Escherichia coli* e transparência) e índices de qualidade de água (IET e IVA) e os diagnósticos de qualidade de sedimentos pelas outras linhas de evidência (química, fósforo, ecotoxicológica, microbiológica, Microtox e Ames), 2) só com os diagnósticos de qualidade de sedimentos pelas outras linhas de evidência e 3) só com as variáveis e índices de qualidade de água. A Tabela 67 apresenta as % de explicação do eixo 1 para as diferentes

PCAs de correlação. Independentemente do habitat avaliado, as maiores % foram obtidas com as variáveis e índices de qualidade de água, e as menores quando reunidas as informações dos dois compartimentos. De qualquer maneira a variação não explicada pelo eixo ultrapassou 60%.

Tabela 67 – Porcentagem (%) de explicação do eixo 1 das diferentes PCAs

	Rio	Res - SL	Res - PR	Res - PP
Tudo	29,2	39,7	39,8	33,2
Sedimento	36,3	40,6	46,1	33,5
Água	39,4	53,8	57,1	45,5

A Tabela 68 apresenta os resultados das correlações entre o eixo 1 das PCAs e os Índices da Comunidade Bentônica nos diferentes habitats. Em rios e na região profunda de reservatórios as correlações foram significativas com todas as combinações de dados, mostrando a relação mais íntima destes habitats com a qualidade de sedimentos e desta matriz com o estado geral da água. Os resultados obtidos pelo ICB_{RES-SL} confirmam o pressuposto de que os dados de comunidade desta região servem mais ao diagnóstico de qualidade da massa de água, uma vez que só foi significativamente correlacionado com o primeiro eixo da PCA rodada com dados desta matriz. Quanto ao ICB_{RES-PR} , o baixo número de informações compromete qualquer conclusão sobre esta relação.

Tabela 68 – Resultado da correlação linear entre os primeiros eixos das PCAs e os resultados dos ICBs para os diferentes habitats ($\alpha = 0,05$)

TUDO	r	p
ICB_{RIO} (N = 53)	0,505	1,E-04
ICB_{RES-SL} (N = 19)	0,332	0,166
ICB_{RES-PR} (N = 5)	0,448	0,449
ICB_{RES-PP} (N = 34)	0,469	5E-03
SEDIMENTO		
ICB_{RIO} (N = 53)	0,406	3,E-03
ICB_{RES-SL} (N = 28)	0,033	0,869
ICB_{RES-PR} (N = 5)	-0,055	0,918
ICB_{RES-PP} (N = 45)	0,402	6E-03
ÁGUA		
ICB_{RIO} (N = 98)	0,422	1,E-05
ICB_{RES-SL} (N = 21)	0,428	9E-03
ICB_{RES-PR} (N = 12)	0,436	0,157
ICB_{RES-PP} (N = 69)	0,464	6E-05

Com exceção da região profunda rasa, cujo número de dados é ainda baixo, todos os resultados de correlação com o IET e o IVA foram significativos (Tab. 69), embora em sua maioria muito baixos, refletindo a não especificidade da resposta das comunidades bentônicas, que respondem ao conjunto de condições ambientais, incluindo o grau de trofia. Uma observação importante é o fato de este resultado

demonstrar que o IVA pode ser de fato um bom descritor de qualidade para a biota, especialmente para reservatórios.

Tabela 69 – Resultados das análises de correlação linear entre os índices de comunidade bentônica e os índices IET e IVA para ($\alpha = 0,05$)

	r	p
IET		
RIO (N = 101)	0,295	2,8E-03
RES-SL (N = 60)	0,299	2,0E-02
RES-PR (N = 12)	0,538	0,07
RES-PP (N = 75)	0,342	2,6E-03
IVA		
RIO (N = 101)	0,269	6,5E-03
RES-SL (N = 59)	0,530	1,6E-05
RES-PR (N = 12)	0,469	0,12
RES-PP (N = 73)	0,415	2,6E-04

As correlações com as outras linhas de evidência (Tab. 70) também foram baixas e muitas vezes não significativas, como com as concentrações de fósforo em sedimento, em que não foram obtidas correlações significativas com a fauna bentônica de nenhum habitat. Neste caso, é interessante destacar que o grau de trofia expresso na concentração de clorofila-a e fósforo na água superficial se relacionou melhor com a resposta da biota que a concentração acumulada do fósforo nos sedimentos que, em reservatórios mais antigos submetidos à entrada e acúmulo deste nutriente, torna-se responsável pela manutenção em longo prazo de seu estado trófico ao se tornar fonte interna deste nutriente à coluna de água, como nos reservatórios Billings, Guarapiranga e Salto Grande (ou Americana). Os resultados mostraram também que aparentemente a contaminação por químicos é um fator mais importante de impacto à comunidade bentônica de reservatórios, mesmo para a fauna da região sublitoral, que não necessariamente estaria submetida às mesmas concentrações medidas na profunda, onde os contaminantes químicos tendem a se adsorver em matéria orgânica e partículas finas dos sedimentos, especialmente a argila, que se depositam nesta região.

Por outro lado, a presença de esgotos domésticos parece ser a causa mais importante de estresse para a biota em rios, dada sua correlação com os indicadores microbiológicos. No entanto, a relação positiva com a ecotoxicidade, em rios e também na região profunda de reservatórios mostra que, pelo menos em parte, a resposta pode ser atribuída também a contaminantes químicos biodisponíveis. A aparente contradição em rios pode ser explicada pelo fato de que, a biodisponibilidade, e a consequente observação de efeito negativo em organismos de laboratório, não necessariamente está relacionada com concentrações consideradas elevadas pelos valores orientadores utilizados para o diagnóstico químico.

Tabela 70 – Resultados das análises de correlação linear entre os índices de comunidade bentônica e as outras linhas de evidência (cinza = não significativo para $\alpha = 0,05$)

	r	p
QUÍMICA		
RIO (N = 110)	0,118	0,22
RES-SL (N = 78)	0,276	1,5E-02
RES-PR (N = 14)	0,218	0,45
RES-PP (N = 92)	0,223	0,03
FÓSFORO		
RIO (N = 71)	0,188	0,12
RES-SL (N = 41)	-0,072	0,66
RES-PR (N = 7)	0,081	0,86
RES-PP (N = 61)	0,238	0,07
MICROBIOLÓGICO		
RIO (N = 64)	0,364	3,1E-03
RES-SL (N = 34)	-0,195	0,27
RES-PR (N = 7)	-0,154	0,74
RES-PP (N = 54)	0,075	0,59
ECOTOX		
RIO (N = 109)	0,299	1,6E-03
RES-SL (N = 75)	0,026	0,82
RES-PR (N = 13)	0,424	0,15
RES-PP (N = 90)	0,292	0,01
MICROTOX		
RIO (N = 71)	0,184	0,12
RES-SL (N = 41)	0,023	0,89
RES-PR (N = 7)	0,050	0,92
RES-PP (N = 68)	0,249	0,05
AMES		
RIO (N = 86)	0,210	0,05
RES-SL (N = 48)	-0,056	0,71
RES-PR (N = 11)	0,000	1,00
RES-PP (N = 61)	0,068	0,61

3.9 Análise temporal de alguns ambientes

O histórico de dados reunidos desde 1992 permitiu o acompanhamento temporal mais intensivo de alguns ambientes. Além de tendências temporais, estes dados demonstram que as tendências de relações sugeridas pelas correlações obtidas podem exibir exceções. Em alguns casos, por exemplo, foi possível associar alterações em comunidades ribeirinhas com a presença de concentrações de algum contaminante químico, embora a correlação entre o diagnóstico ecológico e o químico não tenha sido significativo em rios.

Ambientes de referência

A revisão do conjunto de dados da macrofauna bentônica reunidos desde 1992 identificaram 4 dados de referência, ou seja, de qualidade ÓTIMA, para a região sublitoral de reservatórios (res. Porto Primavera - 2007, res. Jaguari/UGRHI 6 – 2010, res. Jaguari/UGRHI 2 – 2012 e 2013), 5 para a profunda profunda (res. Barra Bonita – 1997, res. Ibitinga – 2008, res. Jaguari/UGRHI 2 – 2012, res. Promissão – 2014 e res. Águas Claras – 2018) e 2 rios (rio Tietê – 2003 e rio Piracuama – 2019) e nenhum para região profunda rasa. A Tabela 71 mostra o comportamento de algumas métricas importantes da comunidade nestes ambientes.

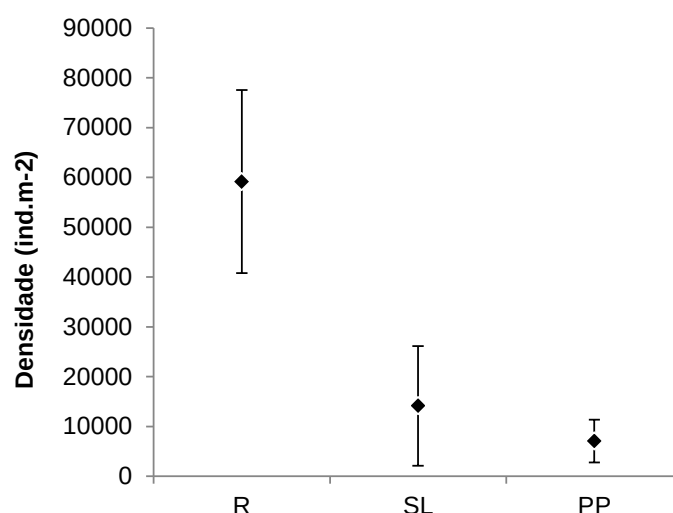
Tabela 71 – Valores de algumas métricas de macroinvertebrados bentônicos em ambientes referência

	RIO		SUBLITORAL				PROFUNDAL PROFUNDA				
	TIET 02050	UAMA 00600	PARN 02900	JARI 00800	JAGJ 00200	JAGJ 00250	TIBI 02900	JAGJ 00200	TIPR 02800	ACLA 00900	Barra Bonita cc
	2003	2019	2007	2010	2012	2013	2008	2012	2014	2018	1997
DT	40759	77551	30935	7816	na	3669	6487	na	14244	4127	3407
S_{nat}	29	37	36	35	36	31	18	24	23	24	23
% insetos	55	70	50	69	53	68	67	29	48	46	65
DOM (%)	25	71	19	37	13	14	26	60	51	35	27
táxon dom	-	Chironomini	-	-	-	-	-	Limnodrilus	Aulodrilus	-	-
DT média	59155		14140				7066				
S_{nat} média	33		35				22				
% insetos média	63		60				51				
DOM (%) média	48		21				40				
S_{nat} tot	47		68				48				
% insetos tot	66		60				54				

na = não analisada (amostra submetida a subamostragem)

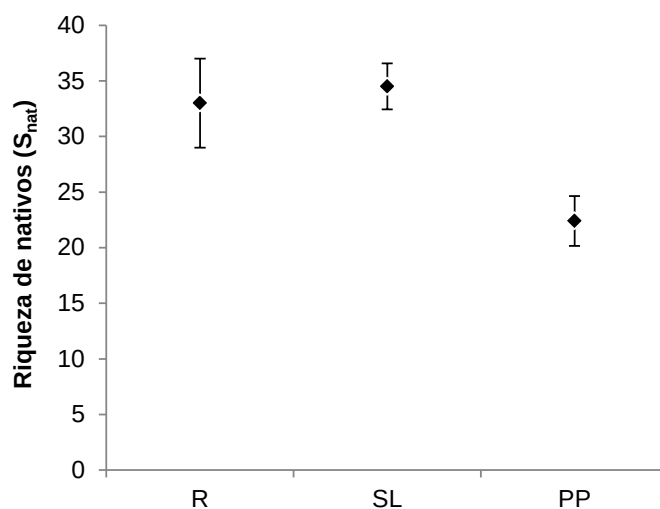
As densidades totais (DT) (Gráf. 196), mostraram-se elevadas, superando o valor de 3000 ind.m⁻² que vinha sendo considerado limite para ambientes naturais. Além disso, como esperado e descrito na literatura, os valores desta métrica foram altamente variáveis, com coeficientes de variação entre 31,3%, em rios, e 84,8% em sublitoral de reservatórios.

Gráfico 196 – Médias de densidade (ind.m⁻²) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados



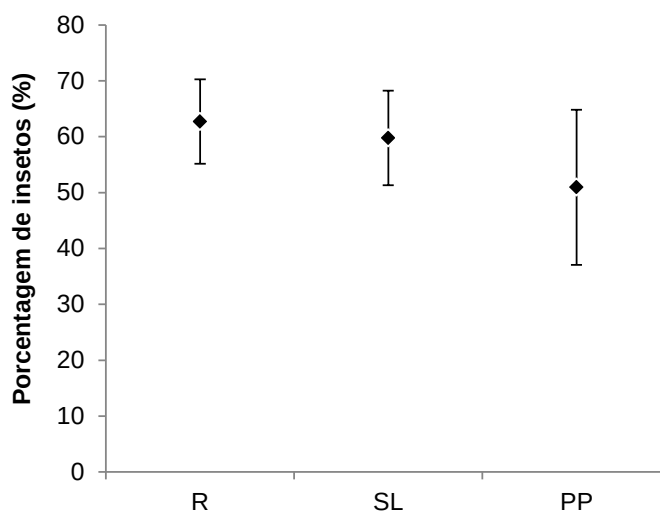
A riqueza de táxons nativos (S_{nat}) (Fig. 197) foi a métrica de menor oscilação entre os ambientes de referência, com coeficientes de variação entre 6,0%, na sublitoral, e 12,1% em rios. Como esperado, o menor valor médio foi observado na profundal profunda de reservatórios, enquanto que na sublitoral e em rio as médias foram similares. Se considerado todo o conjunto de dados (S_{nat} tot), ou a soma de ocorrências em ambientes de referência, as comunidades da região sublitoral exibiram maior número de táxons que as da profundal profunda e de rios. Importante lembrar que há diferença no nível de identificação taxonômica entre reservatórios e rios, o que naturalmente ampliaria o valor de S_{nat} em reservatórios.

Gráfico 197 – Riquezas de táxons nativos (S_{nat}) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados



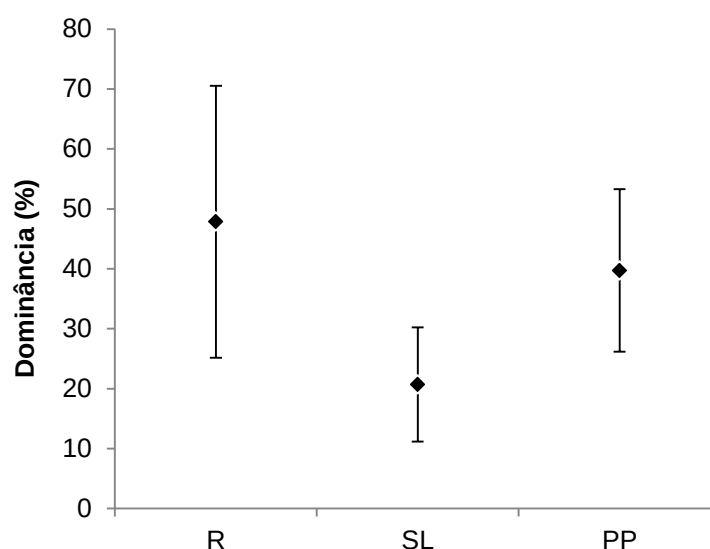
Uma métrica interessante relacionada com a composição das comunidades é a % de insetos (Gráf. 198) nesta lista de ocorrência, uma vez que em geral os grupos tolerantes pertencem aos táxons não insetos. Em todos os habitats tanto o valor médio quanto o total superaram 50%, mostrando que, em condições de qualidade ÓTIMA, táxons pertencentes aos insetos predominam na comunidade. O coeficiente de variação para esta métrica oscilou entre 12,0%, em rios e 27,2%, na profundal profunda.

Gráfico 198 – Porcentagem (%) de insetos e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados



Em média, nenhum habitat em condições ÓTIMAS de qualidade tenderia a exibir dominância (densidade >51%) por algum táxon (Tab. 71). De fato, na região sublitoral de reservatórios não houve dominância em nenhum dos dados de referência, mas na profundal profunda, em 2 locais foi observada dominância, por *Limnodrilus* e *Aulodrilus* e em rios, um dos ambientes mostrou dominância por Chironomini. Neste caso, sem predomínio do seu gênero mais tolerante, o *Chironomus*. Ou seja, enquanto em rios eventuais dominâncias ainda possam ocorrer em ambientes de referência, elas envolvem táxons não tolerantes, enquanto que as dominâncias na profundal profunda, podem ser de táxons mais tolerantes, mesmo porque é um habitat naturalmente mais restritivo. A dominância, medida como a maior abundância relativa da comunidade, é uma métrica interessante de se utilizar, mas é também altamente variável (Gráf. 199), tendo seu coeficiente de variação oscilado entre 34,1 (profundal profunda) e 47,4% (rio).

Gráfico 199 – Dominâncias (%) e respectivos desvios padrão nos habitats avaliados



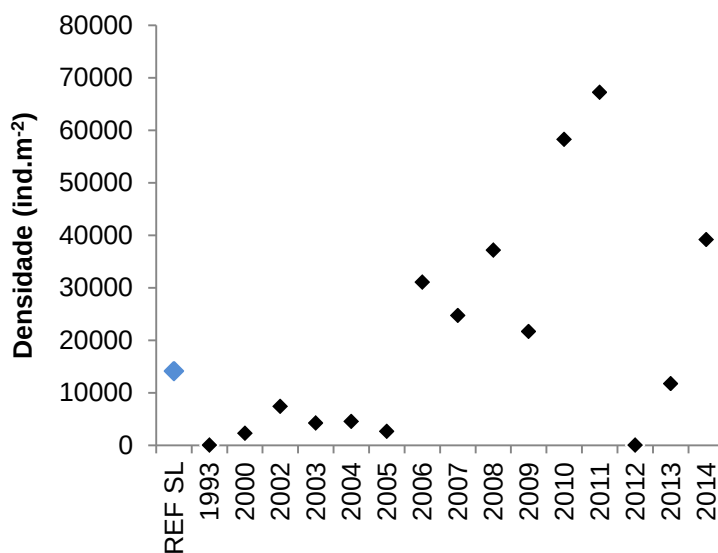
Estes dados serão utilizados como critério basal na avaliação temporal de alguns locais com maior frequência de amostragem no histórico de dados:

Res. Billings

O reservatório Billings tem sido objeto de vários estudos limnológicos por sua localização, acúmulo de impactos e conflitos entre seus múltiplos usos, que envolvem controle de cheia, abastecimento público e geração de energia. Já em 1984, Rocha procurou reunir as questões envolvidas em sua gestão (Rocha, 1984). Em 1992 foi restringido o bombeamento das águas poluídas do rio Pinheiros para o reservatório Billings na tentativa de recuperar sua qualidade e os resultados imediatos desta ação foram acompanhados pela CETESB (Lamparelli et al, 1996 a e b; Kuhlmann et al, 1997). Atualmente, no entanto, ainda são observadas concentrações elevadas de contaminantes químicos nos sedimentos, especialmente metais e pesticidas, assim como acúmulo de fósforo que torna este compartimento fonte interna de perpetuação da elevada condição de trofia de suas águas.

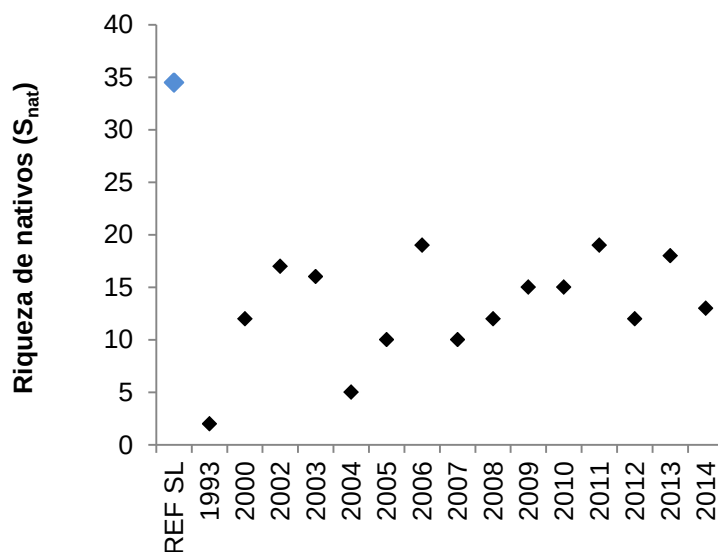
Os dados da CETESB sobre a fauna da região sublitoral, compreenderam amostragens em 1993 (Kuhlmann et al., 1998), 2000 e em 13 anos consecutivos na rede de monitoramento (2002 a 2014). A partir de um período de densidades baixas (de 1993 a 2005), inferiores à média observada em ambientes de referência, os valores aumentaram, atingindo pico entre 2010 e 2012, quando foi necessário o emprego de técnica de subamostragem para análise, que impossibilitou a tomada do dado de densidade (Gráf. 200). A riqueza (S) aumentou de 1993 a 2000, a partir do qual foi observada estabilidade em valores inferiores à média encontrada em ambientes de referência (Gráf. 201), tendo sido registrados um total de 38 táxons no período do levantamento, 61% não insetos. O gráfico 202 mostra que a % de táxons pertencentes aos insetos vem diminuindo, indicando que as condições vem piorando para o estabelecimento deste grupo mais exigente. O gênero *Campsurus* (Ephemeroptera - Polymitarcyidae) ocorreu no período 2006 - 2010, com maior densidade em 2009, mas voltou a não ser observado nos últimos 4 anos de avaliação. Os valores de DOM superaram em todas as avaliações o valor médio em ambientes de qualidade ÓTIMA (Gráf. 203), mas dominância verdadeira (% > 50) só foram observadas em 5 ocasiões, em que foram dominantes *Limnodrilus* (4), o mais tolerante entre os organismos bentônicos, e *Aulodrilus* (1). Os diagnósticos pelo ICB_{RES-SL} mostraram estabilidade entre as condições RUIM e MUITO RUIM (Gráf. 204). Além do elevado grau de trofia, valores baixos de oxigênio dissolvido na água de fundo podem ser fator de estresse para esta fauna, uma vez que 69% das medidas foram inferiores a 5,0 mg/L, critério definido para águas da classe 2 pela Resolução CONAMA 357/05.

Gráfico 200 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings



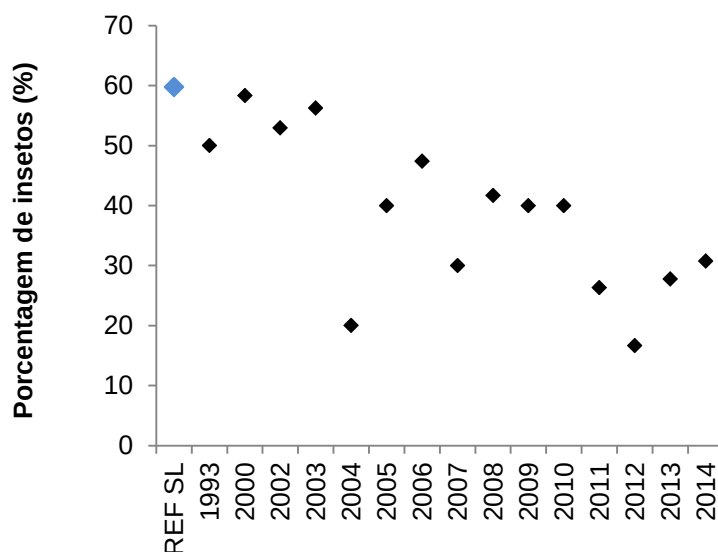
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 201 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings



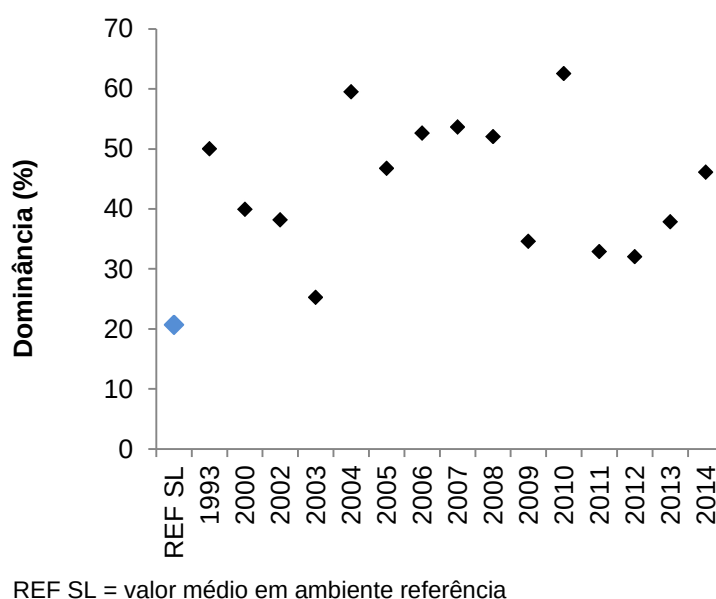
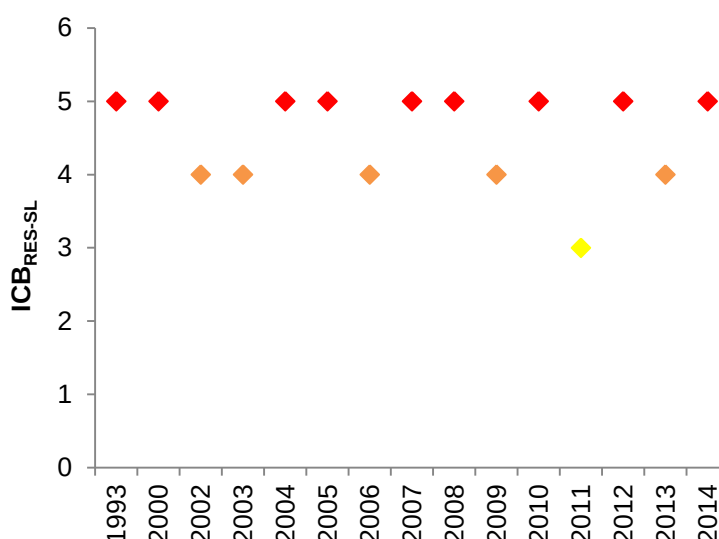
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 202 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings



REF SL = valor médio em ambiente referência

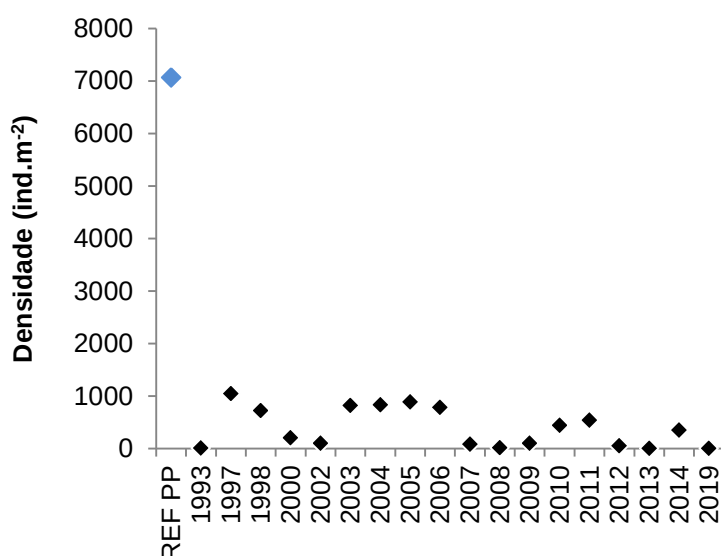
Gráfico 203 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Billings

Gráfico 204 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-SL} para o reservatório Billings

Já a fauna da região profunda profunda, amostrada em 1993 (Kuhlmann et al., 1998), 1997 e 1998 (CETESB, 1999), 2000, por 13 anos consecutivos na rede (2002 a 2014) e em 2019, tem mostrado estabilidade em densidade e riqueza desde o início do levantamento, com valores inferiores às médias obtidas em ambientes de referência (Gráfs. 205 e 206). Apenas 11 táxons foram amostrados ao longo do período, 64% não insetos, com média anual de 2. Em duas ocasiões nenhum organismo da macrofauna foi encontrado. As condições nesta região mostram-se muito restritivas à colonização por táxons pertencentes aos insetos (Gráf. 207). Os dois valores de 100% no gráfico referem-se a ocorrências de um único indivíduo na amostra que, portanto, poderiam ser consideradas acidentais. Embora a métrica Dom mostre tendência à diminuição (Gráf. 208), na grande maioria das amostragens seus valores ultrapassaram a média em ambiente de referência e indicaram dominâncias verdadeiras (>50%), tendo sido *Limnodrilus* e *Dero* os gêneros que mais frequentemente dominaram a comunidade. O diagnóstico

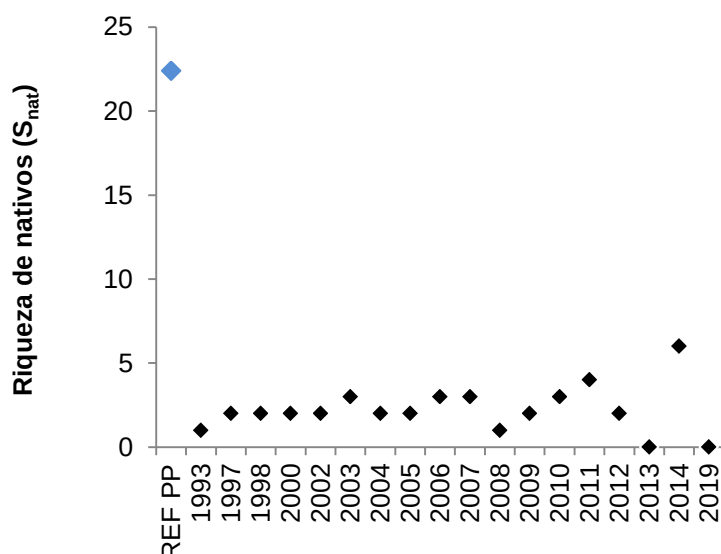
pelo ICB_{RES-PP} mostrou qualidade MUITO RUIM de 1993 a 2010 a partir do qual oscilou entre RUIM e PÉSSIMA (condição azóica) (Gráf. 209). Além de eventuais disponibilidades dos contaminantes observados em elevadas concentrações nesta região, a fauna da profundal profunda, sofre o estresse da baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido, já que em 43% das amostragens o valor de sua concentração esteve inferior a 1 mg/L na água de fundo e 86% abaixo de 5mg/L. O lodo mole, com alto teor de argila e água, que constitui o substrato desta região também pode ser fator de restrição à colonização por alguns grupos.

Gráfico 205 – Valores de densidade total (ind.m^{-2}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Billings



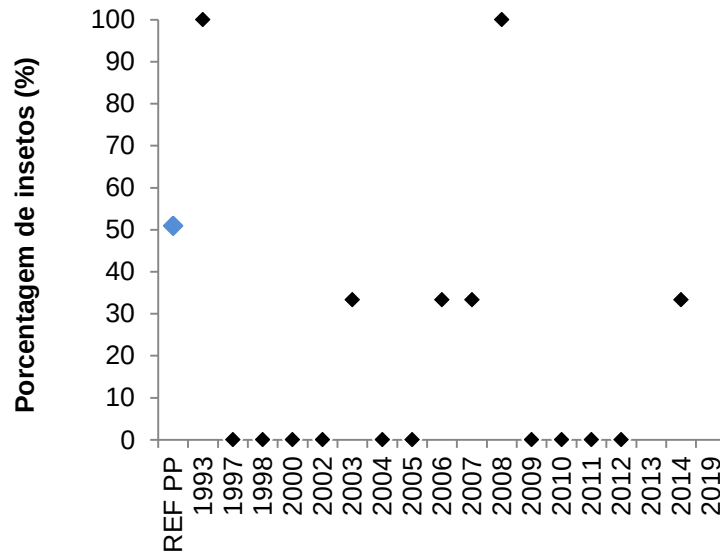
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 206 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Billings



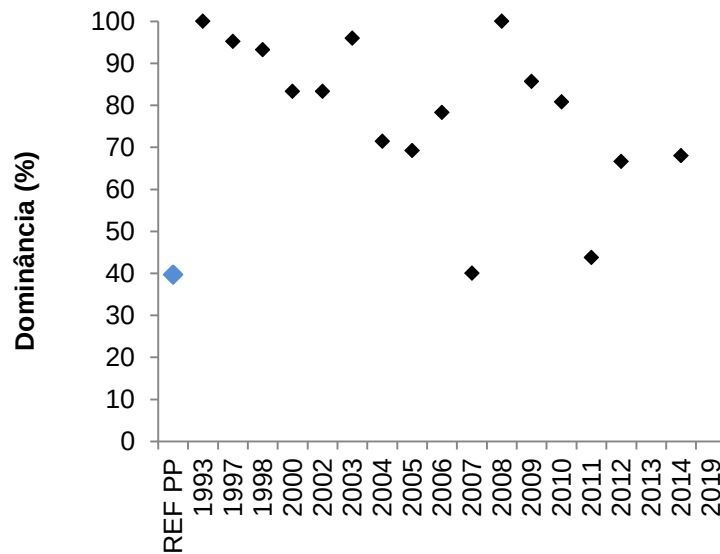
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 207 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Billings

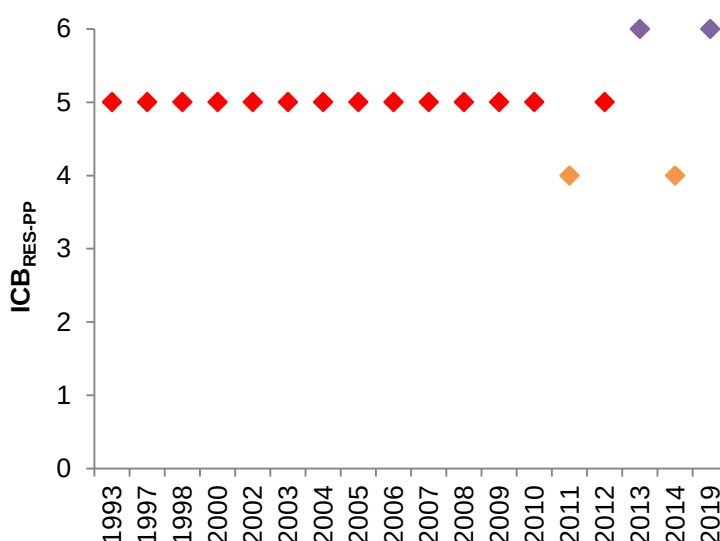


REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 208 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoralprofunda profunda do reservatório Billings



REF PP = valor médio em ambiente referência

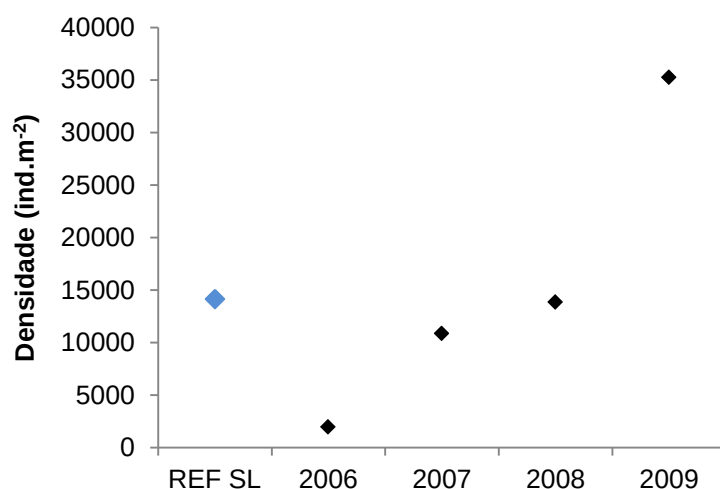
Gráfico 209 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-PP} para o reservatório Billings

Res. Salto Grande (Americana)

Este reservatório foi palco dos primeiros estudos com macroinvertebrados bentônicos voltados para o diagnóstico da qualidade ambiental no estado de São Paulo, com os trabalhos do Prof. Dr Aristides Almeida Rocha (Rocha, 1972) e da Prof. Dra Gisela Yuka Shimizu (Shimizu, 1973 e Shimizu, 1981). Desde aquela época a eutrofização foi apontada como seu principal problema. Mas a presença de contaminantes químicos também tem sido observada neste corpo d'água e sua dinâmica, juntamente com outros aspectos limnológicos e ecológicos, foi objeto de estudo por Espíndola e colaboradores (2004), que salientam o papel do reservatório como acumulador dos contaminantes e nutrientes produzidos na bacia do rio Atibaia.

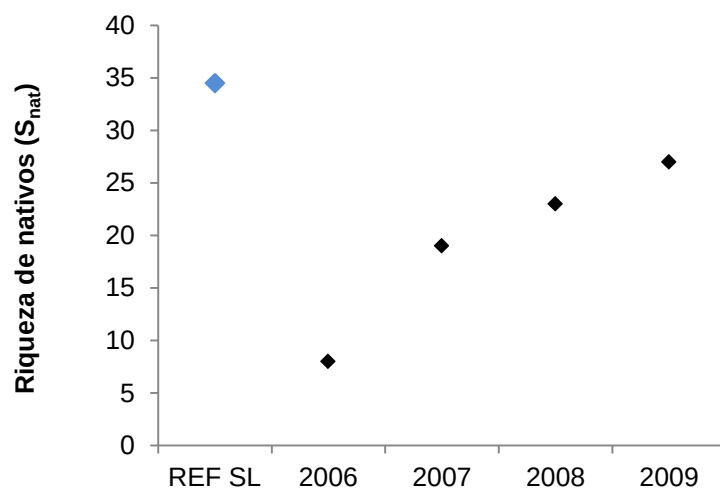
Os dados do monitoramento compreenderam 4 anos consecutivos de levantamento da fauna da região sublitoral (2006 a 2009) e o mesmo período, mais 2019, para a fauna da região profunda. Na fauna sublitoral foi observada tendência de aumento em densidade, que ultrapassou a média obtida em ambientes de referência em 2009 (Gráf. 210). O crescimento da densidade total foi reflexo dos aumentos populacionais de táxons associados às macrófitas aquáticas como Dugesiidae, *Aulodrilus* e *Campsurus* estando, portanto, relacionado ao grau de trofia do corpo d'água. A mesma tendência de crescimento foi observada para a riqueza que, no entanto, manteve-se inferior ao valor médio observado em ambientes de qualidade ÓTIMA (Gráf. 211). Um total de 34 táxons nativos, 56% não insetos, além de 2 espécies exóticas com potencial para bioinvasão (*Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*) foram relacionados ao longo do período. Embora a contribuição de táxons pertencentes aos insetos ainda seja inferior à média obtida em ambientes de referência, há aparente tendência ao aumento (Gráf. 212). Não foi observada dominância numérica de nenhum táxon na biota desta região e os maiores valores de abundância relativa obtidos em cada amostragem têm diminuído, atingindo a média em ambientes de referência em 2008 (Gráf. 213). Apesar da manutenção da condição eutrofizada de suas águas, os diagnósticos pelo ICB_{RES-SL} indicaram que a qualidade ecológica tem melhorado (Gráf. 214).

Gráfico 210 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)



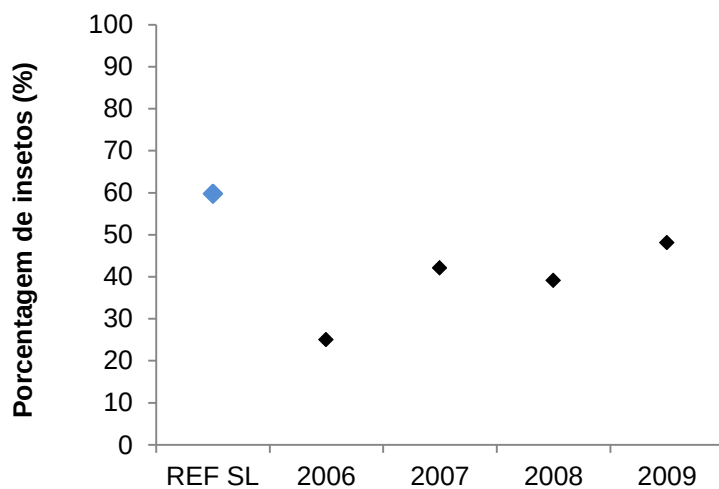
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 211 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)



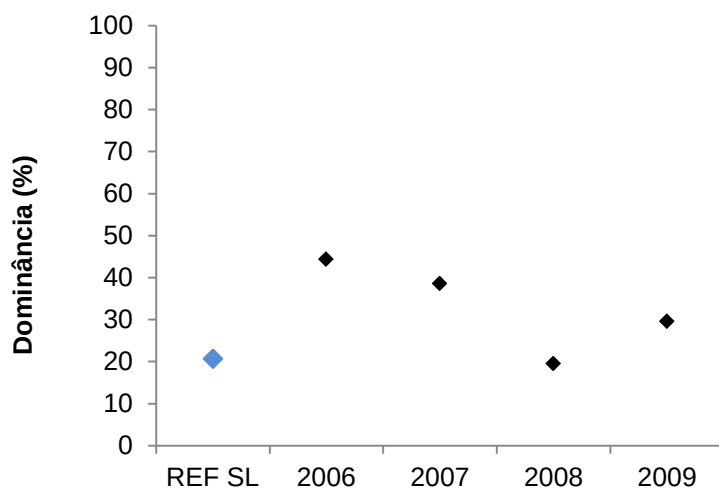
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 212 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)

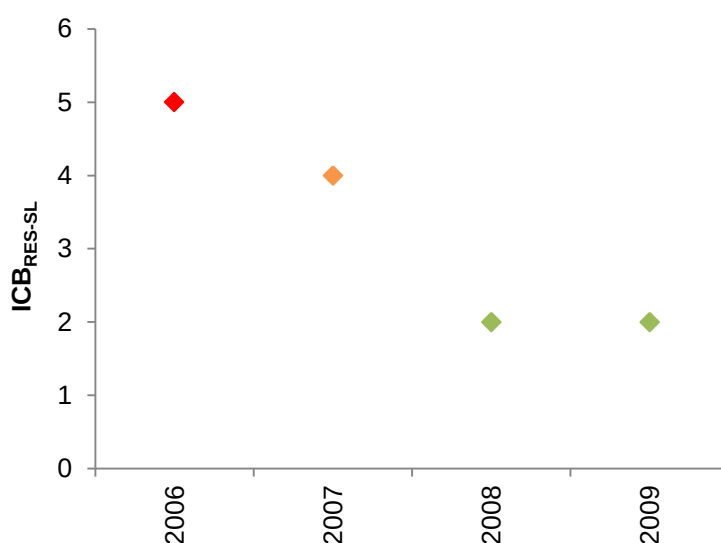


REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 213 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Salto Grande (Americana)



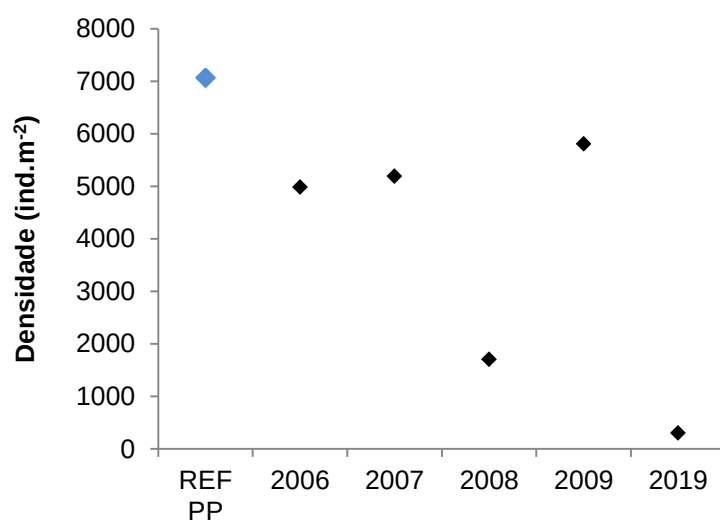
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 214 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-SL} para o reservatório Salto Grande (Americana)

Ao contrário da fauna sublitoral, a fauna da região profunda mostrou tendência à queda nos valores de densidade (Gráf. 215) e riqueza (Gráf. 216) e condições cada vez mais restritivas à colonização por táxons de insetos (Gráf. 217). Para todas estas métricas os valores foram inferiores aos observados em condição ÓTIMA de qualidade. Apenas 12 táxons foram registrados no período, 83% não insetos. Em todas as amostragens foram observadas dominâncias (Gráf. 218) exercidas por gêneros de Naidinae (*Nais*, *Dero* e *Aulophorus*), muito associados às raízes de macrófitas flutuantes (Alves & Gorni, 2007) que, ao morrer, se depositam nos sedimentos desta região. Os diagnósticos pelo ICB_{RES-PP} mostraram estabilidade na qualidade RUIM, tendo passado para MUITO RUIM na última avaliação (Gráf. 219).

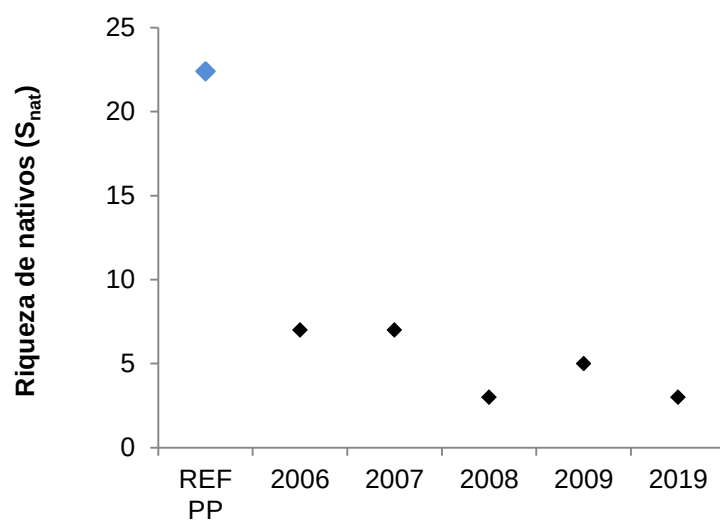
Os dados abióticos do monitoramento da CETESB indicam concentrações medianas de contaminantes químicos e acúmulo de fósforo nos sedimentos que, como no caso do reservatório Billings, se tornaram fonte interna deste nutriente. Além disso, as duas regiões registraram concentrações baixas de oxigênio dissolvido na água de fundo, com valores inferiores a 5 mg/L, que poderiam estar atuando como fator de estresse à biota. No entanto, em 2019, quando as concentrações na região profunda superaram este limite, estabelecido para águas de classe 2 pela Resolução CONAMA 357/05, o diagnóstico obtido foi o pior do período, indicando que outros fatores podem estar afetando a biota. Em 2008, análises de metais realizadas nas matrizes sedimento e biota dos reservatórios Billings e Americana, estes últimos gerados pelo MSc Wálace A.A. Soares do Setor de Análises Toxicológicas (ELTA) da CETESB (Soares, 2012) (Tab. 72), mostraram que, apesar das menores concentrações observadas nos sedimentos de Americana, tanto as populações locais de *Chironomus* quanto de *Campsurus* apresentaram concentrações corpóreas mais elevadas que as populações na Billings, mostrando condições mais favoráveis à biodisponibilidade destes contaminantes e, portanto, maior suscetibilidade a seus efeitos, em Americana.

Gráfico 215 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Salto Grande (Americana)



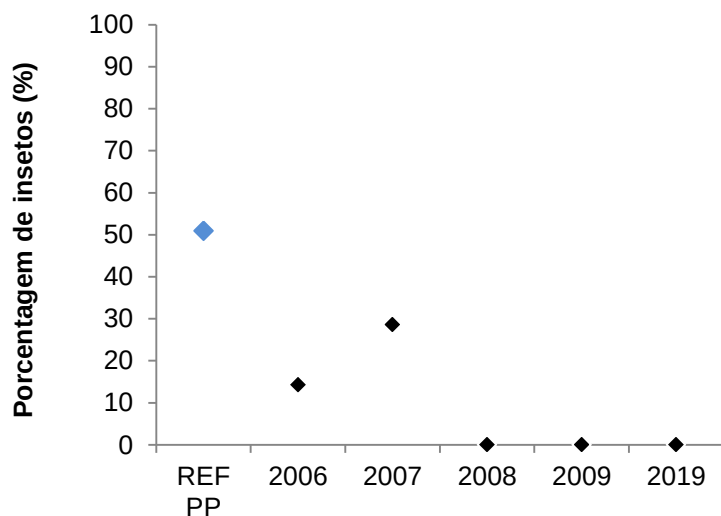
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 216 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Salto Grande (Americana)



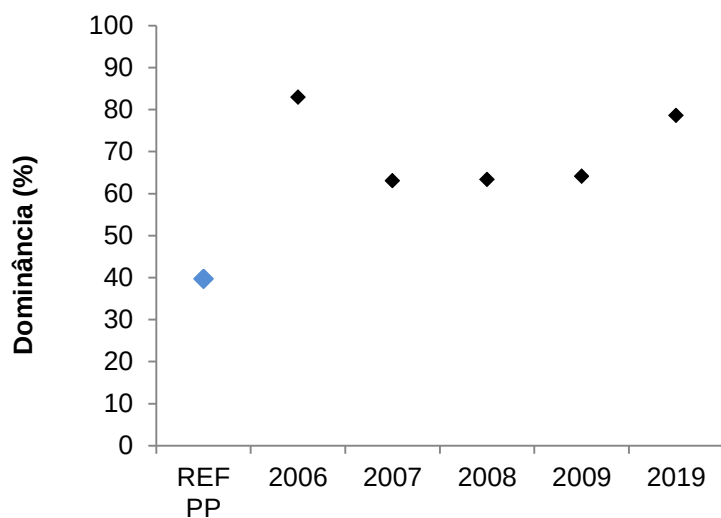
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 217 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Salto Grande (Americana)

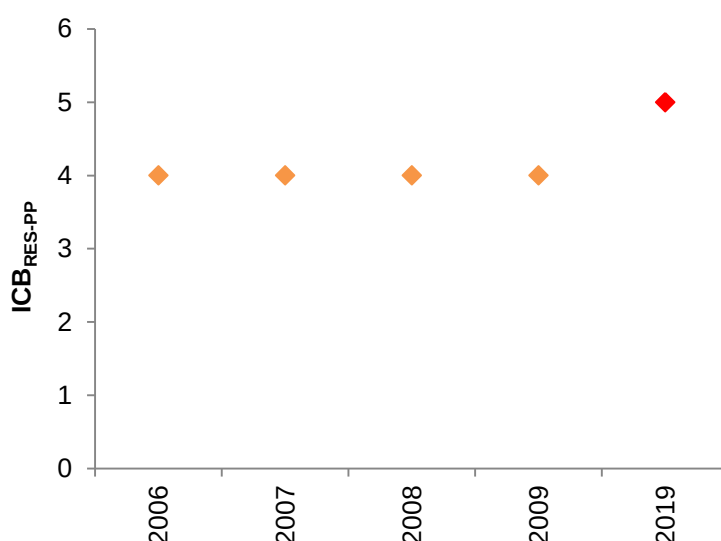


REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 218 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Salto Grande (Americana)



REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 219 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-PP} para o reservatório Salto Grande (Americana)**Tabela 72 – Concentrações de alguns metais nas matrizes sedimento e biota dos reservatórios Billings e Salto Grande (Americana)**

	Sedimento		<i>Chironomus</i>		<i>Campsurus</i>	
$\mu\text{g/g}$	Americana	Billings	Americana	Billings	Americana	Billings
Cd	<50	3,76	0,16	0,05	0,09	<0,02
Cu	51,4	220	3,90	2,72	2,22	0,85
Ni	25,6	81,8	1,98	0,89	<0,50	<0,50
Pb	51,6	112	0,83	1,18	<0,50	0,68

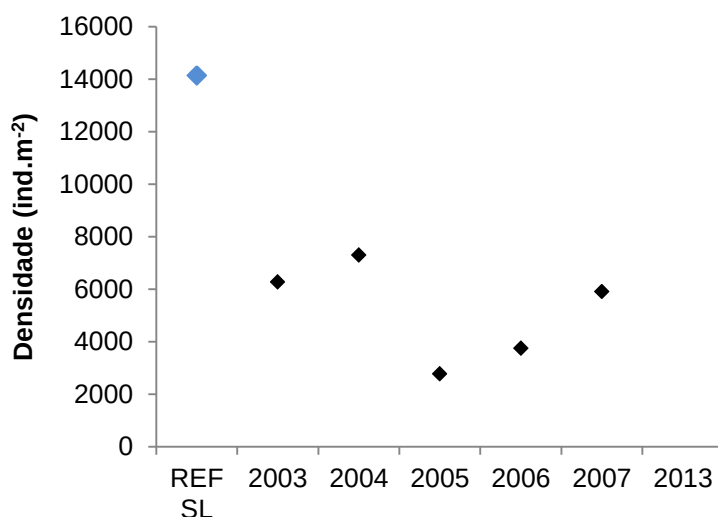
Res. Guarapiranga

Este corpo d'água também tem sido palco constante de investigações limnológicas, incluindo suas comunidades bentônicas, dada sua importância como manancial de abastecimento para o município de São Paulo, como por exemplo, os estudos de Rocha (1976), CETESB (1992 e 1995), Beyruth (1996), Rocha (1999), Mozeto et al. (2001), Menezes e Beyruth (2003); Lage (2013); Fontana et al. (2014), Coutinho (2018) e Semensatto et al. (2021).

Os dados da rede de monitoramento na região sublitoral englobaram 5 anos consecutivos (2003 a 2007) e 2013. Tanto as densidades (Gráf. 220) quanto as riquezas (Gráf. 221) exibiram valores inferiores à médias obtidas em ambientes de referência. Mas, em 2013, as densidades foram tão elevadas que foi necessário aplicar um método de subamostragem que impossibilitou a geração do dado final médio de densidade. Considerando a única réplica em que não foi utilizada esta técnica, a densidade superou (55538 ind.m^{-2}) a média obtida em condições ótimas de qualidade. As duas variáveis exibiram queda acentuada em 2005, a partir do qual apresentaram tendência ao aumento, culminando na melhor avaliação de qualidade (BOA), em 2013, quando antes flutuava entre as condições RUIM e MUITO RUIM (Gráf. 224). Um total de 37 táxons nativos foi registrado nos anos de levantamento, sendo 54% não insetos mas, na avaliação por campanha, é possível verificar que no ambiente a proporção de insetos na biota sublitoral oscila em torno

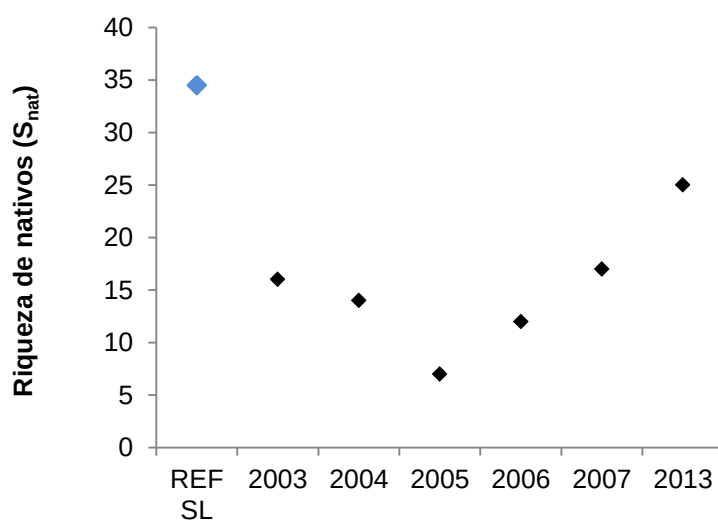
do valor médio obtido em ambientes de referência, com quedas acentuadas em 2005 e 2013 (Gráf. 222). Embora os valores de dominância tenham sido sempre superiores ao valor médio em condição ÓTIMA (Gráf. 223), apenas em uma ocasião (2005) a comunidade da região sublitoral exibiu dominância verdadeira (>50%) por *Limnodrilus*.

Gráfico 220 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga



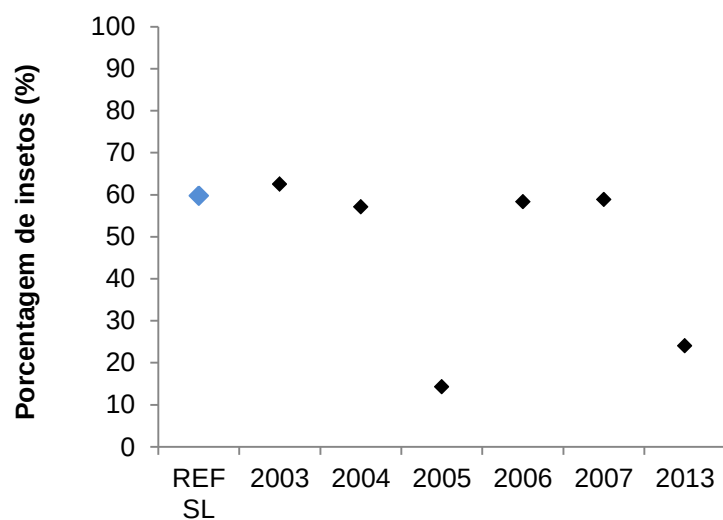
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 221 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga



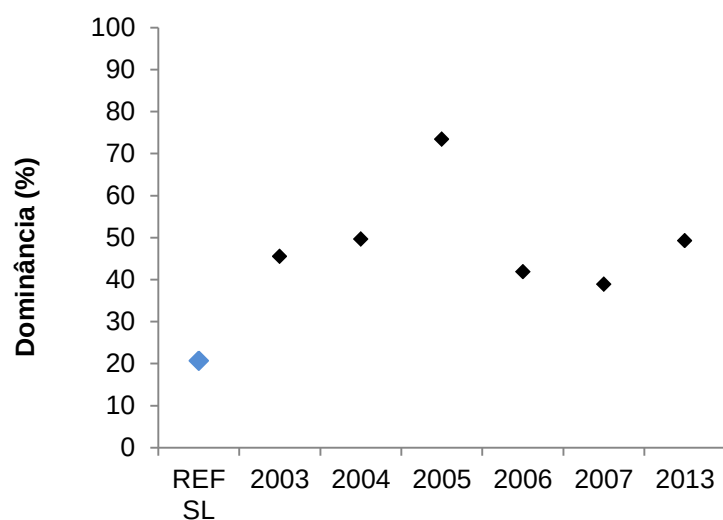
REF SL = valor médio em ambiente referência

Gráfico 222 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga

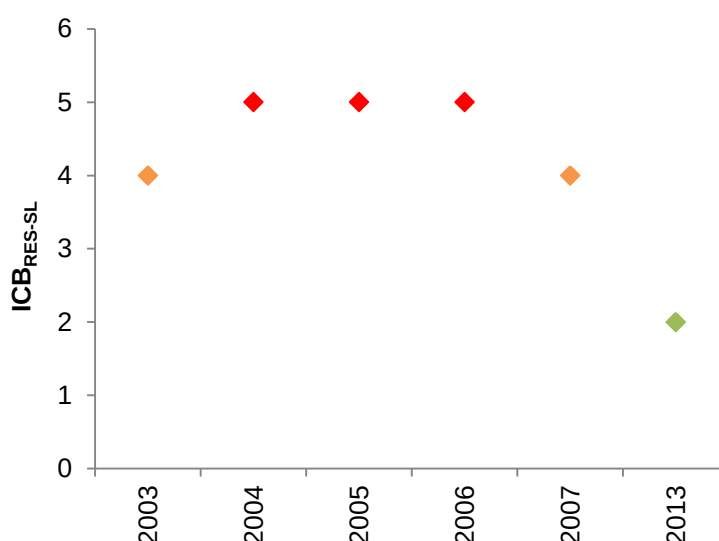


REF SL = valor médio em ambiente referência

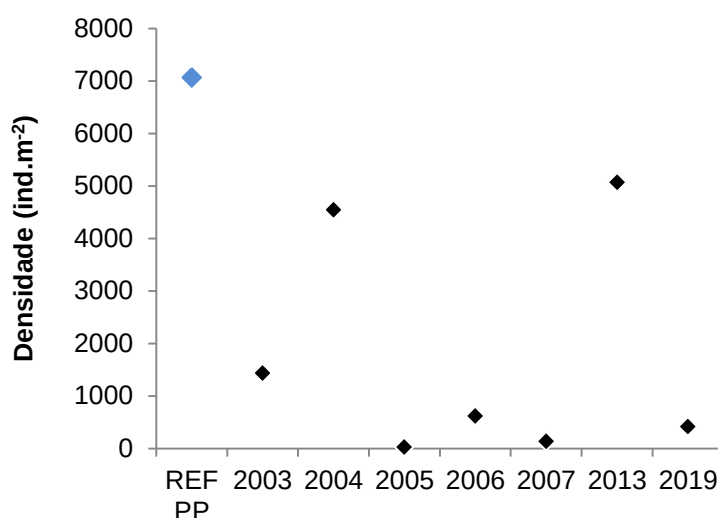
Gráfico 223 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região sublitoral do reservatório Guarapiranga



REF SL = valor médio em ambiente referência

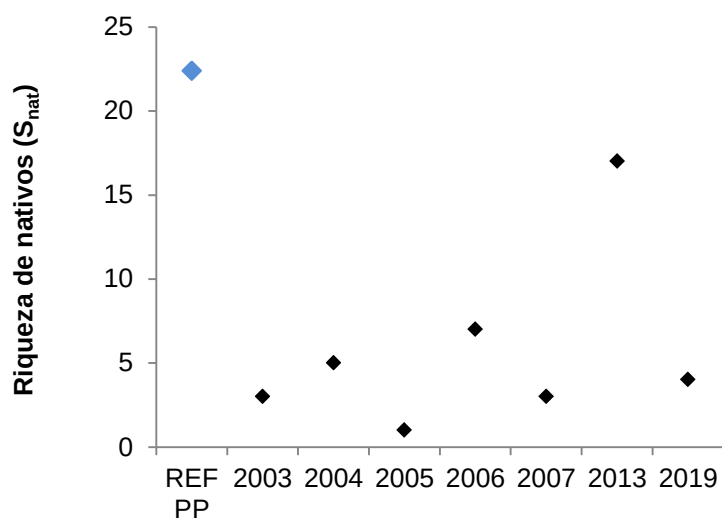
Gráfico 224 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-SL} para o reservatório Guarapiranga

A fauna bentônica da região profunda foi amostrada por 5 anos consecutivos (2003 a 2007), além dos anos de 2013 e 2019. Como observado para a fauna sublitoral, os valores de densidade (Gráf. 225) e riqueza (Gráf. 226) foram inferiores à média obtida em ambientes de referência. Também na profunda o ano de 2013 registrou os maiores valores para as duas métricas e, conseqüentemente o melhor diagnóstico de qualidade (BOA) (Gráf. 229). Mas, neste caso, uma nova amostragem em 2019 mostrou diminuição acentuada nos resultados das duas variáveis e um retrocesso para qualidade RUIM. Nos anos de amostragem foram registrados 20 táxons, 65% não insetos, com ausência de táxons deste grupo mais exigente em 2005 e 2019 (Gráf. 227). Diferentemente da região sublitoral, na região profunda a dominância (Gráf. 228) por *Limnodrilus* foi quase uma constante.

Gráfico 225 – Valores de densidade total (ind.m^{-2}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Guarapiranga

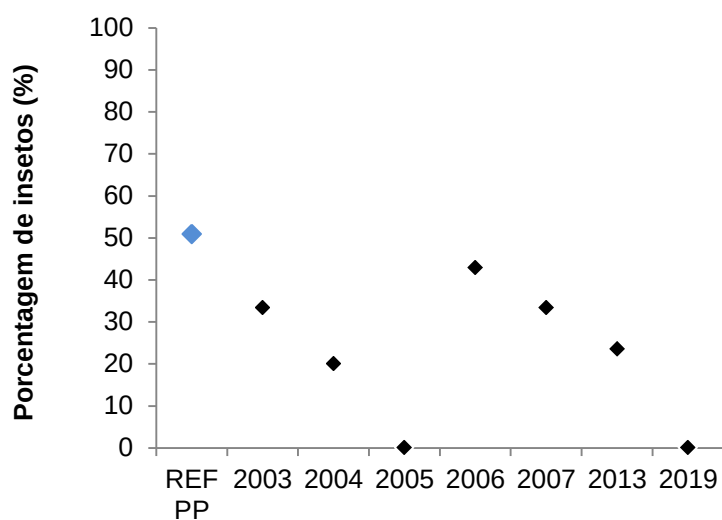
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 226 – Valores de riqueza de táxons nativos (S_{nat}) da fauna bentônica da região profunda do reservatório Guarapiranga



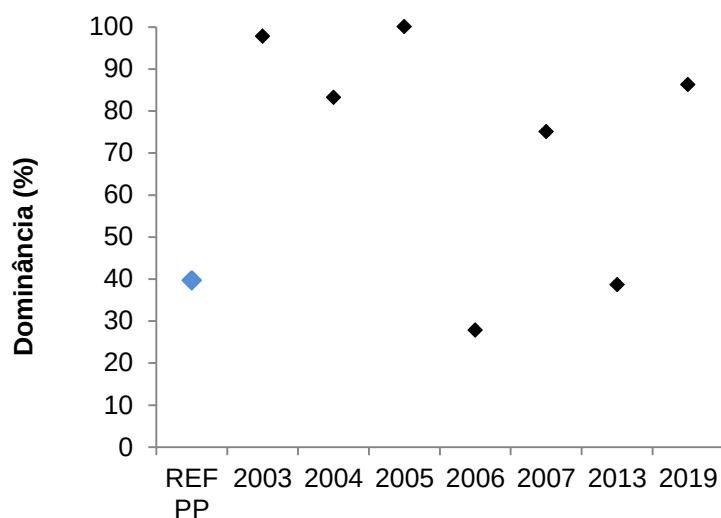
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 227 – Porcentagem (%) de insetos na fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Guarapiranga



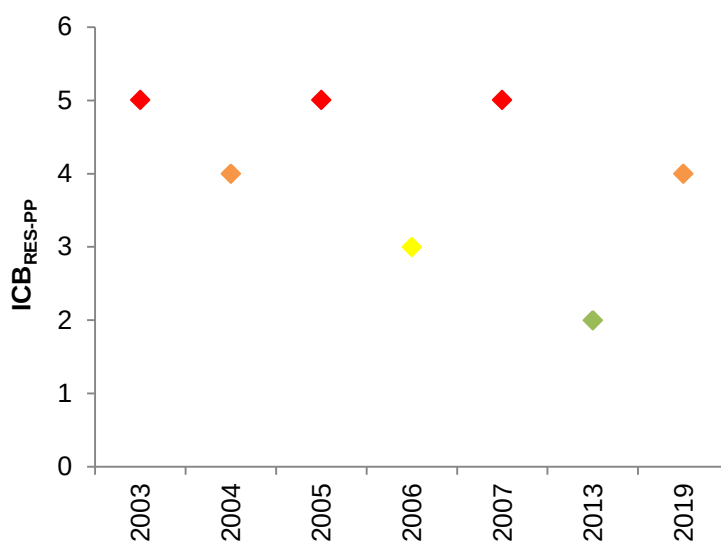
REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 228 – Dominâncias (%) da fauna bentônica da região profunda profunda do reservatório Guarapiranga



REF PP = valor médio em ambiente referência

Gráfico 229 – Diagnósticos pelo ICB_{RES-PP} para o reservatório Guarapiranga

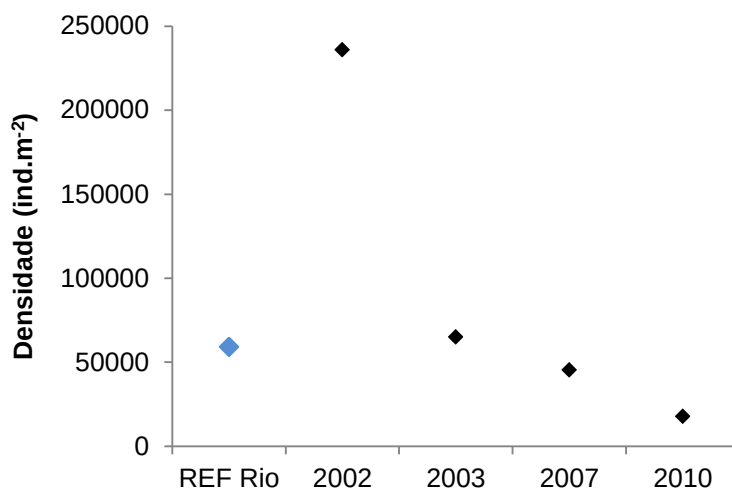


Os principais problemas deste corpo d'água envolvem a ocorrência de concentrações elevadas e, segundo o trabalho de Coutinho (2018), biodisponíveis, de contaminantes químicos, especialmente do cobre oriundo da aplicação do sulfato de cobre para o controle de algas, e o acúmulo de fósforo nos sedimentos, que fluem em taxa elevada para a água intersticial (Mozeto et al., 2001), se tornando fonte interna de perpetuação da elevada condição de trofia de suas águas. Os dados abióticos obtidos na rede de monitoramento corroboram com estes diagnósticos e apenas na região profunda a concentração de oxigênio dissolvido pode apresentar-se como estressor adicional, tendo sido inferior a 5,0 mg/L em 5 das 7 amostragens (71%).

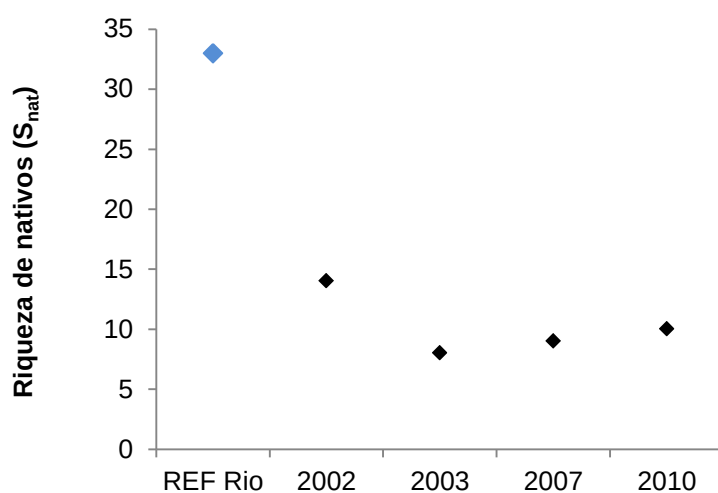
Rio Piracicaba (em Americana)

O monitoramento com a fauna de macroinvertebrados do rio Piracicaba compreendeu dados de 2 anos consecutivos (2002 e 2003), mais os anos de 2007 e 2010. Em termos de densidade, apenas no primeiro ano de levantamento foi observado valor muito superior ao observado, em média, em ambientes de referência (Gráf. 230). No ano seguinte já houve uma queda acentuada desta variável que passou a apresentar tendência de diminuição. Valores excessivos costumam ser associados a ambientes organicamente enriquecidos, como é o caso, uma vez que o local de amostragem situa-se alguns metros a jusante de uma ETE. A queda acentuada na densidade observada em 2003 e a tendência posterior de diminuição podem estar relacionadas com a presença de contaminantes tóxicos ou com a intensificação na carga de efluentes domésticos, que inibiriam o crescimento das populações de táxons resistentes. Valores sempre muito baixos de riqueza (Gráf. 231), com ocorrência de apenas 17 táxons, dos quais 65% não insetos, além de 3 espécies exóticas com potencial de bioinvasão (*Corbicula fluminea*, *Melanoides tuberculatus* e *Lumbriculus variegatus*). Baixas porcentagens de insetos na comunidade foram uma constante neste ambiente (Gráf. 232) e dominâncias frequentes (Gráf. 233), pelos táxons tolerantes Chironomidae-*Chironomus* e Oligochaeta-Naidinae. Todas características que refletem um ambiente muito restritivo, levando à prevalência do diagnóstico de qualidade MUITO RUIM (Gráf. 234).

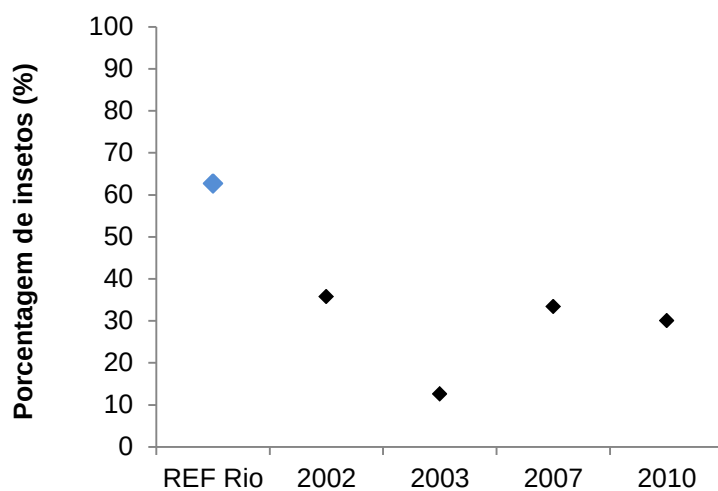
Gráfico 230 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba



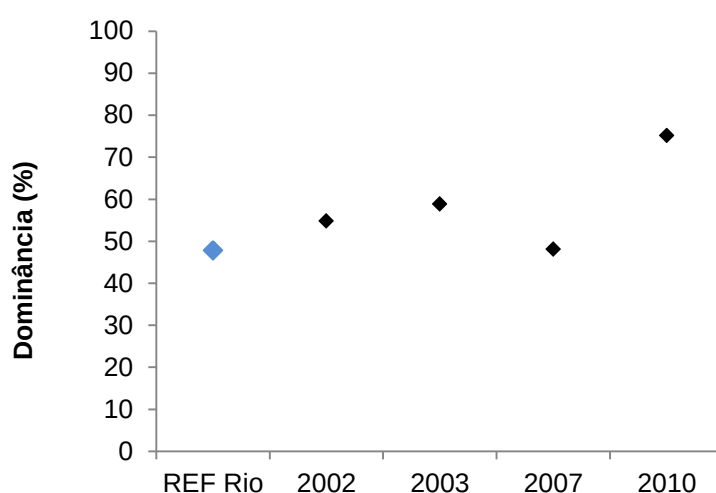
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 231 – Valores de riqueza (S) de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba

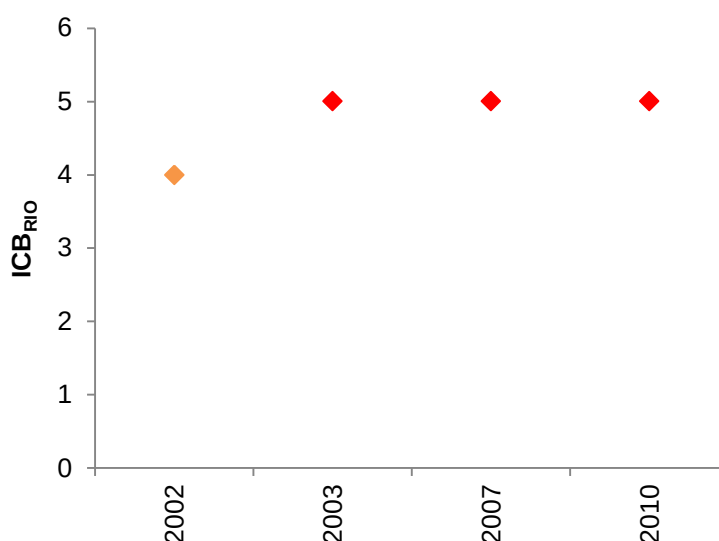
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 232 – Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba

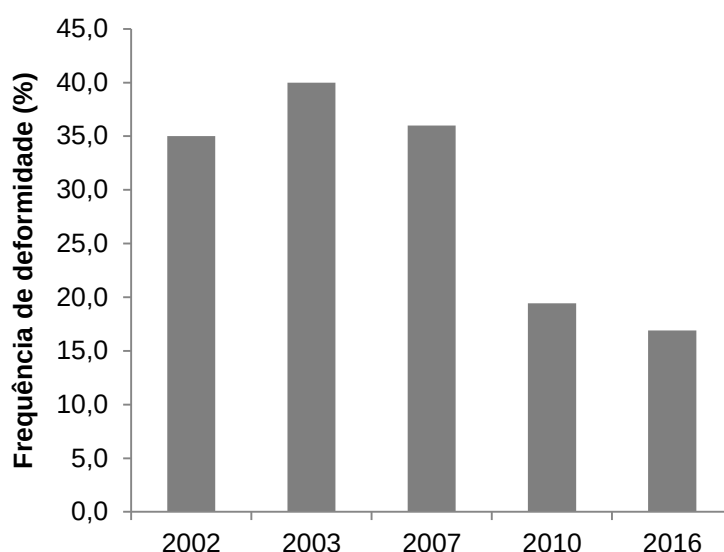
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 233 – Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Piracicaba

REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 234 – Diagnósticos pelo ICB_{RIO} para o rio Piracicaba

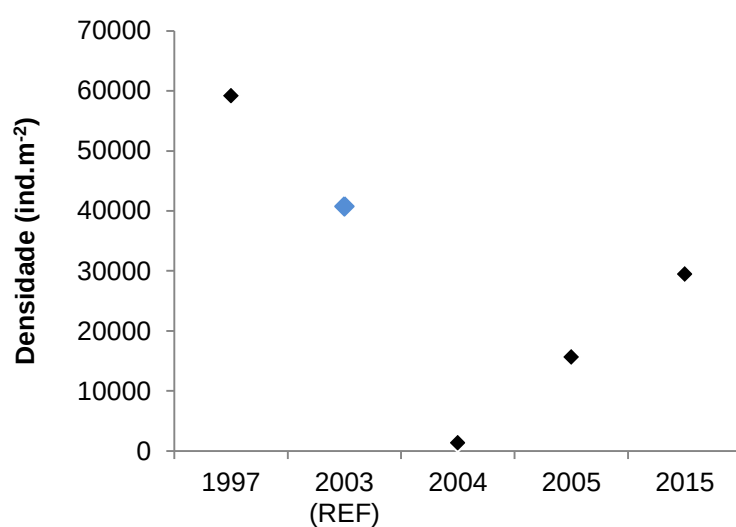
Esgoto doméstico e consequente elevado grau de trofia são os principais problemas deste trecho, que apresentou em algumas ocasiões presença de contaminantes químicos em concentrações medianas e altas, especialmente metais e HPAs, e baixa concentração de oxigênio na água de fundo. Neste ambiente foram registradas as maiores frequências de deformidades em mento de larvas de *Chironomus*, mas há uma tendência em sua diminuição (Gráf. 235). Estas anomalias são associadas na literatura a presença de contaminantes de origem industrial ou agrícola (Kuhlmann et al., 2000).

Gráfico 235 – Frequência de deformidades (%) em mento de larvas de *Chironomus* do rio Piracicaba**Rio Tietê (em Biritiba Mirim)**

O levantamento de dados neste trecho do rio Tietê englobou os anos de 1997 (CETESB, 1999) e, na rede de monitoramento, 3 anos consecutivos (2003 a 2005) e 2015. Embora os dados obtidos em 1997 compoñham o conjunto de dados de referência, tanto os valores de densidade (Gráf. 236) quanto de riqueza (Gráf. 237) foram inferiores às médias obtidas na média da condição ÓTIMA. No conjunto de dados foram registrados 37 táxons, 51% insetos, que, no entanto, têm mostrado tendência à diminuição (Gráf. 238). Em nenhuma ocasião foi registrada dominância na comunidade (Gráf. 239). A queda acentuada de densidade, riqueza e % de insetos em 2004, coincide com a presença de concentração elevada de cádmio nos sedimentos. O diagnóstico que chegou a ser ÓTIMO, indicou qualidade RUIM neste ano e este trecho do rio Tietê não voltou a recuperar sua condição de referência nos anos subsequentes de levantamento (Gráf. 240).

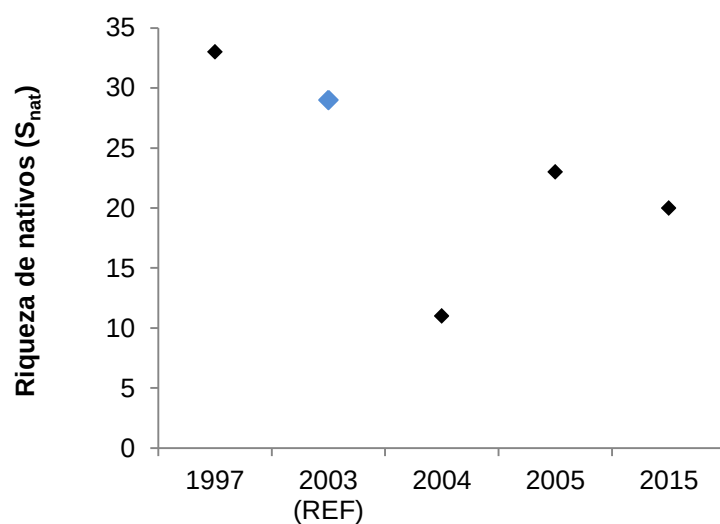
O ambiente sofre influência da horticultura intensiva (cinturão verde) e da água de fundo, eventualmente com baixo teor de oxigênio, do reservatório de Ponte Nova, localizado a montante. Mas em nenhuma das amostragens consideradas foi observado valor inferior a 5,0 mg/L de oxigênio dissolvido na água de fundo.

Gráfico 236 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê



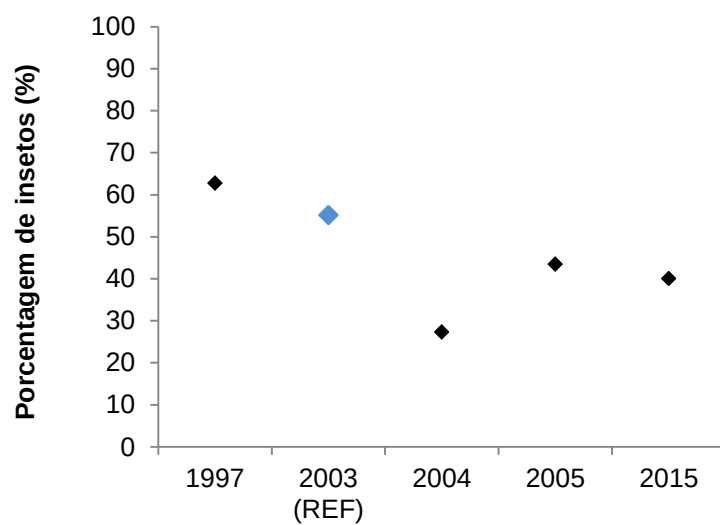
REF = ambiente referência

Gráfico 237 – Valores de riqueza de nativos (S_{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê



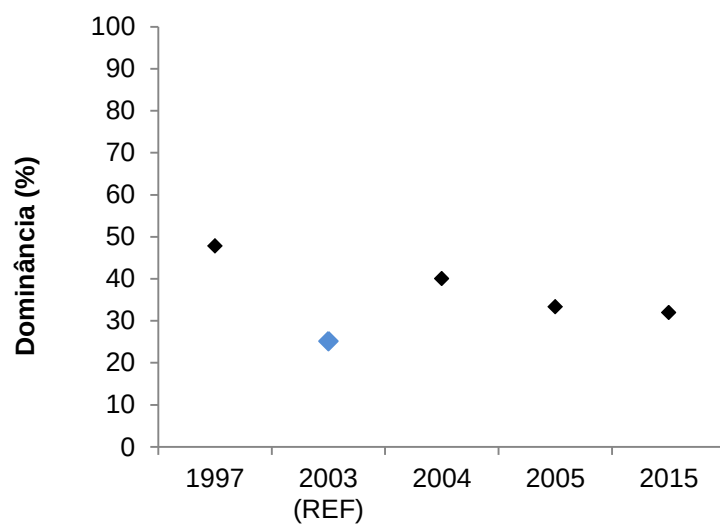
REF = ambiente referência

Gráfico 238 – Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê

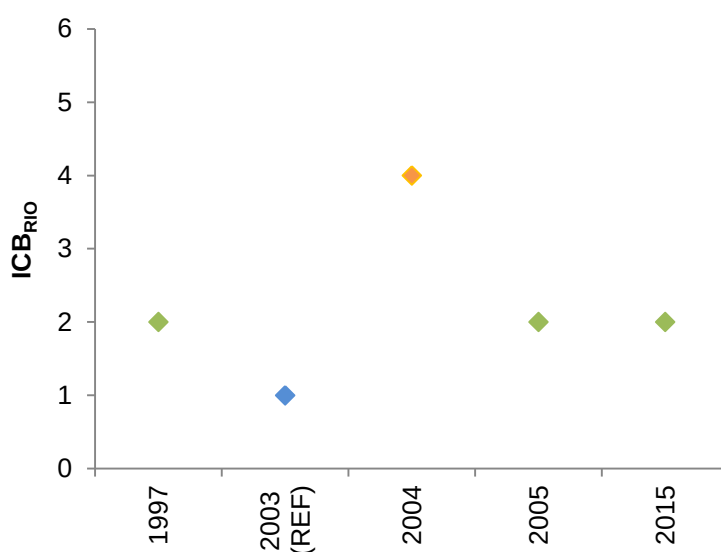


REF = ambiente referência

Gráfico 239 – Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Tietê

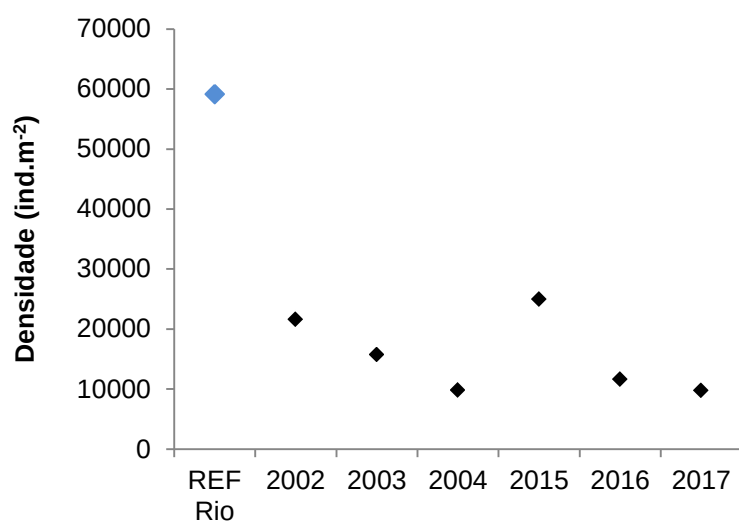


REF = ambiente referência

Gráfico 240 – Diagnósticos pelo ICB_{RIO} para o rio Tietê**Rio Sorocaba (em Cerquilha)**

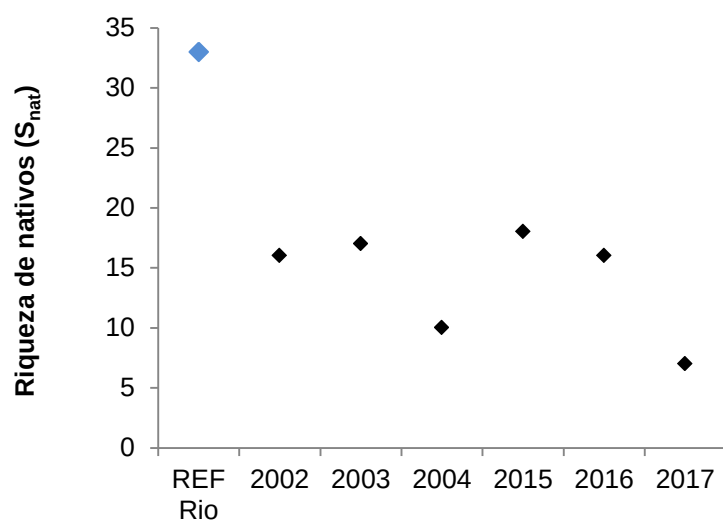
Os dados englobaram 2 períodos com 3 anos consecutivos (2002 a 2004 e 2015 a 2017), estando a primeira amostragem associada a outro projeto (Kuhlmann et al, 2007). Densidades (Gráf. 241) e riquezas (Gráf. 242) mostraram-se sempre inferiores à médias obtidas em ambientes de referência. Em todos os anos avaliados prevaleceram táxons não insetos (Gráf. 243) e dominâncias verdadeiras (>50%) (Gráf. 244) só foram observadas na primeira e na última amostragem. Embora a maioria destas métricas apresentem um certo equilíbrio, seus baixos valores e a troca de táxons predominantes na comunidade deste trecho do rio Sorocaba indicam um ambiente em deterioração e restritivo para a biota. No primeiro período *Sphaeriidae* obteve os maiores valores de densidade, tendo dominado a comunidade no primeiro ano (2002). Nos dois primeiros anos do segundo período as maiores densidades foram de grupos mais tolerantes (*Tubificinae* e *Rhyacodrilinae* sqc), mas dominância só voltou a acontecer no último ano amostrado (2017), por grupos também tolerantes (*Naidinae* e *Pristininae*). Os diagnósticos oscilaram entre qualidade regular e muito ruim (Gráf. 245). Este retrato pode estar associado ao grau de trofia, que oscilou entre meso e eutrófico. Mas a perda de riqueza e densidade, em 2004, pode ser associada à elevada concentração do pesticida lindano nos sedimentos.

Gráfico 241 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba



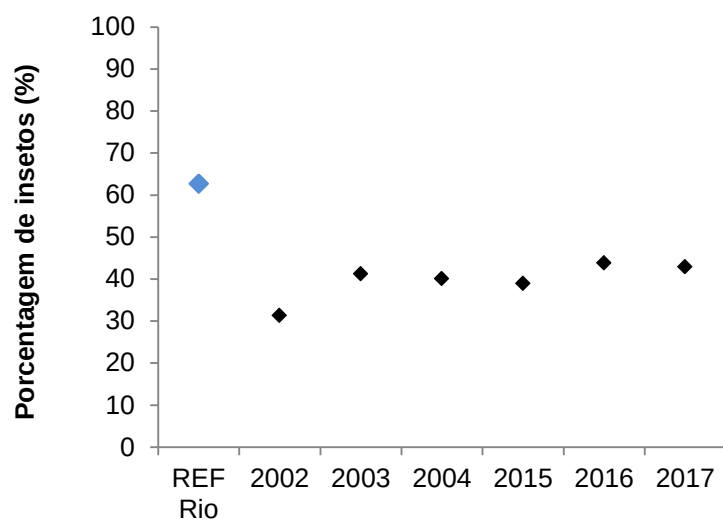
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 242 – Valores de riqueza de nativos (S_{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba



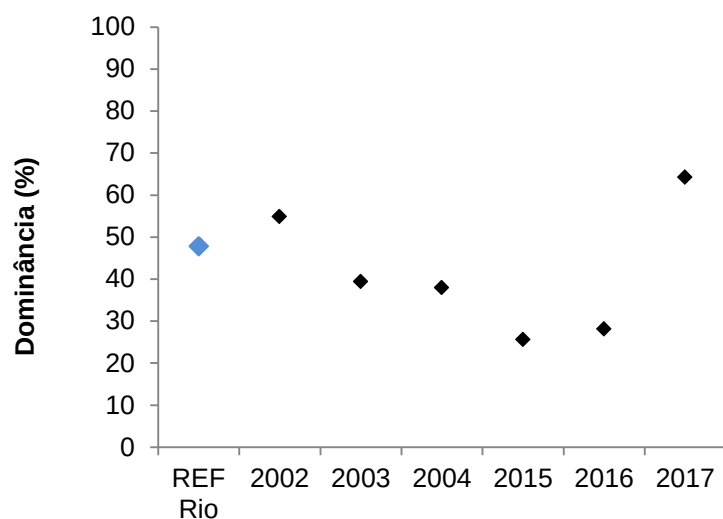
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 243 – Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba

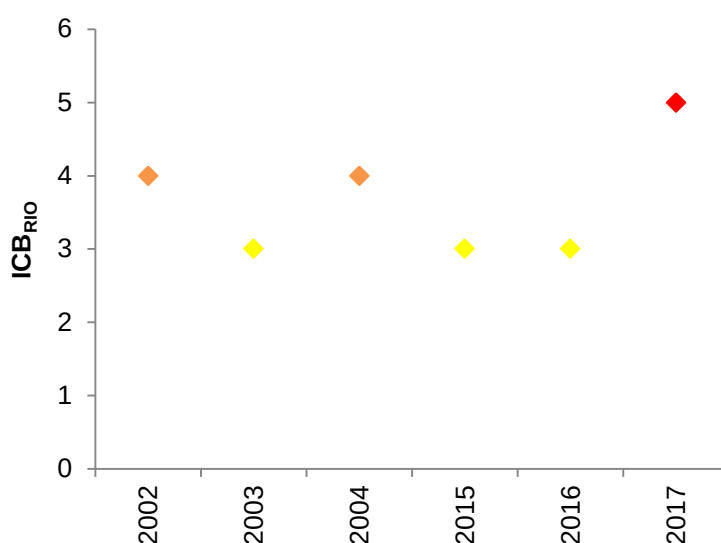


REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 244 – Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Sorocaba



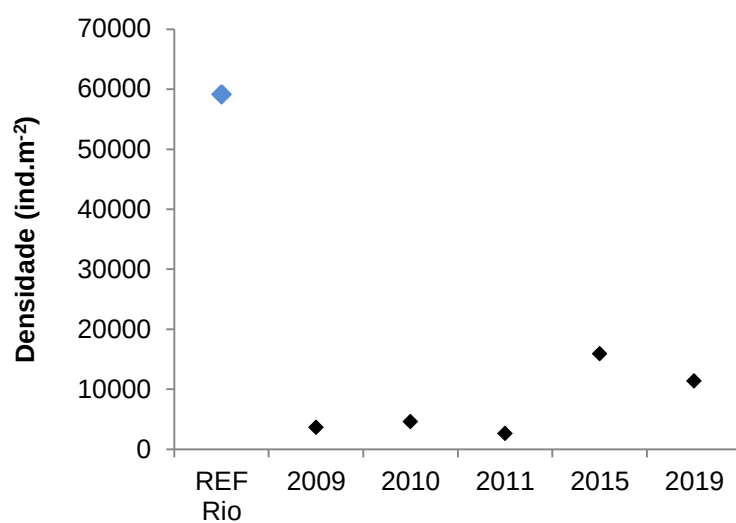
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 245 – Diagnósticos pelo ICB_{RIO} para o rio Sorocaba**Rio Ribeira (em Iporanga)**

O histórico de dados da CETESB para este trecho do rio Ribeira compreende 3 anos consecutivos (2009 a 2011), além de 2015 e 2019. Neste ambiente também foram observados valores de densidade (Gráf. 246) e riqueza (Gráf. 247) aquém das médias em ambientes de referência, mostrando condições restritivas à instalação de uma fauna mais diversificada. Embora, diferentemente dos outros ambientes em rios, a biota do rio Ribeira tenha sido formada principalmente por táxons pertencentes aos insetos, tendo a % de insetos oscilado em torno do valor médio em condições de referência (Gráf. 248), a dominância esteve em geral abaixo da média em ambientes de qualidade ÓTIMA, mas foi observada dominância numérica verdadeira (>50%), por grupos tolerantes (Rhyacodrilinae e Tubificinae sp.) em 2015 (Gráf. 249). Pelos diagnósticos do ICB_{RIO}, o ambiente oscila entre qualidade REGULAR e RUIM (Gráf. 250).

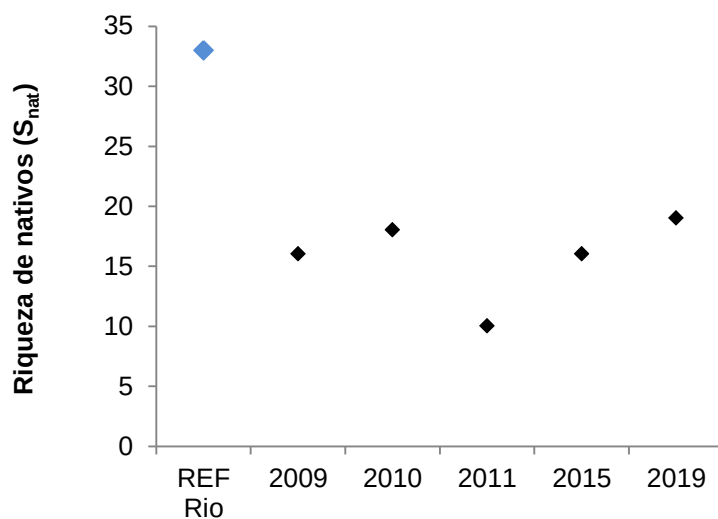
Embora seu entorno seja relativamente preservado, o rio Ribeira sofre a influência de culturas de banana e pupunha e de Pb de antigas minas abandonadas. A queda acentuada na riqueza em 2011 pode ser associada a elevada concentração de Pb nos sedimentos. A partir do qual vem se recuperando, voltando aos valores das métricas de comunidade anteriormente observados, em 2019.

Gráfico 246 – Valores de densidade total (ind.m⁻²) de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira



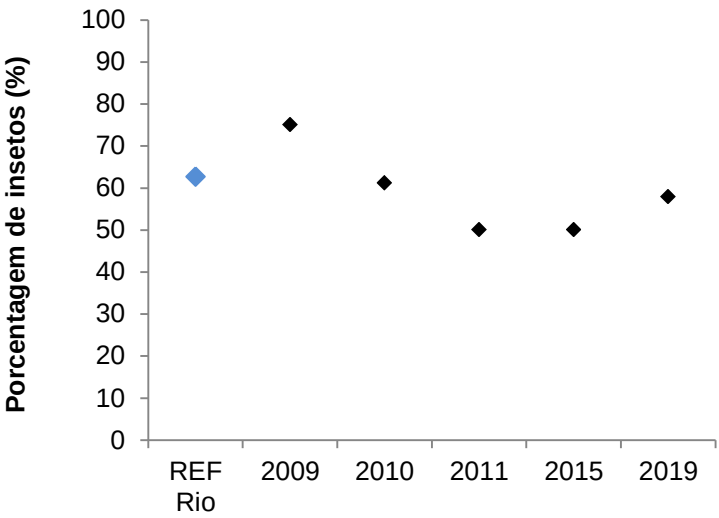
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 247 – Valores de riqueza de nativos (S_{nat}) de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira



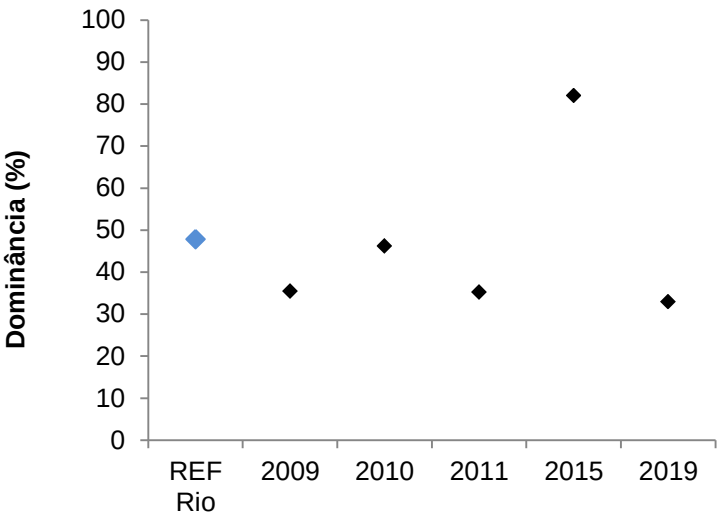
REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 248 – Porcentagem (%) de insetos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira

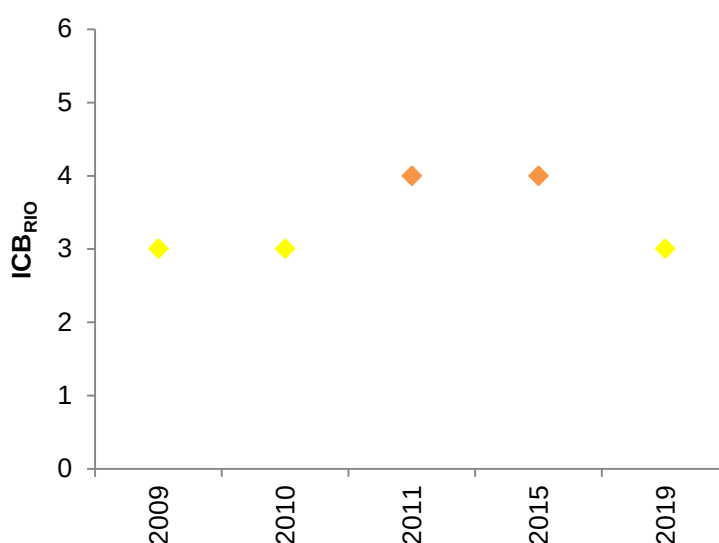


REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 249 – Dominâncias (%) na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Ribeira



REF Rio = valor médio em ambiente referência

Gráfico 250 – Diagnósticos pelo ICB_{RIO} para o rio Ribeira

4 DISCUSSÃO

É amplamente conhecido que a fauna de macroinvertebrados responde às variações temporal e espacial dos ambientes que colonizam. A variabilidade temporal, que gera padrões sazonais de ocorrência e densidade, foi enfrentada em programas de monitoramento pela adoção de um período fixo de avaliação, no caso em estudo, o inverno-seco. Já os padrões espaciais precisam ser compreendidos para que ferramentas adequadas sejam desenvolvidas.

As características espaciais dos ecossistemas aquáticos não apenas diferenciam a fauna de ambientes lóticos e lênticos, como geram em cada um, padrões específicos de zonação. Ecossistemas lóticos são subdivididos, das nascentes à foz, em crenoceno, porção curta onde se localizam as nascentes, ritroceno, trecho mais longo, montanhoso, com alta velocidade de fluxo e, conseqüentemente, de intensa erosão e potamoceno, região final em que predomina a deposição de material fino. A fauna de macroinvertebrados aquáticos do ritroceno é mais estudada em termos zoológicos, ecológicos e quanto a sua aplicação em monitoramento, enquanto que a literatura relacionada a fauna do potamoceno é menos extensa em virtude da maior dificuldade de coleta imposta por estes ambientes mais profundos. No entanto, na rede de monitoramento da CETESB são amostrados predominantemente locais nesta região potamal e é para esses ambientes que os índices apresentados nesse relatório foram desenvolvidos. Na seção transversal destes trechos, o rio pode ser dividido em regiões e habitats deposicional, erosional e canal, cada qual com um grupo de organismos mais adaptado a colonizá-lo. Na rede de monitoramento da CETESB o dado de macroinvertebrados é utilizado na avaliação da qualidade dos sedimentos e, portanto, o diagnóstico de qualidade em rios foi definido para a fauna do habitat deposicional. O fluxo contínuo e unidirecional de água que caracteriza o ambiente lótico não apenas impõe uma dinâmica de deslocamento físico, químico e biológico, como facilita a oxigenação do corpo d'água. Como consequência, para que um rio se torne anóxico é preciso interromper esta dinâmica, como ocorre no trecho do rio Pinheiros entre as usinas de

Pedreira e da Traição, ou usá-lo como receptor de uma massa de carga orgânica superior à sua capacidade de depuração, como vemos ocorrer em vários trechos do rio Tietê, principalmente na cidade de São Paulo. No conjunto de dados da rede de monitoramento o único resultado azóico associado a anoxia de fundo em ambiente lótico foi observado justamente no rio Pinheiros, próximo a Usina elevatória de Pedreira.

Similarmente, ecossistemas lênticos, como reservatórios, possuem um gradiente longitudinal desde a entrada de seus afluentes/formadores até o corpo central. O primeiro setor com maior influência da fauna ribeirinha, um segundo de transição e o último com fauna mais característica de lagos. Além disso, reservatórios e lagos naturais exibem uma zonação transversal imposta pela profundidade. Na região mais próxima à margem, o substrato é mais heterogêneo, a água mais oxigenada pela turbulência provocada pelas ondas, a luz pode atingir o fundo e permitir a instalação da cadeia alimentar baseada na produção primária e pode haver crescimento e/ou acúmulo de macrófitas aquáticas, que servem de habitat, refúgio e alimento para a macrofauna. Consequentemente, é uma região com fauna mais diversa e densa. Na região mais profunda o ambiente é fisicamente mais homogêneo, a granulometria em geral é mais fina, propiciando, juntamente com o efeito da gravidade, a deposição e acúmulo de contaminantes e nutrientes. Além disso, o regime de estratificação pode impor a esta região um período prolongado de anoxia em que nenhuma população bentônica conseguirá colonizá-la. A cadeia alimentar é, predominantemente, a detritívora, havendo possibilidade de formação de uma cadeia baseada na produção primária apenas em ambientes mais rasos, sendo que nestes casos verifica-se maior riqueza.

Ao longo do tempo geológico a fauna de macroinvertebrados ribeirinha se adaptou a estas diferentes dinâmicas de forma que os principais grupos encontrados em riachos do ritroceno não ocorrerão na região profunda do corpo central de reservatórios. Assim, métricas desenvolvidas para o diagnóstico ambiental da qualidade de riachos, como S_{EPT} , atingirão maior amplitude de variação nestes ambientes, perdendo esta amplitude rio abaixo e necessitando até de uma adaptação, com a troca da ordem Plecoptera, essencialmente de ambiente lótico, por Odonata (S_{EOT}), quando aplicadas em ambientes lênticos. Por outro lado, reservatórios são ecossistemas artificiais que, diferentemente de lagos naturais, não tiveram o tempo geológico para desenvolver biota própria, sendo colonizados pelas espécies pertencentes à fauna de seus rios formadores mais adaptadas a viver em habitats de menor fluxo e de substrato mais fino, como remansos e margens de deposição ou associadas às macrófitas aquáticas. Consequentemente, diferentemente de lagos naturais que exibem alta diversidade e endemismo, a diversidade em reservatórios tende a ser inferior à de rios.

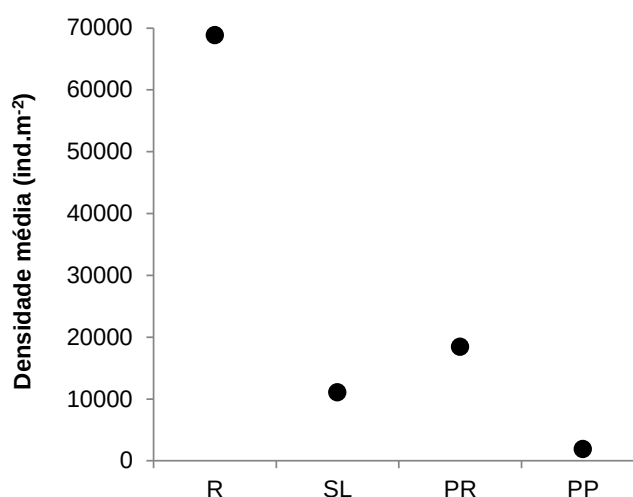
As métricas

A escolha da melhor métrica envolve um balanço entre diferentes critérios (Carlisle & Clements, 1999), que incluem:

1. Poder estatístico, ou seja, sua capacidade matemática de distinguir o gradiente. Neste estudo este poder estatístico foi medido pela correlação com o eixo 1 da PCA, e baixa sobreposição entre as classes de qualidade, medida com os desvios padrão;
2. Baixo coeficiente de variação na condição de referência, de forma a caracterizá-la de forma mais precisa possível;
3. Sensibilidade ao gradiente, ou seja, responder de forma esperada ao gradiente;
4. Relevância ecológica, ou seja deve medir um atributo conhecido da comunidade;
5. Fácil compreensão e cálculo;
6. Adequação regional e ajuste ao ecossistema a ser diagnosticado;
7. Ajuste à variabilidade temporal natural dos ecossistemas e
8. Custo.

Algumas métricas podem ser igualmente úteis para ambientes lóticos e lênticos, mas alcançarão valores diferentes para cada um. O Gráfico 251 mostra a diferença de resposta dos valores médios de densidade total (DT) para os diferentes ambientes. Ambientes ribeirinhos podem atingir densidades muito mais elevadas que reservatórios, uma vez que dificilmente sofrem anoxia, mesmo quando recebem cargas elevadas de esgotos domésticos. Na presença dessas cargas de matéria orgânica, espécies mais tolerantes à depleção de oxigênio e mais adaptadas às alterações de substrato, aumentam muito suas densidades ao se beneficiarem pelo desaparecimento de espécies mais sensíveis, potenciais competidoras ou predadoras, e pela abundância de alimento. Por outro lado, estressores físicos e químicos podem diminuir o valor de DT. Por este caráter variável a densidade total não foi incorporada no índice multimétrico, mas é sempre examinada para explicar o diagnóstico, já que pode ser um indicativo de enriquecimento orgânico, quando muito elevada, ou da presença de estressores físicos ou químicos quando muito reduzida.

Gráfico 251 - Variabilidade espacial dos valores médios da densidade total de macroinvertebrados bentônicos (R = rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)



As métricas de diversidade, ICS (Gráf. 252) e H' (Gráf. 253), exibiram valores médios mais elevados na região sublitoral de reservatórios, pela diferença na discriminação taxonômica entre rios e reservatórios. O ICS foi a única métrica de diversidade que esteve perfeitamente ajustada ($r > 0,800$) com o gradiente em todos os habitats.

Gráfico 252 - Variabilidade espacial dos valores médios de diversidade (ICS) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R = rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)

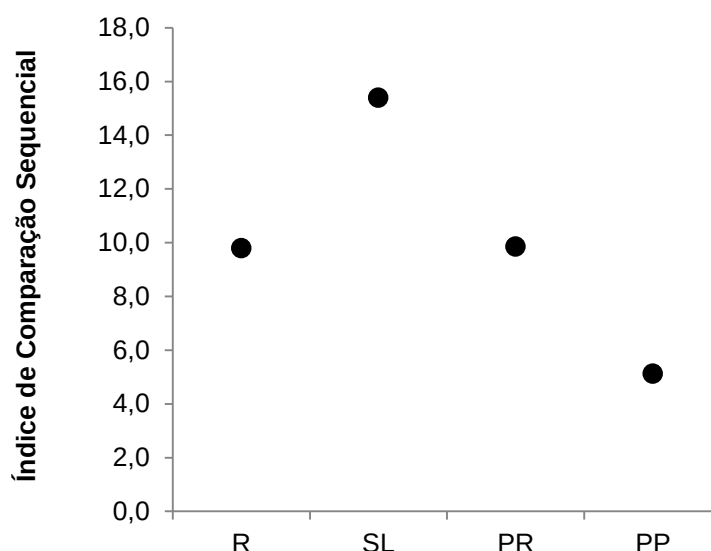
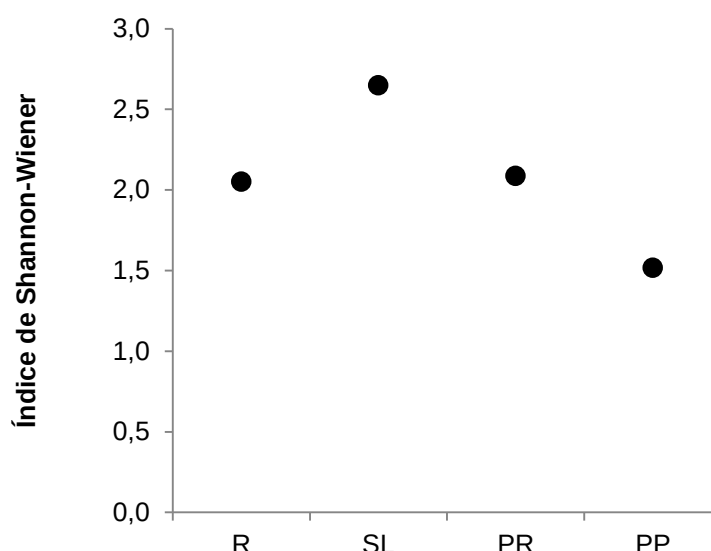


Gráfico 253 - Variabilidade espacial dos valores médios de diversidade (H') da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R = rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)

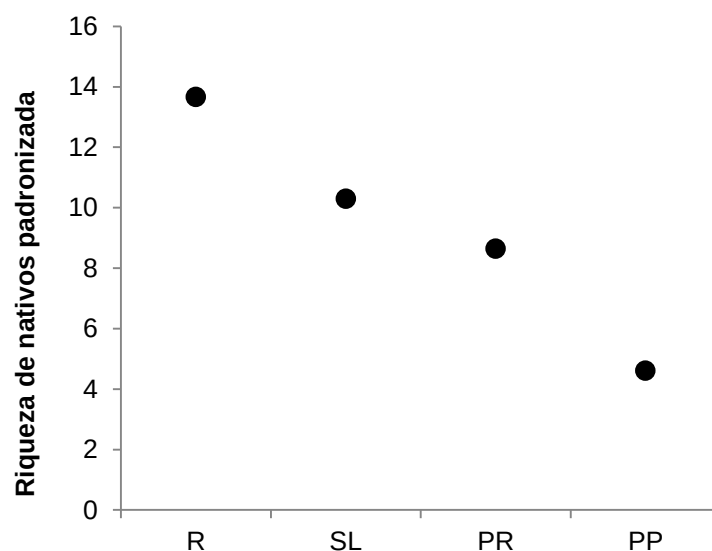


Embora o Índice de Shannon-Wiener (H') seja a métrica de diversidade mais utilizada em biomonitoramento, tanto de ambientes lóticos quanto lênticos (Rosenberg & Resh, 1993) e venha sendo selecionada para compor índices multimétricos em riachos (por exemplo, Suriano et al., 2011), neste

estudo ele foi superado pelo ICS em todos os habitats avaliados, tendo obtido melhor ajuste com o gradiente ($r > 0,800$) apenas nas regiões profunda rasa e profunda profunda de reservatórios. Além disso, não houve diferença em sensibilidade quanto a sua fórmula de cálculo ($\log_2$ ou $\ln$). Este resultado pode dever-se em parte, por sua faixa de oscilação ser mais estreita que a do ICS, mas também por sua aparente sensibilidade a hipótese do distúrbio intermediário. Segundo esta teoria, ambientes em início de enriquecimento orgânico geram mais microhabitats que resultam em uma maior diversidade da fauna, o que explicaria os maiores valores de H' obtidos na classe de qualidade Boa em relação à Ótima. Outra métrica de diversidade, a de Fisher (α) mostrou bom ajuste com o gradiente em rios e nas regiões profunda rasa e profunda profunda de reservatórios. Além disso, obteve melhor correlação com o ICS que H' , em rios. Mas a sensibilidade de seus resultados ao tamanho da amostra impediu que substituísse H' como métrica secundária de diversidade, pois impediria a utilização de estratégias de subamostragem que aceleram a geração do dado. De qualquer maneira, o uso de H' restringia-se às situações em que o ICS não podia ser calculado, o que já não ocorrerá com a recente atualização do programa de cálculo. Assim, será possível trabalhar exclusivamente com o ICS como métrica de diversidade. No entanto, faixas para H' foram mantidas para uso daqueles que tiverem dificuldade para calcular o ICS.

Já os valores médios da riqueza de táxons nativos (S_{nat}), padronizado no nível taxonômico empregado para os rios (predominantemente família), mostraram um comportamento decrescente do ambiente lótico à região profunda profunda de reservatórios (Gráf. 254). Entre as métricas de riqueza, a riqueza de Margalef (S_{Mg}) também obteve excelente ajuste com o gradiente de qualidade ($r > 0,800$) em todos os habitats, mas apenas na profunda rasa de reservatórios ela superou a riqueza de nativos (S_{nat}). Além disso, pela simplicidade de cálculo e, conseqüentemente, de compreensão pelo leigo, S_{nat} foi mantida no índice. Uma métrica similar, a riqueza de famílias (S_{fam}) tem sido selecionada com frequência para compor índices multimétricos em riachos (por exemplo, Baptista, 2013).

Gráfico 254 - Variabilidade espacial dos valores médios de riqueza de nativos (S_{nat}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R = rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)



Ambientes de água corrente são mais favoráveis à colonização e mais diversos, pela oxigenação de suas águas e variedade de tipos de habitats que se formam ao longo de seu percurso. Além disso, como dito anteriormente, a fauna de reservatórios, ambientes criados artificialmente, nada mais é que um subconjunto da fauna ribeirinha.

As condições de ambientes lênticos favorecem organismos de menor tamanho e com hábito de se enterrar, como larvas de Chironomidae (Diptera) e espécies de Oligochaeta (Annelida). Consequentemente, são os grupos mais usados no desenvolvimento de métricas para o diagnóstico ambiental de lagos. Os Gráficos 255 e 256 mostram, ainda, como os valores médios das riquezas de gêneros de Chironomidae e Oligochaeta, respectivamente, diminuem com o aumento da profundidade, mostrando novamente um gradiente de adequação dos habitats à colonização. Como dito anteriormente, as regiões mais rasas dos reservatórios em geral apresentam maior variabilidade de substrato, incluindo a possibilidade de ocorrência de macrófitas e, portanto, são mais diversas que a região mais profunda, de substrato homogeneamente fino, eventualmente contaminado e com hipóxia frequente. Dentre as métricas baseadas nas duas taxocenoses predominantes em reservatórios, a riqueza de Chironomidae (S_{Chi}) foi a única que chegou a exibir bom ajuste com o gradiente de qualidade ($r > 0,800$), mas apenas para a região profunda de reservatórios. Mesmo assim, com valores de correlação inferiores aos de S_{nat} e S_{Mg} , não chegando a ser avaliada como métrica substituta. Os Índices Bióticos testados para reservatórios que contemplavam apenas estes dois grupos taxonômicos também não obtiveram bom resultado.

Gráfico 255 - Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de gêneros de Chironomidae (S_{Chi}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)

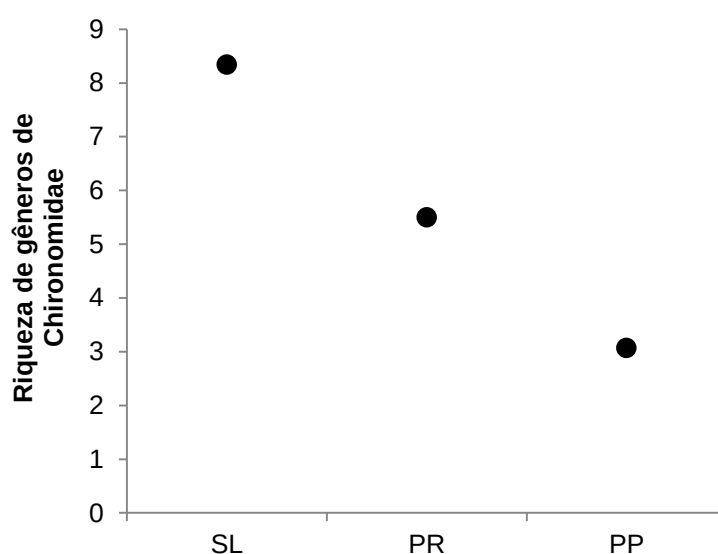
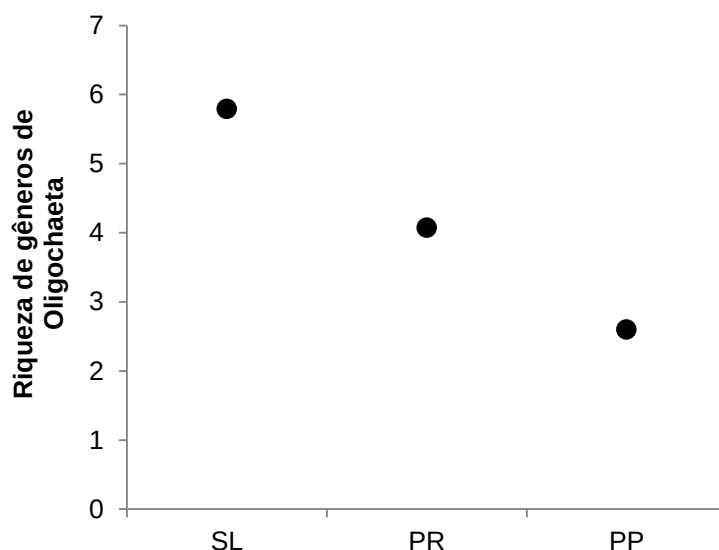


Gráfico 256 - Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de gêneros de Oligochaeta (S_{Oligo}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)



Com relação às métricas de sensibilidade e tolerância removidas, embora tenham respondido na direção esperada do gradiente, tanto S_{sen} (Gráf. 257), aplicada em rios e na região sublitoral de reservatórios, quanto Tt/Chi (Gráf. 258), aplicada na região profunda de reservatórios, exibiram muitos valores nulos e apresentaram baixa faixa de variação, o que reduziu sua sensibilidade. Considerando que Tt/Chi matematicamente deveria oscilar entre 0 e 1, os valores médios não alcançaram nem 20% do valor máximo potencial. Applegate et al. (2007) também eliminaram Tt/Chi , por apresentar valores baixos, no desenvolvimento de um sistema mulimétrico para o rio Ohio. S_{sen} , praticamente corresponde a S_{EPT} e S_{EOT} , somados a 2 gêneros mais sensíveis de Tanytarsini (*Stempellina* e *Stempellinella*) que ocorreram, respectivamente, em 17% dos dados de rios e 19% dos dados de sublitoral. A pouca sensibilidade de S_{sen} e o baixo ajuste de S_{EPT} e S_{EOT} aos gradientes de qualidade demonstram que métricas de reconhecida sensibilidade para o trecho alto da bacia hidrográfica, como S_{EPT} , podem não servir ao diagnóstico ambiental de seus trechos médio e baixo.

Gráfico 257 - Variabilidade espacial dos valores médios da riqueza de sensíveis (S_{sen}) da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R=Rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)

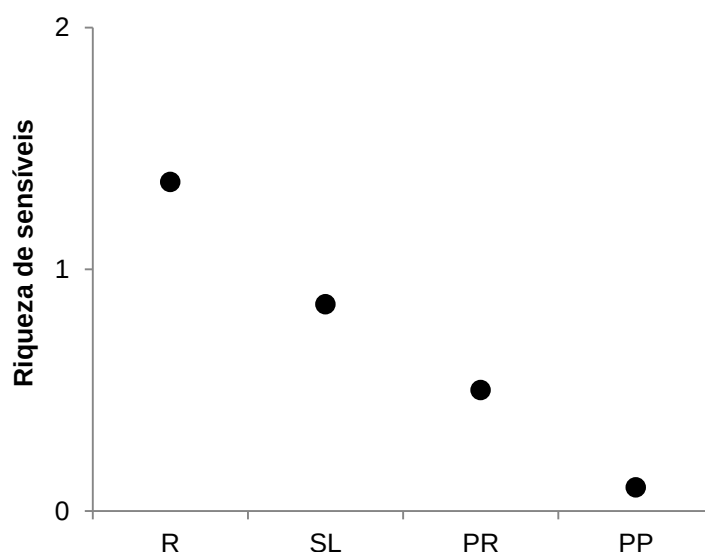
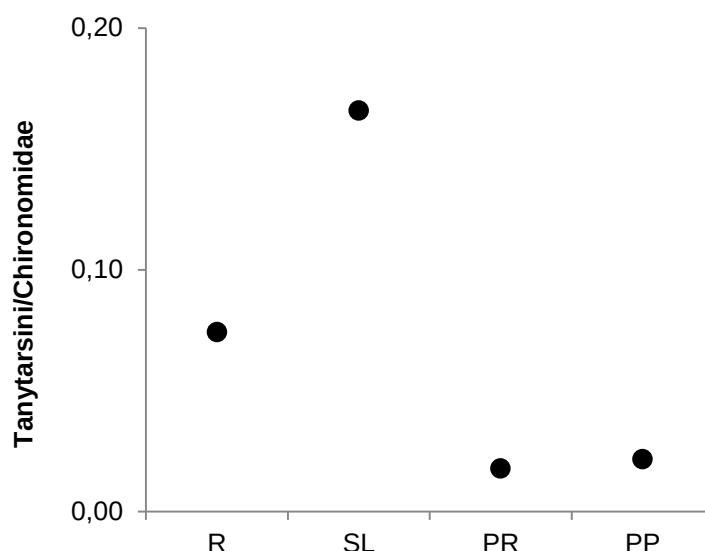
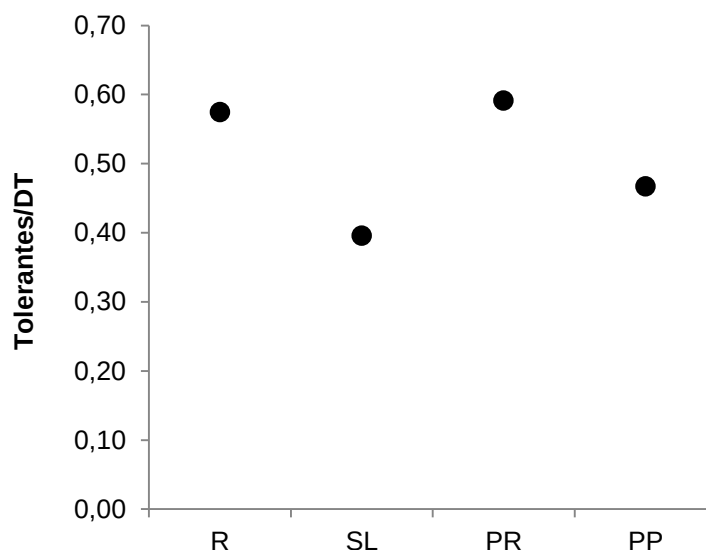


Gráfico 258 - Variabilidade espacial dos valores médios da relação Tanytarsini/Chironomidae na comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R = Rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)



Já T/DT (Gráf. 259), embora tenha oscilado dentro da faixa esperada (0 a 1), apresentou desvios muito elevados, que diminuíram sua capacidade de discriminar as classes de qualidade. Isso porque embora seja conhecido que ambientes fortemente poluídos por esgotos domésticos resultem em dominância por formas tolerantes, a ocorrência concomitante de outras formas de impacto, como químicos tóxicos ou material em suspensão, podem impedir que as densidades de tolerantes aumentem. Além disso, pode haver dominância por táxons semi-tolerantes ou em fase de dispersão, como espécies invasoras.

Gráfico 259 - Variabilidade espacial dos valores médios da relação Tolerantes/DT na comunidade de macroinvertebrados bentônicos (R = Rios; SL= região sublitoral de reservatórios; PR = região profunda rasa de reservatórios; PP = região profunda profunda de reservatórios)



As Tabelas 73 a 76 apresentam as ocorrências de dominância nos diferentes habitats com a respectiva condição de qualidade. Em todos os ambientes a ocorrência de dominância predominou sob condições Muito Ruim a Ruim de qualidade. O ambiente que mais frequentemente exibiu dominância foi a região profunda profunda de reservatórios (62,5% dos dados), seguida da profunda rasa (42,9%), de rios (40,5%) e, em último, a região sublitoral (24,4%). O táxon que mais ocorreu como dominante foi o oligoqueto tubificíneo sem queta capilar *Limnodrilus*, reconhecidamente o mais tolerante dos organismos bentônicos. No entanto, o táxon dominante variou bastante na profunda profunda (Tab. 76), abrangendo táxons tolerantes, semi-tolerantes e espécies exóticas. Também foram observadas dominâncias sob condições Boa e Ótima em rios (Tab. 73) e nas regiões sublitoral (Tab. 74) e profunda profunda (tab. 67) de reservatórios. No primeiro caso, a dominância da tribo Chironomini no local de qualidade Ótima não foi de seu gênero mais resistente (*Chironomus*). Apenas na região profunda rasa a dominância, quando ocorreu, sempre envolveu táxons tolerantes (Tab. 75), mas o número de ambientes neste habitat foi muito pequeno (N=14). Assim, as respostas esperadas das métricas de porcentagem de táxons tolerantes e dominância sofrem interferência pela ocorrência de dominância por táxons semi-tolerantes e de espécies exóticas e pela ação de outros estressores sobre a biota, o que tem sido observado em outros estudos. Por exemplo, a métrica % Dom, foi refutada por Applegate et al. (2007) por exibir baixa resposta, na seleção de métricas para o diagnóstico de qualidade do rio Ohio.

Tabela 73 – Número de ocorrências de dominância em rios associadas às condições de qualidade
(N + P = Naidinae e Pristininae; T + R sqc = Tubificinae e Rhyacodrilinae sem queta capilar)

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
<i>Limnoperna</i>		1			
Aeolosomatidae	1				
N+P	5	3	3	2	
T+R sqc	7	10	6		
Chironomini		5	1		1

Tabela 74 – Número de ocorrências de dominância na região sublitoral de reservatórios associadas às condições de qualidade

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
Bryozoa	1	1	1		
<i>Limnoperna</i>			1	1	1
<i>Aulodrilus</i>	1				
<i>Limnodrilus</i>	6	2			
<i>Dero</i>		1			
<i>Pristina</i>			1		
<i>Aedokritus</i>	1				
<i>Tanypus</i>	1				

Tabela 75 – Número de ocorrências de dominância na região profunda rasa de reservatórios associadas às condições de qualidade

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa
<i>Limnodrilus</i>	2	2	1	5
<i>Chironomus</i>	1			1

Tabela 76 – Número de ocorrências de dominância na região profunda profunda de reservatórios associadas às condições de qualidade

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
<i>Limnoperna</i>		1			
<i>Melanoides</i>			1		
<i>Aulodrilus</i>		1	1	1	1
<i>Branchiura</i>	1	1	2		
<i>Limnodrilus</i>	11	6	3		
<i>Aulophorus</i>	1				
<i>Dero</i>	4	5			
<i>Nais</i>		2			
<i>Pristina</i>		2			
Glossiphoniidae	1				
Hydracarina		2			

Tabela 76 (cont.)

	Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Ótima
<i>Chironomus</i>	2	1			
<i>Goeldichironomus</i>		1			
<i>Polypedilum</i>	1		2		
<i>Coelotanypus</i>				1	
<i>Procladius</i>	1	3	1		

Índices bióticos despontaram e proliferaram nos grupos de pesquisa preocupados em desenvolver ferramentas para o biomonitoramento de riachos nas décadas de 1960-70, especialmente para avaliar os impactos ecológicos de cargas orgânicas. Vários sistemas de medição foram desenvolvidos, principalmente na Europa, e depois adaptados em outros países, inclusive o Brasil. Esta necessidade de adaptação à fauna local, já que se baseiam no uso de indicadores biológicos, muitas vezes de distribuição geográfica não cosmopolita, é a principal restrição para seu uso, pois trata-se de uma métrica de relevância ecológica e de fácil compreensão e aplicação. Posteriormente, foram adaptados para lagos e rios de maior porte (Wiederholm, 1980; Applegate et al., 2007). Todos os índices bióticos construídos no presente trabalho foram testados quanto aos três primeiros critérios de escolha de métricas, ou seja, poder estatístico de distinguir o gradiente, baixo coeficiente de variação na condição de referência e sensibilidade ao gradiente. Além disso, uma vez que os índices bióticos selecionados são qualitativos, atendem também ao último critério, de custo, pois permitem um monitoramento mais rápido e barato, com amostragem mais simples e análise mais rápida. A contagem dos espécimes requereria mais tempo e precisão. Esses índices são também de fácil compreensão e cálculo.

A ponderação, pela divisão da soma das valências pelo número de indicadores usado, foi proposta para tentar diminuir a influência do tamanho da amostra no resultado (Hawkes, 1997), mas não obteve bom resultado nos testes, especialmente com dados de rios, e foi descartada.

Foi interessante notar que, para todos os habitats, as opções que incorporaram os indicadores raros foram as que obtiveram melhor resposta, incluindo aquela escolhida. O uso ou não de táxons raros é controverso na literatura (Melo & Hepp, 2008), que em geral considera raro o táxon cuja abundância relativa é inferior a 0,5% e/ou que apresente frequência relativa inferior a 5%. É importante destacar que o critério que definiu indicador raro neste estudo, na escolha dos indicadores para os índices bióticos, diferiu deste discutido na literatura, tendo sido considerados raros os táxons que ocorreram com frequência máxima de ocorrência até 50% em apenas 1 classe de qualidade e/ou densidades médias, em todas as classes de qualidade, inferiores a 100 ind.m⁻². Se utilizados os dois critérios da literatura, um maior número de indicadores seria descartado.

Outro resultado que pode parecer conflitante foram as diferentes posições obtidas no gradiente para uma mesma família. Entre estes casos destaca-se a família Aelossomatidae que apareceu no extremo tolerante

(valência 1) do gradiente em rios, onde chegou até a exibir dominância, e no extremo de sensibilidade (valência 5) em reservatórios. Este resultado deve estar relacionado as diferenças dos habitats e ao macro gradiente discutido no início. Esta família, que tolera e prolifera em ambientes organicamente poluídos de água corrente, é sensível a poluição sob ausência de fluxo, onde a hipóxia pode ocorrer com mais frequência. Além disso, como dito anteriormente, a fauna de reservatórios é constituída por elementos da fauna do rio que conseguiram tolerar e proliferar sob as novas condições de ausência de fluxo, alteração de substrato e aumento de profundidade.

A aplicação de índices bióticos diferentes para as regiões de amostragem em reservatórios em alguns casos até ganhou alguma precisão, mas seria fator de confusão para sua aplicação. A Tabela 77 reúne os resultados das correlações dos índices bióticos propostos que melhor atenderam aos critérios técnicos acima mencionados para os diferentes tipos de ambientes diagnosticados na rede de monitoramento.

O IB-Res, que utilizou todos os resultados obtidos em reservatórios (N=184) pode ter sido obtido com menos distorção do que, por exemplo, o IB-PR, que contou com um conjunto de dados muito limitado (N=14). E, de forma geral, o IB-Res apresentou-se bem ajustado ao gradiente de qualidade ($r > 0,800$) em todos os habitats de reservatório. Para a região sublitoral, o IB-Res apresentou-se um pouco menos ajustado que a opção de IB gerada só com os dados desta região (IB-SL), quando a correlação foi realizada com os dados utilizados na avaliação, mas obteve melhor ajuste na validação com dados de outros projetos. Similarmente, na região profunda rasa o ajuste foi melhor para o IB desenvolvido com dados desta região (IB-PR), mas os resultados quando utilizados os dados de outros projetos foram similares ao IB-Res. O inverso foi observado para a região profunda profunda, tendo ocorrido melhor ajuste nos dados avaliados e um valor um pouco inferior com o uso de dados de outros projetos. De qualquer maneira, em todos estes casos, pelos resultados das correlações todas as propostas apresentaram bom ajuste com o gradiente de qualidade. Assim, a adoção do IB-Res como índice único para reservatórios tornou-se a melhor opção, principalmente quando considerado o critério de facilidade de entendimento.

Tabela 77 - Correlação entre as propostas de índices bióticos melhor ajustadas aos ambientes a que se destinam

	Rede		outros projetos	
	r	p	r	p
IB-Rio	0,951	7,0E-56	0,981	1,8E-13
IB-Res (Res)	0,990	5,7E-153	0,991	7,0E-55
IB-Res (SL)	0,983	7,8E-58	0,985	7,4E-20
IB-Res (P)	0,967	1,5E-60	0,994	2,1E-35
IB-Res (PP)	0,986	2,9E-67	0,994	8,5E-28
IB-Res (PR)	0,954	1,2E-07	0,995	4,1E-07
IB-SL	0,984	3,1E-58	0,981	1,7E-18
IB-P (P)	0,983	1,3E-74	0,992	3,8E-33
IB-P (PP)	0,981	1,6E-62	0,994	2,2E-27
IB-P (PR)	0,954	1,2E-07	0,993	8,2E-07
IB-PP	0,983	1,4E-64	0,995	8,5E-29
IB-PR	0,969	1,3E-08	0,995	3,4E-07

Os Indicadores

A Tabela 78 lista os 77 táxons de macroinvertebrados selecionados como indicadores biológicos para os índices bióticos a serem aplicados aos rios e reservatórios.

Tabela 78 – Indicadores biológicos da fauna de macroinvertebrados selecionados em rios e reservatórios

Rios	Reservatórios
BRYOZOA	BRYOZOA
Dugesidae	Dugesidae
NEMERTEA	NEMERTEA
Sphaeriidae	Sphaeriidae
Hyriidae	
	Ampullaridae
Ancylidae	
Physidae	Physidae
Planorbidae	
Aeolosomatidae	Aeolosomatidae
Enchytraeidae	Enchytraeidae
Tubificinae sqc	<i>Limnodrilus</i>
Rhyacodrilinae sqc	<i>Bothrioneurum</i>
Tubificinae cq	<i>Aulodrilus</i>
Rhyacodrilinae cq	<i>Branchiura</i>
Naidinae	<i>Chaetogaster</i>
	<i>Dero</i>
	<i>Haemonais</i>
	<i>Nais</i>
	<i>Slavina</i>
	<i>Stephensoniana</i>
	<i>Pristina</i>
Pristininae	
Megadrili	
Opistocystidae	<i>Opistocysta</i>
Glossiphoniidae	Glossiphoniidae
Hydracarina	Hydracarina
Ceratopogonidae	Ceratopogonidae
Chironomini	<i>Aedokritus</i>
	<i>Asheum</i>
	<i>Axarus</i>
	<i>Chironomus</i>
	<i>Cladopelma</i>
	<i>Cryptochironomus</i>
	<i>Dicrotendipes</i>
	<i>Fissimentum</i>
	<i>Goeldichironomus</i>
	<i>Nilothauma</i>
	<i>Parachironomus</i>
	<i>Paralauterborniella</i>
	<i>Pelomus</i>

Tabela 78 (cont.)

Rios	Reservatórios
	<i>Polypedilum</i>
	<i>Saetheria</i>
	<i>Stenochironomus</i>
	<i>Zavreliella</i>
Tanytarsini	<i>Caladomyia</i>
	<i>Tanytarsus</i>
Tanypodinae	<i>Ablabesmyia</i>
	<i>Coelotanypus</i>
	<i>Labrundinia</i>
	<i>Procladius</i>
	<i>Tanypus</i>
Orthochadiinae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Muscidae	
Simuliidae	
Tipulidae	
Gomphidae	
Libellulidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Veliidae	
Curculionidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Staphylinidae	
Baetidae	
Caenidae	
Leptohyphidae	
Leptophlebiidae	
	Polymitarcyidae
Gripopterygidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Leptoceridae	Leptoceridae
	Polycentropodidae

Metade dos táxons selecionados, desconsiderando a diferença taxonômica, foram os mesmos para os dois tipos de ambiente. Três foram exclusivos para reservatórios e 28 para rios. Em compensação, a identificação ao nível genérico introduz nos reservatórios 25 indicadores a mais. É interessante notar que, os gêneros de Tanytarsini que vinham sendo considerados no cômputo de S_{sen} , não apareceram na

listagem de reservatórios, dada sua rara ocorrência (*Stempellina* e *Stempellinella*) ou ausência (*Constempellina*) no conjunto de dados.

Índices Multimétricos

Como afirmado por Cairns (2002), “nenhuma métrica sozinha supre todas as informações necessárias ao diagnóstico”. Ao reunir diferentes métricas em um índice multimétrico para o diagnóstico de qualidade ambiental procura-se contemplar diferentes atributos da comunidade para uma visão mais completa de seu estado. Os índices multimétricos nasceram no início da década de 1980 em estudos com a ictiofauna, sendo posteriormente adaptado para macroinvertebrados aquáticos de ambientes lóticos de pequeno e médio porte (Applegate et al., 2007). Só em 1995 foi desenvolvido um índice multimétrico para um rio de grande porte, o rio Ohio (Applegate et al., 2007) e posteriormente para rios de grande porte em outros trechos da mesma bacia (Blocksom; Johnson, 2009) e, em 1998, para lagos e reservatórios (USEPA, 1998). Muitas das métricas sugeridas para aplicação com bentos pela USEPA (1998) foram testadas neste relatório: S, H', DT, Dom, S_{EOT} e % filtradores. A CETESB vem empregando a abordagem multimétrica desde 1998, como anteriormente relatado.

A Tabela 79 apresenta a diferença de ajuste entre os diagnósticos relacionados ao gradiente do eixo 1 da PCA e os obtidos pelos índices multimétricos antigos (antes) e os agora propostos (depois). Em todos os habitats os novos índices apresentam-se melhor ajustados ao gradiente.

Tabela 79 - Correlações entre os diagnósticos relacionados ao eixo 1 das PCAs e os diagnósticos calculados pelos Índices Multimétricos

	antes		depois	
	r	p	r	p
ICB _{RIO}	0,885	1,2E-37	0,971	1,70E-69
ICB _{RES-SL}	0,872	2,6E-25	0,981	1,3E-55
ICB _{RES-P}	0,932	2,1E-45	0,942	1,4E-48
ICB _{RES}			0,960	7,1E-100
ICB _{RES-PP}			0,936	2,2E-40
ICB _{RES-PR}			0,950	2,0E-07

Para reservatórios avaliou-se também as possibilidades de fundir todos os habitats em um único índice (ICB_{RES}) ou desmembrar a profundal em profundal rasa (ICB_{RES-PR}) e profundal profunda (ICB_{RES-PP}), uma vez que foi observado que pela atual abordagem há uma tendência à superestimação da qualidade no primeiro caso e subestimação no segundo. A Tabela 80 mostra os diagnósticos resultantes de acordo com a abordagem única (ICB_{RES}) ou diferenciadas: ICB_{RES-SL} e ICB_{RES-P} / ICB_{RES-SL}, ICB_{RES-PR} e ICB_{RES-PP}.

Tabela 80 - Diferenças de diagnóstico para as diferentes abordagens testadas para reservatórios

	ICB _{RES}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-P}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-PR} ICB _{RES-PP}
BILL 02100 SL - 2002	3	4	4
GUAR 00100 SL - 2002	4	5	5
TIBB 02100 SL - 2003	3	5	5
NOVA 00800 SL - 2003	3	4	4
BILL 02100 SL - 2003	3	4	4
RGDE 02900 SL - 2003	4	5	5
RGDE 02100 SL - 2003	4	5	5
GUAR 00900 - SL 2003	3	4	4
PEBA 00900 SL - 2003	3	4	4
BILL 02100 SL - 2004	5	5	5
RGDE 02900 SL - 2004	3	4	4
RGDE 02300 SL - 2004	3	5	5
GUAR 00900 SL - 2004	3	5	5
PEBA 00900 SL - 2004	2	2	2
BILL 02100 SL - 2005	4	5	5
GUAR 00900 SL - 2005	4	5	5
TIBB 02900 SL - 2005	3	3	3
SOIT 02900 SL - 2005	3	5	5
BILL 02100 SL - 2006	3	4	4
GUAR 00900 SL - 2006	3	5	5
TIBB 02900 SL - 2006	2	3	3
TIBA 02800 SL - 2006	2	2	2
JNDI 00450 SL - 2006	3	3	3
ATSG 02800 SL - 2006	4	5	5
PASG 02800 SL - 2006	2	2	2
TITR 02100 SL - 2006	2	3	3
BILL 02100 SL - 2007	4	5	5
GUAR 00900 SL - 2007	3	4	4
TIBB 02900 SL - 2007	3	5	5
TIBA 02800 SL - 2007	2	2	2
JNDI 00450 SL - 2007	4	5	5
ATSG 02800 SL - 2007	3	4	4
PASG 02800 SL - 2007	3	5	5
TITR 02100 SL - 2007	2	3	3
TIPR 02800 SL - 2007	2	3	3
PARN 02900 SL - 2007	1	1	1
PARN 02080 SL - 2007	3	3	3
BILL 02100 SL - 2008	4	5	5
ATSG 02800 SL - 2008	2	2	2
PARN 02900 SL - 2008	2	2	2
SOIT 02900 SL - 2008	3	4	4
PARP 02700 SL - 2008	2	3	3
TIBI 02900 SL - 2008	2	2	2
BILL 02100 SL - 2009	3	4	4
ATSG 02800 SL - 2009	2	2	2

Tabela 80 (cont.)

	ICB _{RES}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-P}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-PR} ICB _{RES-PP}
SOIT 02900 SL - 2009	3	4	4
PARP 02700 SL - 2009	4	5	5
JARI 00800 SL - 2009	2	2	2
JUQI 00810 SL - 2009	4	5	5
BILL 02100 SL - 2010	3	5	5
JARI 00800 SL - 2010	1	1	1
BILL 02100 SL - 2011	3	3	3
JARI 00800 SL - 2011	2	2	2
RGDE 02900 SL - 2011	3	3	3
MOCA 02300 SL - 2011	3	4	4
BILL 02100 SL - 2012	4	5	5
MOCA 02300 SL - 2012	3	3	3
JAGJ 00200 SL - 2012	1	1	1
BILL 02100 SL - 2013	3	4	4
JAGJ 00250 SL - 2013	1	1	1
GUAR 00900 SL - 2013	2	2	2
RCAB 00500 SL - 2013	3	3	3
PAXA 02900 SL - 2013	2	2	2
TOMZ 02990 SL - 2013	3	4	4
ISOL 02900 SL - 2013	2	3	3
BILL 02100 SL - 2014	3	5	5
SOIT 02850 SL - 2014	3	5	5
TIPR 02800 SL - 2014	2	2	2
NOVA 00800 SL - 2014	3	3	3
SANT 00800 SL - 2014	2	3	3
CAFR 00300 SL - 2014	3	4	4
JURU 02600 SL - 2014	2	3	3
IUNA 00950 SL - 2015	3	5	5
GRAM 02900 SL - 2015	2	2	2
BIRP 00500 SL - 2015	4	5	5
JQJU 00900 SL - 2015	2	2	2
BIRP 00500 SL - 2016	3	5	5
JQJU 00900 SL - 2016	2	3	3
GUAR 00100 PR - 2002	5	4	5
RGDE 02100 PR - 2003	4	3	5
PEBA 00900 PR - 2003	4	3	4
RGDE 02300 PR - 2004	5	4	5
PEBA 00900 PR - 2004	3	3	4
PASG 02800 PR - 2006	3	2	3
PASG 02800 PR - 2007	2	1	2
MOCA 02300 PR - 2012	3	2	3
RGDE 02030 PR - 2016	4	3	4
RGDE 02030 PR - 2017	3	2	4
PEBA 00900 PR - 2017	5	4	5

Tabela 80 (cont.)

	ICB _{RES}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-P}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-PR} ICB _{RES-PP}
PIRE 02999 PR - 2018	4	3	3
COGR 00900 PR - 2019	3	2	3
RLAN 02500 PR - 2019	2	1	2
BILL 02100 PP - 2002	5	5	5
TOMZ 02990 PP - 2003	5	4	4
TIBB 02100 PP - 2003	4	3	3
NOVA 00800 PP - 2003	5	4	4
BILL 02100 PP - 2003	5	5	5
RGDE 02900 PP - 2003	5	4	4
GUAR 00900 PP - 2003	5	5	5
BILL 02100 PP - 2004	5	5	5
RGDE 02900 PP - 2004	5	5	5
GUAR 00900 PP - 2004	5	4	4
BILL 02100 PP - 2005	5	5	5
GUAR 00900 PP - 2005	5	5	5
TIBB 02900 PP - 2005	4	4	3
SOIT 02900 PP - 2005	5	5	4
BILL 02100 PP - 2006	5	5	5
GUAR 00900 PP - 2006	4	4	3
TIBB 02900 PP - 2006	4	4	4
TIBA 02800 PP - 2006	5	5	4
JNDI 00450 PP - 2006	5	4	4
ATSG 02800 PP - 2006	5	4	4
TITR 02100 PP - 2006	3	2	2
BILL 02100 PP - 2007	5	5	5
GUAR 00900 PP - 2007	5	5	5
TIBB 02900 PP - 2007	5	4	4
TIBA 02800 PP - 2007	4	4	3
JNDI 00450 PP - 2007	4	4	3
ATSG 02800 PP - 2007	5	4	4
TITR 02100 PP - 2007	3	3	2
TIPR 02800 PP - 2007	4	3	3
PARN 02900 PP - 2007	5	4	4
PARN 02080 PP - 2007	5	4	4
BILL 02100 PP - 2008	5	5	5
ATSG 02800 PP - 2008	5	5	4
PARN 02900 PP - 2008	5	5	5
SOIT 02900 PP - 2008	5	5	5
PARP 02700 PP - 2008	4	3	3
TIBI 02900 PP - 2008	2	2	1
BILL 02100 PP - 2009	5	5	5
ATSG 02800 PP - 2009	5	4	4
SOIT 02900 PP - 2009	5	4	4
PARP 02700 PP - 2009	3	2	2

Tabela 80 (cont.)

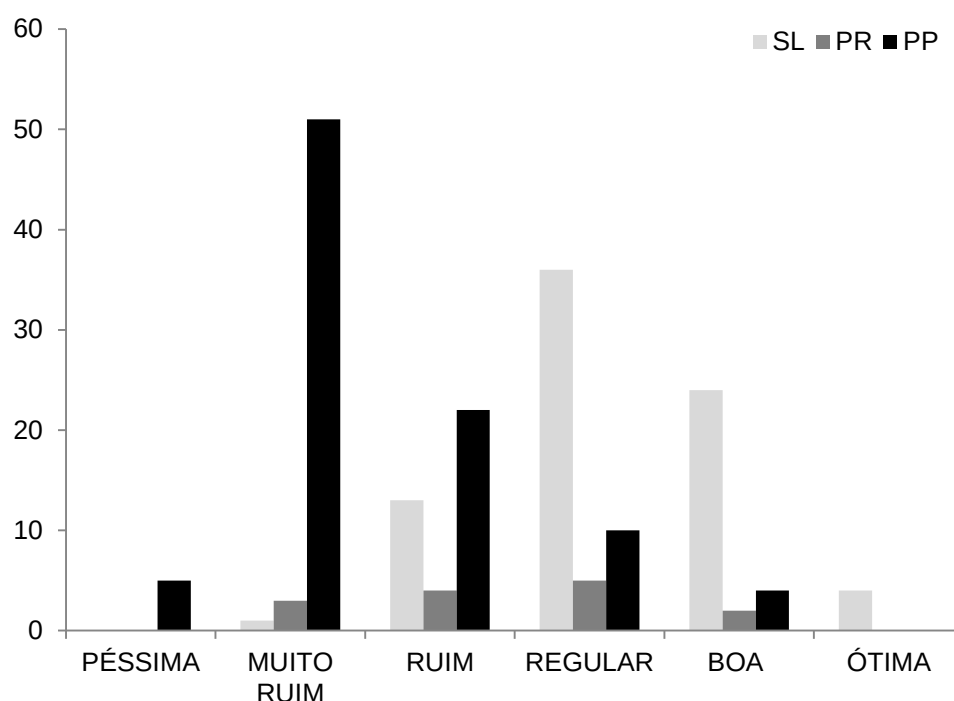
	ICB _{RES}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-P}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-PR} ICB _{RES-PP}
JARI 00800 PP - 2009	4	4	4
JUQI 00810 PP - 2009	3	2	2
BILL 02100 PP - 2010	5	5	5
JARI 00800 PP - 2010	5	5	4
BILL 02100 PP - 2011	5	4	4
JARI 00800 PP - 2011	4	4	3
RGDE 02900 PP - 2011	5	5	4
MOCA 02300 PP - 2011	3	2	2
BILL 02100 PP - 2012	5	5	5
JAGJ 00200 PP - 2012	2	1	1
BILL 02100 PP - 2013	6	6	6
JAGJ 00250 PP - 2013	3	2	2
GUAR 00900 PP - 2013	3	2	2
RCAB 00500 PP - 2013	5	5	5
PAXA 02900 PP - 2013	4	3	3
TOMZ 02990 PP - 2013	4	4	4
ISOL 02900 PP - 2013	4	3	3
BILL 02100 PP - 2014	5	4	4
SOIT 02850 PP - 2014	5	4	4
TIPR 02800 PP - 2014	2	1	1
NOVA 00800 PP - 2014	4	3	3
SANT 00800 PP - 2014	5	4	4
CAFR 00300 PP - 2014	3	2	2
JURU 02600 PP - 2014	5	4	4
IUNA 00950 PP - 2015	6	6	6
GRAM 02900 PP - 2015	6	6	6
BIRP 00500 PP - 2015	4	4	4
JQJU 00900 PP - 2015	6	6	6
GRAM 02900 PP - 2016	5	4	4
BIRP 00500 PP - 2016	4	4	3
JQJU 00900 PP - 2016	5	4	4
BITQ 00100 PP - 2016	4	4	4
PEBA 00900 PP - 2016	5	4	4
CACH 00500 PP - 2016	5	5	5
BITQ 00100 PP - 2017	4	4	3
BIRP 00500 PP - 2017	4	3	3
BJAU 03500 PP - 2017	4	3	3
BROA 02800 PP - 2017	5	5	5
PARD 02050 PP - 2018	3	2	2
RAIN 00880 PP - 2018	5	4	4
NOVA 00800 PP - 2018	5	5	4
PEBA 00900 PP - 2018	4	3	3
RGDE 02400 PP - 2018	5	5	5
ACLA 00900 PP - 2018	2	1	1

Tabela 80 (cont.)

	ICB _{RES}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-P}	ICB _{RES-SL} ICB _{RES-PR} ICB _{RES-PP}
BROA 02800 PP - 2018	3	2	2
ATSG 02800 PP - 2019	5	5	5
JNDI 00450 PP - 2019	5	5	5
RGDE 02400 PP - 2019	5	5	5
BILL 02100 PP - 2019	6	6	6
GUAR 00900 PP - 2019	5	5	4
MOCA 02900 PP - 2019	4	3	3

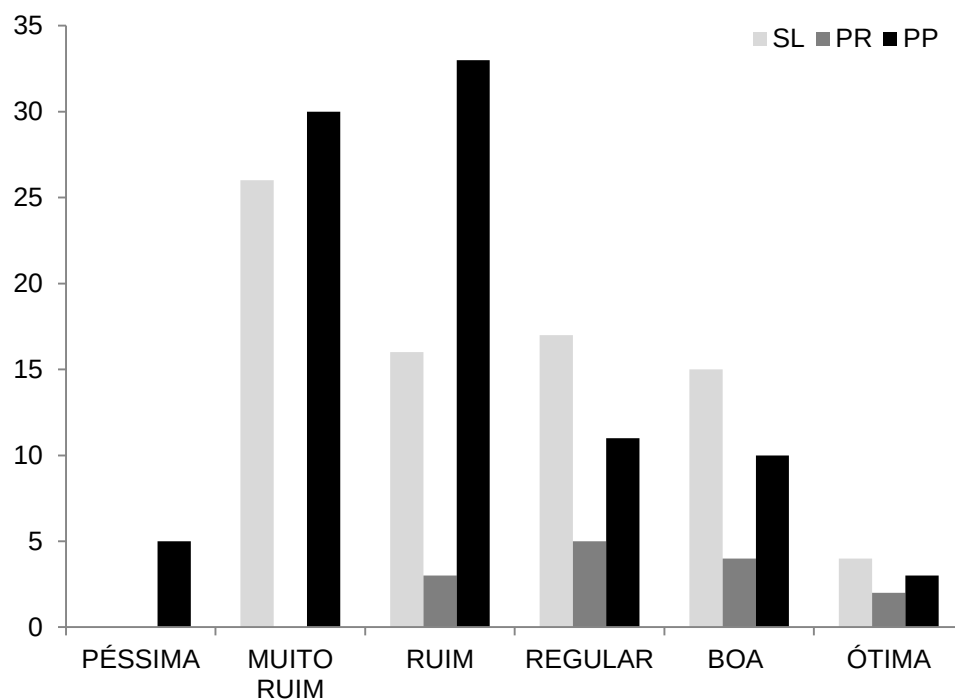
Considerando o IB-Res como métrica padronizada para os diferentes ambientes, e utilizando uma única faixa de valores, esta distorção permaneceria (Gráf. 260).

Gráfico 260 - Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando as mesmas faixas de ICB_{RES}



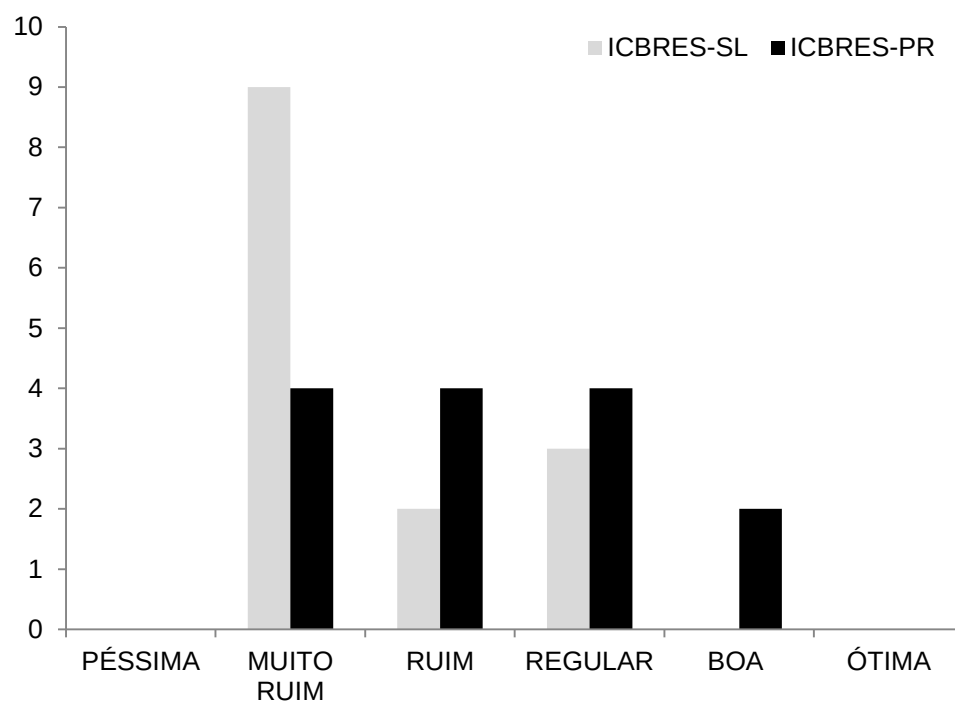
Se fossem mantidas as mesmas faixas para a região profunda rasa e profunda, distinguindo apenas a sublitoral, os diagnósticos da região sublitoral piorariam pois anteriormente estariam superestimados e os da região profunda rasa sofreria um deslocamento para a direita (superestimação), surgindo a condição Ótima e desaparecendo a condição Muito Ruim (Gráf. 261).

Gráfico 261 - Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando faixas distintas para sublitoral (ICB_{RES-SL}) e profundo (ICB_{RES-P})



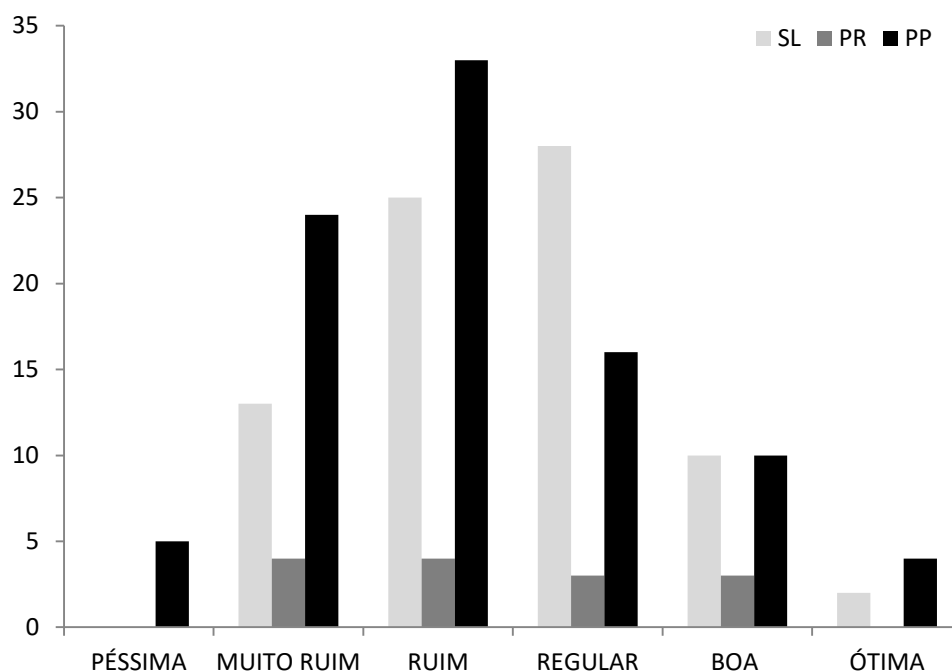
Se mantivéssemos o procedimento de aplicar o ICB_{RES-SL} aos dados de profundo rasa, subestimariam sua qualidade (Gráf. 262).

Gráfico 262 - Distribuição dos diagnósticos para os ambientes profundo rasos de reservatórios, considerando o uso do ICB_{RES-SL} e do ICB_{RES-PR}



Ao se aplicar faixas distintas para os diferentes habitats (ICB_{RES-SL} ; ICB_{RES-PR} ; ICB_{RES-PP}), uma melhor distribuição de diagnósticos é gerada, com ocorrência da condição Ótima para a região profunda mais profunda e diagnósticos mais realistas para a região sublitoral e profunda rasa (Gráf. 263).

Gráfico 263 - Distribuição dos diagnósticos dos diferentes habitats de reservatórios, considerando faixas distintas de ICB_{RES} (ICB_{RES-SL} ; ICB_{RES-PR} ; ICB_{RES-PP})



Assim, pode-se concluir que os resultados mostraram melhor precisão quando a profunda foi dividida em profunda e rasa. Dos 92 diagnósticos de profunda profunda, a grande maioria (80, 77,4%) teria o mesmo diagnóstico se aplicado o ICB_{RES-P} ou o ICB_{RES-PP} . Os outros 12 (11,3%) casos melhorariam em 1 classe seu diagnóstico. Por outro lado, dos 14 diagnósticos de profunda rasa, a grande maioria (12, 85,7%) pioraria seu diagnóstico em até 2 classes de qualidade e apenas 2 (14,3%) casos manteriam o mesmo diagnóstico.

O uso de um único índice para a profunda, como tem sido feito, resultaria em uma possibilidade de erro de cerca de 22,6% no diagnóstico. Ou seja, dos 106 diagnósticos de profunda, 24 estariam equivocados, tanto para pior (profunda profunda) quanto para melhor (profunda rasa).

Embora o ideal seja o uso do sistema multimétrico, como anteriormente apontado, o bom ajuste dos índices bióticos desenvolvidos abrem a possibilidade de aplicação de um programa mais rápido, qualitativo, de diagnóstico só com o uso destas métricas. A Tabela 81 mostra o resultado da comparação entre os diagnósticos realizados com os índices multimétricos e os índices bióticos. Em todos os ambientes houve uma alta correspondência de resultados, tendo sido mais elevados para a região profunda de reservatórios (95%), seguida da região sublitoral (90%), profunda rasa (86%) e, por último,

para rios (71%). No restante dos casos, o IB mais frequentemente superestimou a qualidade do ambiente em reservatórios, e subestimou em rios.

Tabela 81 – Comparação entre os diagnóstico dos índices multimétricos e bióticos

	Rio	Reservatórios		
		SL	PR	PP
N	111	78	14	92
igual	79	70	12	87
IB sub	18	3	1	1
IB super	14	5	1	4

Os impactos da bioinvasão são amplos e envolvem toda a comunidade aquática. Existem várias espécies exóticas reconhecidamente invasoras ou com potencial de invasão associadas a macrofauna bentônica, mas apenas quatro tem sido identificadas e contadas nas amostragens da rede de monitoramento: *Lumbriculus variegatus*, *Corbicula* spp, *Limnoperna fortunei* e *Melanoides tuberculatus*. O Gráfico 264 mostra a frequência de ocorrência (%) de cada uma nos diferentes habitats e o Gráfico 265 as densidades médias (ind.m⁻²) correspondentes. O oligoqueto *Lumbriculus variegatus*, a espécie exótica mais recentemente detectada (Marchese et al., 2015) na fauna aquática brasileira dentre as quatro, só foi amostrado em rios, onde atingiu densidade média só inferior à das espécies de *Corbicula*. Estas últimas, foram as mais frequentemente observadas em rios, mas também ocorreram em reservatórios, especialmente nas porções mais rasas, como a região sublitoral e a profunda rasa, onde alcançou sua maior densidade média. Já a outra espécie de molusco bivalve, *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado), embora ocorra tanto em ambientes lóticos quanto lênticos, é na região sublitoral destes últimos que tem desenvolvido melhor sua população. O gastrópodo *Melanoides tuberculatus* também ocorreu em todos os habitats mas, como *Lumbriculus*, não apresentou densidades muito elevadas.

Gráfico 264 – Frequência de ocorrência (%) de espécies exóticas invasoras da macrofauna bentônica nos diferentes habitats amostrados na rede de monitoramento da CETESB

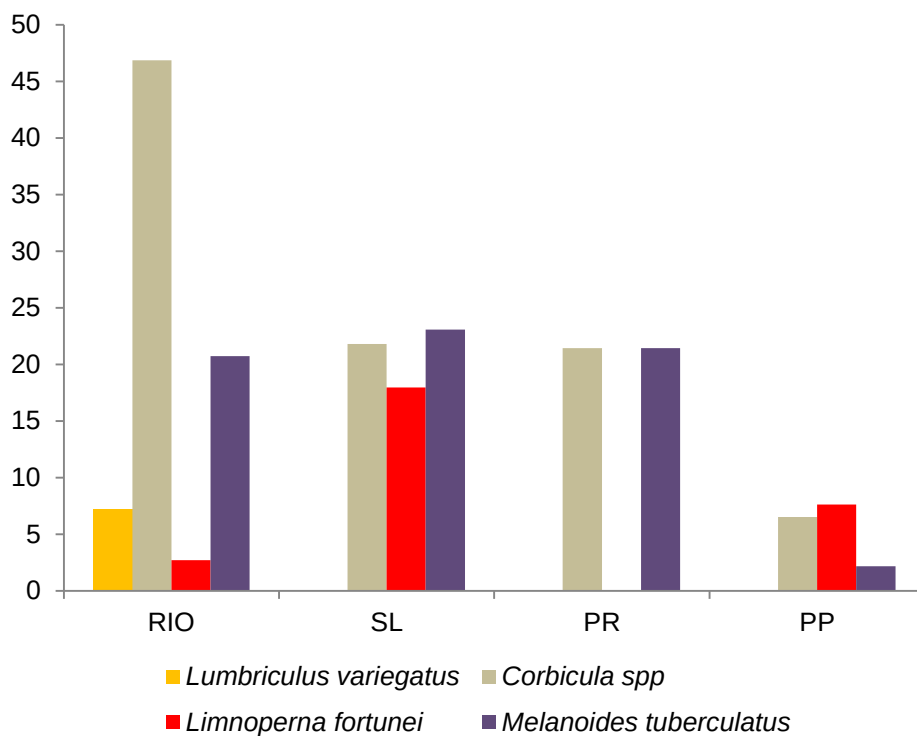
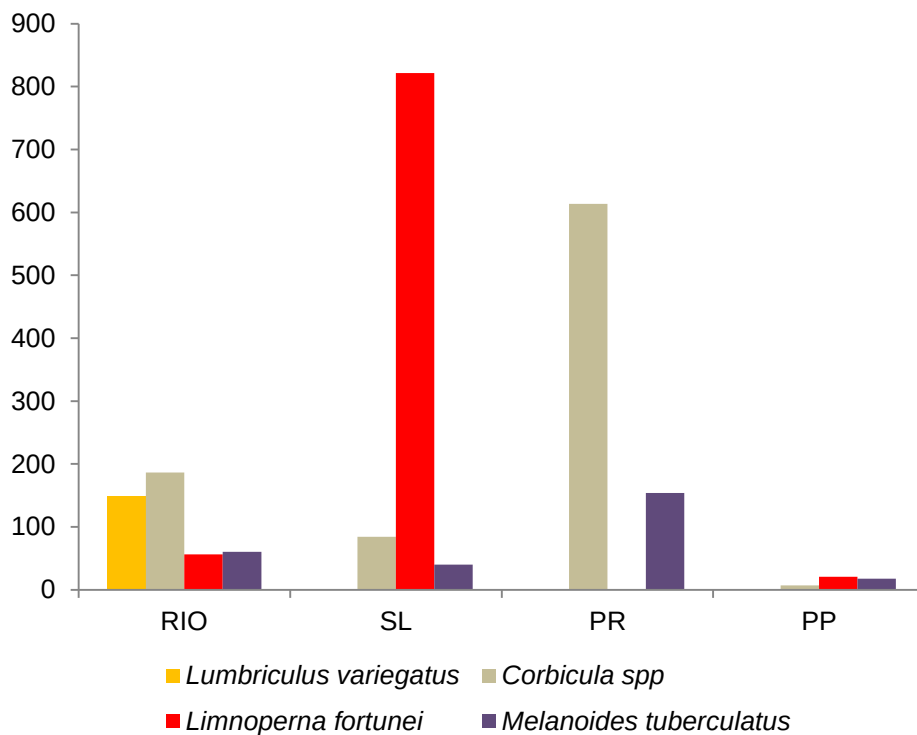


Gráfico 265 – Densidades médias (ind.m⁻²) de espécies exóticas invasoras da macrofauna bentônica nos diferentes habitats amostrados na rede de monitoramento da CETESB



A incorporação da questão das espécies exóticas no diagnóstico ambiental tem sido motivo de confusão (Gabriels et al., 2005) e a solução encontrada pela USEPA (Barbour et al., 1999) foi simplesmente subtrair estas espécies do cálculo de riqueza, como já adotado. Arbaciauskas et al. (2008) apontaram a riqueza e abundância como os atributos mais relevantes para avaliar o problema e que reunimos no Índice de Exóticas (IE). A União Europeia optou por uma abordagem mais ampla, realizando o diagnóstico do problema por corpo d'água, considerando as espécies exóticas de toda a biota aquática (Cardoso; Free, 2008).

Dentre as alternativas de tratamento testadas para abordar a questão da bioinvasão neste relatório, a piora em uma classe foi a única que garantiria que ambientes onde espécies exóticas se instalaram nunca exibam diagnóstico ótimo para sua qualidade ecológica, no entanto, em alguns ambientes ela criou uma nova situação de qualidade péssima não associada à ausência total de macroinvertebrados. Quando seria desejável manter a discriminação desta condição azóica, em que a qualidade do ambiente é tão baixa que não permite a instalação de nenhuma população de macroinvertebrados.

Se considerarmos que o impacto de espécies exóticas invasoras na biota de um determinado ambiente já é diretamente medida pelas métricas de riqueza de espécies nativas e diversidade, uma vez que pode envolver a exclusão local de espécies nativas por competição ou predação e dominância. Sendo assim, as métricas relacionadas à EEI, como riqueza de EEI, sua abundância relativa ou o índice de exóticas podem ser utilizados para discutir o resultado final do ICB, relacionando-o com possíveis fontes de estresse, atual ou futura, à biota, da mesma forma que são utilizadas as medidas de densidade e continuará a ser utilizada a métrica dominância de tolerantes (T/DT). Desta maneira, a qualidade ótima na presença de espécies exóticas refletiria um momento no processo de bioinvasão, prévio à observação do impacto, mas seria expresso na discussão em texto o risco futuro para a biota.

Mesmo reunindo o resultado de diferentes métricas em um índice, é importante que cada métrica que compõe o multimétrico e outras métricas complementares, continuem a ser avaliadas separadamente, como a densidade total, a dominância por táxons tolerantes e a medida de bioinvasão, para as discussões do diagnóstico e para buscar inferências causais, juntamente com medidas de estressores (físicos e químicos) e de efeitos ecotoxicológicos potenciais em laboratório para uma avaliação mais ampla e precisa da qualidade ecológica de um local.

5 CONCLUSÕES

A avaliação crítica realizada dos índices atuais, incluindo suas métricas individuais, indicou que os três ICBs em uso pela CETESB exibiram boa performance, mostrando a adequação das faixas de qualidade para os descritores que os compõem. No entanto, as métricas T/DT , S_{sen} e Tt/Chi mostraram baixa capacidade discriminatória pelos altos desvios e/ou grande número de valores nulos e H' apresentou inflexão na classe Ótima em rios e na sublitoral de reservatórios, justificando a revisão dos índices multimétricos.

Nesse processo, foram propostos dois índices bióticos, um para rios (IB-Rio) e outro para reservatórios (IB-Res), ambos inseridos nas novas concepções dos Índices da Comunidade Bentônica (ICB), em substituição às métricas T/DT , S_{sen} e Tt/Chi , para todos os habitats analisados. Esses dois índices bióticos se mostraram, ainda, como uma alternativa viável para aplicar em um programa de biomonitoramento mais rápido e barato.

Para os ICBs, verificou-se a necessidade de diagnósticos separados para os diferentes habitats em reservatórios, incluindo, além da região sublitoral, a distinção para a região profunda quando em ambiente raso ou profundo. Assim, quatro índices multimétricos serão adotados, um para rios, um para a região sublitoral de reservatórios, um para a região profunda quando rasa (<6m) e outra para a região profunda profunda. Os índices para a profunda rasa deverão ser revistos no futuro com um maior conjunto de dados.

Todos os índices multimétricos serão compostos das mesmas métricas: Riqueza de táxons nativos (S_{nat}), Diversidade (ICS ou H'), com preferência para o ICS, e o Índice Biótico que incorpora a avaliação de sensibilidade/tolerância na composição de táxons (IB) para os diferentes habitats.

Finalmente, considerou-se que os impactos da bioinvasão já estão sendo incorporados no ICB pelas métricas de riqueza e diversidade. Sendo assim, o Índice de Exóticas (IE), estabelecido como a média das pontuações do Número ($S_{exótica}$) e da Abundância Relativa (AR) de exóticas, será calculado como uma informação complementar a ser usada na interpretação do diagnóstico, como forma de estimar a influência da bioinvasão sobre a classificação obtida para um determinado ambiente e, conseqüentemente, sobre a biota do local.

A seguir são apresentados os Índices Bióticos (IBs), bem como os Índices multimétricos (ICBs) resultantes deste trabalho

5.1 Índices Bióticos

Dois índices bióticos foram selecionados para aplicação em rios e reservatórios, ambos calculados como a somatória das valências dos indicadores que ocorreram nas amostras:

IB = SOMA (valências)

O índice biótico selecionado para rios (IB-Rio) foi:

valência	indicadores
1	Tubificinae sqc, Rhyacodrilinae sqc, Naidinae, Pristininae, Chironomini
2	Glossiphoniidae
3	Physidae, Tubificinae cqc, Rhyacodrilinae cqc, Simuliidae
4	BRYOZOA, Dugesiidae, Sphaeriidae, Aeolosomatidae, Enchytraeidae, Megadrili, Opistocystidae, Ceratopogonidae, Tanytarsini, Orthochadiinae
5	NEMERTEA, Ancyliidae, Planorbiidae, Tanypodinae, Gomphidae, Veliidae, Hydroptilidae, Hyriidae, Hydracarina, Dolichopodidae, Empididae, Muscidae, Tipulidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae
6	Staphylinidae, Baetidae, Caenidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Gripopterygidae, Hydropsychidae, Leptoceridae

As faixas abaixo definem os diagnósticos a partir de seus resultados:

Diagnóstico	IB-Rio
PÉSSIMA	azóico
MUITO RUIM	<27
RUIM	27-47
REGULAR	48-67
BOA	68-111
ÓTIMA	>111

E o índice biótico selecionado para reservatórios (IB-Res) foi:

valência	indicadores
1	<i>Limnodrilus</i> , <i>Chironomus</i> , <i>Tanytus</i>
2	<i>Branchiura</i> , <i>Dero</i> , <i>Nais</i> , <i>Pristina</i> , <i>Opistocysta</i> , Glossiphoniidae, <i>Saetheria</i> , <i>Labrundinia</i> , <i>Procladius</i>
3	Sphaeriidae, <i>Bothrioneurum</i> , <i>Aulodrilus</i> , <i>Stephensoniana</i> , <i>Aedokritus</i> , <i>Cladopelma</i> , <i>Goeldichironomus</i> , <i>Polypedilum</i> , <i>Coelotanypus</i>
4	BRYOZOA, Dugesiidae, NEMERTEA, Physidae, <i>Chaetogaster</i> , <i>Slavina</i> , Hydracarina, Ceratopogonidae, <i>Dicrotendipes</i> , <i>Fissimentum</i> , <i>Parachironomus</i> , <i>Paralauterborniella</i> , <i>Pelomus</i> , <i>Caladomyia</i> , <i>Tanytarsus</i> , Polymitarcyidae
5	Ampullaridae, Aeolosomatidae, Enchytraeidae, <i>Haemonais</i> , <i>Asheum</i> , <i>Axarus</i> , <i>Cryptochironomus</i> , <i>Nilothauma</i> , <i>Stenochironomus</i> , <i>Zavreliella</i> , <i>Ablabesmyia</i> , Leptoceridae, Polycentropodidae

Em reservatórios as faixas de qualidade diferirão de acordo com o ambiente amostrado, como em rios, elas também definem diagnósticos:

IB-Res	SL	PR	PP
PÉSSIMA		azóico	
MUITO RUIM	<39	<23	<6
RUIM	39-50	23-35	6-17
REGULAR	51-62	36-48	18-33
BOA	63-86	49-65	34-54
ÓTIMA	>86	>65	>54

5.2 Índices Multimétricos

Com a padronização das métricas para os índices é importante ressaltar que, a aplicação da métrica H' só será efetivada quando não for possível calcular o ICS. Assim, os novos índices multimétricos serão:

Para rios (ICB_{RIO}):

	S_{nat}	ICS	IB-Rio	H'	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<10	<5,89	<27	<1,71	5
RUIM	10-14	5,89-9,65	27-47	1,71-2,07	4
REGULAR	15-19	9,66-14,55	48-67	2,08-2,50	3
BOA	20-26	14,56-19,93	68-111	2,51-2,63	2
ÓTIMA	>26	>19,93	>111	>2,63	1

Para a região sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL}):

	S_{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<16	<10,75	<2,31	<39	5
RUIM	16-19	10,75-14,74	2,31-2,71	39-50	4
REGULAR	20-22	14,75-19,74	2,72-3,15	51-62	3
BOA	23-29	19,75-26,49	3,16-3,48	63-86	2
ÓTIMA	>29	>26,49	>3,48	>86	1

Para a região profunda rasa de reservatórios (ICB_{RES-PR}):

	S_{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<10	<4,60	<1,66	<23	5
RUIM	10-14	4,60-8,85	1,66-1,88	23-35	4
REGULAR	15-19	8,86-16,25	1,89-2,63	36-48	3
BOA	20-27	16,26-23,79	2,64-3,69	49-65	2
ÓTIMA	>27	>23,79	>3,69	>65	1

E para a região profunda profunda de reservatórios (ICB_{RES-PP}):

	S_{nat}	ICS	H'	IB-Res	pontos
PÉSSIMA	azóico				6
MUITO RUIM	<4	<1,61	<0,63	<6	5
RUIM	4-7	1,61-4,30	0,63-1,79	6-17	4
REGULAR	8-13	4,31-9,90	1,80-2,57	18-33	3
BOA	14-19	9,91-15,09	2,58-2,72	34-54	2
ÓTIMA	>19	>15,09	>2,72	>54	1

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. da G.; GORNI, G.R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brasil). **Acta Limnol. Bras.**, v. 19, n. 4, p. 407-413. 2007.
- APPLEGATE, J.M. et al. First steps in developing a multimetric macroinvertebrate index for Ohio river. **River Res. Applic.**, v. 23, p. 683-697. 2007.
- ARBACIAUSKAS et al. ASSESSMENT OF BIOCONTAMINATION OF BENTHIC MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES IN EUROPEAN INLAND WATERWAYS. **Aquatic Invasions**, v. 3, n. 2, p. 211-30. 2008.
- BARBOUR, M.T. et al. **Rapid Bioassessment Protocol for use in streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2nd ed. U.S. Washington,DC: Environmental Protection Agency. EPA 841-D-97-002. 1999.
- BAPTISTA, D.F. et al. Development of a benthic multimetric index for the Serra da Bocaina bioregion on Southeast Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 73, n. 3, p. 573-583. 2013.
- BEYRUTH, Z. **Comunidade fitoplanctônica da represa de Guarapiranga: 1991-92: aspectos ecológicos sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental**. 1996. 290p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- BLOCKSOM, K.A.; JOHNSON, B.R. Development of a regional macroinvertebrate index for large river bioassessment. **Ecological Indicators**, v. 9, p. 313-328. 2009.
- BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. **Guia para la identificacion de oligoquetos acuaticos continentales de sud y centroamerica**. 2^a ed. Santo Tomé: Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral, 1989. 207p. (Colección Climax, n. 6).
- CAIRNS, J., Jr Biotic community response to stress. In: SIMON, T.P. (Ed.) **Biological response signatures: Indicator patterns using aquatic communities**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 2, p. 13-22. 2002.
- CAIRNS, J., Jr; DICKSON, K.A. Simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organisms. **Journal WPCF**, v. 43, n. 5, p. 755-772. 1971.
- CARDOSO, A.C.; FREE, G. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the **Water Framework Directive**. *Aquatic Invasions*, 3(4): 361-366. 2008.
- CARLISLE, D.M; CLEMENTS, W.H. Sensitivity and variability of metrics used in biological assessment of running waters. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 18, n. 2, p.285-291. 1999.
- CETESB **Eutrofização e contaminação por metais no reservatório do Guarapiranga – dados preliminares**. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1992. 131p.
- CETESB **Avaliação ecotoxicológica do reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase no problema de algas tóxicas e algicidas**. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1995. 115p.
- CETESB **Monitoramento integrado bacias do Alto e Medio Tietê : avaliação da qualidade das águas, sedimento e peixes - relatório final**. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1999. 316p.
- CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2002**. São Paulo, 2003. 279 p. + anexos. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: out. 2020.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2004**. São Paulo, 2005. 297 p. + anexos. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: out. 2020.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019**. São Paulo, 2020. 336 p. + anexos. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: nov. 2021.

CETESB & RIBEIRO, E.G. **Icscetesb: Calculation Of Sequential Comparison Index (ICS)**. R package version 1.0.0. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

CHAPMAN, P.M. The sediment quality triad approach to determining pollution-induced degradation. **Sci. Tot. Environ.**, v. 97-98, p. 815-25. 1990.

CHAPMAN, P.M.; ANDERSON, B.; CARR, S.; ENGLE, V.; GREEN, R.; HAMEEDI, J.; HARMON, M.; HAVERLAND, P.; HYLAND, J.; INGERSOLL, C.; LONG, E.; RODGERS, Jr, J.; SALAZAR, M.; SIBLEY, P.K.; SMITH, P.J.; SWARTZ, R.C.; THOMPSON, B.; WINDOM, H. General guidelines for using the sediment quality triad. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 34, n. 6, p. 368-372, 1997.

COELHO-BOTELHO, M.J.C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2006. 146 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: out. 2020.

COUTINHO, S.N. **Estudo de bioacumulação de metais tóxicos e elementos traços em amostras de macrófitas aquáticas flutuantes do reservatório Guarapiranga, São Paulo-SP, Brasil**. 2018. 174p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in South Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89. 2005.

ESPÍNDOLA, E.L.G.; LEITE, M.A.; DORNFELD, C.B. (eds) **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMa, 2004. 484p.

FONTANA, L.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; BRENNER, M.; BONOTTO, D.M.; SABARIS, T.P.P.; PIRES, M.A.F.; COTRIM, M.E.B.; BICUDO, D.C. The eutrophication history of a tropical water supply reservoir in Brazil. **Journ. Paleolimnol.**, v. 51, p. 29-43. 2014.

GABRIELS et al. Implications of taxonomic modifications and alien species on biological water quality assessment as exemplified by the Belgian Biotic Index method. **Hydrobiologia**, v. 542, p. 137-150. 2005.

GERRITSEN, J. et al. Development of Lake Condition Indexes (LCI) for Florida. Tetra Tech Inc/Florida Dept. Environ. Protection. 2000.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9pp. 2001.

HAWKES, H.A. Origin and development of the biological monitoring working party score system. **Wat. Res.**, v. 32, n. 3, p. 964-968. 1997.

HENRIQUE-MARCELINO, R.M. et al. **Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos**. CETESB/Relatório Técnico, 16p + anexos. 1992.

KUHLMANN, M.L.; TRUZZI, A.C.; LAMPARELLI, M.C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G. A fauna bentônica do Complexo Billings. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1997. 108p.

KUHLMANN, M.L.; TRUZZI, A.C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G. The benthos community of the Billings Reservoir (São Paulo, Brazil) and its use in environmental quality assessment. **Verh. Internat. Verein Limnol.**, v. 26, p. 2083-87, 1998.

KUHLMANN, M.L.; HAYASHIDA, C.Y.; ARAÚJO, R.P.A. Using *Chironomus* (Chironomidae: Diptera) mentum deformities in environmental assessment. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 12, n. 2, p. 55-61, 2000. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1202E_files/artigo%205_12\(2\).pdf](http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1202E_files/artigo%205_12(2).pdf)>. Acesso em: out. 2021.

KUHLMANN, M.L. et al. **Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento**. São Paulo: CETESB, 2007. 107 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: out. 2020.

KUHLMANN, M.L. et al. **Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo**. [recurso eletrônico] / CETESB. 113p. 2012. ISBN 978-85-61405-37-3. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/protocolo-biomonitoramento-2012.pdf>>. Acesso em: jan. 2021.

KUHLMANN, M.L.; IMBIMBO, H.R.V.; WATANABE, H.M. *Campsurus truncatus* Ulmer, 1920 (Polymitarcyidae): an Ephemeroptera in eutrophic Waters. **Acta Limnol. Bras.**, v. 32. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2020000100516&tlng=en>. Acesso em: jan. 2021.

LAGE, F. **Aplicação da tríade de qualidade do sedimento em análise espacial no reservatório Guarapiranga (SP, Brasil)**. 2013. 118p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LAMPARELLI, M.C.; KUHLMANN, M.L.; CARVALHO, M.C.; SALVADOR, M.E.P.; SOUZA, R.C.; BOTELHO, M.J.C.; COSTA, M.P.; MARTINS, M.C.; CARVALHO, P.M.; ARAÚJO, R.P.A.; BURATINI, S.V.; ZANARDI, E.; SATO, M.I.Z.; ROUBICEK, D.A.; VALENTI, G.U.; RODRIGUES, P.F.; HACHICH, E.M.; DI BARI, M.; CURCIO, R.; TOLEDO, Jr, A.P.; LORENZETTI, M.L.; TRUZZI, A.C.; NAVAS-PEREIRA, D.; VARGAS-BOLDRINI, C. **Avaliação do complexo Billings: comunidades aquáticas, água e sedimento (out.92 a out.93)**. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1996a. 53p.

LAMPARELLI, M.C. et al. **Comunidade planctônica e clorofila-a do complexo Billings (out. 92 a out. 93)**. São Paulo: CETESB, Relatório Técnico. 1996b. 61 p.

MARCHESE, M.R. Annelida Oligochaeta. In: DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H.R. (Ed.) **Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos. Sistemática y biología**. Cap. 17. Tucumán, Fundacion Miguel Lillo. P. 551- 566. 2009.

MARCHESE, M.R. et al. First record of introduced species *Lumbriculus variegatus*, Müller, 1774 (Lumbriculidae: Clitellata) in Brazil. **BioInvasions Records**, v. 4, n.2, p. 81-85. 2015.

MELO, A.S.; HEPP, L.U. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecol. Bras.**, 1v. 2, n. 3, p. 463-486. 2008.

MENEZES, L.C.B. de; BEYRUTH, Z. Impactos da aquicultura em tanques-rede sobre a comunidade bentônica da represa de Guarapiranga - São Paulo – SP. **B. Inst. Pesca**, v. 29, n. 1, p. 77-86. 2003.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W.; BERG, R.B. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 4^a ed. Kendall/Hunt Publ. Co, 1158p. 2009.

METCALFE, J.L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. **Environ. Pollut.**, v. 60, p. 101-139. 1989.

MOZETO, A.A.; SILVÉRIO, P.F.; SOARES, A. Estimates of benthic fluxes of nutrients across the sediment–water interface (Guarapiranga reservoir, São Paulo, Brazil). **Sci. Tot. Environ.**, v. 266, n. 1-3, p. 135-142. 2001.

MOZETO A.A. et al. **Projeto Qualised: Métodos de coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce**. São Carlos: Ed. Cubo. 224p. 2006.

ROCHA, A.A. **Estudo sobre a fauna bentônica da represa de Americana no Estado de São Paulo**. 1972. 65p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

ROCHA, A.A. **A limnologia, os aspectos ecológico-sanitários e a macrofauna bentônica da represa do Guarapiranga na Região Metropolitana de São Paulo**. 1976. 194p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

ROCHA, A.A. **A ecologia, os aspectos sanitários e de saúde pública da represa Billings na região Metropolitana de São Paulo : uma contribuição à sua recuperação**. 1984. 166p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

ROCHA, S.M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição na represa do Guarapiranga – SP**. 1999. 200p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Eds) **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, Inc. 488p. 1993.

SEMENSATTO, D.; LABUTO, G.; ZORZAL-ALMEIDA, S.; MCRAE, D. Spatio-temporal changes in water quality in the Guarapiranga reservoir (São Paulo, Brazil): insights from a long-term monitoring data series. **Environ. Monit. Assess.**, v. 193, n. 380. 2021.

SHIMIZU, G.Y. **Represa de Americana: Aspectos do bentos litoral**. 1973. 148p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

SHIMIZU, G.Y. **Represa de Americana: Um estudo da distribuição batimétrica da fauna bentônica**. 1981. 117p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

SHIMIZU, G.Y. et al. **Estudos preliminares para o uso de índices biológicos no biomonitoramento de ambientes aquáticos continentais – riachos e corredeiras da bacia hidrográfica do rio Atibaia**. São Paulo: CETESB, 2002. 85 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: jan. 2021.

SLEPUKHINA, T.D. Comparasion of different methods of water quality evaluation by means of Oligochaeta. **Hydrobiologia**, v. 115, n. 1, p. 183-186. 1984.

SOARES, W.A.A. **Estudo da distribuição de metais em água, sedimento e organismos aquáticos de rios e reservatórios pertencentes à rede de monitoramento da qualidade dos sedimentos do Estado de São Paulo, Brasil**. 2012. 178p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SURIANO, M.T. et al. Choice of macroinvertebrate metrics to evaluate stream conditions in Atlantic Forest, Brazil. **Environ. Monit. Assess.**, v. 175, p. 87-101. 2011.

USEPA. **Biological criteria for the protection of aquatic life: Vol. II: user manual for biological field assessment of Ohio surface waters**. Collumbus: Ohio U.S. Environmental Protection Agency. 1987.

USEPA. **Lake and reservoir bioassessmente and biocriteria**. Washington, DC: Technical guidance document. EPA 841-B-98-007. 1998.

WASHINGTON, H.G. Diversity, biotic and similarity indices - a review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Res.**, London, v. 18, n. 6, p. 653-94, 1984.

WIEDERHOLM, T. Use of benthos in lake monitoring. **J.W.P.C.F.**, v. 52, n. 3, p. 537-47. 1980.

WILHM, J.L.; DORRIS, T.C. Biological parameters for water quality criteria. **BioScience**, v. 18, n. 6, p. 477-481. 1968.

GLOSSÁRIO

Anóxico: sem oxigênio.

Azóico: sem organismos da macrofauna bentônica.

Biomonitoramento: investigação que usa a resposta de seres vivos para determinar se o ambiente está favorável à vida.

Condição de referência: melhor condição disponível para um ambiente ou habitat. Diferente de condição pristina, que não sofrem influência de atividades antrópicas.

Hipóxia: Baixa concentração de oxigênio.

Indicador biológico: no âmbito da análise de comunidade, são espécie ou grupo de espécies que restringem sua ocorrência e/ou alcançam seu pico de densidade a uma condição ambiental. Mas também podem ser espécies ou grupos de espécies cujas respostas fisiológicas, morfológicas (por exemplo, deformidades) e comportamentais relacionam-se ao gradiente ambiental.

Índice biótico: índices de fácil compreensão que se utilizam de uma lista de indicadores biológicos aos quais se atribuem valências ecológicas de acordo com sua resposta ao gradiente ambiental.

Taxocenose: grupo de espécies filogeneticamente relacionadas de uma comunidade.

Zonação: ocorrência de espécies diferentes de organismos determinada pela variação natural de fatores ambientais

APÊNDICES

APÊNDICE A - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS EM RIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA.

UGRHI	1			2							3				4		
local	SAGU 02150	SAGU 02250		UAMA 00600	JKUI 00250	PARB 02390		PARB 02680	PARB 02850		CARO 02900	PNGA 02950	RIJU 02800		PARD 02100	PARD 02600	
ano	2011	2017	2018	2019	2019	2004	2005	2008	2006	2007	2013	2012	2010	2011	2017	2011	2012
DT	348901	106437	14338	77607	2347	16738	16529	2075	416	5177	3641	17768	26568	21310	19989	72761	22716
D _{sen}	0	759	14	3753	14	0	12	0	0	101	112	70	13	14	267	90	28
S _{nat}	17	21	13	37	16	14	19	7	6	13	16	17	18	15	19	17	13
S _{sen}	0	5	1	7	1	0	1	0	0	3	1	2	1	1	4	1	1
S _{EPT}	0	5	1	6	1	0	1	0	0	3	1	2	1	1	3	1	1
S _{EPTC}	0	5	1	12	1	0	1	0	0	3	2	2	2	1	4	1	1
S _{exótica}	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	3	2	2
S _M	0,03	0,07	0,12	0,13	0,33	0,12	0,15	0,18	0,29	0,19	0,27	0,14	0,11	0,10	0,16	0,07	0,10
S _{Mg}	1,33	1,81	1,36	3,20	1,93	1,44	1,85	0,92	0,83	1,52	1,83	1,74	1,67	1,41	2,12	1,61	1,40
ICS	nc	nc	8,19	18,71	13,92	11,02	8,73	4,35	4,70	10,45	11,709	14,44	12,33	9,96	18,08	13,061	10,41
H' (log ₂)	1,82	1,90	1,68	1,82	3,03	2,38	1,57	1,60	2,30	2,69	2,46	2,77	1,94	1,94	2,94	2,22	2,09
H' (ln)	1,26	1,32	1,16	1,22	2,10	1,61	1,08	1,12	1,59	1,86	1,71	1,92	1,35	1,34	2,04	1,54	1,45
α	1,45	2,02	1,53	3,72	2,31	1,62	2,12	1,06	0,99	1,75	2,15	1,98	1,88	1,58	2,44	1,79	1,57
U _S	0,65	0,63	0,59	0,48	0,85	0,74	0,45	0,56	0,76	0,80	0,72	0,81	0,69	0,67	0,83	0,68	0,69
U _{B-G}	0,20	0,17	0,23	0,09	0,51	0,33	0,15	0,38	0,82	0,46	0,34	0,38	0,21	0,26	0,35	0,25	0,28
J'	0,44	0,43	0,44	0,34	0,76	0,59	0,37	0,54	0,89	0,71	0,62	0,66	0,47	0,50	0,66	0,52	0,54
Dom (%)	50,5	51	49	70	22	39	73	62	38	29	46	28	39	46	27	51	42
D	0,35	0,37	0,41	0,52	0,15	0,26	0,55	0,44	0,24	0,20	0,28	0,19	0,31	0,33	0,17	0,32	0,31
T/DT	0,97	0,82	0,44	0,14	0,34	0,76	0,86	0,90	0,26	0,45	0,63	0,53	0,55	0,76	0,34	0,68	0,80
AR _{sen} (%)	0,00	0,71	0,10	4,84	0,60	0,00	0,07	0,00	0,00	1,95	3,09	0,40	0,05	0,07	1,34	0,12	0,12
AR _{exótica} (%)	1,78	8,73	1,27	0,00	0,00	0,08	0,00	1,23	0,00	7,07	0,00	4,43	0,00	0,00	0,56	0,11	0,99
% filtradores	0,0	1,1	0,0	1,2	0,6	0,0	0,1	1,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,1	0,1
Tt/Chi	0,00	0,40	0,00	0,02	0,13	0,37	0,38	0,00	0,00	0,02	0,09	0,30	0,14	0,07	0,72	0,08	0,01
IE	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	1,0	3,5	3,0	3,0
IB-Rio	37	48	39	88	36	34	52	12	12	42	46	49	55	43	59	54	36
ICB _{RIQ} novo	3,00	2,33	4,00	1,33	3,00	3,67	3,33	5,00	5,00	3,33	3,00	3,00	2,67	3,00	2,33	3,00	3,67
ICB _{RIQ} novo	3	2	4	1	3	4	3	5	5	3	3	3	3	3	2	3	4
táxon dominante	T+R	N+P		Chi			T+R	T+R								N+P	
% deformidade (N)	8,6 (105)																

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	5															
local	BAIN 02950	ATIB 02065			ATIB 02605			JAGR 02900	QUIL 03990	PCAB 02110	PCAB 02130				CMDC 02370	LARO 02530
ano	2017	2006	2008	2010	2002	2003	2004	2008	2017	2004	2002	2003	2007	2010	2012 (%)	2013
DT	553425	441	3523	910	290932	41698	439893	4893	19127	2160879	235830	64739	45267	17652	100 (%)	7942
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
S _{nat}	7	6	9	3	9	8	8	10	3	9	14	8	9	10	9	13
S _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S _{EPT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S _{EPTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S _{exótica}	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	3	0	0	0	1	1
S _M	0,01	0,29	0,15	0,10	0,02	0,05	0,01	0,16	0,02	0,01	0,04	0,03	0,04	0,08	1,00	0,16
S _{Mg}	0,45	0,82	0,98	0,29	0,79	0,85	0,62	1,18	0,20	0,55	1,29	0,63	0,75	0,92	1,95	1,45
ICS	nc	4,72	4,67	1,13	nc	4,69	nc	7,88	1,89	nc	nc	4,51	5,71	4,07	nc	10,692
H' (log ₂)	1,05	1,98	1,33	0,82	1,17	1,40	1,61	1,95	1,48	1,25	1,60	1,39	1,61	1,14	1,60	2,63
H' (ln)	0,73	1,51	0,96	0,57	0,82	0,97	1,11	1,35	1,03	0,87	1,11	0,96	1,11	0,79	1,11	1,82
α	0,50	0,98	1,12	0,39	0,86	0,93	0,67	1,34	0,27	0,60	1,41	0,70	0,82	1,03	2,77	1,65
U _S	0,37	0,74	0,52	0,34	0,43	0,48	0,67	0,65	0,62	0,51	0,59	0,56	0,64	0,41	0,59	0,77
U _{B-G}	0,30	0,75	0,29	0,59	0,21	0,26	0,34	0,35	0,93	0,26	0,18	0,33	0,34	0,22	0,30	0,44
J'	0,38	0,84	0,44	0,52	0,34	0,42	0,51	0,56	0,93	0,39	0,39	0,46	0,51	0,34	0,48	0,69
Dom (%)	78	36	64	79	72	69	35	51	47	62	55	59	48	75	58	1
D	0,63	0,26	0,48	0,66	0,57	0,52	0,33	0,35	0,38	0,49	0,41	0,44	0,36	0,59	0,41	0,23
T/DT	0,94	0,83	0,88	0,99	0,98	0,22	1,00	0,67	1,00	0,94	0,94	0,88	0,97	0,98	0,95	0,19
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
AR _{exótica} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	3,29	0,25	2,88	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,44	3,36
% filtradores	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Tt/Chi	0,00	0,00	0,01	0,00	0,010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	2,5	2,5	1,0	1,0	3,5	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5
IB-Rio	13	6	19	4	16	17	15	29	3	8	34	15	22	16	16	39
ICB _{RIO} novo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67	4,00	5,00	5,00	3,67	5,00	5,00	4,67	5,00	3,33
ICB _{RIO} novo	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3
táxon dominante	T+R		T+R	T+R	N+P	Aelo		N+P		T+R	Ch	N+P		N+P	T+R	
% deformidade (N)	3,3 (121)				2,4 (297)		3,0 (158)		17,2 (122)	36,9 (255)	35,0 (300)			19,4 (144)	5,3 (114)	

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	5					6									
local	CRUM 02190		JUMI 00250	JUNA 03600	JUNA 03900	CLAR 02500	TIET 02050				GADE 02800	GADE 02900	PINH 04100	CRIS 03400	
ano	2002	2003	2019	2016	2017	2014	2003	2004	2005	2015	2007	2006	2002	2003	2004
DT	42	64193	1940	6072	283054	7865	40759	1331	15659	29463	2617	45827	0	519073	548977
D _{sen}	0	126	0	0	0	13	602	0	37	2446	0	0	0	0	0
S _{nat}	3	10	9	10	9	11	29	11	23	21	9	12	0	12	19
S _{sen}	0	1	0	0	0	2	7	0	3	4	0	0	0,0	0	0
S _{EPT}	0	1	0	0	0	1	6	0	2	4	0	0	nc	0	0
S _{EPTC}	0	1	0	0	0	2	7	0	3	4	0	2	nc	0	0
S _{exótica}	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	nc	0	0
S _M	0,46	0,04	0,23	0,14	0,02	0,12	0,14	0,30	0,18	0,12	0,18	0,06	nc	0,02	0,03
S _{Mg}	0,54	0,81	1,19	1,15	0,72	1,12	2,64	1,39	2,28	1,85	1,02	1,03	nc	0,84	1,36
ICS	3,00	6,24	6,78	6,86	nc	6,98	26,05	8,52	19,74	16,91	5,78	4,98	nc	nc	nc
H' (log ₂)	1,58	1,69	2,10	1,79	0,20	1,79	3,18	2,27	2,89	2,99	1,67	1,21	nc	0,76	0,93
H' (ln)	1,10	1,17	1,42	1,24	0,14	1,24	2,21	1,58	2,01	2,07	1,16	0,84	nc	0,53	0,65
α	0,74	0,89	1,38	1,30	0,78	1,26	3,05	1,64	2,65	2,09	1,17	1,13	nc	0,91	1,48
U _S	0,67	0,63	0,62	0,63	0,05	0,63	0,84	0,73	0,80	0,83	0,60	0,41	nc	0,26	0,37
U _{B-G}	1,00	0,32	0,41	0,31	0,12	0,31	0,31	0,44	0,32	0,40	0,35	0,19	nc	0,14	0,10
J'	1,00	0,51	0,62	0,52	0,06	0,52	0,66	0,66	0,64	0,69	0,53	0,34	nc	0,21	0,22
Dom (%)	33	45	57	51	97	45	25	40	33	32	52	75	nc	85	77
D	0,33	0,37	0,38	0,37	0,95	0,37	0,16	0,27	0,20	0,17	0,40	0,59	nc	0,74	0,63
T/DT	0,33	0,54	0,34	0,84	1,00	0,00	0,40	0,44	0,34	0,48	0,55	0,95	nc	0,95	0,99
AR _{sen} (%)	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,16	1,48	0,00	0,23	8,30	0,00	0,00	nc	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	0,00	0,00	5,07	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nc	0,00	0,00
% filtradores	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	33,5	14,8	0,0	0,0	nc	0,0	0,0
Tt/Chi	0,000	0,00	0,02	0,00	0,00	0,49	0,17	0,03	0,39	0,13	0,00	0,01	nc	0,00	0,00
IE	1,0	1,0	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	nc	1,0	1,0
IB-Rio	5	20	22	22	20	37	93	18	64	62	19	23	nc	31	37
ICB _{RIO} novo	5,00	4,00	4,33	4,00	5,00	4,00	1,00	4,00	2,00	2,00	4,67	4,33	6,00	4,33	3,33
ICB _{RIO} novo	5	4	4	4	5	4	1	4	2	2	5	4	6	4	3
táxon dominante			Chi	T+R	N+P						N+P	T+R		T+R	T+R
% deformidade (N)		4,0 (202)													

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	7					8			9								
local	IPAU 02600		ANCO 02600	MOJI 02720		SAPU 02290	SAPU 02750	SAPU 02850	MOGU 02125	MOGU 02180		MOMI 03950		MOGU 02330	PEXE 02950	RICO 02250	RONC 02700
ano	2017	2018	2019	2014	2015	2017	2006	2005	2019	2003	2013	2018	2019	2004	2013	2018	2018
DT	1855	2685	10247	61948	21985	11065	2559	955	7394	14161	24318	51082	56634	3852	26033	98059	11892
D _{sen}	380	562	0	0	0	54	12	24	127	0	0	0	0	238	0	0	14
S _{nat}	12	11	12	12	12	11	9	11	19	13	15	14	14	14	7	10	17
S _{sen}	4	1	0	0	0	2	1	1	3	0	0	0	0	2	0	0	1
S _{EPT}	4	1	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	2	0	0	1
S _{EPTC}	5	2	0	1	0	1	1	2	4	1	0	1	1	3	0	0	1
S _{exótica}	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1
S _M	0,28	0,21	0,12	0,05	0,07	0,11	0,20	0,39	0,23	0,13	0,10	0,07	0,06	0,24	0,04	0,03	0,17
S _{Mg}	1,46	1,27	1,19	1,00	1,00	1,18	1,15	1,60	2,13	1,47	1,49	1,29	1,28	1,70	0,59	0,78	1,81
ICS	10,47	9,45	8,40	1,16	7,21	7,09	6,2	10,189	16,39	10,52	11,475	9,27	9,55	11,10	3,47	7,08	13,50
H' (log ₂)	2,84	2,86	2,10	0,39	1,87	1,89	1,68	3,03	2,73	2,14	2,16	1,67	1,83	2,60	1,40	1,97	2,50
H' (ln)	1,97	1,98	1,47	0,27	1,30	1,31	1,16	2,10	1,69	1,50	1,50	1,16	1,16	1,80	0,97	1,37	1,74
α	1,72	1,46	1,34	1,10	1,11	1,33	1,32	1,94	2,50	1,66	1,67	1,43	1,42	1,98	0,66	0,86	2,08
U _S	0,83	0,84	0,70	0,10	0,65	0,59	0,54	0,84	0,74	0,69	0,70	0,62	0,61	0,73	0,55	0,71	0,75
U _{B-G}	0,60	0,66	0,36	0,11	0,33	0,31	0,32	0,68	0,27	0,30	0,28	0,21	0,21	0,40	0,38	0,39	0,31
J'	0,79	0,83	0,59	0,11	0,54	0,53	0,50	0,84	0,56	0,55	0,54	0,43	0,43	0,66	0,50	0,59	0,60
Dom (%)	26	22	38	95	48	61	65	28	36	48	43	51	53	48	57	39	36
D	0,17	0,16	0,30	0,90	0,35	0,41	0,46	0,16	0,26	0,31	0,30	0,38	0,39	0,27	0,45	0,29	0,25
T/DT	0,00	0,00	0,47	0,96	0,81	0,19	0,74	0,26	0,45	0,75	0,73	0,64	0,84	0,26	0,95	0,65	0,70
AR _{sen} (%)	20,45	20,94	0,00	0,00	0,00	0,48	0,48	2,56	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	6,18	0,00	0,00	0,12
AR _{exótica} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,88	0,96	15,38	8,56	6,92	12,37	0,11	0,07	0,73	0,00	0,00	2,96
% filtradores	7,6	20,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	2,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,1
Tt/Chi	0,03	0,42	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,09	0,00	0,00	0,10
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	2,5
IB-Rio	47	38	20	30	22	31	25	37	66	38	41	30	32	47	16	22	43
ICB _{RIo} novo	3,33	4,00	4,33	4,33	4,00	4,00	4,33	3,67	2,33	3,67	3,00	4,00	4,00	3,33	5,00	4,00	3,00
ICB _{RIo} novo	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	3	5	4	3
táxon dominante				T+R		Chi	N+P					T+R	T+R		T+R		
% deformidade (N)					20,6 (155)												

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	10					11												
local	SORO 02700					BETA 02900	RIBE 02600			RIBE 02650					RIBE 02750		JAIN 02600	RIIG 02890
ano	2003	2004	2015	2016	2017	2015	2004	2005	2009	2010	2011	2015	2019	2006	2007	2008	2003	
DT	15673	9763	24908	11583	9727	2255	1457	4665	3587	4568	2600	15870	11330	32506	18347	98432	7059	
D _{sen}	98	14	548	183	0	628	56	220	167	84	14	618	380	612	202	13	140	
S _{nat}	17	10	17	16	7	19	11	15	16	18	10	15	19	22	18	17	17	
S _{sen}	1	1	3	3	0	6	2	3	5	4	2	3	5	5	5	1	3	
S _{EPT}	1	1	3	3	0	5	1	2	4	4	1	2	5	4	4	1	3	
S _{EPTC}	2	1	3	3	0	7	2	3	5	5	2	3	6	5	5	3	3	
S _{exótica}	1	2	2	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	
S _M	0,14	0,12	0,12	0,17	0,09	0,40	0,29	0,23	0,27	0,27	0,20	0,13	0,19	0,13	0,14	0,06	0,21	
S _{Mg}	1,76	1,20	1,78	1,82	0,87	2,33	1,37	1,78	1,84	2,02	1,15	1,55	2,04	2,21	1,83	1,48	1,92	
ICS	14,28	8,39	15,82	14,27	4,96	17,05	8,01	12,29	11,54	13,07	7,37	4,94	16,13	6,74	9,28	nc	17,30	
H' (log ₂)	2,61	1,84	2,94	2,71	1,66	3,37	2,35	2,86	2,37	2,64	2,43	1,20	2,68	1,09	1,58	1,69	3,11	
H' (ln)	1,80	1,28	2,04	1,88	1,15	2,34	1,63	1,98	1,68	1,67	1,68	0,83	1,82	0,75	1,08	0,99	2,16	
α	2,01	1,35	2,02	2,09	0,98	2,85	1,62	2,07	2,16	2,38	1,32	1,76	2,36	2,54	2,09	1,64	2,23	
U _S	0,78	0,68	0,83	0,80	0,55	0,86	0,69	0,79	0,73	0,71	0,76	0,30	0,76	0,29	0,49	0,47	0,86	
U _{B-G}	0,34	0,30	0,40	0,36	0,35	0,55	0,46	0,45	0,34	0,30	0,54	0,14	0,31	0,09	0,16	0,15	0,48	
J'	0,62	0,51	0,69	0,65	0,52	0,79	0,68	0,71	0,61	0,58	0,73	0,30	0,61	0,24	0,37	0,34	0,75	
Dom (%)	39	38	26	28	64	26	51	35	35	46	35	82	33	84	68	70	22	
D	0,23	0,33	0,17	0,20	0,45	0,14	0,31	0,21	0,27	0,29	0,24	0,70	0,24	0,71	0,51	0,53	0,14	
T/DT	0,16	0,02	0,49	0,54	0,74	0,02	0,01	0,33	0,35	0,30	0,21	0,84	0,49	0,92	0,71	0,43	0,29	
AR _{sen} (%)	0,63	0,14	2,20	1,58	0,00	27,84	3,85	4,72	4,64	1,85	0,54	3,90	3,35	1,88	1,10	0,01	1,98	
AR _{exótica} (%)	0,36	20,09	12,87	8,13	1,73	0,00	0,00	6,56	0,71	0,00	0,00	0,53	0,50	0,11	0,34	0,62	0,20	
% filtradores	0,0	0,1	9,9	2,3	0,0	5,1	3,8	1,6	0,4	0,3	0,0	0,0	1,2	0,3	0,3	0,0	6,5	
Tt/Chi	0,00	0,10	0,00	0,13	0,00	0,18	0,03	0,05	0,02	0,04	0,16	0,17	0,09	0,06	0,05	0,05	0,01	
IE	2,5	3,5	3,5	3,0	3,0	1,0	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5	
IB-Rio	47	25	58	54	16	61	28	39	46	57	22	42	58	54	52	49	44	
ICB _{RIO} novo	3,00	4,33	2,67	3,00	5,00	2,33	4,00	3,33	3,00	3,00	4,00	3,67	2,67	3,00	3,33	3,33	2,67	
ICB _{RIO} novo	3	4	3	3	5	2	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	
táxon dominante							Chi					T+R		T+R	T+R	Chi		
% deformidade (N)																6,3 (175)		

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	11		12			13			14			15			
local	JUQI 00805		PARD 02780			LENS 03950		JCGU 03800	GREI 02950	ITAP 02450	ITAR 02700	PRET 02600		SDOM 03700	SDOM 03990
ano	2012	2013	2005	2006	2010	2011	2012	2010	2007	2008	2012	2011	2012	2006	2005
DT	5721	8223	14312	12158	22589	24501	18625	60219	417	4086	5637	4842	6072	27854	1530
D _{sen}	56	267	61	0	42	141	0	127	0	0	309	0	42	0	0
S _{nat}	16	20	19	10	12	16	16	26	7	12	20	14	21	11	7
S _{sen}	1	2	3	0	1	2	0	4	0	0	5	0	2	0	0
S _{EPT}	1	2	3	0	1	2	0	3	0	0	4	0	2	0	0
S _{EPTC}	2	3	3	0	1	2	0	4	0	0	5	0	2	0	0
S _{exótica}	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
S _M	0,22	0,23	0,17	0,10	0,09	0,11	0,12	0,11	0,34	0,20	0,28	0,22	0,28	0,07	0,20
S _{Mg}	1,85	2,22	1,99	1,06	1,20	1,58	1,53	2,27	0,99	1,44	2,32	1,65	2,41	0,98	0,95
ICS	13,02	19,03	12,56	7,64	8,81	11,01	9,17	17,69	5,41	11,10	16,54	11,41	18,46	6,98	5,65
H' (log ₂)	2,53	3,26	2,01	2,09	1,93	1,95	1,73	2,23	2,48	2,49	2,62	2,41	3,23	1,70	2,16
H' (ln)	1,76	2,26	1,39	1,45	1,34	1,35	1,20	1,55	1,72	1,72	1,82	1,67	2,24	1,18	1,50
α	2,16	2,61	2,29	1,19	1,34	1,78	1,72	2,59	1,19	1,67	2,75	1,91	2,87	1,08	1,11
U _S	0,74	0,85	0,62	0,70	0,69	0,64	0,56	0,68	0,79	0,78	0,76	0,73	0,84	0,62	0,72
U _{B-G}	0,34	0,46	0,20	0,39	0,29	0,23	0,21	0,18	0,80	0,43	0,29	0,36	0,43	0,30	0,56
J'	0,62	0,74	0,46	0,60	0,52	0,48	0,43	0,48	0,88	0,67	0,60	0,62	0,72	0,49	0,72
Dom (%)	44	26	58	47	40	54	62	48	33	33	39	41	28	52	45
D	0,26	0,15	0,38	0,30	0,31	0,36	0,44	0,32	0,21	0,22	0,24	0,27	0,16	0,38	0,28
T/DT	0,48	0,45	0,66	0,64	0,55	0,69	0,83	0,61	0,52	0,42	0,38	0,43	0,20	0,89	0,36
AR _{sen} (%)	0,98	3,25	0,43	0,00	0,19	0,57	0,00	0,21	0,00	0,00	5,49	0,00	0,69	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	2,70	0,51	0,09	0,10	0,06	0,52	0,08	1,80	0,00	0,94	0,50	12,17	4,40	0,00	1,60
% filtradores	2,0	7,7	3,3	0,5	0,2	1,3	1,0	2,0	0,0	14,4	2,7	0,0	1,6	0,0	0,0
Tt/Chi	0,02	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,05	0,16	0,07	0,01	0,00	0,08
IE	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,0	2,5	2,5	3,0	2,5	1,0	2,5
IB-Rio	42	52	62	27	32	44	38	77	13	35	63	38	65	27	17
ICB _{RIO} novo	3,00	2,33	2,67	4,00	4,00	3,00	3,67	2,00	5,00	3,67	2,00	3,33	2,00	4,00	5,00
ICB _{RIO} novo	3	2	3	4	4	3	4	2	5	4	2	3	2	4	5
táxon dominante			N+P			T+R	T+R							T+R	
% deformidade (N)															

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE A (cont.)

UGRHI	16	17		18			20				21	22		
local	BATA 02222	PADO 02950		SJDO 02150			TBIR 03400		AGUA 02030	RECA 02900	PEIX 02100	STAN 02930	KAIU 02950	PARN 02950
ano	2016	2008	2010	2010	2011	2012 (%)	2011	2012	2015	2019	2004	2013	2019	2007
DT	4667	46833	61357	34987	54929	100 (%)	39302	8097	9896	64960	182	29589	12323	10291
D _{sen}	309	64	0	0	0	0	0	28	365	40	0	28	13	581
S _{nat}	14	23	14	12	17	14	17	13	23	20	4	10	16	14
S _{sen}	2	2	0	0	0	0	0	1	4	2	0	2	1	2
S _{EPT}	2	2	0	0	0	0	0	1	3	2	0	2	1	2
S _{EPTC}	3	3	1	0	1	0	0	1	5	2	0	2	1	2
S _{exótica}	1	2	1	0	2	0	0	0	2	2	0	2	3	1
S _M	0,22	0,12	0,06	0,06	0,08	1,40	0,09	0,14	0,25	0,09	0,30	0,07	0,17	0,15
S _{Mg}	1,66	2,23	1,27	1,05	1,65	2,82	1,51	1,33	2,61	1,90	0,58	1,07	1,91	1,52
ICS	12,81	16,89	8,27	8,55	10,55	8,87	11,32	4,72	20,68	17,81	3,41	8,82	14,21	9,9
H' (log ₂)	3,04	2,07	1,39	2,02	1,58	1,97	1,95	1,89	3,14	2,38	1,83	2,15	2,28	2,20
H' (ln)	2,11	1,44	0,96	1,40	1,10	1,37	1,35	1,31	2,17	1,36	1,27	1,49	1,43	1,53
α	1,93	2,55	1,40	1,16	1,84	4,43	1,69	1,51	3,10	2,13	0,72	1,19	2,20	1,73
U _S	0,84	0,68	0,55	0,71	0,55	0,64	0,67	0,61	0,81	0,64	0,70	0,73	0,66	0,65
U _{B-G}	0,55	0,17	0,17	0,34	0,16	0,28	0,23	0,29	0,35	0,18	0,89	0,37	0,22	0,31
J'	0,78	0,45	0,36	0,56	0,37	0,52	0,48	0,51	0,68	0,44	0,91	0,60	0,49	0,57
Dom (%)	29	46	55	42	61	54	48	57	37	52	38	35	0	57
D	0,16	0,32	0,45	0,29	0,45	0,36	0,33	0,39	0,19	0,36	0,30	0,27	0,34	0,35
T/DT	0,27	0,74	0,95	0,69	0,87	0,79	0,47	0,16	0,17	0,64	0,54	0,26	0,59	0,17
AR _{sen} (%)	6,63	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	3,69	0,06	0,00	0,10	0,11	5,64
AR _{exótica} (%)	9,64	4,54	0,02	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	2,56	1,05	0,00	0,38	2,71	56,81
% filtradores	3,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	2,0	26,9	38,5	35,3	0,0	5,5
Ti/Chi	0,06	0,09	0,00	0,00	0,28	0,01	0,00	0,03	0,24	0,28	0,00	0,00	0,19	0,39
IE	3,0	3,0	2,5	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	3,0	3,5	4,0
IB-Rio	48	64	36	24	47	34	47	40	59	55	2	22	48	29
ICB _{RIO} novo	3,33	2,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	1,67	2,00	5,00	4,33	3,00	3,67
ICB _{RIO} novo	3	2	4	4	3	4	3	4	2	2	5	4	3	4
táxon dominante			T+R		N+P	N+P		Chi		N+P				<i>Limnoperna</i>
% deformidade (N)							3,8 (104)							

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

**APÊNDICE B - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO
SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA.**

UGRHI	2				4	5							6				
local	IUNA 00950	SANT 00800	JAGJ 00200 (%)	JAGJ 00250	GRAM 02900	ATSG 02800				JARI 00800			NOVA 00800		JNDI 00450		PEBA 00900
ano	2015	2014	2012	2013	2015	2006	2007	2008	2009	2009	2010	2011	2003	2014	2006	2007	2003
DT	478	6677	100	3767	4582	1959	10872	14053	37194	2221	7928	3574	4216	5805	10456	7071	2465
D _{sen}	0	295	0	211	155	0	0	26	14	28	169	38	14	14	0	0	14
S _{nat}	10	22	36	31	25	8	19	23	27	23	35	24	18	20	20	12	16
S _{sen}	0	3	3	3	3	0	0	0	1	2	2	2	1	1	0	0	1
S _{EOT}	0	1	3	3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S _{EOTC}	0	1	3	3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S _{exótica}	0	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	6	13	13	16	14	2	6	7	10	15	22	11	13	10	7	7	7
S _{oligo}	2	5	11	5	5	6	8	9	8	5	7	8	3	6	7	4	3
S _M	0,47	0,28	3,71	0,51	0,37	0,18	0,19	0,20	0,15	0,49	0,40	0,40	0,30	0,26	0,20	0,14	0,32
S _{Mg}	1,47	2,50	7,82	3,66	2,85	0,92	2,05	2,41	2,67	2,86	3,79	2,81	2,07	2,19	2,06	1,24	1,92
ICS	9,55	17,95	35,84	29,82	21,88	5,78	16,44	23,15	24,90	19,24	30,18	21,01	15,51	14,53	15,36	6,70	10,90
H' (log ₂)	2,99	3,02	3,84	4,14	3,61	2,17	2,64	3,50	2,84	3,33	3,42	2,89	3,20	2,48	2,12	1,59	2,31
H' (ln)	2,08	2,10	2,67	2,87	2,50	1,50	1,83	2,43	1,97	2,31	2,37	2,00	2,22	1,72	1,47	1,10	1,60
α	1,81	2,98	21,30	4,65	3,49	1,06	2,37	2,83	3,11	3,58	4,72	3,46	2,46	2,59	2,39	1,41	2,29
U _S	0,85	0,78	0,90	0,93	0,86	0,71	0,78	0,89	0,82	0,82	0,82	0,78	0,83	0,68	0,67	0,51	0,63
U _{B-G}	0,80	0,35	0,39	0,57	0,49	0,56	0,31	0,47	0,25	0,44	0,31	0,31	0,51	0,28	0,22	0,25	0,31
J'	0,90	0,67	0,74	0,84	0,78	0,72	0,61	0,76	0,58	0,74	0,67	0,63	0,77	0,57	0,49	0,44	0,58
Dom (%)	20,6	39,6	16,3	13,4	31,9	44,4	38,6	19,2	28,0	37,3	36,2	39,8	30,2	53,0	49,2	67,3	58,5
D	0,15	0,22	0,10	0,07	0,14	0,29	0,22	0,11	0,18	0,18	0,18	0,22	0,17	0,32	0,33	0,49	0,37
T/DT	0,03	0,02	0,27	0,15	0,45	0,66	0,70	0,08	0,10	0,62	0,24	0,30	0,07	0,19	0,92	0,93	0,68
AR _{sen} (%)	0,0	4,4	0,3	5,6	3,4	0,0	0,0	0,2	0,0	1,3	2,1	1,1	0,3	0,2	0,0	0,0	0,6
AR _{exótica} (%)	0,0	4,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% filtradores	0,0	0,6	0,2	0,7	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,17	0,56	0,15	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,34	0,72	0,47	0,07	0,03	0,03	0,00
IE	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
IB-Res	35	63	109	100	75	18	47	64	83	65	113	68	49	60	58	27	41
ICB _{RES-SL} novo	5,00	2,67	1,00	1,00	2,00	5,00	3,67	2,00	2,00	2,33	1,00	2,00	3,67	3,33	3,00	5,00	4,00
ICB _{RES-SL} novo	5	3	1	1	2	5	4	2	2	2	1	2	4	3	3	5	4
táxon dominante														Bryozoa		Limnodrilus	Limnodrilus
% deformidade (N)																	

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE B (cont.)

UGRHI	6															
local	PEBA 00900	RGDE 02100	RGDE 02300	RGDE 02900			BIRP 00500		BILL 02100							
ano	2004	2003	2004	2003	2004	2011	2015	2016	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
DT	16247	55480	12341	1555	5056	34664	4358	3078	8264	4342	4506	2620	31110	24736	37303	21661
D _{sen}	12	0	0	0	0	0	56	14	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	24	8	15	9	15	20	12	14	17	16	5	10	19	10	12	15
S _{sen}	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	11	4	7	8	8	9	5	8	12	10	1	4	9	3	3	4
S _{oligo}	6	6	5	2	3	6	5	5	5	7	3	5	7	4	6	8
S _M	0,19	0,03	0,14	0,25	0,21	0,11	0,18	0,25	0,20	0,25	0,07	0,20	0,11	0,06	0,06	0,10
S _{Mg}	2,38	0,64	1,49	1,11	1,65	1,82	1,31	1,62	1,80	1,80	0,48	1,14	1,74	0,89	1,05	1,40
ICS	22,87	6,09	8,35	7,11	13,24	15,49	9,65	11,11	14,58	14,93	3,41	7,31	13,10	7,34	8,49	11,71
H' (log ₂)	2,64	2,04	1,42	2,53	2,18	2,23	2,69	2,63	2,78	3,16	1,42	2,00	1,90	1,98	1,73	2,16
H' (ln)	1,83	1,42	0,98	1,75	1,51	1,54	1,86	1,82	1,93	2,19	0,99	1,39	1,32	1,37	1,20	1,50
α	2,77	0,71	1,69	1,30	1,91	2,06	1,51	1,89	2,08	2,10	0,56	1,32	1,97	0,99	1,16	1,57
U _S	0,78	0,68	0,44	0,77	0,67	0,73	0,79	0,78	0,79	0,86	0,55	0,68	0,64	0,65	0,63	0,72
U _{B-G}	0,26	0,52	0,18	0,64	0,30	0,23	0,54	0,44	0,40	0,56	0,54	0,40	0,20	0,39	0,28	0,30
J'	0,58	0,68	0,36	0,80	0,56	0,52	0,75	0,69	0,68	0,79	0,61	0,60	0,45	0,60	0,48	0,55
Dom (%)	32,3	49,4	72,1	33,3	47,7	40,2	34,5	36,1	34,2	24,5	59,5	46,7	52,6	53,5	51,8	34,6
D	0,22	0,32	0,56	0,23	0,33	0,27	0,21	0,22	0,21	0,14	0,45	0,32	0,36	0,35	0,37	0,28
T/DT	0,50	0,75	0,95	0,57	0,77	0,71	0,41	0,37	0,59	0,64	0,69	0,90	0,95	0,85	0,96	0,64
AR _{sen} (%)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% filtradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,67	0,21	0,01	0,21	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
IB-Res	70	16	36	27	44	55	28	33	41	34	8	24	50	18	33	41
ICB _{RES-SL} novo	2,00	5,00	5,00	5,00	4,33	3,00	5,00	4,67	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,33
ICB _{RES-SL} novo	2	5	5	5	4	3	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4
táxon dominante			Limnodrilus								Limnodrilus		Limnodrilus	Limnodrilus	Limnodrilus	
% deformidade (N)						5,5 (100)										

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE B (cont.)

UGRHI	6														
local	BILL 02100					GUAR 00100	GUAR 00900						RCAB 00500	JQJU 00900	
ano	2010	2011	2012 (%)	2013	2014	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2013 (%)	2013	2015	2016
DT	58279	67205	100	11764	39162	4846	6401	7297	2767	3746	5909	100	5932	4948	4203
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
S _{nat}	15	19	12	18	13	9	16	14	7	12	17	25	20	26	21
S _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
S _{Chi}	4	5	2	5	4	6	11	8	1	6	9	6	10	14	10
S _{oligo}	8	9	7	10	6	5	5	5	5	3	5	12	6	7	8
S _M	0,06	0,07	1,20	0,17	0,07	0,15	0,20	0,16	0,13	0,20	0,22	2,52	0,26	0,38	0,35
S _{Mg}	1,28	1,62	2,39	1,81	1,14	0,98	1,72	1,46	0,76	1,34	1,84	5,23	2,19	3,06	2,64
ICS	8,53	16,58	10,25	15,00	9,97	4,84	12,74	10,53	3,67	9,86	12,80	19,69	18,60	25,18	21,36
H' (log ₂)	1,46	2,89	2,38	2,75	2,25	1,68	2,54	2,08	1,29	2,00	2,40	2,57	3,11	3,74	3,58
H' (ln)	1,01	2,00	1,65	1,91	1,56	1,16	1,76	1,44	0,89	1,38	1,67	1,78	2,16	2,59	2,48
α	1,41	1,81	3,56	2,08	1,26	1,11	1,99	1,67	0,87	1,54	2,15	10,79	2,59	3,76	3,20
U _S	0,53	0,82	0,79	0,79	0,71	0,58	0,73	0,67	0,43	0,67	0,74	0,71	0,83	0,89	0,89
U _{B-G}	0,18	0,39	0,43	0,37	0,37	0,36	0,36	0,30	0,35	0,33	0,31	0,24	0,43	0,49	0,52
J'	0,37	0,68	0,66	0,66	0,61	0,53	0,63	0,55	0,46	0,56	0,59	0,55	0,72	0,79	0,79
Dom (%)	62,5	32,9	32,0	37,8	46,1	44,2	44,6	49,7	73,5	41,8	38,9	49,3	29,4	21,0	20,1
D	0,47	0,18	0,21	0,21	0,29	0,42	0,27	0,33	0,57	0,33	0,26	0,29	0,17	0,11	0,11
T/DT	0,35	0,48	0,46	0,23	0,34	0,48	0,32	0,77	0,93	0,81	0,68	0,68	0,46	0,41	0,25
AR _{sen} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	19,1
% filtradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,31	0,42
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	3,5
IB-Res	36	53	31	50	35	19	48	33	13	37	50	71	51	69	50
ICB _{RES-SL} novo	5,00	3,33	5,00	3,67	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	2,33	3,00	2,00	3,00
ICB _{RES-SL} novo	5	3	5	4	5	5	4	5	5	5	4	2	3	2	3
táxon dominante	<i>Aulodrilus</i>								<i>Limnodrilus</i>						
% deformidade (N)						1,3 (153)									

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE B (cont.)

UGRHI	9		10								11		13			14	
local	MOCA 02300		SOIT 02900			SOIT 02850	TIBB 02100	TIBB 02900			JUQI 00810	CAFR 00300	TIBA 02800		TIBI 02900	JURU 02600	PAXA 02900
ano	2011	2012	2005	2008	2009	2014	2003	2005	2006	2007	2009	2014	2006	2007	2008	2014	2013
DT	2896	3135	1469	3049	5623	12778	2787	2963	1922	2033	922	3978	8032	3472	5431	2305	8378
D _{sen}	0	0	86	90	84	450	0	98	37	0	13	28	49	25	102	70	197
S _{nat}	17	19	11	17	14	15	12	19	21	14	12	20	23	23	21	21	30
S _{sen}	0	0	1	1	1	1	0	4	1	0	2	1	1	2	2	2	4
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	2	2	2	0	3
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	2	0	2	2	2	0	3
S _{exótica}	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	2	2	3
S _{Chi}	6	7	7	10	8	8	9	9	10	7	4	13	10	8	9	14	12
S _{oligo}	6	8	2	5	4	5	2	5	5	4	0	3	6	7	4	4	7
S _M	0,33	0,34	0,29	0,31	0,19	0,13	0,27	0,35	0,48	0,31	0,40	0,32	0,30	0,43	0,33	0,48	0,36
S _{Mg}	2,13	2,24	1,38	2,00	1,51	1,48	1,64	2,25	2,65	1,71	1,61	2,29	2,81	2,95	2,59	2,84	3,55
ICS	14,89	15,59	10,30	12,34	12,10	7,46	11,17	17,67	18,76	9,29	8,40	13,86	26,35	21,45	21,49	11,98	25,58
H' (log ₂)	3,00	3,04	2,93	2,03	2,90	1,72	2,54	3,32	3,53	2,37	2,21	2,46	3,28	3,49	3,37	2,51	3,04
H' (ln)	2,08	2,10	2,03	1,41	2,01	1,19	1,76	2,30	2,44	1,65	1,54	1,70	2,28	2,42	2,33	1,73	2,11
α	2,56	2,69	1,62	2,38	1,73	1,68	1,92	2,72	3,31	2,03	1,95	2,75	3,39	3,65	3,12	3,55	4,38
U _S	0,79	0,80	0,81	0,55	0,81	0,50	0,77	0,86	0,86	0,67	0,65	0,72	0,86	0,86	0,87	0,61	0,76
U _{B-G}	0,45	0,43	0,69	0,24	0,53	0,22	0,42	0,52	0,55	0,37	0,39	0,27	0,37	0,45	0,45	0,25	0,25
J'	0,72	0,71	0,85	0,50	0,76	0,44	0,67	0,78	0,80	0,62	0,62	0,57	0,70	0,75	0,74	0,55	0,60
Dom (%)	41,7	39,5	36,7	65,5	35,3	69,0	32,2	27,3	29,9	54,7	55,6	37,5	21,8	27,3	17,9	61,0	41,4
D	0,21	0,20	0,19	0,45	0,19	0,50	0,23	0,14	0,14	0,33	0,35	0,28	0,14	0,14	0,13	0,39	0,24
T/DT	0,45	0,52	0,11	0,06	0,23	0,08	0,33	0,14	0,17	0,12	0,00	0,41	0,18	0,25	0,05	0,66	0,06
AR _{sen} (%)	0,0	0,0	5,8	2,9	1,5	3,5	0,0	3,3	1,9	0,0	1,4	0,7	0,6	0,7	1,9	3,0	2,3
AR _{exótica} (%)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,1	13,9	7,9	63,3
% filtradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,0	1,7
Tt/Chi	0,00	0,00	0,55	0,58	0,70	0,77	0,53	0,28	0,13	0,12	0,00	0,02	0,41	0,57	0,25	0,38	0,11
IE	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,5	3,0	3,5	3,0	5,0
IB-Res	45	54	33	42	39	41	37	52	61	42	22	50	70	68	70	57	78
ICB _{RES-SL} novo	3,67	3,33	5,00	4,00	4,33	4,67	4,67	3,33	3,00	4,67	5,00	3,67	2,00	2,00	2,33	3,33	1,67
ICB _{RES-SL} novo	4	3	5	4	4	5	5	3	3	5	5	4	2	2	2	3	2
táxon dominante				Bryozoa		Bryozoa				Aedokritus	Tanytus					Pristina	
% deformidade (N)																	

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE B (cont.)

UGRHI	15	16		17		18	19			22			
local	TOMZ 02990	TIPR 02800		PASG 02800		ISOL 02900	TITR 02100		PARN 02080	PARP 02700		PARN 02900	
ano	2013	2007	2014	2006	2007	2013	2006	2007	2007	2008	2009	2007	2008
DT	17191	3346	14970	2130	2513	13846	2302	7715	1566	2062	2306	31011	35714
D _{sen}	0	0	14	122	25	141	0	25	0	0	0	303	102
S _{nat}	20	20	28	26	14	23	20	21	20	18	13	36	32
S _{sen}	0	0	1	4	2	2	0	1	0	0	0	3	3
S _{EOT}	0	0	1	4	2	2	0	1	0	0	0	4	3
S _{EOTC}	0	0	1	4	2	2	0	1	0	0	0	4	3
S _{exótica}	0	1	2	2	2	2	3	2	1	2	2	3	3
S _{Chi}	4	13	14	8	2	10	13	7	10	8	5	11	10
S _{oligo}	11	3	9	8	4	8	5	7	8	4	5	8	7
S _M	0,15	0,36	0,25	0,63	0,32	0,21	0,48	0,26	0,54	0,44	0,31	0,22	0,19
S _{Mg}	1,95	2,46	3,02	3,55	1,92	2,52	2,84	2,46	2,73	2,49	1,81	3,68	3,24
ICS	10,00	17,33	24,18	27,45	11,32	10,70	23,90	18,17	15,99	21,07	10,98	23,96	22,04
H' (log ₂)	1,69	3,12	3,46	3,86	2,52	1,64	3,50	2,85	3,06	3,50	2,42	2,32	1,75
H' (ln)	1,17	2,17	2,40	2,67	1,75	1,14	2,43	1,98	2,12	2,42	1,68	1,61	1,21
α	2,24	2,99	3,60	4,61	2,28	2,96	3,55	2,92	3,44	3,08	2,15	4,40	3,83
U _S	0,48	0,82	0,86	0,88	0,74	0,43	0,86	0,80	0,77	0,88	0,71	0,62	0,50
U _{B-G}	0,16	0,41	0,37	0,52	0,36	0,12	0,49	0,31	0,40	0,56	0,36	0,13	0,10
J'	0,39	0,71	0,70	0,80	0,63	0,35	0,77	0,63	0,70	0,81	0,62	0,44	0,34
Dom (%)	70,3	35,8	28,9	25,9	37,2	74,7	28,2	37,0	43,5	20,5	46,7	58,0	68,4
D	0,52	0,18	0,14	0,12	0,26	0,57	0,14	0,20	0,23	0,12	0,29	0,38	0,50
T/DT	0,81	0,03	0,27	0,12	0,01	0,05	0,10	0,27	0,04	0,23	0,01	0,04	0,01
AR _{sen} (%)	0,0	0,0	0,1	5,7	1,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3
AR _{exótica} (%)	0,0	35,8	5,4	29,3	38,2	81,8	22,3	38,3	43,5	21,7	23,9	58,2	68,9
% filtradores	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
Tt/Chi	0,00	0,09	0,03	0,00	0,00	0,12	0,55	0,00	0,11	0,12	0,00	0,07	0,08
IE	1,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	5,0	5,0
IB-Res	54	60	78	58	27	54	58	59	63	54	31	99	75
ICB _{RES-SL} novo	3,67	3,00	2,00	2,00	4,67	3,33	2,67	3,00	2,67	3,00	4,67	1,33	1,67
ICB _{RES-SL} novo	4	3	2	2	5	3	3	3	3	3	5	1	2
táxon dominante	<i>Dero</i>					<i>Limnoperna</i>						<i>Limnoperna</i>	<i>Limnoperna</i>
% deformidade (N)													

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE C - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL RASA DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA.

UGRHI	6										9	17		21
local	PEBA 00900			PIRE 02999	RGDE 02100	RGDE 02030		RGDE 02300	GUAR 00100	COGR 00900	MOCA 02300	PASG 02800		RLAN 02500
ano	2003	2004	2017	2018	2003	2016	2017 (%)	2004	2002	2019	2012	2006	2007	2019
DT	3496	11094	1855	68052	50765	16396	100	14500	2150	1461	4798	45085	16088	3767
D _{sen}	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	0	68	51	58
S _{nat}	11	14	6	13	9	10	18	6	6	17	17	15	22	27
S _{sen}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2
S _{EOT}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2
S _{EOTC}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2
S _{exótica}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
S _{Chi}	7,0	11,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0	4,0	7,0	6,0	4,0	6,0	16,0
S _{oligo}	0,0	2,0	1,0	5,0	5,0	6,0	9,0	2,0	2,0	4,0	5,0	5,0	6,0	5,0
S _M	0,19	0,13	0,14	0,05	0,04	0,08	1,81	0,05	0,13	0,44	0,26	0,08	0,19	0,44
S _{Mg}	1,23	1,40	0,66	1,17	0,74	0,93	3,70	0,52	0,66	2,20	2,01	1,49	2,38	3,16
ICS	5,89	6,21	3,26	9,93	5,75	7,88	15,05	0,52	2,66	15,37	12,99	7,57	21,07	23,77
H' (log ₂)	1,74	1,26	1,44	2,00	1,71	2,11	2,72	0,33	1,40	3,57	2,58	1,44	3,25	3,69
H' (ln)	1,21	0,87	1,00	1,38	1,19	1,46	1,89	0,23	0,97	2,47	1,79	1,00	2,25	2,56
α	1,41	1,58	0,77	1,29	0,82	1,03	6,43	0,59	0,76	2,70	2,37	1,67	2,77	3,94
U _S	0,54	0,37	0,51	0,71	0,63	0,71	0,79	0,08	0,45	0,89	0,72	0,42	0,86	0,88
U _{B-G}	0,30	0,17	0,45	0,28	0,36	0,43	0,37	0,21	0,44	0,70	0,33	0,16	0,40	0,48
J'	0,50	0,33	0,56	0,52	0,54	0,63	0,65	0,13	0,54	0,87	0,62	0,35	0,71	0,78
Dom (%)	65,3	78,1	66,7	40,1	51,3	44,5	35,9	95,8	67,9	22,3	48,2	75,0	21,1	23,7
D	0,46	0,63	0,49	0,29	0,37	0,29	0,21	0,92	0,55	0,11	0,28	0,58	0,14	0,12
T/DT	0,76	0,90	0,67	0,56	0,68	0,52	0,69	0,99	0,82	0,17	0,57	0,76	0,12	0,06
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	13,5	23,4	0,0
%filtradores	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3	1,8	4,9	20,0	0,4
Ti/Chi	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,15
IE	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	3,5	3,5	1,0
IB-Res	30	35	15	30	18	23	44	11	11	42	43	38	55	65
ICB _{RES-PR}	4,00	4,00	4,67	3,33	4,67	4,00	3,67	5,00	5,00	2,67	3,00	3,33	2,00	2,33
ICB _{RES-PR}	4	4	5	3	5	4	4	5	5	3	3	3	2	2
táxon dominante	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>		<i>Limnodrilus</i>			<i>Limnodrilus</i>	<i>Chironomus</i>			<i>Limnodrilus</i>		
% deformidade (N)							0,9 (106)							

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D - MÉTRICAS RELACIONADAS ÀS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DOS AMBIENTES AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL PROFUNDA DE RESERVATÓRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME A UGRHI E DATA DE COLETA.

UGRHI	2				4			5									
local	IUNA 00950	SANT 00800	JAGJ 00200 (%)	JAGJ 00250 (%)	GRAM 02900		PARD 02050	JARI 00800			CACH 00500	RAIN 00880	ATSG 02800				
ano	2015	2014	2012	2013	2015	2016	2018	2009	2010	2011	2016	2018	2006	2007	2008	2009	2019
DT	0	627	100	100	0	624	4509	1253	478	1078	14	1323	4983	5191	1702	5808	298
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	0	5	24	17	0	6	17	7	3	8	1	5	7	7	3	5	3
S _{sen}	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	0,0	2,0	5,0	4,0	0,0	4,0	6,0	3,0	2,0	2,0	1,0	5,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
S _{oligo}	0,0	3,0	10,0	8,0	0,0	2,0	8,0	3,0	1,0	6,0	0,0	0,0	6,0	4,0	3,0	5,0	3,0
S _M	nc	0,20	2,40	1,70	nc	0,24	0,27	0,20	0,14	0,24	0,27	0,14	0,10	0,10	0,07	0,07	0,17
S _{Mg}	nc	0,62	5,00	3,48	nc	0,78	2,02	0,84	0,32	1,00	0,00	0,56	0,70	0,70	0,27	0,46	0,35
ICS	nc	3,49	16,78	11,437	nc	3,55	14,87	2,91	2,04	5,51	1	4,1	2,21	3,52	1,98	2,67	1,29
H' (log ₂)	nc	1,71	2,31	2,14	nc	1,54	2,76	1,33	1,29	2,10	0,00	2,18	0,91	1,25	1,01	1,20	0,95
H' (ln)	nc	1,19	1,60	1,48	nc	1,06	1,92	0,93	0,89	1,45	0,00	1,51	0,63	0,87	0,70	0,83	0,66
α	nc	0,74	10,02	5,89	nc	0,92	2,39	0,98	0,43	1,17	0,25	0,66	0,80	0,80	0,35	0,54	0,46
U _S	nc	0,65	0,62	0,63	nc	0,54	0,77	0,42	0,52	0,67	0,00	0,76	0,30	0,50	0,47	0,50	0,36
U _{B-G}	nc	0,65	0,21	0,26	nc	0,48	0,38	0,36	0,81	0,54	1,00	0,91	0,27	0,34	0,67	0,46	0,64
J'	nc	0,74	0,50	0,52	nc	0,59	0,66	0,48	0,81	0,70	0,00	0,94	0,32	0,45	0,64	0,52	0,60
Dom (%)	nc	48,9	59,9	57,4	nc	63,6	42,0	74,4	64,7	53,1	100,0	30,4	82,9	63,1	63,4	64,1	78,6
D	nc	0,36	0,38	0,37	nc	0,46	0,23	0,58	0,48	0,33	1,00	0,24	0,70	0,50	0,53	0,50	0,64
T/DT	0,00	0,49	0,65	0,20	0,00	0,09	0,50	0,04	0,65	0,25	0,00	0,17	0,13	0,36	0,99	0,64	1,00
AR _{sen} (%)	nc	0,00	0,00	0,00	nc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	nc	0,0	0,0	0,0	nc	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
%filtradores	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IE	6,0	1,0	1,0	1,0	6,0	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
IB-Res	nc	12	59	52	nc	17	42	16	7	18	3	13	14	8	6	12	3
ICB _{RES-PP}	6,00	4,00	1,00	2,00	6,00	4,00	2,00	4,00	4,33	3,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,33	4,00	5,00
ICB _{RES-PP}	6	4	1	2	6	4	2	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5
táxon dominante				Aulodrilus		Aulodrilus		Procladius	Dero	Branchiura	Polypedilum		Nais	Nais	Dero	Dero	Aulophorus
% deformidade (N)																	

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D (cont.)

UGRHI	6															
local	NOVA 00800			JNDI 00450			PEBA 00900		RGDE 02400		RGDE 02900			BIRP 00500		
ano	2003	2014	2018	2006	2007	2019	2016	2018	2018	2019	2003	2004	2011	2015	2016	2017
DT	85	1100	407	8537	1587	539	1963	17947	908	14	98	680	1112	3106	877	711
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	3	10	4	6	8	1	6	11	2	1	4	3	4	7	8	9
S _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	3,0	9,0	2,0	0,0	3,0	0,0	1,0	5,0	1,0	0,0	4,0	2,0	3,0	4,0	7,0	7,0
S _{oligo}	0,0	1,0	2,0	4,0	2,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
S _M	0,36	0,30	0,20	0,06	0,20	0,04	0,14	0,08	0,07	0,27	0,40	0,12	0,12	0,13	0,27	0,34
S _{Mg}	0,47	1,29	0,50	0,55	0,95	0,00	0,66	1,02	0,15	0,00	0,65	0,31	0,43	0,75	1,03	1,22
ICS	3,00	8,49	2,16	0,37	1,78	0,04	2,78	6,34	0,13	1,00	4,00	1,86	0,576	2,9	4,89	6,4
H' (log ₂)	1,50	2,69	1,25	0,24	0,64	0,00	1,44	1,63	0,20	0,00	1,92	1,36	0,42	1,28	1,87	2,03
H' (ln)	1,04	1,86	0,87	0,16	0,45	0,00	1,00	1,13	0,14	0,00	1,33	0,94	0,29	0,89	1,30	1,41
α	0,64	1,52	0,62	0,63	1,10	0,12	0,76	1,14	0,24	0,25	0,84	0,40	0,52	0,85	1,22	1,45
U _S	0,63	0,79	0,50	0,05	0,16	0,00	0,50	0,53	0,06	0,00	0,72	0,56	0,12	0,40	0,58	0,63
U _{B-G}	0,94	0,64	0,59	0,20	0,20	1,00	0,45	0,28	0,57	1,00	0,94	0,85	0,34	0,35	0,46	0,46
J'	0,95	0,81	0,63	0,09	0,22	0,00	0,56	0,47	0,20	0,00	0,96	0,86	0,21	0,46	0,62	0,64
Dom (%)	40,0	36,7	63,9	97,2	91,7	100,0	68,1	64,9	96,9	100,0	33,3	57,5	93,9	76,3	61,9	57,1
D	0,38	0,21	0,50	0,95	0,84	1,00	0,50	0,47	0,94	1,00	0,28	0,44	0,88	0,60	0,42	0,37
T/DT	0,00	0,42	0,97	0,99	0,93	1,00	0,85	0,90	1,00	1,00	0,17	0,88	0,97	0,78	0,17	0,17
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
%filtradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0
Ti/Chi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
IB-Res	10	26	7	13	21	1	15	30	2	1	9	3	8	16	19	22
ICB _{RES-PP}	4,33	3,00	4,00	4,33	3,33	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	4,00	4,67	4,33	4,00	3,00	3,00
ICB _{RES-PP}	4	3	4	4	3	5	4	3	5	5	4	5	4	4	3	3
táxon dominante			<i>Chironomus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>		<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Polypedilum</i>	<i>Polypedilum</i>
% deformidade (N)								5,4 (168)								

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D (cont.)

UGRHI	6															
local	BILL 02100														BITQ 00100	
ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2019	2016	2017
DT	98	821	833	884	782	83	17	97	438	541	51	0	348	0	1321	5489
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	2	3	2	2	3	3	1	2	3	4	2	0	6	0	8	9
S _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	5,0	1,0
S _{oligo}	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	1,0	2,0	2,0	1,0	0,0	4,0	0,0	3,0	7,0
S _M	0,20	0,10	0,07	0,07	0,11	0,33	0,24	0,20	0,14	0,17	0,28	nc	0,32	nc	0,22	0,12
S _{Mg}	0,22	0,30	0,15	0,15	0,30	0,45	0,00	0,22	0,33	0,48	0,25	nc	0,85	nc	0,97	0,93
ICS	1,17	0,44	1,14	0,95	1,06	3	1	1,2	1,28	3,333	2	nc	3,76	nc	2,98	5,29
H' (log ₂)	0,65	0,28	0,86	0,89	0,86	1,52	0,00	0,59	0,85	1,58	0,92	nc	1,59	nc	1,25	1,57
H' (ln)	0,45	0,19	0,60	0,62	0,59	1,06	0,00	0,41	0,59	1,10	0,64	nc	1,11	nc	0,87	1,09
α	0,36	0,39	0,25	0,24	0,40	0,61	0,23	0,36	0,43	0,59	0,42	nc	1,03	nc	1,13	1,05
U _S	0,27	0,08	0,41	0,43	0,35	0,64	0,00	0,24	0,32	0,63	0,44	nc	0,51	nc	0,36	0,59
U _{B-G}	0,78	0,40	0,91	0,93	0,60	0,96	1,00	0,75	0,60	0,75	0,94	nc	0,50	nc	0,30	0,33
J'	0,64	0,17	0,86	0,89	0,54	0,96	0,00	0,59	0,53	0,79	0,92	nc	0,62	nc	0,42	0,50
Dom (%)	83,3	96,0	71,4	69,2	78,3	40,0	100,0	85,7	80,8	43,8	66,7	nc	68,0	nc	79,5	51,4
D	0,73	0,92	0,59	0,57	0,65	0,36	1,00	0,76	0,68	0,37	0,56	nc	0,49	nc	0,64	0,41
T/DT	0,83	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,96	0,56	0,33	0,00	0,84	0,00	0,13	0,39
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nc	0,00	nc	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	nc	0,0	nc	0,0	0,0
%filtradores	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	1,0	6,0	1,0	1,0
IB-Res	1	2	3	3	4	4	1	4	5	9	3	nc	13	nc	17	19
ICB _{RES-PP}	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	5,00	4,00	4,67	6,00	4,00	6,00	3,67	3,00
ICB _{RES-PP}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	6	4	6	4	3
táxon dominante	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Dero</i>	<i>Limnodrilus</i>	<i>Limnodrilus</i>		<i>Chironomus</i>	<i>Dero</i>	<i>Dero</i>		<i>Glossiphoniidae</i>		<i>Pristina</i>		<i>Goeldichironomus</i>	<i>Aulodrilus</i>
% deformidade (N)																

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D (cont.)

UGRHI	6											9		10			
local	GUAR 00900							JQJU 00900		ACLA 00900	RCAB 00500	MOCA 02300	MOCA 02900	SOIT 02850	SOIT 02900		
ano	2003	2004	2005	2006	2007	2013	2019	2015	2016	2018	2013	2011	2019	2014	2005	2008	2009
DT	1428	4558	17	612	132	5089	411	0	43	4170	169	1114	2468	682	816	354	933
D _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	3	5	1	7	3	17	4	0	3	24	3	14	13	5	4	3	5
S _{sen}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S _{Chi}	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	4,0	0,0	0,0	2,0	11,0	1,0	4,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0
S _{oligo}	2,0	3,0	1,0	4,0	2,0	7,0	2,0	0,0	0,0	8,0	2,0	7,0	4,0	0,0	0,0	1,0	1,0
S _M	0,08	0,07	0,24	0,28	0,26	0,24	0,20	nc	0,46	0,39	0,23	0,42	0,26	0,19	0,14	0,16	0,16
S _{Mg}	0,28	0,48	0,00	0,94	0,41	1,88	0,50	nc	0,54	2,88	0,39	1,85	1,54	0,61	0,45	0,34	0,58
ICS	0,25	2,20	1,00	5,88	2,17	13,417	1,24	nc	3	22,09	1,875	12,87	8,56	2,13	1,58	1,4	3,37
H' (log ₂)	0,18	0,83	0,00	2,38	1,06	2,72	0,79	nc	1,58	3,32	1,19	3,14	2,34	1,24	1,02	0,96	1,73
H' (ln)	0,12	0,57	0,00	1,65	0,75	1,88	0,54	nc	1,10	2,30	0,82	2,18	1,62	0,86	0,71	0,67	1,20
α	0,36	0,56	0,23	1,11	0,55	2,20	0,61	nc	0,74	3,54	0,52	2,26	1,80	0,73	0,55	0,45	0,69
U _S	0,04	0,29	0,00	0,78	0,41	0,78	0,25	nc	0,67	0,83	0,49	0,86	0,68	0,43	0,36	0,38	0,66
U _{B-G}	0,38	0,36	1,00	0,74	0,70	0,39	0,43	nc	1,00	0,40	0,76	0,63	0,39	0,47	0,51	0,65	0,66
J'	0,11	0,36	0,00	0,85	0,68	0,67	0,39	nc	1,00	0,71	0,75	0,83	0,63	0,54	0,51	0,61	0,74
Dom (%)	97,7	82,8	100,0	27,8	75,0	38,4	86,2	nc	33,3	34,4	66,7	23,8	52,9	73,5	79,2	76,2	41,8
D	0,96	0,71	1,00	0,22	0,59	0,22	0,75	nc	0,33	0,17	0,51	0,14	0,32	0,57	0,65	0,62	0,34
T/DT	0,99	0,99	1,00	0,72	0,00	0,52	0,90	0,00	0,00	0,40	0,92	0,35	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	nc	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	nc	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
%filtradores	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,8	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Tt/Chi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
IB-Res	4	10	1	20	3	49	9	nc	11	69	5	36	32	15	10	8	13
ICB _{RES-PP}	5,00	4,00	5,00	3,33	4,67	2,00	4,33	6,00	4,33	1,00	4,67	2,00	3,00	4,00	4,33	4,67	4,00
ICB _{RES-PP}	5	4	5	3	5	2	4	6	4	1	5	2	3	4	4	5	4
táxon dominante	Limnodrilus	Limnodrilus	Limnodrilus		Branchiura		Limnodrilus					Dero		Procladius	Procladius	Procladius	
% deformidade (N)																	

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D (cont.)

UGRHI	10				11		13						14		15	
local	TIBB 02100	TIBB 02900			JUQI 00810	CAFR 00300	BROA 02800		BJAU 03500	TIBA 02800		TIBI 02900	JURU 02600	PAXA 02900	TOMZ 02990	
ano	2003	2005	2006	2007	2009	2014	2017	2018	2017	2006	2007	2008	2014	2013	2003	2013
DT	361	3895	3010	2160	2297	1949	25	2540	7346	1956	4864	6555	1211	548	2314	1199
D _{sen}	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
S _{nat}	11	9	8	6	20	16	1	15	13	4	8	18	5	10	6	7
S _{sen}	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S _{exótica}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
S _{Chi}	7,0	3,0	6,0	4,0	12,0	8,0	1,0	12,0	2,0	2,0	2,0	9,0	2,0	5,0	2,0	1,0
S _{oligo}	4,0	5,0	2,0	2,0	1,0	5,0	0,0	1,0	8,0	2,0	4,0	3,0	3,0	2,0	3,0	4,0
S _M	0,58	0,14	0,15	0,13	0,42	0,36	0,20	0,30	0,16	0,09	0,11	0,24	0,17	0,43	0,13	0,20
S _{Mg}	1,70	0,97	0,87	0,65	2,45	1,98	0,00	1,79	1,46	0,40	0,82	2,05	0,70	1,43	0,65	0,85
ICS	10,31	5,04	3,63	0,74	16,19	14,03	1	13,41	11,614	0,94	4,76	17,31	2,41	9,778	3,62	3,889
H' (log ₂)	3,10	1,53	1,36	0,53	2,63	3,23	0,00	3,11	2,67	0,65	1,64	3,14	1,54	2,55	1,50	1,65
H' (ln)	2,14	1,06	0,94	0,37	1,83	2,24	0,00	2,16	1,85	0,45	1,14	2,17	1,07	1,77	1,04	1,15
α	2,15	1,10	1,00	0,75	3,01	2,39	0,21	2,12	1,67	0,48	0,93	2,41	0,82	1,74	0,75	0,99
U _S	0,85	0,55	0,44	0,14	0,71	0,86	0,00	0,82	0,81	0,23	0,60	0,85	0,50	0,75	0,58	0,54
U _{B-G}	0,77	0,32	0,32	0,24	0,31	0,59	1,00	0,58	0,45	0,39	0,39	0,46	0,48	0,59	0,47	0,45
J'	0,89	0,48	0,45	0,21	0,61	0,81	0,00	0,80	0,70	0,32	0,55	0,74	0,59	0,77	0,58	0,59
Dom (%)	22,7	58,5	73,4	92,9	49,1	25,7	100,0	35,3	25,4	87,0	52,1	25,4	69,0	43,6	50,4	64,8
D	0,15	0,45	0,56	0,86	0,29	0,14	1,00	0,18	0,19	0,77	0,40	0,15	0,50	0,25	0,42	0,46
T/DT	0,32	0,91	0,92	0,95	0,19	0,21	1,00	0,05	0,46	0,12	0,36	0,23	0,69	0,44	0,03	0,08
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	3,4	0,0	0,0	0,0
%filtradores	0,0	0,4	0,0	0,0	13,9	7,1	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,3	0,0	12,8	0,0	0,0
Ti/Chi	0,13	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
IE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0
IB-Res	28	20	16	11	32	41	1	40	27	9	18	58	14	24	16	21
ICB _{RES-PP}	2,67	3,00	3,67	4,33	1,67	2,00	5,00	2,00	2,67	4,33	3,00	1,33	4,00	3,00	4,00	3,67
ICB _{RES-PP}	3	3	4	4	2	2	5	2	3	4	3	1	4	3	4	4
táxon dominante		<i>Limnodrilus</i>	<i>Dero</i>	<i>Dero</i>			<i>Chironomus</i>			<i>Branchiura</i>	<i>Branchiura</i>		<i>Pristina</i>		<i>Hydracarina</i>	<i>Hydracarina</i>
% deformidade (N)																

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE D (cont.)

UGRHI	16		18	19			22			
local	TIPR 02800		ISOL 02900	TITR 02100		PARN 02080	PARP 02700		PARN 02900	
ano	2007	2014	2013	2006	2007	2007	2008	2009	2007	2008
DT	2860	14271	507	2789	1505	340	1196	1559	846	1146
D _{sen}	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
S _{nat}	11	23	9	19	14	4	10	15	4	3
S _{sen}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S _{EOT}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S _{EOTC}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S _{exótica}	1	0	2	1	0	2	1	1	1	1
S _{Chi}	5,0	11,0	5,0	11,0	10,0	2,0	6,0	6,0	2,0	1,0
S _{oligo}	2,0	8,0	2,0	5,0	3,0	1,0	2,0	5,0	1,0	0,0
S _M	0,22	0,19	0,49	0,38	0,36	0,33	0,32	0,41	0,17	0,12
S _{Mg}	1,38	2,30	1,61	2,40	1,78	0,86	1,41	2,05	0,59	0,43
ICS	8,14	16,47	10,00	16,9	10,25	4,43	8,38	12,71	2,39	1,14
H' (log ₂)	2,35	2,65	2,91	2,98	2,33	2,04	2,35	2,84	1,15	0,54
H' (ln)	1,63	1,84	2,02	2,07	1,62	1,41	1,63	1,97	0,80	0,38
α	1,60	2,68	1,98	2,91	2,14	1,04	1,67	2,50	0,71	0,52
U _S	0,69	0,71	0,83	0,80	0,67	0,70	0,72	0,78	0,46	0,16
U _{B-G}	0,42	0,27	0,68	0,40	0,36	0,69	0,47	0,45	0,45	0,36
J'	0,66	0,59	0,84	0,69	0,62	0,79	0,68	0,71	0,50	0,27
Dom (%)	50,9	51,0	26,7	32,9	52,7	40,0	46,5	39,3	68,7	91,2
D	0,31	0,29	0,17	0,20	0,33	0,30	0,28	0,22	0,54	0,84
T/DT	0,01	0,25	0,27	0,04	0,02	0,10	0,01	0,11	0,01	0,00
AR _{sen} (%)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AR _{exótica} (%)	50,9	0,0	10,0	4,3	0,0	75,0	1,4	12,5	68,7	91,2
%filtradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	2,7	26,9	0,0
Tt/Chi	0,07	0,06	0,08	0,06	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
IE	4,0	1,0	3,5	2,5	1,0	4,5	2,5	3,0	4,0	4,0
IB-Res	37	70	28	49	39	8	26	41	9	6
ICB _{RES-PP}	2,67	1,00	2,67	1,67	2,00	3,67	3,00	2,00	4,00	4,67
ICB _{RES-PP}	3	1	3	2	2	4	3	2	4	5
táxon dominante	<i>Melanoides</i>	<i>Aulodrilus</i>			<i>Coelotany- pus</i>				<i>Limnoperna</i>	<i>Limnoperna</i>
% deformidade (N)										

Qualidade: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Muito ruim ■ Péssima

APÊNDICE E – DADOS DE OCORRÊNCIA, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (fo), DENSIDADE MÉDIA (dm) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (ar) DOS TÁXONS POR AMBIENTE E HABITAT AMOSTRADO

	RIO (N=111)				SL (N=78)				PR (N=14)				PP (N=92)			
	ocorrências	fo (%)	dm*	ar*	ocorrências	fo (%)	dm**	ar**	ocorrências	fo (%)	dm***	ar***	ocorrências	fo (%)	dm****	ar****
BRYOZOA	29	26	421	0,6	24	31	458	4,2	2	14	29	0,2	6	7	8	0,4
Dugesidae	45	41	313	0,5	31	40	455	4,2	3	21	5	0,0	10	11	10	0,5
NEMERTEA	50	45	37	0,1	18	23	18	0,2	2	14	18	0,1	6	7	1	0,0
Unionoidea	0	0	0	0,0	2	3	4	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Hyriidae	8	7	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Mycetopodidae	7	6	2	0,0	0	0	0	0,0	1	7	1	0,0	0	0	0	0,0
Sphaeriidae	79	71	507	0,7	22	28	107	1,0	3	21	425	2,3	11	12	25	1,3
Ampullariidae	8	7	2	0,0	2	3	2	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Ancylidae	48	43	61	0,1	13	17	34	0,3	1	7	0	0,0	1	1	0	0,0
Hydrobiidae	8	7	11	0,0	3	4	10	0,1	1	7	161	0,9	1	1	0	0,0
Lymnaeidae	2	2	2	0,0	1	1	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Physidae	29	26	72	0,1	12	15	3	0,0	0	0	0	0,0	4	4	1	0,0
Planorbidae	16	14	8	0,0	7	9	2	0,0	2	14	1	0,0	2	2	0	0,0
Pleuroceridae	1	1	0	0,0	3	4	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Thiaridae nativo	0	0	0	0,0	6	8	8	0,1	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Aeolosomatidae	23	21	541	0,8	13	17	6	0,1	2	14	1	0,0	4	4	0	0,0
Enchytraeidae	16	14	13	0,0	8	10	2	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	106	95	34629	50,3	68	87	2887	26,4	14	100	9054	49,1	57	62	603	31,6
Tubificinae + Rhyacodrilinae cqc	74	67	2144	3,1	53	68	1300	11,9	7	50	579	3,1	36	39	254	13,3
Naidinae+ Pristininae	104	94	20175	29,3	76	97	2394	21,9	12	86	3539	19,2	59	64	397	20,9
Megadrili	8	7	71	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Narapidae	9	8	8	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Opistocystidae	46	41	387	0,6	31	40	174	1,6	6	43	2416	13,1	17	18	64	3,4
Phreodrilidae	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Glyceridae	1	1	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Nereididae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Nephtyidae	1	1	10	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Erpobdellidae	6	5	1	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Glossiphoniidae	59	53	431	0,6	48	62	180	1,6	10	71	350	1,9	23	25	23	1,2
Hirudinidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Anaspidacea	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Hyalellidae	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Hydracarina	35	32	22	0,0	45	58	71	0,6	5	36	13	0,1	23	25	31	1,6
Ceratopogonidae	59	53	67	0,1	34	44	28	0,3	6	43	16	0,1	10	11	3	0,2

* excluídos dados semiquantitativos * N= 109; ** N=75; ***N = 13; ****N = 90

APÊNDICE E (cont.)

	RIO (N=111)				SL (N=78)				PR (N=14)				PP (N=92)			
	ocorrências	fo (%)	dm*	ar*	ocorrências	fo (%)	dm**	ar**	ocorrências	fo (%)	dm***	ar***	ocorrências	fo (%)	dm****	ar****
Chironomini	106	95	7504	10,9	77	99	1075	9,8	14	100	471	2,6	61	66	192	10,1
Tanytarsini	74	67	322	0,5	46	59	355	3,2	4	29	35	0,2	17	18	20	1,1
Tanypodinae	67	60	167	0,2	65	83	243	2,2	14	100	441	2,4	54	59	214	11,2
Orthochadiinae	73	66	224	0,3	6	8	3	0,0	0	0	0	0,0	2	2	1	0,1
Dolichopodidae	4	4	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Empididae	8	7	5	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Ephydriidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Muscidae	3	3	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Phoridae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Psychodidae	10	9	5	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Ptychopteridae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Simuliidae	8	7	10	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Stratiomyidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Syrphidae	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Tabanidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Tipulidae	8	7	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Calopterygidae	4	4	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Coenagrionidae	5	5	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Corduliidae	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Gomphidae	42	38	20	0,0	7	9	2	0,0	3	21	9	0,0	1	1	0	0,0
Libellulidae	4	4	1	0,0	3	4	1	0,0	1	7	1	0,0	0	0	0	0,0
Megapodagrionidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Corixidae	1	1	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Helotrepidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Naucoridae	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Notonectidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Veliidae	2	2	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Crambidae	6	5	1	0,0	2	3	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Cosmopterigidae	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Curculionidae	3	3	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Dryopidae	2	2	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Dytiscidae	2	2	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Elmidae	32	29	32	0,0	1	1	0	0,0	1	7	1	0,0	1	1	0	0,0
Gyrinidae	4	4	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0

* excluídos dados semiquantitativos * N= 109; ** N=75; ***N = 13; ****N = 90

APÊNDICE E (cont.)

	RIO (N=111)				SL (N=78)				PR (N=14)				PP (N=92)			
	ocorrências	fo (%)	dm*	ar*	ocorrências	fo (%)	dm**	ar**	ocorrências	fo (%)	dm***	ar***	ocorrências	fo (%)	dm****	ar****
Hydrophilidae	2	2	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Staphylinidae	2	2	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Baetidae	17	15	13	0,0	1	1	0	0,0	1	7	3	0,0	1	1	0	0,0
Caenidae	10	9	6	0,0	6	8	3	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Ephemeridae	7	6	10	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Leptohyphidae	23	21	44	0,1	3	4	2	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Leptophlebiidae	3	3	2	0,0	2	3	2	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Polymitarcyidae	4	4	3	0,0	23	29	147	1,3	4	29	84	0,5	6	7	9	0,5
Gripopterygidae	2	2	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Perlidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Calamoceratidae	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Helicopsychidae	4	4	1	0,0	1	1	0	0,0	1	7	1	0,0	0	0	0	0,0
Hydrobiosidae	1	1	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Hydropsychidae	7	6	5	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Hydroptilidae	12	11	25	0,0	2	3	1	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
Leptoceridae	33	30	33	0,0	13	17	5	0,0	1	7	1	0,0	2	2	1	0,1
Glossosomatidae	3	3	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
Polycentropodidae	5	5	6	0,0	8	10	6	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS																
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Lumbriculidae)	8	7	148	0,2	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Corbicula fluminea</i> (Corbiculidae)	52	47	186	0,3	17	22	84	0,8	3	21	614	3,3	6	7	7	0,4
<i>Limnoperna fortunei</i> (Mytilidae)	3	3	56	0,1	14	18	822	7,5	0	0	0	0,0	7	8	21	1,1
<i>Melanoides tuberculatus</i> (Thiaridae)	23	21	60	0,1	18	23	40	0,4	3	21	154	0,8	2	2	17	0,9

* excluídos dados semiquantitativos * N= 109; ** N=75; ***N = 13; ****N = 90

APÊNDICE F – DADOS DE OCORRÊNCIA, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (fo), DENSIDADE MÉDIA (dm) E ABUNDÂNCIA RELATIVA (ar) DOS GÊNEROS DE OLIGOCHAETA E CHIRONOMIDAE POR HABITAT AMOSTRADO

	SL (N=78)				PR (N=14)				PP (N=92)			
	ocorrências	fo (%)	dm*	ar*	ocorrências	fo (%)	dm**	ar**	ocorrências	fo (%)	dm***	ar***
<i>Limnodrilus</i>	67	86	2783	25,4	14	100	9054	49,1	56	61	602	31,6
<i>Bothrioneurum</i>	15	19	104	1,0	0	0	0	0,0	3	3	1	0,1
<i>Aulodrilus</i>	30	38	1251	11,4	5	36	477	2,6	23	25	170	8,9
<i>Branchiura</i>	37	47	49	0,4	5	36	102	0,6	26	28	84	4,4
<i>Allonais</i>	4	5	2	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	3	0,1
<i>Bratislavia</i>	5	6	3	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Chaetogaster</i>	8	10	77	0,7	5	36	110	0,6	3	3	1	0,0
<i>Dero</i>	66	85	695	6,4	12	86	1751	9,5	48	52	223	11,7
<i>Haemonais</i>	6	8	90	0,8	1	7	0	0,0	3	3	5	0,3
<i>Nais</i>	20	26	43	0,4	2	14	1	0,0	7	8	85	4,5
<i>Slavina</i>	21	27	68	0,6	2	14	8	0,0	3	3	1	0,0
<i>Stephensoniana</i>	35	45	174	1,6	6	43	1188	6,4	11	12	10	0,5
<i>Stylaria</i>	8	10	4	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Pristina</i>	72	92	1208	11,0	9	64	471	2,6	31	34	70	3,7
<i>Opistocysta</i>	31	40	174	1,6	6	43	2416	13,1	17	18	64	3,4
<i>Aedokritus</i>	19	24	41	0,4	2	14	8	0,0	7	8	21	1,1
<i>Asheum</i>	5	6	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Axarus</i>	4	5	2	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Beardius</i>	2	3	0	0,0	0	0	0	0,0	2	2	0	0,0
<i>Chironomus</i>	55	71	258	2,4	10	71	325	1,8	38	41	64	3,4
<i>Cladopelma</i>	39	50	58	0,5	9	64	27	0,1	13	14	10	0,5
<i>Cryptochironomus</i>	22	28	12	0,1	0	0	0	0,0	3	3	1	0,1
<i>Demicryptochironomus</i>	2	3	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Dicrotendipes</i>	18	23	52	0,5	0	0	0	0,0	4	4	1	0,1
<i>Endotribelos</i>	1	1	3	0,0	1	7	1	0,0	1	1	2	0,1
<i>Fissimentum</i>	21	27	20	0,2	1	7	17	0,1	3	3	3	0,1

* excluídos dados semiquantitativos * N=75; **N=13; ***N=90

APÊNDICE F (cont.)

	SL (N=78)				PR (N=14)				PP (N=92)			
	ocorrências	fo (%)	dm*	ar*	ocorrências	fo (%)	dm**	ar**	ocorrências	fo (%)	dm***	ar***
<i>Goeldichironomus</i>	32	41	110	1,0	1	7	4	0,0	2	2	23	1,2
<i>Lauterborniella</i>	3	4	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Microchironomus</i>	1	1	1	0,0	1	7	1	0,0	5	5	6	0,3
<i>Nilothauma</i>	12	15	7	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Parachironomus</i>	16	21	9	0,1	1	7	0	0,0	4	4	1	0,0
<i>Paralauterborniella</i>	13	17	10	0,1	1	7	4	0,0	7	8	5	0,3
<i>Pelomus</i>	27	35	14	0,1	4	29	22	0,1	20	22	10	0,5
<i>Polypedilum</i>	58	74	342	3,1	5	36	30	0,2	23	25	28	1,5
<i>Saetheria</i>	33	42	50	0,5	3	21	4	0,0	19	21	15	0,8
<i>Stenochironomus</i>	3	4	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Xestochironomus</i>	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Zavreliella</i>	6	8	5	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Caladomyia</i>	35	45	168	1,5	3	21	21	0,1	9	10	7	0,4
<i>Paratanytarsus</i>	4	5	3	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Rheotanytarsus</i>	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Stempellina</i>	15	19	17	0,2	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Stempellinella</i>	2	3	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Tanytarsus</i>	30	38	159	1,5	3	21	12	0,1	9	10	12	0,6
<i>Pseudochironomus</i>	4	5	15	0,1	1	7	1	0,0	1	1	0	0,0
<i>Riethia</i>	2	3	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<i>Ablabesmyia</i>	40	51	88	0,8	4	29	79	0,4	12	13	11	0,6
<i>Coelotanypus</i>	36	46	42	0,4	6	43	160	0,9	39	42	92	4,8
<i>Djalmabatista</i>	12	15	30	0,3	2	14	71	0,4	4	4	2	0,1
<i>Labrundinia</i>	20	26	12	0,1	2	14	25	0,1	12	13	18	0,9
<i>Procladius</i>	24	31	34	0,3	5	36	19	0,1	26	28	80	4,2
<i>Tanypus</i>	14	18	27	0,2	9	64	86	0,5	11	12	10	0,5
<i>Cricotopus</i>	3	4	2	0,0	0	0	0	0,0	2	2	1	0,0
<i>Lopescladius</i>	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Nanocladius</i>	1	1	0	0,0	0	0	0	0,0	1	1	0	0,0
<i>Thienemaniella</i>	1	1	1	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0

* excluídos dados semiquantitativos * N=75; **N=13; ***N=90

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	1			2							3				4		
local	SAGU 02150	SAGU 02250		UAMA 00600	JKUI 00250	PARB 02390		PARB 02680	PARB 02850		CARO 02900	PNGA 02950	RIJU 02800		PARD 02100	PARD 02600	
ano	2011	2017	2018	2019	2019	2004	2005	2008	2006	2007	2013	2012	2010	2011	2017	2011	2012
Curculionidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	548	0	0	0	0	0	0	14	0	13	0	14	0	0
Gyrinidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	464	0	267	14	0	0	0	0	13	0	28	0	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	2305	0	0	0	0	0	0	112	42	0	14	0	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	56	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calamoceratidae	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	211	0	14	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	90	0
Hydroptilidae	0	42	14	0	0	0	12	0	0	76	0	0	0	0	42	0	0
Leptoceridae	0	0	0	914	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	211	0	14
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Espécies exóticas																	
Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	6213	9291	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	14	0	26	0	366	0	0	0	0	56	51	112
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	787	0	0	42	26	112
Para cálculo de S_{sen} e T/DT																	
<i>Chironomus</i>	15139	98	0	872	28	1233	159	128	0	0	0	0	13	155	0	974	1293
<i>Tubifex</i>	61259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	não	não	não	sim	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	sim	não	não

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	5					6									
local	CRUM 02190		JUMI 00250	JUNA 03600	JUNA 03900	CLAR 02500	TIET 02050				GADE 02800	GADE 02900	PINH 04100	CRIS 03400	
ano	2002	2003	2019	2016	2017	2014	2003	2004	2005	2015	2007	2006	2002	2003	2004
Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	42	0	12	0	0	12	0	0	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	13	238	0	0	14	0	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	168	0	12	0	0	0	0	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	0	0	0	0	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	56	0	0	2404	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	84	0	24	14	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Trichoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas															
Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	98	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Para cálculo de S_{sen} e T/DT															
<i>Chironomus</i>	0	7339	253	98	40	0	308	0	0	0	0	4077	0	0	6751
<i>Tubifex</i>	0	0	0	0	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	não	não	não	não	não	sim	sim	não	sim	não	não	não	não	não	não

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	7					8			9								
local	IPAU 02600		ANCO 02600	MOJI 02720		SAPU 02290	SAPU 02750	SAPU 02850	MOGU 02125	MOGU 02180		MOMI 03950		MOGU 02330	PEXE 02950	RICO 02250	RONC 02700
ano	2017	2018	2019	2014	2015	2017	2006	2005	2019	2003	2013	2018	2019	2004	2013	2018	2018
BRYOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dugesiidae	0	0	42	0	0	0	0	0	14	14	70	211	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	28	0	56	197	0	0	12	70	14	28	42	0	0	0	0	42
Bivalvia ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unionoidea ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mycetopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	14	0	0	0	28	120	0	49	155	140	1378	141	253	1835	0	0	253
Gastropoda ni	0	0	84	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ampullariidae	0	0	42	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	42	0	0	0	0	28	98	14	0	56	0	56	0	14
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaeidae	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	1110	0	13	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleuroceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	295	2038	0	0	0	0	0	42	70	0	0	0	26328	14
Enchytraeidae	0	0	0	0	633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	0	0	731	58883	7141	335	122	86	843	2003	7394	26258	29800	462	14788	26145	3739
Tubificinae + Rhyacodrilinae ccq	0	0	3866	127	14	0	12	0	42	0	127	0	98	0	70	3866	1054
Naidinae+ Pristininae	0	0	3795	70	1237	1659	1665	159	2460	6793	10444	5623	16995	532	9193	37784	4301
Megadrili	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Narapidae	211	127	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
Opistocystidae	0	0	351	0	0	0	0	0	0	0	323	14	14	0	1110	1602	464
Glyceridae	0	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nereididae	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nephtyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erpobdellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	14	0	0	0	12	0	0	210	520	1785	647	14	70	2038	42
Hirudinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anaspidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

Espécies exóticas

Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	1204	24	147	633	938	3008	56	42	0	0	0	351
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae - <i>Melanooides tuberculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	28	0	0	0

Para cálculo de S_{sen} e T/DT

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	10					11											
local	SORO 02700					BETA 02900	RIBE 02600		RIBE 02650					RIBE 02750		JAIN 02600	RIIG 02890
ano	2003	2004	2015	2016	2017	2015	2004	2005	2009	2010	2011	2015	2019	2006	2007	2008	2003
BRYOZOA	0	0	2474	253	0	0	0	0	0	0	0	0	112	86	25	0	364
Dugesidae	224	84	675	42	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	14	0	197	0	0	0	0	24	0	14	0	42	0	49	0	256	0
Bivalvia ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unionoidea ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyriidae	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0
Mycetopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	6163	3698	3613	1406	1518	231	266	73	26	98	914	28	211	0	139	0	28
Gastropoda ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ampullariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	141	14	0	13	0	0	0	0	0	0	0	24	0	77	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	38	0	12	0	0	0	0	0	159	13	0	280
Lymnaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	13	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleuroceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	14	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	350	28	6368	3247	914	0	14	1163	1255	225	169	13002	3725	27156	12564	15423	952
Tubificinae + Rhyacodrilinae cqc	2269	3670	745	84	0	243	0	86	0	56	0	618	351	86	114	13	1541
Naidinae+ Pristininae	2115	140	5848	2980	6241	51	0	367	0	1167	323	295	1785	2791	518	7660	1093
Megadrili	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	14	0	0	0	0	0
Narapidae	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opistocystidae	0	0	56	0	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	392
Glyceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nereididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nephtyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1051
Hirudinea ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erpobdellidae	28	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	1779	14	183	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	101	77	0
Hirudinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anaspidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	10					11											
local	SORO 02700					BETA 02900	RIBE 02600		RIBE 02650					RIBE 02750		JAIN 02600	RIIG 02890
ano	2003	2004	2015	2016	2017	2015	2004	2005	2009	2010	2011	2015	2019	2006	2007	2008	2003
Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	28	0	0	0	0	102	56	171	269	422	56	211	56	61	101	666	0
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	28	14	0	38	0	0	0	0	0	0	141	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	197	28	135	0	0	14
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	147	77	14	0	183	169	392	88	0	0
Leptohyphidae	98	0	492	155	0	397	0	0	13	42	0	0	14	0	25	0	0
Leptophlebiidae	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	0	14	0	0	0	0	0	51	0	14	239	0	12	38	0	0
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	24	25	0	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
Leptoceridae	0	0	0	0	0	115	56	73	13	14	0	0	28	0	25	13	98
Polycentropodidae	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas																	
Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	56	1947	3092	900	127	0	0	306	26	0	0	84	56	24	0	615	0
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	14	112	42	42	0	0	0	0	0	0	0	0	12	63	0	0
Para cálculo de S_{sen} e T/DT																	
<i>Chironomus</i>	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	19394	0
<i>Tubifex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	não	não	não	não	não	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	não	não

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	11		12			13			14			15			
local	JUQI 00805		PARD 02780			LENS 03950		JCGU 03800	GREI 02950	ITAP 02450	ITAR 02700	PRET 02600		SDOM 03700	SDOM 03990
ano	2012	2013	2005	2006	2010	2011	2012	2010	2007	2008	2012	2011	2012	2006	2005
Hydracarina	0	0	12	0	0	0	0	0	0	13	0	0	28	0	0
Ceratopogonidae	56	141	0	37	0	14	0	141	13	64	42	64	197	0	0
Chironomini	1265	1195	2167	930	1153	1715	1082	15884	51	1358	2193	115	1237	1677	686
Tanytarsini	42	70	49	0	14	0	28	464	0	77	464	13	14	0	61
Tanypodinae	253	337	61	0	28	0	0	267	0	13	239	64	155	12	0
Orthochadiinae	295	225	49	12	14	28	28	211	0	0	0	0	42	12	12
Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephydridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0
Ptychopteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simuliidae	42	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brachycera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematocera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anisoptera n.i.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zygoptera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0
Gomphidae	0	0	37	12	0	28	42	42	0	0	56	0	42	0	0
Megapodagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helotrepidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corixidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Notonectidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemiptera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crambidae	0	14	0	0	14	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	11		12			13			14			15			
local	JUQI 00805		PARD 02780			LENS 03950		JCGU 03800	GREI 02950	ITAP 02450	ITAR 02700	PRET 02600		SDOM 03700	SDOM 03990
ano	2012	2013	2005	2006	2010	2011	2012	2010	2007	2008	2012	2011	2012	2006	2005
Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	14	70	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Ephemeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	12	0	0	98	0	56	0	0	98	0	28	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	56	253	24	0	42	0	0	56	0	0	155	0	0	0	0
Polycentropodidae	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
Trichoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas															
Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	155	42	0	12	14	127	14	1082	0	38	28	589	267	0	24
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Para cálculo de S_{sen} e T/DT															
<i>Chironomus</i>	0	0	12	0	56	0	42	843	0	26	0	0	0	1604	0
Tubifex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	não	não	não	não	não	não	não	sim	não	não	sim	não	não	não	não

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

[illegible]

APÊNDICE G (cont.)

UGRHI	16	17		18			20				21	22		
local	BATA 02222	PADO 02950		SJDO 02150			TBIR 03400		AGUA 02030	RECA 02900	PEIX 02100	STAN 02930	KAIU 02950	PARN 02950
ano	2016	2008	2010	2010	2011	2012 (%)	2011	2012	2015	2019	2004	2013	2019	2007
Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	14	38	127	0	13	0	0	0	70	0	0	0	0	0
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	13	0
Caenidae	141	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0
Ephemeraidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	239	0	0	0	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calamoceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	13
Leptoceridae	169	13	0	0	0	0	0	0	84	13	0	0	0	0
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	568
Trichoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
Espécies exóticas														
Lumbriculidae - <i>Lumbriculus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	450	1704	14	0	38	0	0	0	225	589	0	28	27	0
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254	5846
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	423	0	0	38	0	0	0	28	94	0	84	54	0
Para cálculo de S_{sen} e T/DT														
<i>Chironomus</i>	0	13	647	0	13	0,05	2615	42	0	94	0	98	134	492
<i>Tubifex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	não	não	não	não	não	não	não	não	sim	não	não	não	não	não

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	2				4	5							6				
local	IUNA 00950	SANT 00800	JAGJ 00200 (%)	JAGJ 00250	GRAM 02900	ATSG 02800				JARI 00800			NOVA 00800		JNDI 00450		PEBA 00900
ano	2015	2014	2012	2013	2015	2006	2007	2008	2009	2009	2010	2011	2003	2014	2006	2007	2003
Erpobdellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	3,5	28	0	0	51	0	14	28	0	13	14	169	12	38	56
Hydracarina	98	98	2,5	42	239	0	0	0	0	42	309	38	0	351	49	0	14
Hyaellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	0	14	0,9	267	14	0	88	77	183	0	42	0	14	0	24	0	14
Chironomini ni	0	28	0,1	28	0	0	0	13	14	0	56	0	462	0	73	0	0
Aedokritus coffeatus	0	0	0	155	0	0	0	13	28	0	0	0	0	0	0	0	0
Asheum	0	0	0	28	0	0	0	0	14	0	14	0	0	0	12	0	0
Axarus	14	0	0	112	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
Beardius	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomus	0	0	0,4	0	394	245	25	205	112	281	70	0	154	0	392	51	168
Cladopelma	0	84	0	14	28	0	0	0	0	14	703	13	154	56	86	101	14
Cryptochironomus	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0
Demicryptochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicrotendipes	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endotribelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissimentum	0	42	0	0	141	0	0	0	0	56	0	0	56	42	0	0	0
Goeldichironomus	0	0	0,4	0	0	0	101	871	295	42	28	13	0	14	171	0	0
Lauterborniella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0
Microchironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nilothauma	0	127	0,1	14	84	0	0	0	0	28	42	13	112	14	0	0	0
Parachironomus	0	0	0	14	70	0	25	102	42	0	14	0	0	0	0	0	0
Paralauterborniella	0	127	0	0	0	0	0	0	0	14	28	13	0	0	0	0	0
Pelomus	28	14	0,3	0	42	0	0	51	42	0	14	0	0	0	0	13	56
Polypedilum	0	0	0,6	183	323	0	0	128	70	28	42	0	70	155	12	290	14
Saetheria	0	0	0	0	127	0	0	0	0	169	28	461	308	42	0	0	28
Stenochironomus	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	14	13	0	0	0	0	0
Zavreliella	0	225	0,4	0	0	0	0	0	0	0	70	51	0	0	0	0	0
Tanytarsini ni	14	0	0	0	28	0	0	0	0	0	42	0	42	0	0	0	0
Caladomyia	42	1406	2,5	70	112	0	0	0	0	98	436	1422	1275	70	0	0	0
Paratanytarsus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	90	0	0	0	0	0
Stempellina	0	239	0	0	0	0	0	0	0	14	127	26	0	0	0	0	0
Stempellinella	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsus	0	0	0	211	56	0	0	0	0	112	127	0	518	0	24	13	0
Pseudochironomus	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	2				4	5							6				
local	IUNA 00950	SANT 00800	JAGJ 00200 (%)	JAGJ 00250	GRAM 02900	ATSG 02800				JARI 00800			NOVA 00800		JNDI 00450		PEBA 00900
ano	2015	2014	2012	2013	2015	2006	2007	2008	2009	2009	2010	2011	2003	2014	2006	2007	2003
<i>Riethia</i>	0	14	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae ni	14	0	0,4	14	0	0	13	13	28	0	14	0	0	0	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i>	42	0	1,1	309	520	12	76	705	2600	14	267	0	294	42	12	0	0
<i>Coelotanypus</i>	84	562	6,3	380	0	0	13	0	0	14	28	13	98	0	0	0	210
<i>Djalmabatista</i>	0	28	0	253	112	0	0	0	0	0	0	0	336	0	0	0	0
<i>Labrundinia</i>	0	0	0,1	0	42	0	0	0	56	0	28	0	0	28	0	13	70
<i>Procladius</i>	84	0	3,2	0	14	0	25	0	0	14	14	0	0	492	0	0	0
<i>Tanypus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	13	0
Orthoclaadiinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cricotopus</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nanocladius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thienemaniella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crambidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cosmopterigidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ODONATA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Libellulidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHEMEROPTERA ni	0	0	0	56	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Caenidae	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	112	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	28	0	1,9	337	0	0	25	1819	5271	0	0	0	0	0	24	0	252
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	42	0,1	28	28	0	0	0	14	14	0	0	0	14	0	0	0
Polycentropodidae	0	0	0,1	0	112	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas																	
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	267	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	0	1,9	0	0	0	38	115	70	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	6															
local	PEBA 00900	RGDE 02100	RGDE 02300	RGDE 02900			BIRP 00500		BILL 02100							
ano	2004	2003	2004	2003	2004	2011	2015	2016	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BRYOZOA	98	0	0	0	0	0	661	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dugesidae	0	0	0	0	0	28	0	0	70	0	0	0	0	303	641	0
NEMERTEA	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unionoidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTROPODA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ampullaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleuroceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	5240	27383	8901	518	2412	13944	1504	703	2829	1065	2681	1224	16357	13233	19317	7492
<i>Bothrioneurum</i>	0	0	245	70	24	0	0	0	0	0	0	0	37	0	5700	84
<i>Aulodrilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	6297
<i>Branchiura</i>	0	0	0	0	0	14	14	56	0	0	0	0	0	0	0	0
Naididae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	38	167	14
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bratislavia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	245	5309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	122	12942	61	0	49	1012	14	408	14	602	73	429	1139	922	38	351
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	37	24	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Stephensoniana</i>	147	5196	12	0	0	0	98	98	0	28	0	24	12	0	0	14
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	2645	644	1494	0	1335	7253	169	14	1079	686	282	698	7530	5543	10466	5763
<i>Opistocysta funiculus</i>	0	3166	24	0	0	98	0	0	0	28	0	0	0	76	0	84
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	6															
local	PEBA 00900	RGDE 02100	RGDE 02300	RGDE 02900			BIRP 00500		BILL 02100							
ano	2004	2003	2004	2003	2004	2011	2015	2016	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Erpobdellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
Glossiphoniidae	49	0	24	0	98	14	0	0	196	168	1383	147	539	2513	218	281
Hydracarina	147	0	110	42	86	773	295	0	14	0	0	0	12	0	0	0
Hyalellidae	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	12	0	0	0	12	169	0	14	0	0	0	0	0	0	13	169
Chironomini ni	73	28	184	112	171	0	0	0	686	112	0	0	0	13	0	0
<i>Aedokritus coffeatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asheum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Axarus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Beardius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chironomus</i>	73	630	1041	294	61	2488	98	28	966	434	86	12	4555	1237	295	70
<i>Cladopelma</i>	12	0	147	0	135	70	0	183	140	98	0	0	490	0	0	267
<i>Cryptochironomus</i>	0	0	24	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Demicryptochironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dicrotendipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	12	0	0	13	0
<i>Endotribelos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissimentum</i>	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Goeldichironomus</i>	453	0	0	140	0	28	0	0	182	14	0	0	110	808	38	0
<i>Lauterborniella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microchironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nilothauma</i>	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parachironomus</i>	0	0	12	0	0	28	0	0	0	0	0	0	61	0	0	0
<i>Paralauterborniella</i>	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pelomus</i>	98	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Polypedilum</i>	380	0	12	98	0	8476	211	1110	1107	392	0	24	37	0	0	56
<i>Saetheria</i>	24	0	0	0	98	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0
<i>Stenochironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zavreliella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsini ni	61	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caladomyia</i>	2057	0	0	0	0	98	1012	365	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paratanytarsus</i>	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellina</i>	12	0	0	0	0	0	56	14	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stempellinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i>	4138	0	0	0	0	0	0	0	28	364	0	12	24	0	0	0
<i>Pseudochironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE H (cont.)

[illegible]

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	9		10								11		13			14	
local	MOCA 02300		SOIT 02900			SOIT 02850	TIBB 02100	TIBB 02900			JUQI 00810	CAFR 00300	TIBA 02800		TIBI 02900	JURU 02600	PAXA 02900
ano	2011	2012	2005	2008	2009	2014	2003	2005	2006	2007	2009	2014	2006	2007	2008	2014	2013
BRYOZOA	0	0	122	1998	1982	8814	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
Dugesiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	110	13	0	0	1751	265	115	0	112
NEMERTEA	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	25	0	0	127
Unionoidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	28	28	539	0	0	0	42	0	0	38	13	0	24	88	13	14	267
GASTROPODA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Ampullaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	14
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleuroceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	42
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus	1209	1237	0	13	70	14	0	196	24	189	0	155	49	215	0	56	0
Bothrioneurum	0	0	0	26	0	0	896	0	184	0	0	0	0	0	0	0	0
Aulodrilus	365	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	590
Branchiura	239	56	0	0	0	42	0	49	233	139	0	0	24	13	0	0	28
Naididae ni	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Allonais	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bratislavia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetogaster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dero	28	98	73	51	815	787	0	49	98	38	0	14	429	25	0	56	98
Haemonais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nais	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	14
Slavina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490	177	243	0	14
Stephensoniana	0	14	0	13	98	0	0	0	0	0	0	0	12	13	0	14	0
Stylaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pristina	56	267,1	86	90	422	211	14	159	12	25	0	1448	955	644	256	1406	295
Opistocysta funiculus	28	56	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE H (cont.)

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	9		10								11		13			14	
local	MOCA 02300		SOIT 02900			SOIT 02850	TIBB 02100	TIBB 02900			JUQI 00810	CAFR 00300	TIBA 02800		TIBI 02900	JURU 02600	PAXA 02900
ano	2011	2012	2005	2008	2009	2014	2003	2005	2006	2007	2009	2014	2006	2007	2008	2014	2013
Riethia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae ni	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	70
Ablabesmyia	141	155	0	0	0	0	0	0	0	0	51	141	86	0	154	28	56
Coelotanypus	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	141	28	12	51	38	42	169
Djalmabatista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	42	155
Labrundinia	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	183	0	0	0	0	0
Procladius	127	28	0	154	408	155	0	0	12	0	0	42	0	38	0	14	0
Tanypus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512	183	0	0	0	0	0
Orthoclaidiinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cricotopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nanocladius	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thienemaniella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Crambidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cosmopterigidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
ODONATA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	13	0	0	0	0	0	28
Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13	0	0	0
EPHEMEROPTERA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	38	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	38	0	14
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	239	197	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	992	0	51	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	13	26	0	141
Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas																	
Corbiculidae - Corbicula fluminea	28	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	37	13	0	169	1813
Mytilidae - Limnoperna fortunei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	25	717	0	3472
Thiaridae - Melanoides tuberculatus	0	0	0	0	0	0	126	0	0	0	0	0	24	0	38	14	14

APÊNDICE H (cont.)

[illegible]

APÊNDICE H (cont.)

UGRHI	15	16		17		18	19			22			
local	TOMZ 02990	TIPR 02800		PASG 02800		ISOL 02900	TITR 02100		PARN 02080	PARP 02700		PARN 02900	
ano	2013	2007	2014	2006	2007	2013	2006	2007	2007	2008	2009	2007	2008
<i>Riethia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae ni	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i>	14	38	141	98	13	56	49	25	13	51	0	25	13
<i>Coelotanypus</i>	0	240	141	49	88	70	0	63	88	115	64	0	0
<i>Djalmabatista</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
<i>Labrundinia</i>	14	0	0	12	0	14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procladius</i>	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanypus</i>	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthoclaadiinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cricotopus</i>	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	64
<i>Nanocladius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thienemaniella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crambidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	26
Cosmopterigidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ODONATA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	0	12	13	0	0	0	0	0	0	0	26
Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHEMEROPTERA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caenidae	0	0	0	37	0	112	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	51	38
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	442	0	0	0	0	196	0	0	0	0	0	0
Helicopsychidae	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Leptoceridae	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	25	0
Polycentropodidae	0	0	14	0	0	0	0	25	0	0	0	215	0
Espécies exóticas													
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	551	934	0	453	0	0	256	538	63	64
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	787	0	0	10346	37	2854	682	192	13	17980	24429
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	1200	14	73	25	984	24	101	0	0	0	13	115

APÊNDICE I – DENSIDADES (ind.m⁻²) DOS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS NA REGIÃO PROFUNDAL RASA DE RESERVATÓRIOS NA REDE DE MONITORAMENTO DA CETESB (2002-2019). (OBS. em **vermelho** dados não considerados para o cálculo das métricas)

UGRHI	6										9	17		21
local	PEBA 00900			PIRE 02999	RGDE 02100	RGDE 02030		RGDE 02300	GUAR 00100	COGR 00900	MOCA 02300	PASG 02800		RLAN 02500
ano	2003	2004	2017	2018	2003	2016	2017 (%)	2004	2002	2019	2012	2006	2007	2019
BRYOZOA	49	0	0	0	0	0	0	0	0	326	0	0	0	0
Dugesidae	0	0	0	43	0	0	1,14	0	0	0	0	17	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	119	0
Mycetopodidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	2228	3214	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2092	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	17	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0
Aelosomatidae	0	0	0	14	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	2281	8663	1236	20140	26037	7290	35,92	13888	49	57	2314	33809	1803	129
<i>Aulodrilus</i>	0	0	0	0	0	3262	13,00	0	0	0	456	0	1820	661
<i>Branchiura</i>	0	0	14	0	0	0	0,07	0	0	0	84	170	1054	0
Naidinae ni	0	0	0	0	0	14	0	0	115	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	50	0	43	663	681	1,88	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	0	33	0	13091	8146	808	19,57	215	263	113	17	17	34	29
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	3,82	0	0	0	17	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	85	0
<i>Stephensoniana</i>	0	0	0	0	14252	0	0	66	0	156	0	663	187	115
<i>Pristina</i>	0	0	0	5078	17	397	1,21	0	0	43	237	272	17	58
<i>Opistocysta</i>	0	0	0	27317	323	3730	3,08	0	0	28	0	0	0	14
Glossiphoniidae	49	347	187	2028	68	0	0,40	0	0	14	0	1463	374	14
Hydracarina	0	0	58	14	0	0	0	0	0	0	17	0	17	58
Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	28	0,27	0	0	71	51	0	34	29
Chironomini ni	16	17	0	0	255	0	0,54	0	16	0	34	0	0	29
<i>Aedokritus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	72
<i>Chironomus</i>	378	1306	0	0	561	43	12,20	265	1461	43	152	0	0	14
<i>Cladopelma</i>	33	50	14	43	0	14	0	17	66	85	0	0	0	29
<i>Endotribelos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Fissimentum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216
<i>Goeldichironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0

APÊNDICE I – (cont.)

UGRHI	6										9	17		21
local	PEBA 00900			PIRE 02999	RGDE 02100	RGDE 02030		RGDE 02300	GUAR 00100	COGR 00900	MOCA 02300	PASG 02800		RLAN 02500
ano	2003	2004	2017	2018	2003	2016	2017 (%)	2004	2002	2019	2012	2006	2007	2019
<i>Microchironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Parachironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralauterborniella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0
<i>Pelomus</i>	16	149	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	34	0
<i>Polypedilum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	51	17	68	29
<i>Saetheria</i>	16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Tanytarsini ni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Caladomyia</i>	0	17	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	216
<i>Tanytarsus</i>	16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
<i>Pseudochironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Tanypodinae ni</i>	0	17	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	34	357	388
<i>Coelotanypus</i>	443	165	345	0	0	0	0	0	0	0	0	85	850	187
<i>Djalmabatista</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	891
<i>Labrundinia</i>	164	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procladius</i>	0	50	0	0	0	0	0	0	0	43	84	0	51	14
<i>Tanypus</i>	0	33	0	113	442	128	5,76	50	131	99	0	0	0	115
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	68	34	0
Libellulidae	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
Polymitarcyidae	33	0	0	0	0	0	0	0	0	14	828	0	0	216
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Espécies exóticas														
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	4524	3401	0
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	1548	357	0

UGRHI	2				4			5									
local	IUNA 00950	SANT 00800	JAGJ 00200 (%)	JAGJ 00250 (%)	GRAM 02900		PARD 02050	JARI 00800			CACH 00500	RAIN 00880	ATSG 02800				
ano	2015	2014	2012	2013	2015	2016	2018	2009	2010	2011	2016	2018	2006	2007	2008	2009	2019
BRYOZOA	0	0	5,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dugesidae	0	0	5,94	5,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0,31	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVIA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
Physidae	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0,78	9,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnodrilus	0	0	59,94	13,08	0	0	1896	14	0	84	0	0	17	1653	607	0	43
Bothrioneurum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aulodrilus	0	111	4,76	57,41	0	397	51	0	0	67	0	0	85	0	0	316	0
Branchiura	0	14	0,21	0	0	0	803	167	0	573	0	0	0	17	0	0	0
Naidinae ni	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Allonais	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aulophorus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234
Chaetogaster	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dero	0	0	3,15	0,61	0	43	307	42	309	169	0	0	578	149	1078	3724	0
Haemonais	0	0	1,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nais	0	0	0	0,30	0	0	102	0	0	0	0	0	4133	3274	0	0	0
Slavina	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stephensoniana	0	0	0	0	0	0	34	0	0	17	0	0	136	0	17	14	0
Stylaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pristina	0	306	1,5	5,82	0	0	34	0	0	17	0	0	17	0	0	14	21
Opistocysta	0	0	7,60	4,48	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	1740	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	1,91	0,35	0	0	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	0	0	5,22	0,48	0	0	34	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	6															
local	NOVA 00800			JNDI 00450			PEBA 00900		RGDE 02400		RGDE 02900			BIRP 00500		
ano	2003	2014	2018	2006	2007	2019	2016	2018	2018	2019	2003	2004	2011	2015	2016	2017
BRYOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0
DugesIIDae	0	0	0	0	17	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVIA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	0	404	121	8299	1455	539	1337	11640	879	14	0	391	1045	2369	28	102
<i>Bothrioneurum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulodrilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Branchiura</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Naidinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	0	0	0	119	17	0	334	613	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephensoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	0	0	12	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opistocysta</i>	0	0	0	51	0	0	0	404	0	0	0	0	0	0	0	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	0	17	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	0	0	0	34	17	0	125	181	0	0	0	0	0	57	0	0

UGRHI	6															
local	NOVA 00800			JNDI 00450			PEBA 00900		RGDE 02400		RGDE 02900			BIRP 00500		
ano	2003	2014	2018	2006	2007	2019	2016	2018	2018	2019	2003	2004	2011	2015	2016	2017
Ceratopogonidae	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomini ni	17,0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedokritus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beardius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomus	0	56	260	0	0	0	0	3829	28	0	16	204	34	43	125	17
Cladopelma	34	111	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	17	0	84	17
Cryptochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicrotendipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endotribelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissimentum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeldichironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microchironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parachironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paralauterborniella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pelomus	17	42	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	14	17
Polypedilum	17	181	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	17	199	543	406
Saetheria	0	14	0	0	17	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
Xestochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zavreliella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsini ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caladomyia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	17
Rheotanytarsus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stempellina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ablabesmyia	0	14	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	0	0
Coelotanypus	0	139	14	0	17	0	139	738	0	0	0	0	0	0	0	0
Djalmabatista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labrundinia	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	28	28	102
Procladius	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Tanypus	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	85	0	340	42	0
Cricotopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lopescladius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nanocladius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	6															
local	BILL 02100														BITQ 00100	
ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2019	2016	2017
BRYOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DugesIIDae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVIA ni	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	82	788	238	612	612	33	0	0	67	68	17	0	14	0	102	2042
<i>Bothrioneurum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulodrilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2822
<i>Branchiura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
Naidinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
<i>Dero</i>	0	0	595	272	153	0	0	84	354	237	0	0	42	0	17	14
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephensoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	237	0	17	57
<i>Opistocysta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	426
Phreodrilidae	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	0	0	0	0	0	14	17	220	34	0	0	0	0	43
Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	6											9		10			
local	GUAR 00900							JQJU 00900		ACLA 00900	RCAB 00500	MOCA 02300	MOCA 02900	SOIT 02850	SOIT 02900		
ano	2003	2004	2005	2006	2007	2013	2019	2015	2016	2018	2013	2011	2019	2014	2005	2008	2009
BRYOZOA	0	51	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	284	0	0	0	0
Dugesidae	0	0	0	0	0	98	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVIA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	42	57	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	56	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	1395	3775	17	170	0	1954	355	0	0	142	0	70	57	0	0	0	0
<i>Bothrioneurum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulodrilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	723	0	139	255	0	0	0	0
<i>Branchiura</i>	0	0	0	0	99	211	0	0	0	113	0	167	0	0	0	67	348
Naidinae ni	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	0	612	0	170	0	618	14	0	0	85	112	195	284	0	0	0	0
<i>Haemonais</i>	0	0	0	136	0	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephensoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	0	28	0	0	0	0	0
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	16	51	0	34	0	84	0	0	0	1433	0	111	28	0	0	0	0
<i>Opistocysta</i>	0	0	0	0	0	478	0	0	0	57	0	14	57	0	0	0	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	0	0	0	14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	0	0	0	0	0	70	0	0	14	99	0	0	0	0	0	17	0

UGRHI	6											9		10			
local	GUAR 00900							JQJU 00900		ACLA 00900	RCAB 00500	MOCA 02300	MOCA 02900	SOIT 02850	SOIT 02900		
ano	2003	2004	2005	2006	2007	2013	2019	2015	2016	2018	2013	2011	2019	2014	2005	2008	2009
Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Chironomini ni	0	0	0	0	0	28	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
Aedokritus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14	0	0	0	0
Beardius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomus	0	51	0	68	0	14	0	0	0	0	42	14	71	0	0	0	0
Cladopelma	0	0	0	0	0	0	0	0	14	85	0	0	0	0	17	0	0
Cryptochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
Dicrotendipes	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Endotribelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissimentum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goeldichironomus	0	0	0	0	0	1040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microchironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parachironomus	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paralauterborniella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pelomus	0	0	0	0	0	0	0	0	14	43	0	0	0	28	0	0	153
Polypedilum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Saetheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	0	14	0	111	85	0	14
Xestochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zavreliella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsini ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caladomyia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298	0	0	0	0	0	0	0
Rheotanytarsus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stempellina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
Pseudochironomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ablabesmyia	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Coelotanypus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	28	68	0	28
Djalmabatista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labrundinia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Procladius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	265	1305	501	646	270	390
Tanypus	16	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0
Cricotopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lopescladius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nanocladius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	10				11		13						14		15	
local	TIBB 02100	TIBB 02900			JUQI 00810	CAFR 00300	BROA 02800		BJAU 03500	TIBA 02800		TIBI 02900	JURU 02600	PAXA 02900	TOMZ 02990	
ano	2003	2005	2006	2007	2009	2014	2017	2018	2017	2006	2007	2008	2014	2013	2003	2013
BRYOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dugesidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
BIVALVIA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	17	0	0	195	139	0	0	1467	0	0	0	0	70	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
Aeolosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	0	2279	442	34	432	348	0	0	1865	0	34	1432	0	0	0	0
<i>Bothrioneurum</i>	82	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulodrilus</i>	0	17	0	0	0	84	0	0	559	0	0	0	153	56	903	17
<i>Branchiura</i>	82	17	0	0	0	0	0	0	50	1701	2534	0	0	0	0	203
Naidinae ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	16	1241	2211	2007	0	14	0	0	385	221	1718	0	0	0	49	101
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0
<i>Stephensoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	16	51
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	0	34	0	0	0	0	0	85	1057	0	0	34	835	239	0	0
<i>Opistocysta</i>	0	0	0	0	0	70	0	0	1703	0	0	0	56	0	0	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	0	0	0	0	0	28	0	0	37	0	34	253	0	0	0	0
Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	17	0	0	1165	777

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	16		18	19			22			
local	TIPR 02800		ISOL 02900	TITR 02100		PARN 02080	PARP 02700		PARN 02900	
ano	2007	2014	2013	2006	2007	2007	2008	2009	2007	2008
BRYOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	227	0
Dugesidae	50	362	68	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
BIVALVIA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	202	42	0	0
Ancylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiaridae nativo	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
OLIGOCHAETA ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeolosomatidae	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0
Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus</i>	0	1671	0	17	17	34	0	0	0	0
<i>Bothrioneurum</i>	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulodrilus</i>	0	7282	0	918	298	0	34	0	0	0
<i>Branchiura</i>	182	70	0	51	17	0	0	14	0	0
Naidinae ni	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetogaster</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero</i>	17	627	0	51	0	0	17	42	13	0
<i>Haemonais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Slavina</i>	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0
<i>Stephensoniana</i>	0	167	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stylaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina</i>	0	1197	135	34	0	0	0	125	0	0
<i>Opistocysta</i>	0	501	0	0	0	0	0	42	0	0
Phreodrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	364	320	0	17	33	0	17	28	0	67
Hydracarina	0	42	17	34	0	17	0	28	0	0

APÊNDICE J (cont.)

[illegible]

APÊNDICE J (cont.)

UGRHI	16		18	19			22			
local	TIPR 02800		ISOL 02900	TITR 02100		PARN 02080	PARP 02700		PARN 02900	
ano	2007	2014	2013	2006	2007	2007	2008	2009	2007	2008
Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera n.i.	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espécies exóticas										
Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>	0	0	17	0	0	136	17	195	0	0
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	0	0	34	0	0	119	0	0	581	1045
Thiaridae - <i>Melanoides tuberculatus</i>	1455	0	0	119	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE K – SISTEMA DE PONTUAÇÕES QUE GEROU O IB-Rio (IB10)

	frequência de ocorrência (fo)(%)					fo	densidade média (dm)(ind.m ⁻²)					dm	bônus ausência em mr	soma	IB1-8		
	N = 13	N = 45	N = 35	N = 15	N = 2		N = 13	N = 43	N = 35	N = 15	N = 2				V1	IB9-16 V2	IB17-24 V3
	muito ruim	ruim	regular	bom	ótimo		muito ruim	ruim	regular	bom	ótimo				soma e ajuste (-1)	média + bônus	fo+bônus
BRYOZOA	8	11	31	73	50	4	3	259	114	1954	714	4	0	8	7	4	4
Dugesidae	8	22	60	73	100	5	1	536	209	157	708	2	0	7	6	4	5
NEMERTEA	0	33	60	80	100	4	0	16	36	114	175	4	1	9	8	5	5
Sphaeriidae	23	64	89	93	100	3	124	202	838	1006	288	4	0	7	6	4	3
Ancylidae	8	33	57	67	100	5	4	18	57	103	1177	5	0	10	9	5	5
Physidae	23	27	26	27	50	2	24	55	140	14	7	3	0	5	4	3	2
Planorbiidae	8	9	11	40	50	4	4	1	2	10	287	5	0	9	8	5	4
Aeolosomatidae	23	22	20	13	50	5	3	1356	8	22	7	2	0	7	6	4	5
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	100	93	100	93	100	1	37257	54271	24664	5770	3378	1	0	2	1	1	1
Tubificinae + Rhyacodrilinae cqc	38	60	74	93	100	4	4185	1929	2511	547	105	1	0	5	4	3	4
Naidinae+ Pristininae	92	91	97	100	100	1	26615	29723	11356	10571	9449	1	0	2	1	1	1
Megadrili	8	4	9	7	50	5	4	162	5	38	14	2	0	7	6	4	5
Opistocystidae	23	40	46	53	50	4	99	196	766	368	42	3	0	7	6	4	4
Glossiphoniidae	31	49	66	60	50	3	612	483	415	205	301	1	0	4	3	2	3
Hydracarina	0	22	49	40	100	5	0	15	21	46	147	5	1	11	10	6	6
Ceratopogonidae	15	40	77	67	100	3	2	65	86	66	203	5	0	8	7	4	3
Chironomini	77	98	100	100	100	1	4896	8621	8010	2556	32474	1	0	2	1	1	1
Tanytarsini	8	56	89	100	100	3	2	142	308	919	2188	5	0	8	7	4	3
Tanypodinae	8	58	69	93	100	4	12	110	112	191	3272	5	0	9	8	5	4
Orthochadinae	31	58	83	80	100	3	11	240	141	410	1451	5	0	8	7	4	3
Empididae	0	4	9	7	100	5	0	1	4	6	112	5	1	11	10	6	6
Gomphidae	8	22	60	53	100	5	1	8	29	48	21	4	0	9	8	5	5
Elmidae	0	20	40	53	50	4	0	18	52	26	274	5	1	10	9	6	5
Gyrinidae	0	2	0	7	100	5	0	0	0	1	28	5	1	11	10	6	6
Baetidae	0	9	14	40	100	5	0	2	3	48	253	5	1	11	10	6	6
Caenidae	0	4	9	27	50	4	0	5	8	7	21	5	1	10	9	6	5
Leptohyphidae	0	2	34	53	100	5	0	5	32	62	1237	5	1	11	10	6	6
Leptophlebiidae	0	2	3	0	50	5	0	0	0	0	112	5	1	11	10	6	6
Hydroptilidae	0	4	9	40	50	4	0	2	1	170	28	4	1	9	8	5	5
Leptoceridae	0	16	31	87	100	4	0	21	18	73	499	5	1	10	9	6	5
fo:	até 25%	26-50	51-75	>75%		dm:	<50	50-99	100-499	500-999	>999						

APÊNDICE K – (cont.)

fo:	até 25%	26-50	51-75	>75%	dm:	<50	50-99	100-499	500-999	>999
-----	---------	-------	-------	------	-----	-----	-------	---------	---------	------

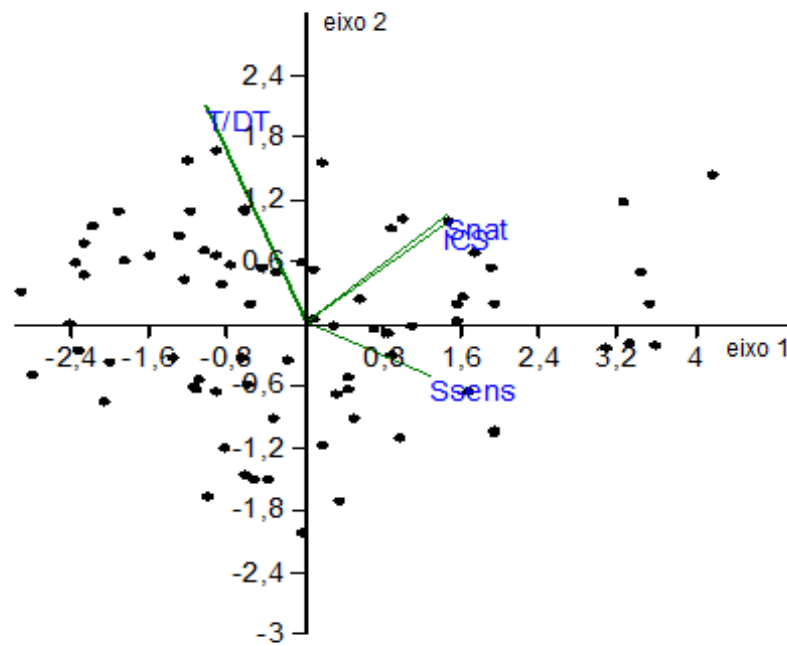
APÊNDICE L – SISTEMA DE PONTUAÇÕES QUE GEROU O IB-Res (IB12).

	frequência de ocorrência (fo)(%)						densidade média (dm)(ind.m ⁻²)					dm	bônus ausência em mr	soma	IB1-6 V1	IB7-12 V2	IB13-18 V3
	N=61	N=36	N=38	N=40	N=4		N=61	N=35	N=36	N=38	N=3						
	multo ruim	ruim	regular	bom	ótimo		multo ruim	ruim	regular	bom	ótimo				ajuste	média + bônus -1	fo+bônus+ ajuste
BRYOZOA	5	17	21	33	50	4	6	285	153	352	2069	5	0	9	7	4	4
Dugesidae	3	19	26	53	100	5	1	31	255	636	229	4	0	9	7	4	5
NEMERTEA	2	11	13	30	100	5	0	5	5	14	257	5	0	10	8	4	5
Sphaeriidae	2	19	29	40	25	3	0	89	77	261	4	4	0	7	5	3	3
Tubificinae + Rhyacodrilinae	77	92	97	95	75	1	848	5220	4762	2865	553	2	0	3	1	1	1
Tubificinae + Rhyacodrilinae sqc	61	83	89	88	75	2	769	4900	2902	1701	329	2	0	4	1	1	1
Tubificinae + Rhyacodrilinae cqc	26	53	66	83	75	4	78	320	1860	1165	224	3	0	7	4	3	3
<i>Limnodrilus</i>	61	81	87	88	75	2	769	4733	2852	1693	329	2	0	4	1	1	1
<i>Bothrioneurum</i>	0	8	26	13	0	3	0	167	49	8	0	2	1	6	3	3	3
<i>Aulodrilus</i>	11	28	47	53	50	4	33	204	1787	1085	215	3	0	7	4	3	3
<i>Branchiura</i>	18	36	47	63	25	4	46	115	73	80	9	2	0	6	3	2	3
Naidinae + Pristininae	61	83	97	98	100	2	365	2315	2195	1897	2308	2	0	4	1	1	1
<i>Chaetogaster</i>	0	17	13	10	25	5	0	193	3	11	5	2	1	8	5	4	5
<i>Dero</i>	49	72	82	88	100	3	195	919	1022	350	273	3	0	6	3	2	2
<i>Haemonais</i>	0	3	13	8	25	5	0	4	66	124	0	4	1	10	7	5	5
<i>Nais</i>	5	14	21	25	75	5	122	7	10	75	9	1	0	6	3	2	4
<i>Slavina</i>	0	3	16	43	50	4	0	0	6	119	177	4	1	9	6	4	4
<i>Stephensoniana</i>	11	19	42	50	50	3	5	579	23	110	1267	5	0	8	5	3	2
<i>Pristina</i>	23	58	92	95	100	3	37	606	1056	1047	569	3	0	6	3	2	2
<i>Opistocysta</i>	7	28	47	50	50	2	30	237	965	140	14	3	0	5	3	2	2
Glossiphoniidae	16	47	68	63	75	3	32	170	150	165	203	2	0	5	3	2	3
Hydracarina	20	22	50	75	100	5	38	25	35	89	147	5	0	10	8	4	5
Ceratopogonidae	3	17	39	58	100	5	1	7	17	36	112	5	0	10	8	4	5
Chironomini	62	92	97	100	100	2	101	560	841	1158	936	4	0	6	4	2	2
Chironomini não <i>Chironomus</i>	38	86	95	100	100	2	51	227	569	1031	913	4	0	6	3	2	1
<i>Chironomus</i>	41	64	71	65	50	2	50	333	272	127	23	2	0	4	1	1	1
<i>Cladopelma</i>	15	28	58	45	50	3	10	13	68	36	239	5	0	8	5	3	2
<i>Cryptochironomus</i>	0	3	18	35	75	5	0	0	6	17	32	5	1	11	8	5	5
<i>Dicrotendipes</i>	0	11	13	28	50	4	0	1	2	99	30	4	1	9	6	4	4
<i>Goeldichironomus</i>	3	14	24	43	50	4	18	58	92	104	9	4	0	8	5	3	3
fo:	0-25	26-50	51-75	76-100		dm:	<50	50-99	100-499	500-999	>999						

APÊNDICE L – (cont.)

	frequência de ocorrência (fo)(%)						densidade média (dm)(ind.m ⁻²)					dm	bônus ausência em mr	soma	IB1-6	IB7-12	IB13-18
	N=61	N=36	N=38	N=40	N=4		N=61	N=35	N=36	N=38	N=3				V1	V2	V3
	multo ruim	ruim	regular	bom	ótimo		multo ruim	ruim	regular	bom	ótimo				ajuste	média + bônus -1	fo+bônus+ ajuste
<i>Nilothauma</i>	0	6	3	15	75	5	0	1	3	8	19	5	1	11	8	5	5
<i>Paralauterborniella</i>	2	8	11	28	50	4	2	8	6	17	18	5	0	9	6	4	3
<i>Pelomus</i>	11	31	29	48	75	5	6	12	13	23	9	4	0	9	6	4	4
<i>Polypedilum</i>	15	31	68	90	100	4	8	54	215	458	344	3	0	7	4	3	3
<i>Saetheria</i>	10	28	47	48	50	2	5	17	45	70	14	4	0	6	3	2	1
<i>Tanytarsini</i>	3	39	45	75	100	5	3	106	171	467	391	2	0	7	5	3	5
<i>Caladomyia</i>	2	22	29	58	100	5	2	82	81	186	177	4	0	9	6	4	4
<i>Tanytarsus</i>	2	22	32	45	75	5	0	6	81	253	129	4	0	9	6	4	4
Tanypodinae	44	89	87	93	100	2	86	249	326	425	444	2	0	4	2	1	2
<i>Ablesomyia</i>	0	28	39	68	100	5	0	14	33	167	201	4	1	10	7	5	5
<i>Coelotanypus</i>	26	44	53	65	75	3	17	91	83	153	136	4	0	7	4	3	2
<i>Labrundinia</i>	5	22	29	25	50	3	7	17	36	12	9	3	0	6	3	2	2
<i>Procladius</i>	13	39	34	45	50	2	50	74	87	32	5	3	0	5	2	2	1
Polymitarcyidae	0	19	26	35	50	3	0	13	62	262	112	4	1	8	6	4	4
Leptoceridae	0	0	0	33	75	5	0	0	0	11	18	5	1	11	9	5	6
Polycentropodidae	0	0	0	13	75	5	0	0	0	5	86	5	1	11	9	5	6
RAROS																	
Ampullaridae	0	0	0	0	50	5	0	0	0	0	44	5	1	11	9	5	6
Physidae	0	0	5	33	25	4	0	0	2	7	0	4	1	9	7	4	5
Aeolosomatidae	0	6	16	23	50	5	0	0	8	5	13	5	1	11	9	5	6
Enchytraeidae	0	0	5	13	50	5	0	0	1	3	5	5	1	11	9	5	6
<i>Aedokritus coffeatus</i>	2	8	16	43	25	4	1	4	38	88	52	4	0	8	5	3	4
<i>Asheum</i>	0	0	0	8	50	5	0	0	0	1	14	5	1	11	8	5	5
<i>Axarus</i>	0	3	0	3	50	5	0	0	0	0	42	5	1	11	8	5	5
<i>Fissimentum</i>	0	6	18	38	25	4	0	6	8	37	13	4	1	9	6	4	4
<i>Parachironomus</i>	2	0	24	23	50	5	1	0	8	12	9	4	0	9	6	4	4
<i>Stenochironomus</i>	0	0	0	3	50	5	0	0	0	0	5	5	1	11	8	5	5
<i>Zavreliella</i>	0	0	0	13	50	5	0	0	0	9	23	5	1	11	8	5	5
<i>Tanypus</i>	13	31	24	15	0	2	11	44	32	18	0	2	0	4	1	1	1
Orthoclaudiinae	0	0	5	10	50	5	0	0	1	5	17	5	1	11	9	5	6
fo:	0-25	26-50	51-75	76-100		dm:	<50	50-99	100-499	500-999	>999						

APÊNDICE M – RESULTADO DA PCA1 RODADA COM OS DADOS DA REGIÃO SUBLITORAL DE RESERVATÓRIOS



eixo	eigen value	% var
1	2,737	68,4
2	0,725	18,1
3	0,455	11,4
4	0,082	2,1

	eixo 1	eixo 2	eixo 3	eixo 4
S _{nat}	0,552	0,403	-0,119	-0,720
ICS	0,546	0,366	-0,331	0,677
T/DT	-0,401	0,816	0,409	0,082
S _{sen}	0,487	-0,195	0,842	0,125

APÊNDICE M (cont.)

local/ano	eixo 1 ordenado	local/ano	eixo 1 ordenado	local/ano	eixo 1 ordenado	local/ano	eixo 1 ordenado	local/ano	eixo 1 ordenado
GUAR 00900 - 2005	-2,9214	IUNA 00950 - 2015	-0,99886	CAFR 00300 - 2014	0,078926	PEBA 00900 - 2004	1,0018	PARN 02900 - 2008	3,1015
BILL 02100 - 2004	-2,7837	JNDI 00450 - 2006	-0,91248	JURU 02600 - 2014	0,10102	ATSG 02800 - 2008	1,0811	JARI 00800 - 2010	3,2599
RGDE 02100 - 2003	-2,4053	BIRP 00500 - 2015	-0,91214	GUAR 00900 - 2013	0,16431	JQJU 00900 - 2015	1,4703	PASG 02800 - 2006	3,3159
BILL 02100 - 2005	-2,3458	BILL 02100 - 2003	-0,89877	SOIT 02900 - 2008	0,18225	JARI 00800 - 2011	1,5481	JAGJ 00250 - 2013	3,449
ATSG 02800 - 2006	-2,309	PEBA 00900 - 2003	-0,8473	PARP 02700 - 2008	0,30388	TIBA 02800 - 2007	1,5681	PARN 02900 - 2007	3,542
BILL 02100 - 2007	-2,2762	TIBB 02900 - 2007	-0,81205	PARN 02080 - 2007	0,32003	TIBA 02800 - 2006	1,626	PAXA 02900 - 2013	3,5764
JNDI 00450 - 2007	-2,2703	BILL 02100 - 2002	-0,77728	PASG 02800 - 2007	0,34735	TIBI 02900 - 2008	1,6758	JAGJ 00200 - 2012	4,1763
BILL 02100 - 2008	-2,1685	GUAR 00900 - 2003	-0,64266	NOVA 00800 - 2014	0,42775	TIPR 02800 - 2014	1,7433		
GUAR 00100 - 2002	-2,0596	RGDE 02900 - 2011	-0,61997	TIPR 02800 - 2007	0,43986	GRAM 02900 - 2015	1,9229		
RGDE 02900 - 2003	-2,0003	ATSG 02800 - 2007	-0,6132	NOVA 00800 - 2003	0,50261	TIBB 02900 - 2005	1,9378		
RGDE 02300 - 2004	-1,9199	PARP 02700 - 2009	-0,61215	JQJU 00900 - 2016	0,54633	SANT 00800 - 2014	1,9423		
GUAR 00900 - 2006	-1,8582	BIRP 00500 - 2016	-0,57827	TITR 02100 - 2007	0,69137	ATSG 02800 - 2009	1,9468		
GUAR 00900 - 2004	-1,587	MOCA 02300 - 2011	-0,56454	TITR 02100 - 2006	0,86747				
BILL 02100 - 2012	-1,3569	SOIT 02900 - 2005	-0,53951	TIBB 02900 - 2006	0,87259				
RGDE 02900 - 2004	-1,2897	MOCA 02300 - 2012	-0,43882	JARI 00800 - 2009	0,89542				
BILL 02100 - 2009	-1,2365	SOIT 02850 - 2014	-0,3963	ISOL 02900 - 2013	0,98326				
BILL 02100 - 2006	-1,2143	SOIT 02900 - 2009	-0,31154						
TOMZ 02990 - 2013	-1,1903	BILL 02100 - 2011	-0,30647						
BILL 02100 - 2014	-1,1358	BILL 02100 - 2013	-0,17809						
TIBB 02100 - 2003	-1,1092	RCAB 00500 - 2013	-0,037104						
BILL 02100 - 2010	-1,0994	JUQI 00810 - 2009	-0,035256						
GUAR 00900 - 2007	-1,0395								
< -1		de -1 a 0		de 0 a 1		de >1 a 3		>3	