

**AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE RIPÁRIA DA BACIA DO  
RIBEIRÃO PIPIRIPAU (DF/GO) UTILIZANDO O  
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE  
RIOS – SVAP.**

ALESSANDRA BEZERRA LIMA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL



**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE RIPÁRIA DA BACIA DO  
RIBEIRÃO PIPIRIPAU (DF/GO) UTILIZANDO O PROTOCOLO DE  
AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS – SVAP.**

**ALESSANDRA BEZERRA LIMA**

**ORIENTADOR: HENRIQUE MARINHO LEITE CHAVES, PhD**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA – DF, 25 de março de 2013**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE RIPÁRIA DA BACIA DO RIBEIRÃO  
PIPIRIPAU (DF/GO) UTILIZANDO O PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL  
RÁPIDA DE RIOS – SVAP.**

**ALESSANDRA BEZERRA LIMA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS DO DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Dr. Henrique Marinho Leite Chaves (Departamento de Engenharia Florestal, UnB)  
(Orientador)**

---

**Mauro César Lambert de Brito Ribeiro, Dr. (IBGE)  
(examinador externo)**

---

**Dr. Paulo Petry (The Nature Conservancy - TNC)  
(examinador externo)**

---

**Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão (Departamento de Engenharia Florestal, UnB)  
(Examinador Suplente)**

**BRASÍLIA – DF, 25 de março de 2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Alessandra Bezerra.

L732a Avaliação da integridade ripária da bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO) utilizando o Protocolo de Avaliação Visual Rápida de Rios – SVAP / Alessandra Bezerra Lima. - 2013.  
xv, 110 f. : il. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília,  
Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2013.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Henrique Marinho Leite Chaves.

1. Monitoramento ambiental. 2. Recursos hídricos. 3. Matas ripárias – Rios.  
4. Degradação ambiental – Bacias hidrográficas. I. Chaves, Henrique Marinho Leite. II. Título.

CDU 556.5

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Lima, A. B. (2013). Avaliação da integridade ripária da bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO) utilizando o Protocolo de Avaliação Visual Rápida de Rios – SVAP. Dissertação de Mestrado, Publicação PPG EFL DM-203/2013, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 110p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Alessandra Bezerra Lima

TÍTULO: Avaliação da integridade ripária da bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO) utilizando o Protocolo de Avaliação Visual Rápida de Rios – SVAP.

GRAU: Mestre

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Alessandra Bezerra Lima

Tel: (55 -61) 9699-3121 / 8220-2947

E-mail: alessandrabl@gmail.com

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, às duas mães incríveis que me ensinaram os valores do estudo, da perseverança e do amor. A vocês, Heloyza e Hilda, eu agradeço por todo o apoio e carinho ao longo minha jornada acadêmica, bem como em todas as etapas da minha vida. A toda minha família que me apoiou e compreendeu os momentos de ausência pela dedicação ao mestrado.

Ao professor e orientador Henrique Marinho Leite Chaves, pela paciência, dedicação, orientação e ensinamentos ao longo desses dois anos de trabalho.

Aos doutores Paulo Petry e Mauro Ribeiro, por aceitarem o desafio de participar da banca de mestrado e contribuir para a melhoria desse trabalho, o meu muito obrigado.

Às amigas Sarah e Silvania, que me acompanharam ao longo desses dois anos, dividindo disciplinas, somando conhecimentos, dando boas risadas, tornando mais prazerosa a passagem do mestrado.

Ao professor Reuber Brandão, por ceder o laboratório para que eu pudesse triar e identificar minhas amostras bentônicas. Ao professor Ildeu Martins, pela paciência e boa vontade de me auxiliar com as análises estatísticas, bem como na interpretação dos resultados. Ao departamento de Engenharia Florestal por ceder o transporte para as análises de campo, em especial ao Itamar, pela paciência para localizar comigo os pontos de coleta mais inacessíveis.

A todos os professores, alunos e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal que contribuíram para minha formação acadêmica, seja pelas disciplinas que me passaram conhecimentos valiosíssimos, seja pela auxílio ao longo de todo esse período.

À população rural do Pípiripau, que me recebeu em suas fazendas, contribuindo com informações e permitindo a realização desse trabalho.

Aos meus gestores na CAIXA, que flexibilizaram meus horários de trabalho e deram total apoio para que eu pudesse estudar.

E por fim, e não menos importante, ao meu noivo, amigo e companheiro André, que me acompanhou nas saídas ao ribeirão Pípiripau, sem você eu não teria conseguido, amor. Pela paciência e compreensão das minhas ausências ao longo do mestrado e por ter sido esse ajudante de campo incrível, obrigada por tudo!

Agradeço de coração a todos os que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado durante todo esse período de trabalho.

OBRIGADA!

## **DEDICATÓRIA**

Às minhas incríveis mães.  
Ao meu querido noivo, André.  
Aos amigos e familiares que me apoiaram nessa jornada.

## RESUMO

### **AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE RIPÁRIA DA BACIA DO RIBEIRÃO PIPIRIPAU (DF/GO) UTILIZANDO O PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL DE RIOS – SVAP.**

**Autora: Alessandra Bezerra Lima**

**Orientador: Henrique Marinho Leite Chaves**

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal**

**Brasília, março de 2013.**

O monitoramento ambiental através de técnicas rápidas e de baixo custo é fundamental para uma boa gestão dos recursos hídricos. Pontuar, de forma rápida e analisar quais parâmetros estão mais sujeitos à vulnerabilidade ambiental pode ser crucial para a reabilitação de um ecossistema. Para isso, existem os protocolos de avaliação rápida de rios, que analisam diversos parâmetros e atribuem pontuações de acordo com seu grau de preservação ambiental na Bacia, trazendo resultados que auxiliam na tomada de decisão dos gestores. A bacia do Ribeirão Pípiripau- DF vem experimentando a expansão agrícola e a demanda por recursos hídricos para consumo humano. Visando analisar a integridade ripária da bacia, foi realizado um diagnóstico da integridade ambiental de trechos aleatoriamente selecionados da rede de drenagem da bacia do ribeirão Pípiripau, utilizando o protocolo de avaliação rápida de rios *Stream Visual Assessment Protocol – SVAP*. O valor médio e o desvio-padrão do SVAP, observados todos os parâmetros e pontos analisados, foram de 7,42 e 1,86 respectivamente, caracterizando a bacia como tendo uma integridade ripária razoável. Os valores do SVAP no terço superior e médio da bacia foram inferiores aos do terço inferior, possivelmente em função da maior antropização dos primeiros. A média dos parâmetros do SVAP sem a análise dos invertebrados aquáticos foi de 7,39, diferindo pouco da versão completa, indicando que a versão simplificada não inviabiliza a aplicação do protocolo na bacia. Os parâmetros físicos de qualidade de água medidos não apresentaram correlação significativa com os valores do SVAP. A comparação entre as duas versões do protocolo (SVAP 1ª e 2ª versão) também não apresentou diferenças estatísticas significativas.

Palavras-chaves: monitoramento ambiental, recursos hídricos, avaliação visual, protocolo, integridade ambiental, SVAP.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE INTEGRITY OF THE RIPARIAN AREAS OF PIPIRIPAU RIVER BASIN (DF/GO) USING THE STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL - SVAP.

**Author: Alessandra Bezerra Lima**

**Supervisor: Henrique Marinho Leite Chaves**

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal**

**Brasília, march of 2013**

The environmental monitoring via rapid and low cost assessments is essential for the proper management of water resources. They evaluate which parameters are more vulnerable and decisive for the recovery of an ecosystem. There are several protocols for rapid assessment of rivers and riparian areas, which analyze various parameters and assign scores according to their degree of environmental integrity, helping in the decision-making process. The objective of the present study was to apply the *Stream Visual Assessment Protocol-SVAP*, one of the most utilized stream assessment protocols, to assess the riparian integrity and channel stability of the Pipiripau river basin (DF/GO). This basin experiences several human pressures, resulting from agriculture expansion and from the increasing water abstraction. Thus, a diagnostic of the environmental integrity of the riparian areas of the Pipiripau River was carried using the *Stream Visual Assessment Protocol-SVAP*, in 13 randomly selected points in the basin. The mean value and standard deviation of SVAP in the basin were 7.42 and 1.86, respectively, classifying it as having a 'regular' integrity. The SVAP scores of the upstream and middle portions of the basin were lower than that of the downstream portion, since the land use intensity in the former are higher. The SVAP mean score without considering the aquatic invertebrates was equal to 7.39, indicating that the incorporation of the benthonic analysis did not affect the final SVAP result. Additionally, the measured physical parameters of water quality showed no significant correlation with the SVAP scores. The comparison between the two versions of SVAP showed no significant differences in the final scores. Since the first version is simpler, this would facilitate its application in the basin by farmers and extension agents.

Keywords: Environmental monitoring, water resources, visual analysis protocol, environmental integrity, SVAP.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	BACIA HIDROGRÁFICA	1
1.2	QUALIDADE DA ÁGUA	2
1.3	RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	3
1.3.1	Recursos Hídricos no Distrito Federal	4
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	7
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	7
<b>4</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>8</b>
4.1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	8
4.2	INTEGRIDADE DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA	8
4.3	GESTÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL	10
4.3.1	Biomonitoramento	11
4.4	PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS	11
4.4.1	Histórico	11
4.4.2	Características dos Protocolos	12
4.4.3	Vantagens e Limitações dos PARs	14
4.4.4	Protocolo SVAP	15
4.4.4.1	Parâmetros do SVAP	17
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
5.1	ÁREA DE ESTUDO	29
5.1.1	Clima e Recursos Hídricos	30
5.1.2	Vegetação	31
5.1.3	Uso e Ocupação do Solo	31
5.2	APLICAÇÃO DO PROTOCOLO SVAP (1ª VERSÃO)	33
5.3	APLICAÇÃO DO PROTOCOLO SVAP (2ª VERSÃO)	36
5.4	ANÁLISES FÍSICAS DA ÁGUA	37

<b>5.5</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>37</b>
5.5.1	Protocolo SVAP	37
5.5.2	Macrofauna bentônica	38
5.5.3	Integridade Ripária Média da Bacia	39
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE COLETA</b>	<b>40</b>
6.1.1	Trecho 0	41
6.1.2	Trecho 1	42
6.1.3	Trecho 2	43
6.1.4	Trecho 3	44
6.1.5	Trecho 4	45
6.1.6	Trecho 5	46
6.1.7	Trecho 6	47
6.1.8	Trecho 7	48
6.1.9	Trecho 8	49
6.1.10	Trecho 9	50
6.1.11	Trecho 10	51
6.1.12	Trecho 11	52
6.1.13	Trecho 12	53
<b>6.2</b>	<b>RESULTADOS DO SVAP – 1ª VERSÃO</b>	<b>54</b>
<b>6.3</b>	<b>PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA</b>	<b>62</b>
<b>6.4</b>	<b>MACROINVERTEBRADOS ANALISADOS</b>	<b>66</b>
<b>6.5</b>	<b>COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS VERSÕES DO PROTOCOLO</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
	<b>APENDICES</b>	
<b>A</b>	<b>- RESULTADO DE CADA PARÂMETRO DO SVAP 1ª VERSÃO</b>	<b>84</b>
<b>B</b>	<b>- RESULTADO DE CADA PARÂMETRO DO SVAP 2ª VERSÃO</b>	<b>86</b>
<b>C</b>	<b>-TESTE DE PEARSON E REGRESSÃO LINEAR</b>	<b>88</b>
<b>D</b>	<b>- MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS</b>	<b>92</b>

## **ANEXOS**

**A - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS – 96**  
**SVAP 1ª VERSÃO (NRCS, 1998).**

**B - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS – 104**  
**SVAP 2ª VERSÃO (NRCS, 2009).**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Mapa das Bacias Hidrográficas do Distrito Federal (Fonte: ADASA, 2010).	5
<b>Figura 5.1</b>	Localização da bacia do Ribeirão Pípiripau – DF.	29
<b>Figura 5.2</b>	Mapa de Uso do Solo da Bacia do Pípiripau	32
<b>Figura 5.3</b>	Divisão da bacia em três terços, de acordo com sua fisionomia	35
<b>Figura 6.1</b>	Pontos de Amostragem na bacia do Ribeirão Pípiripau.	40
<b>Figura 6.2</b>	Ponto de Coleta 0. A e B – Ppau 0 Montante. C e D – Ppau 0 Jusante.	41
<b>Figura 6.3</b>	Ponto de Coleta 1. A e B – Ppau 1 Montante. C e D – Ppau 1 Jusante	42
<b>Figura 6.4</b>	Ponto de Coleta 2. A e B – Ppau 2 Montante. C e D – Ppau 2 Jusante	43
<b>Figura 6.5</b>	Ponto de Coleta 3. A e B – Ppau 3 Montante. C e D – Ppau 3 Jusante	44
<b>Figura 6.6</b>	Ponto de Coleta 4. A e B – Ppau 4 Montante. C e D – Ppau 4 Jusante	45
<b>Figura 6.7</b>	Ponto de Coleta 5. A e B – Ppau 5 Montante. C e D – Ppau 5 Jusante	46
<b>Figura 6.8</b>	Ponto de Coleta 6. A e B – Ppau 6 Montante. C e D – Ppau 6 Jusante	47
<b>Figura 6.9</b>	Ponto de Coleta 7. A e B – Ppau 7 Montante. C e D – Ppau 7 Jusante	48
<b>Figura 6.10</b>	Ponto de Coleta 8. A e B – Ppau 8 Montante. C e D – Ppau 8 Jusante	49
<b>Figura 6.11</b>	Ponto de Coleta 9. A e B – Ppau 9 Montante. C e D – Ppau 9 Jusante	50
<b>Figura 6.12</b>	Ponto de Coleta 10. A e B – Ppau 10 Montante. C e D – Ppau 10 Jusante	51
<b>Figura 6.13</b>	Ponto de Coleta 11. A e B – Ppau 11 Montante. C e D – Ppau 11 Jusante	52
<b>Figura 6.14</b>	Ponto de Coleta 12. A e B – Ppau 12 Montante. C e D – Ppau 12 Jusante	53
<b>Figura 6.15</b>	Resultado da Integridade Ripária da Bacia do Pípiripau	55
<b>Figura 6.16</b>	Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro turbidez da água	64
<b>Figura 6.17</b>	Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro temperatura da água	64

<b>Figura 6.18</b>	Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro condutividade elétrica.	65
<b>Figura 6.19</b>	Grupos de macroinvertebrados nos 13 pontos de coleta utilizando a divisão proposta pelo SVAP.	68
<b>Figura 6.20</b>	Distribuição dos principais grupos de indivíduos de acordo com os grupos funcionais.	69
<b>Figura 6.21</b>	Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo I	70
<b>Figura 6.22</b>	Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo II	70
<b>Figura 6.23</b>	Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo III	71
<b>Figura 6.24</b>	Correlação entre os valores do SVAP com e sem a macrofauna bentônica	72
<b>Figura 6.25</b>	Correlação entre as duas versões do protocolo SVAP	73

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b>	Exemplos de protocolos de avaliação rápida de rios, mostrando os principais elementos priorizados nas variáveis (Fonte: adaptado de WERNER, 2012).	14
<b>Tabela 5.1</b>	Classificação final do SVAP de acordo com a pontuação obtida.	33
<b>Tabela 5.2</b>	Classificação da Integridade Ripária	34
<b>Tabela 5.3</b>	Coordenadas em UTM dos trechos de coleta.	34
<b>Tabela 5.4</b>	Divisão dos grupos bioindicadores de qualidade de água de acordo com a classificação do SVAP.	36
<b>Tabela 6.1</b>	Resultado do SVAP 1ª versão, contendo a média dos pontos amostrados no Ribeirão Pipiripau e resultado do Teste de Duncan.	54
<b>Tabela 6.2</b>	Média dos 15 parâmetros do SVAP 1ª versão, utilizando todos os pontos de coleta e repetições	57
<b>Tabela 6.3</b>	Parâmetros físicos analisados nos 26 pontos de coleta no Ribeirão Pipiripau	62
<b>Tabela 6.4</b>	Comparação entre a riqueza, diversidade ( $H'$ ) e equidade ( $J'$ ) dos ambientes lóticos na Bacia do Pipiripau.	66

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 4.1</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Condições do Canal	18
<b>Quadro 4.2</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Alterações Hidrológicas	19
<b>Quadro 4.3</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Zona Ripária	20
<b>Quadro 4.4</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Estabilidade das margens / dos barrancos	21
<b>Quadro 4.5</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Aparência da Água	22
<b>Quadro 4.6</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Enriquecimento de Nutrientes	23
<b>Quadro 4.7</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Barreira ao movimento de peixes	23
<b>Quadro 4.8</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Cobertura e habitat para peixes	24
<b>Quadro 4.9</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Poços	24
<b>Quadro 4.10</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Habitat para Invertebrados	25
<b>Quadro 4.11</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Cobertura de Dossel	26
<b>Quadro 4.12</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Presença de gado/esterco	26
<b>Quadro 4.13</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Salinidade	27
<b>Quadro 4.14</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Sedimentos em corredeiras	27
<b>Quadro 4.15</b>	Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Macroinvertebrados analisados	28

## LISTA DE SIGLAS, NOMECLATURA E ABREVIACÕES

ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
AusRivAS	<i>Australian River Assessment System</i>
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
HELP	<i>Hydrology for the Environment, Life and Policy</i>
NRCS	<i>Natural Resources Conservation Service</i>
NUSVAP	<i>Neotropical Urban Stream Visual Assessment Protocol</i>
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
RBP	<i>Rapid Bioassessment Protocols</i>
RHS	<i>River Habitat Survey</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SVAP	<i>Stream Visual Assessment Protocol</i>
TNC	<i>The Nature Conservancy</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 BACIA HIDROGRÁFICA**

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água de precipitação que faz convergir o escoamento superficial e fluxo subterrâneo para um único ponto de saída. Ela é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (SANTANA, 2003; PORTO & PORTO, 2008). O seu comportamento hidrológico é definido em função de suas características morfológicas, ou seja, topografia, solo, geologia, cobertura vegetal, dentre outros (LIMA, 2008).

A bacia é considerada como um sistema que inclui todos os espaços de circulação, armazenamento, saídas de água e material por ela transportado, mantendo relações com esses canais (NASCIMENTO & VILLAÇA, 2008). Diante da sua importância, é considerada a unidade regional de planejamento e gerenciamento das águas (JACOBI & BARBI, 2007).

A quantidade de água que atinge os cursos d'água depende da área da bacia, da precipitação total e das perdas que ocorrem em decorrência da evaporação, transpiração, infiltração e o uso e ocupação do solo. Com relação ao uso e ocupação do solo, este está condicionado às características intrínsecas de cada bacia hidrográfica. Ela delimita as potencialidades e limitações para o uso e ocupação do solo (SANTANA, 2003).

Assim, observa-se que a história da ocupação de terras demonstra que os grandes centros urbanos se formam em torno da água, sendo considerada de grande valor para o desenvolvimento das cidades. Esse é um dos grandes motivos pelo qual existem muitos conflitos no mundo em torno de recursos hídricos, chegando a atingir até mesmo o Brasil, que apesar de ser beneficiado pela grande quantidade de recursos hídricos, sua distribuição é irregular em seu território, causando disputas pelo uso da água.

Essas disputas, em especial pelo uso múltiplo das águas, exigem um planejamento adequado de manejo da bacia hidrográfica, avaliando todas as características intrínsecas da bacia, bem como a adequação dos usos para atender às necessidades da população. O manejo é definido como o processo de organizar e orientar o uso da terra e de outros

recursos naturais numa bacia hidrográfica, a fim de produzir bens e serviços, permitindo a exploração racional com técnicas de mínimo impacto ambiental, mantendo os processos naturais a fim de evitar a degradação dos recursos hídricos (LIMA, 2008).

Porém, falta de planejamento e regulamentação na ocupação das bacias hidrográficas pode ser verificada praticamente em todos os grandes centros urbanos, gerando um grande ônus para os cofres públicos para a reabilitação e conservação das áreas degradadas.

Desse modo, torna-se necessário compreender a composição dos elementos presentes no âmbito das bacias para estabelecer projetos e programas para melhorar a gestão dos recursos hídricos.

## **1.2 QUALIDADE DA ÁGUA**

A qualidade da água de um determinado corpo hídrico é uma medida de verificação da integridade do meio aquático e dos impactos que ocorrem na bacia hidrográfica. Essa análise de qualidade da água pode ser feita através de análises químicas e físicas e de levantamento biológico de organismos aquáticos (GALVÃO, 2008). A Diretiva Quadro da Água da União Europeia (EU 2000) descreve que águas superficiais em bom estado são as que apresentam bom estado ecológico (biológica, físico-químicas e hidromorfológicas) e químico.

Neste aspecto, disponibilidade de água significa que ela deve estar presente tanto em quantidade como em qualidade satisfatórias para atender as necessidades dos seres vivos. Essa qualidade depende das condições geológicas e geomorfológicas, da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e dos impactos antrópicos ocorrentes na bacia (TUCCI, 2001).

Dessa forma, a manutenção sustentável dos recursos hídricos depende de bons instrumentos de planejamento, proteção e utilização dos recursos naturais, uma vez que a qualidade da água depende de como os recursos estão sendo explorados (ALÍPAZ, 2010).

Os usos mais frequentes para os recursos hídricos são: irrigação, uso urbano, uso industrial e hidroelectricidade, aumentando, em diversas regiões do mundo, os usos múltiplos da água. Esse aumento do consumo de forma descontrolada tende a diminuir a

qualidade dos corpos hídricos e limitar seus usos preponderantes, tornando necessário o monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade de água (TUNDISI, 2003).

Os problemas de escassez hídrica são atribuídos a dois fatores: natural e antrópico. O natural é resultante das condições climáticas como as secas, ausência de vegetação, tipos de solo. Já os fatores antrópicos, incluem os procedimentos inadequados dos recursos hídricos por parte do homem (BUSTOS, 2003).

A degradação ambiental nas áreas de recarga, provocada pelos desmatamentos desordenados, compactação e erosão de solos, afeta não apenas o potencial de evapotranspiração, como também provoca escoamento superficial em excesso devido a impermeabilização da superfície, levando sedimentos e dejetos para os reservatórios, resultando em assoreamento e poluição ambiental (SANTANA, 2003).

O resultado dessas alterações representa uma queda acentuada da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alterações na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas (GOULART & CALLISTO, 2003).

Esses impactos refletem na qualidade da água, modificando os parâmetros físicos, químicos e biológicos, causando restrições aos usos múltiplos da água e desequilibrando todo o ecossistema. Para analisar os impactos e criar medidas mitigadoras é importante o acompanhamento da qualidade e quantidade de água disponível, para atender à demanda dos usos múltiplos.

### **1.3 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**

Em termos globais, o Brasil encontra-se em uma situação confortável com relação à disponibilidade de recursos hídricos. A disponibilidade *per capita* indica uma condição satisfatória em relação aos demais países (ANA, 2011a).

Os recursos hídricos superficiais gerados no Brasil representam 50% do total dos recursos hídricos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais (TUCCI, 2001). Apesar da grande disponibilidade hídrica do país, seu recurso não é igualmente distribuído entre suas regiões, ficando concentrado em grande parte, cerca de 80%, na região Amazônica (ANA, 2011a).

Ramos (2007) aponta três distintas situações com relação à disponibilidade hídrica que ocorre no Brasil:

- A região Sul/Sudeste com relativa abundância de recursos hídricos comprometidos pelo aporte de efluentes domésticos urbanos e industriais, apresentando áreas de escassez;
- A região semiárida do nordeste com grandes problemas de escassez de água, devido às questões climáticas da região e agravados por poluição doméstica;
- A região Centro-Oeste e Norte com boa disponibilidade hídrica, baixa poluição por conta de efluentes domésticos urbanos e industriais.

Com relação ao Cerrado, a região apresenta nascentes de seis grandes bacias hidrográficas, como a Bacia Amazônica, Bacia do Tocantins, Bacia do Rio São Francisco, Bacia Atlântico Norte/Nordeste, Bacia do Atlântico Leste, a Bacia do Paraná/Paraguai (GALVÃO, 2008).

### **1.3.1 Recursos Hídricos no Distrito Federal**

A região de estudo está localizada no bioma Cerrado, um dos mais ricos em biodiversidade, caracterizado por uma vegetação de savana que cobre predominantemente o Planalto Central do Brasil e constitui a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão (MACHADO *et al.*, 2004). Apesar de ser um bioma rico, é também bastante ameaçado (SOARES & ALVES, 2004), sendo a vegetação que atualmente mais sofre pressão humana no Brasil (GOMES & MAILLARD, 2005).

Esse bioma apresenta uma ampla variedade de ecossistemas aquáticos naturais; além de corpos d'água lóticos e lênticos, têm-se a presença de outros sistemas aquáticos específicos para a região, associados a áreas inundáveis, inseridos na categoria de zonas úmidas. Nessas regiões formam-se vários ecótonos de grande diversidade entre os meios terrestres e aquáticos.

O Distrito Federal, localizado na região do Planalto Central, abriga as nascentes das principais regiões hidrográficas do país. Porém, apesar de estar ligado às principais bacias hidrográficas do país, suas águas superficiais e subterrâneas têm pouco volume, sendo considerado a terceira pior unidade federativa em disponibilidade de recursos hídricos *per capita* por ano (ALENCAR *et al.*, 2006).

O DF está situado em uma região que não apresenta grandes drenagens superficiais, caracterizada pela ausência de rios caudalosos, com vazões pouco expressivas que podem ser explicadas pelas reduzidas áreas de drenagem e pela presença do divisor de superfície das três grandes bacias hidrográficas Tocantins-Araguaia, Paraná e São Francisco (CAMPOS, 2004). Essa característica ambiental faz com que o interesse pela preservação da região seja intensificado.

Desta maneira, com a crescente demanda pelos recursos hídricos no Distrito Federal para diversos fins e pela necessidade de água de boa qualidade, é de fundamental importância o do gerenciamento dos recursos hídricos, gerando subsídios para gestão das bacias em questão.

As grandes bacias do Distrito Federal -DF são: São Bartolomeu, Preto, Maranhão, Corumbá, Paranoá, Descoberto e São Marcos (Figura 1.1), importantes para o abastecimento e manutenção dos corpos hídricos do Cerrado (CODEPLAN, 2006).

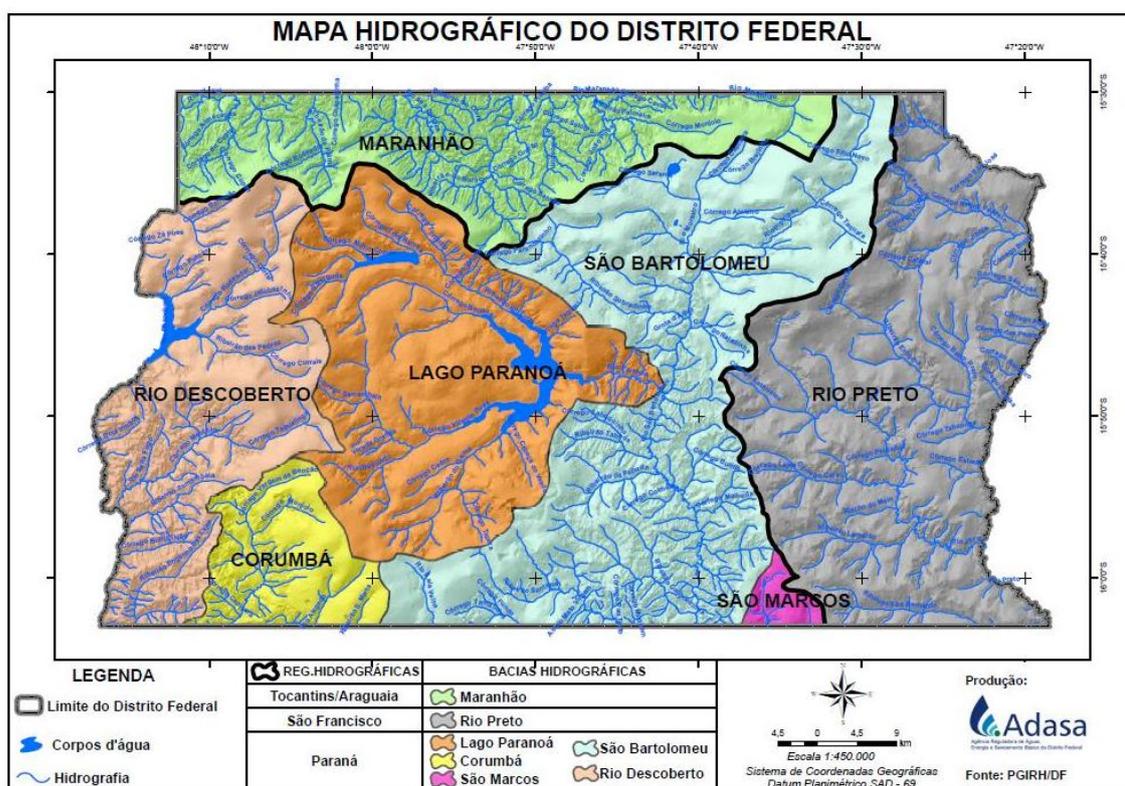


Figura 1.1- Mapa das Bacias Hidrográficas do Distrito Federal (Fonte: ADASA, 2010).

## 2. JUSTIFICATIVA

A escolha da região de estudo se deu por conta da importância da bacia para a região do Distrito Federal, por encontrar-se em uma região do Cerrado seriamente ameaçada, principalmente, pela expansão agropecuária e pela ocupação urbana (OLIVEIRA & WEHRMANN, 2008). A bacia hidrográfica do Ribeirão Pípiripau está localizada na região nordeste do Distrito Federal, integrando a Bacia do Rio São Bartolomeu.

Na bacia do Ribeirão Pípiripau a água é um recurso disputado entre o abastecimento humano e a irrigação das lavouras, uma vez que a região é voltada para a agricultura. Assim, como em outras partes do Cerrado, a região apresenta passivos ambientais, que se monitorados e mitigados pelo poder público e pela sociedade civil, podem trazer melhorias da qualidade ambiental.

A região de estudo tem grande relevância ambiental, uma vez que, apesar da forte ação antrópica, o Pípiripau abriga um número bastante significativo de flora nativa ameaçada pela exploração desordenada (OLIVEIRA & WEHRMANN, 2008).

Tendo em vista a necessidade de monitoramento dos recursos hídricos, ainda mais quando estes são utilizados para abastecimento humano, é preciso propor medidas fáceis, rápidas e com baixo custo para que análises preliminares demonstrem a situação dos corpos hídricos e de suas áreas marginais.

Assim, programas como o “Produtor de Água” - ANA vem sendo aplicado na bacia do Pípiripau, visando a recuperação ambiental da bacia, sendo o presente trabalho uma tentativa de auxiliar no diagnóstico ambiental da integridade ripária de trechos do rio, através da aplicação de um protocolo de avaliação visual rápida de rios.

Um dos mecanismos utilizados para auxiliar no monitoramento ambiental, que atende aos requisitos acima, é a utilização de protocolos de avaliação rápida de rios (PARs). Esses protocolos fornecem um diagnóstico preliminar da qualidade ambiental da bacia, gerando dados que podem auxiliar na gestão dos recursos hídricos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do presente estudo foi avaliar a integridade das áreas ripárias da bacia do Ribeirão Pípiripau-DF/GO, utilizando o protocolo de avaliação rápida de rios *Stream Visual Assessment Protocol-SVAP*, com a primeira (NRCS, 1998) e a segunda versão (NRCS, 2009), com e sem o cômputo dos macroinvertebrados aquáticos.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar o grau de integridade de áreas ripárias do Ribeirão Pípiripau através de aplicação de protocolo de avaliação rápida de rios – SVAP (1ª versão) em trechos escolhidos de forma aleatória;
- Verificar se há diferenças significativas entre a primeira e a segunda versão do SVAP na bacia estudada;
- Realizar levantamento da fauna bentônica bioindicadora de qualidade ambiental e seu efeito sobre o resultado final do SVAP;
- Identificar as áreas ripárias com maior degradação ambiental na bacia;
- Verificar se há necessidade de adaptação do SVAP para a bacia de estudo;
- Correlacionar o resultado do SVAP com os parâmetros físicos e químicos analisados nos trechos selecionados.

## **4. REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

Os tipos de uso e manejo do solo são determinantes para a qualidade de água em bacias hidrográficas. As adições de produtos ao solo, em especial por conta do setor produtivo, são as fontes mais significativas de poluição da água (poluição difusa), contribuindo para o aporte de sedimentos e nutrientes no meio aquático (ALÍPAZ, 2010).

Corroborando com esse entendimento, estudos apontam que ocorre uma diminuição da qualidade da água com o aumento do uso e ocupação do solo. Em contrapartida, áreas mais preservadas apresentam melhor qualidade de água (CHAVES & SANTOS, 2009; LIMA, 2008).

Esse uso intensivo da terra, com a remoção da vegetação nativa e a implementação da agricultura e pecuária, tende a degradar os recursos hídricos (RODRIGUES, 2008). Alípaz (2010) ressalta que o solo, quando manejado de forma incorreta, pode ocasionar a degradação da sua estrutura, favorecendo o deflúvio superficial. Solos que apresentam bom manejo são menos suscetíveis à erosão.

Dessa maneira, quanto mais intensivo o uso e a modificação do solo, mais significativas são as alterações causadas às suas propriedades físico-químicas e biológicas, predispondo-o à erosão hídrica, propiciando condições desfavoráveis quando comparada as diferenças entre solos com uso intensivo e solos sob condições de vegetação natural (OLIVEIRA et al., 2010).

### **4.2 INTEGRIDADE DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA**

As margens dos rios são ocupadas por vegetação característica, com espécies adaptadas a sobreviver na interface entre o ambiente terrestre e aquático, atuando como um ecótono. Essa vegetação que margeia os corpos hídricos recebe o nome de vegetação ciliar ou ripária.

O ecossistema ripário é um ambiente de suma importância para a manutenção dos recursos hídricos, sendo fator crucial para manutenção e resiliência da bacia (GALVÃO, 2008). A importância de sua conservação decorre dos inúmeros benefícios por ela trazidos

ao ecossistema, especialmente sobre os recursos naturais bióticos e abióticos (WADT, 2003).

As interfaces entre sistemas ecológicos adjacentes possuem características próprias, como atributos físicos, químicos, biológicos e de fluxos de energia definidos por uma forte interação entre esses sistemas. Essas interfaces entre os ecossistemas terrestre e fluvial, como as florestas ripárias, são particularmente sensíveis às mudanças ambientais (ATTANASIO, 2004).

Silveira (2004) ressalta que sua preservação é crucial para a manutenção da morfologia do rio e para a contenção da erosão. Quando a vegetação é retirada, a concentração de sólidos em suspensão, de fósforo originado do sedimento e a turbidez podem ser alterados, causando modificações nos corpos hídricos. De acordo com Mendes (2009), as bacias que apresentam cobertura de floresta natural são protegidas contra a erosão, sedimentação e lixiviação de nutrientes do solo.

Além disso, essas áreas servem como corredores ecológicos, fornecem matéria orgânica para as teias alimentares do rio, troncos e galhos aumentam a heterogeneidade de sítios ecológicos, criam microhabitats, e o dossel fornece microclima ideal para muitas espécies aquáticas. Com a destruição da mata ciliar, não apenas diminui a qualidade do corpo hídrico, como também aumenta o risco de extirpação de populações de fauna e flora na área (ATTANASIO et al., 2006).

A substituição da vegetação ripária natural por espécies exóticas também causa sérios danos para o ecossistema, uma vez que o comportamento e peculiaridades de cada espécie alteram a composição e diversidade dos organismos aquáticos e influenciam a quantidade de água disponível (SMA, 2009).

Embora as áreas ripárias sejam de grande relevância para a biodiversidade de plantas, animais e microrganismos, elas são, em geral, referenciadas como protetoras dos recursos hídricos, estando amparadas por lei, na qual são consideradas como áreas de preservação permanente (WADT, 2003). Attanasio et al (2006) atribuem a destruição das matas ciliares não somente ao crescimento econômico e pela necessidade, mas sim, muitas vezes, em função do desrespeito e ignorância para com a legislação ambiental.

Lima (2008) ressalta que a presença de vegetação ripária está intrinsicamente ligada com a manutenção dos aquíferos. Mesmo com extensa literatura ressaltando a necessidade de preservação dessas áreas, os conflitos de interesse interferem na sua recuperação e capacidade suporte, essencial para a proteção de suas funções hidrológicas, ecológicas e geomorfológicas.

A preservação dessas áreas, pode, de acordo com Galvão (2008), ser obtida através de levantamentos de campo ou de métodos de avaliação visual rápida de rios, como o SVAP, fornecendo um diagnóstico preliminar para a tomada de decisão quanto aos aspectos mais susceptíveis à degradação ambiental em uma determinada bacia.

### **4.3 GESTÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL**

O primeiro passo para a resolução de problemas socioambientais gerados pelo mau manejo dos recursos hídricos é o desenvolvimento de metodologias eficientes de gestão. Sabe-se que a utilização da água deve atender prioritariamente a satisfação das necessidades básicas e a preservação dos ecossistemas.

Porém, os usos dos mananciais para captação de água, despejo de efluentes e ocupação das margens resulta em uma preocupante redução da qualidade e disponibilidade hídrica. Lidar com todos esses processos é tarefa dos gestores, mas a complexidade dos processos ecológicos nem sempre torna fácil sua compreensão e tomada de decisão (BERLINCK, 2003).

Para uma boa gestão, é importante a utilização de técnicas de monitoramento da qualidade ambiental, através de estudos de qualidade da água, análise de fauna e flora, análise de imagens de satélite, bem como contato direto com a sociedade para compreender suas demandas quanto à água e participação ativa com todos os entes envolvidos no processo de gestão.

Buss et al (2003) sugerem que o monitoramento tenha uma abordagem que leve em consideração não apenas os parâmetros físicos, químicos de qualidade da água, mas inclua também uma análise integrada da qualidade ambiental. Como os rios estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou

antropogênicos. De acordo com os autores, o uso sistemático de organismos vivos bioindicadores para avaliação das mudanças ocorridas no ambiente é o tipo de monitoramento mais eficiente.

#### **4.3.1 Biomonitoramento**

Bioindicadores são organismos que reagem aos fatores físicos e químicos do meio ambiente, com alterações em sua fisiologia e comportamento. Os macroinvertebrados bentônicos são organismos ‘grandes’ (maiores que 125µm), com pouca mobilidade, de fácil amostragem, apresentam elevada diversidade taxonômica e fornecem ampla faixa de respostas aos níveis de contaminação ambiental (RODRIGUES, 2008).

No ambiente aquático, os macroinvertebrados bentônicos se destacam nos programas de monitoramento (QUEIROZ et al., 2008, GOETHALS & DE PAUW, 2001, BARBOUR et al., 1999). Esses organismos sensíveis a diferentes graus de degradação ambiental podem apresentar alterações morfológicas e comportamentais na presença de poluentes.

Com isso, são capazes de refletir o estado do ambiente no qual se encontram, considerados por Junqueira e Campos (1998) como uma metodologia rápida e barata de diagnóstico ambiental.

Diversos protocolos de avaliação rápida de rios utilizam os organismos aquáticos como parâmetros para avaliação ambiental, tais como os desenvolvidos por Barbour et al. (1999), Callisto et al. (2002) e NRCS (2009). Esse parâmetro é de fundamental importância no diagnóstico ambiental, fornecendo uma resposta rápida para a avaliação da integridade de um corpo hídrico.

### **4.4 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS**

#### **4.4.1 Histórico**

O conceito de Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs) surge no trabalho desenvolvido por Karr (1981), que avaliava condições físicas e bióticas nos corpos hídricos

em função da ictiofauna. Essas iniciativas de monitorar, de forma rápida e simples se tornaram uma questão essencial, abrindo oportunidades para criação de protocolos visuais.

O interesse por esses protocolos despertou a atenção da Environmental Protection Agency (EPA), que indicou a necessidade de estudos para criação de protocolos que servissem para monitorar a qualidade ambiental de ambientes lóticos de forma qualitativa.

Daqueles estudos, resultou o relatório “*Surface Water Monitoring: A Framework for Change*” (EPA, 1987), enfatizando a necessidade da reestruturação dos programas de monitoramento utilizados na época. O relatório recomendava que fosse elaborado um guia de avaliação que tivesse baixo custo e que fosse de fácil aplicação. A partir desse relatório, surgiu a ideia dos protocolos de avaliação rápida (RODRIGUES, 2006).

O protocolo *Rapid Bioassessment Protocols* (RBPs) surgiu, em 1989, como uma resposta à recomendação do relatório da EPA. De acordo com Rodrigues (2008), esse protocolo foi baseado nos documentos “*Stream Classification Guidelines for Wisconsin*” e “*Methods of Evaluation Stream, Riparian and Biotic Conditions*”.

Alguns países, como a Austrália, utilizam o monitoramento dos ecossistemas lóticos através de protocolos, como o programa *Australian River Assessment System* (AusRivAS). De forma análoga, nos Estados Unidos utiliza-se o *Rapid Bioassessment Protocols*, e o Reino Unido adota o *River Habitat Survey* (RHS). Todos esses protocolos são formas simples e econômicas de realizar o monitoramento ambiental ripário, e já são aplicados por órgãos ambientais como mecanismos oficiais de monitoramento ambiental (RODRIGUES et al., 2008).

Em contrapartida, no Brasil, os protocolos ainda são restritos ao ambiente acadêmico, como nos trabalhos de Callisto et al. (2002), Ferreira e Castro (2005), Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) e Rodrigues et al. (2008).

#### **4. 4.2 Características dos Protocolos**

Protocolos para avaliação rápida de integridade ambiental de rios - PARs - permitem a obtenção de dados em curto prazo e com custos reduzidos (MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD, 2004). Diante disso, a elaboração e adaptação de protocolos

visa uma descrição geral e qualitativa dos atributos dos sistemas ao longo de um gradiente ambiental, através de observações visuais (PADOVESI-FONSENCA et al., 2010).

Esses protocolos são ferramentas que agregam diversos indicadores de qualidade ambiental referentes aos aspectos físicos e biológicos do ecossistema lótico, servindo para avaliar a condição ambiental do recurso hídrico. Ao contrário dos métodos tradicionais de monitoramento dos recursos hídricos, no qual as análises dos parâmetros são dadas através de sondas e testes em laboratório, os PARs são instrumentos nos quais a observação visual das condições do rio é fundamental para a análise dos parâmetros.

Nos protocolos de avaliação rápida, a caracterização do habitat está frequentemente restrita aos parâmetros físicos e químicos que definem os padrões de qualidade da água. Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) explicam que esses aspectos podem não refletir as respostas das comunidades biológicas às alterações do ambiente. Por essa razão, alguns protocolos agregam também análises bióticas, para minimizar os riscos de discrepância dos resultados com a condição real do rio.

É importante que os parâmetros avaliados sejam de fácil entendimento para os profissionais envolvidos no processo, independente do nível de treinamento (CALLISTO et al., 2001). Uma vez que esses protocolos podem ser utilizados pela população local da bacia, se busca que sua aplicação e entendimento sejam o mais simples possível.

Para a definição desses parâmetros, é preciso conhecer a fundo as características da bacia analisada. Coletar informações sobre o uso e manejo do solo, gestão da água, condições hidrológicas e características intrínsecas da bacia podem oferecer uma visão mais ampla de quais mecanismos devem ser abordados no protocolo.

De acordo com Rodrigues e Castro (2008), os protocolos não apresentam caráter universal e sofrem alterações de acordo com as especificidades regionais e locais. Seu processo de construção é um processo contínuo, no qual aprimoramentos são efetuados para melhor descrever os processos que ocorrem em uma dada região.

Alguns dos protocolos concentram os parâmetros em um determinado componente ou processo dentro com ecossistema fluvial, como geomorfologia do canal, vegetação ciliar, composição da comunidade aquática (Tabela 4.1). Outros abordam um conjunto

mais amplo de variáveis que abrangem todo o sistema, onde cada variável funciona como um indicador para um ou mais componentes ou processos importantes (WERNER, 2012).

Tabela 4.1 - Exemplos de protocolos de avaliação rápida de rios, mostrando os principais elementos priorizados nas variáveis (Fonte: adaptado de WERNER, 2012).

Metodologia	Componentes ambientais do rio e número de parâmetros avaliados						Parâmetros
	Estrutura Física	Hidrologia	Qualidade de Água	Vegetação Ripária	Habitat aquático	Habitat terrestre	
SVAP	3	1	4	1	6	0	15
IAV	6	0	0	2	2	0	10
RFV	0	0	0	4	0	0	4
RQI	3	0	0	4	0	0	7
QBR	1	0	0	3	0	0	4
USEPA	8	0	0	2	3	0	13
RSRA	4	0	2	6	6	3	21

A análise de mapas topográficos, fotografias aéreas ou qualquer outra fonte de dados é importante para obter informações sobre quais fatores mais influenciam a bacia estudada. Esses fatores podem ser incorporados aos protocolos para melhor atender as necessidades da região e oferecer uma resposta mais precisa (NRCS, 2009), uma vez que as características dos corpos d'água mudam em função de fatores como clima, relevo, topografia, vegetação, geologia (RODRIGUES & CASTRO, 2008).

#### 4. 4. 3 Vantagens e Limitações dos PARs

Uma vantagem dos PARs é a inclusão da sociedade civil no processo de monitoramento dos recursos hídricos. Dada sua simplicidade para análise dos parâmetros, o protocolo pode ser aplicado até mesmo nas escolas, bastando apenas instruções básicas que permitam a sua correta marcação.

Os PARs são acessíveis e simples de serem mensurados, podendo ser utilizados nos programas oficiais de monitoramento (RODRIGUES et al., 2008). Esses dados são úteis por detectarem possíveis focos de ações antrópicas sobre os rios, facilitando a avaliação e recuperação dos locais que apresentam índices de qualidade de água considerados ruins.

Os PARs contribuem também para a aplicação do monitoramento dos recursos hídricos por apresentar baixo custo, uma vez que as análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos são mais onerosas. Obviamente os protocolos não substituem as análises laboratoriais, mas indicam com certa segurança, os locais que apresentam distúrbios em maior ou menor grau, facilitando a ação dos gestores para realização de ações nas áreas afetadas.

Rodrigues et al. (2008) ressaltam as diversas utilidades das informações obtidas por meio dos PARs:

- Sensibilizar as pessoas para questões de preservação dos recursos hídricos, motivando a participação e inserção das comunidades;
- Oferecer um alerta da ocorrência de desastres ambientais e mortandade da biota aquática, contribuindo para medidas mitigadoras imediatas dos órgãos competentes;
- Desenvolver técnicas e métodos de fácil aplicação para programas de biomonitoramento;
- Utilização em pesquisas de curta duração, dada a rapidez de obtenção dos dados.

Os resultados obtidos através dos protocolos de avaliação rápida, quando aliados aos resultados tradicionais de análises (físicas e químicas) de qualidade de água, dão à avaliação um caráter holístico. No Brasil, as análises ainda não possuem esse atributo, uma vez que os programas de monitoramento estão fortemente focados no aspecto qualidade de “água” (RODRIGUES, 2008).

Por outro lado, os PARs não substituem análises mais aprofundadas sobre a bacia hidrográfica, tais como modelagem hidrológica baseada em processos e monitoramento detalhado, análises físicas, químicas e biológicas. A grande vantagem da avaliação rápida é justamente obter indicadores da integridade ripária da bacia e da estabilidade dos leitos dos canais, para que as medidas mitigadoras possam ser adotadas de forma pontual e rápida.

#### **4.4.4 Protocolo SVAP**

O *Stream Visual Assessment Protocol* – SVAP foi desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, através do Serviço de Conservação dos Recursos

Naturais - NRCS/USDA, permitindo que leigos pudessem aplicar o protocolo. Esse protocolo é internacionalmente aceito, sendo aplicado em diversas partes do mundo em trabalhos com ambientes lóticos.

Ele é baseado na observação de características físicas e biológicas de um dado curso d'água, fornecendo uma avaliação rápida e simples da saúde ripária. Essa avaliação consiste em duas seções principais: avaliação preliminar de bacias hidrográficas e avaliação de campo (NRCS, 2009).

O protocolo é dividido em duas partes. A primeira parte refere-se à identificação da área de estudo, observação das características da bacia para uma possível adaptação do protocolo, obtendo a maior quantidade de informações possíveis que possam vir a alterar a dinâmica da bacia. A segunda parte refere-se aos registros da avaliação e análise dos dados (WERNER, 2012).

Caso ocorram diferenças significativas ao longo do rio é necessária uma análise de protocolo para cada trecho, mesmo que a distância não seja significativa quando comparado com os demais pontos de observação (NRCS, 2009).

As pontuações atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados indicam o estado de “saúde” do sistema. A pontuação aumenta de acordo com a qualidade do habitat, sendo atribuídas notas maiores aos ambientes mais preservados e notas menores aos ambientes degradados. O resultado é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos aos parâmetros e sua divisão pela quantidade total de elementos analisados, refletindo o nível de integridade ambiental dos trechos observados (RODRIGUES & CASTRO, 2010).

No SVAP, cada elemento analisado recebe pontuação de zero a dez. Os escores obtidos indicam uma avaliação preliminar e qualitativa da condição ambiental do rio. Ao todo, no protocolo, são indicados 15 parâmetros para a 1ª versão do SVAP (NRCS, 1998). Há grupos de elementos que descrevem distintos componentes da estrutura dos canais, e fazendo uma avaliação parcial destes grupos pode ajudar na interpretação do score final.

De acordo com o protocolo, não é obrigatória a utilização de todos os parâmetros, uma vez que nem sempre se aplicam à bacia estudada. Esses elementos podem ser adaptados de acordo com as necessidades e peculiaridades da bacia a ser estudada, além de trazerem a possibilidade da inclusão de novos parâmetros, uma vez necessários.

Diante disso, o trabalho de Schlee (2003) apontou que o protocolo deve sofrer ajustes para se tornar transferível para os rios brasileiros, sugerindo a adaptação dos protocolos SVAP e RCE para a criação do *Neotropical Urban Stream Visual Assessment Protocol*– NUSVAP.

O grande desafio de análise do SVAP, assim como os demais protocolos de avaliação rápida, está na dificuldade de realizar análises estatísticas e eventuais comparações de resultados com outros trabalhos, uma vez que o protocolo retrata de forma qualitativa os parâmetros avaliados e cada avaliador pode ter uma valoração diferente para o mesmo parâmetro. Ainda assim, como análise preliminar da qualidade ambiental, o protocolo é válido e útil para um levantamento da integridade ripária de uma bacia hidrográfica.

De toda forma, o importante é conseguir fazer a distinção entre um sistema estável, levemente instável, instável e degradado. Essas limitações dos protocolos podem ser minimizadas com o treinamento eficiente dos aplicadores, a utilização da mediana das avaliações, a calibração dos resultados obtidos por cada avaliador e pela apresentação mais clara e robusta de cada parâmetro.

#### 4.4.4.1 Parâmetros do SVAP

Para facilitar a compreensão da importância dos parâmetros do SVAP, o protocolo foi traduzido para o português para auxiliar futuras aplicações por parte do “Programa Produtor de Água”/ANA. A caracterização de cada parâmetro seguiu as orientações fornecidas no manual do protocolo, observadas as duas versões do SVAP, com os quadros traduzidos da 1ª versão do protocolo.

##### Parâmetro 1 - Condição do Canal

A condição do canal é uma descrição do estado geomórfico do canal, que ajusta sua forma em relação à planície de inundação. O equilíbrio do canal está relacionado com a carga de sedimentos e o regime de vazão. Quando ocorre o desequilíbrio na bacia, o canal passa a ajustar-se, agradando ou degradando (assoreando). É um balanço energético.

Essas mudanças, por sua vez, podem alterar a forma como um fluxo natural faz o seu trabalho, como o transporte de sedimentos e desenvolvimento e manutenção de habitat para peixes, insetos e plantas aquáticas.

O Quadro 4.1 mostra a pontuação do SVAP de acordo com o grau de preservação do canal. Ao analisar esse parâmetro, deve-se procurar por canalização, margens altas, diques, bueiros, pontes, e desvios de irrigação. Em trechos recém-canalizados, a ausência de vegetação ou presença de espécies muito diferentes do esperado, ou mesmo com vegetação pouco desenvolvida. Em alguns trechos com canalização é possível observar a substituição da vegetação nativa por gramíneas.

Quadro 4.1- Gradiente de estresse ambiental estabelecido pelo SVAP para o parâmetro Condições do Canal

Canal natural: sem estruturas, diques. Nenhuma evidência de erosão ou corte lateral excessivo	Evidencia de alteração de canal no passado, mas com significativa recuperação dos canais e margens. Alguns diques ou aterros são inseridos para fornecer acesso a uma adequada planície de inundação.	Canal alterado: <50% do alcance com uma camada de rochas ou fragmentos de rochas ou canalização.  Excesso de assoreamento; canal trançado.  Diques ou barragens restringem a largura das planícies de inundação.	Canal é ativamente alterado. > 50% do alcance da visão com uma camada fina de rochas ou fragmentos de rochas ou canalização. Diques ou barragens impedem o acesso à planície de inundação.
10	7	3	1

### Parâmetro 2 - Alterações Hidrológicas

Alteração hidrológica corresponde ao grau em que as condições de hidrologia e de vazões diferem das esperadas para um local ideal. Deve-se perguntar ao proprietário/morador sobre a frequência de inundações (Quadro 4.2).

As inundações são importantes para manter a forma e função do canal (como o transporte de sedimentos), e manutenção do ambiente físico para a biota. Fluxos altos reviram o sedimento fino para manter áreas de cascalho limpo para diversos organismos aquáticos. Esses fluxos também distribuem o cascalho, pedras, pedregulhos, folhas, galhos e troncos, formando poços e habitat para peixes e invertebrados. A velocidade da água e a

profundidade devem estar em equilíbrio com o volume e tamanho da partícula de sedimento. Qualquer alteração no regime de fluxo altera esse equilíbrio.

A geometria, composição e aparência de um canal de fluxo e sua planície de inundação adjacente são em grande parte o resultado de processos fluviais que integram um equilíbrio dinâmico entre vazões, os sedimentos, e vegetação ripária.

Evidências de inundações incluem marcas de água (como linhas de água), depósitos de sedimentos e detritos no fluxo. Ao analisar esse parâmetro deve-se olhar para os barrancos, árvores, raízes expostas ou pedras dos barrancos. A análise desse parâmetro exige um conhecimento prévio da área de estudo, como dados de precipitação média e anual e dados de vazão da bacia.

Quadro 4.2 - Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Alterações Hidrológicas

Inundação a cada 1.5 a 2 anos. Sem barragens, sem retirada de água, sem diques ou outras estruturas limitando o acesso do canal a planície de inundação. Canal não é incisivo.	Inundação ocorre somente a cada 3 a 5 anos; limitada incisão do canal.  Ou  Retiradas de água, embora presentes, não afetam o habitat disponível para a biota	Inundação ocorre somente a cada 6 a 10 anos; canal profundamente incisivo.  Ou  Retiradas de água afetam significativamente o habitat para a biota	Sem inundação; canal profundamente incisivo ou estruturas evitam o acesso a planícies de inundação ou operações de barragens evitam os fluxos de inundação  Ou  Retiradas de água causaram perda severa do habitat.  Ou  Inundação ocorre em 1 ano ou menos de 1 ano de evento chuvoso
10	7	3	1

Este parâmetro deve ser considerado segmento a segmento, levando em conta a condição geomórfica do canal, visto que alguns canais não desenvolvem planícies de inundação. É necessário combinar a avaliação deste elemento com a classificação do canal.

### Parâmetro 3 - Zona Ripária

Esse elemento refere-se às condições da região ciliar, que são as áreas de vegetação adjacentes a partir da borda do canal ativo para fora do rio, funcionando como áreas de

transição entre o ambiente terrestre e aquático. O SVAP classifica como natural as comunidades vegetais que apresentam todos os componente estruturais adequados e a presença de espécies nativas na região.

Essas regiões podem ou não incluir as planícies de inundação e zonas úmidas associadas, dependendo da forma do corredor do fluxo. Essa região está entre os habitats de maior biodiversidade de paisagens e são fontes de madeira, folhas e matéria orgânica para o córrego, fornecendo habitat e corredor ecológico para uma gama de organismos (NRCS, 2009).

Para sua análise, é preciso observar se a vegetação é natural ou exótica, a extensão da mata com relação ao limite do canal ativo, se ambas as margens estão preservadas e se ocorre comprometimento da qualidade do corredor ecológico (Quadro 4.3).

Quadro 4.3- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Zona Ripária

Vegetação natural se estende, pelo menos, duas larguras do canal ativo em cada lado do rio.	Vegetação natural se estende uma largura do canal ativo em cada lado do rio.  Ou  Se for menor do que uma largura, toda planície de inundação é coberta.	Vegetação natural estende-se metade da largura do canal ativo em cada lado.	Vegetação natural estende-se um terço da largura do canal ativo em cada lado.  Ou  Função de filtragem moderadamente comprometida.	Vegetação natural menor do que um terço da largura do canal ativo em cada lado.  Ou  Função de filtragem severamente comprometida.
10	8	5	3	1

O protocolo ressalta a sua relevância ao afirmar que a zona ripária reduz a quantidade de poluentes que atingem o fluxo de escoamento superficial, ajuda a controlar a erosão, oferece microclima e habitat favorável à biota, fornece material orgânico e contribui para manutenção do fluxo de energia.

A zona ripária é um dos elementos mais importantes para um ecossistema equilibrado. A primeira versão do SVAP aborda o parâmetro zona ripária, levando em consideração, em especial, a quantidade de zona ripária que recobre as margens do rio. Já a versão mais recente do protocolo agregou maior relevância ao parâmetro, dividindo-o em dois parâmetros, quantidade e qualidade de zona ripária.

#### Parâmetro 4 - Estabilidade das margens / dos barrancos

Esse parâmetro refere-se à existência ou ao potencial desprendimento do solo das margens que circundam o rio. Esse parâmetro depende do tipo de cobertura do barranco (árvores, arbustos, gramíneas), bem como está relacionado com o ângulo de inclinação, que pode favorecer o desprendimento do solo.

Sinais de erosão incluem trechos sem vegetação, raízes de árvores expostas, bordas quebradas, rachadas ou muito inclinadas. Evidência de construção, veículos, animais ou caminhos perto dos barrancos ou em áreas de pastagem que conduzem diretamente à borda da água sugerem condições que podem levar ao colapso das margens (Quadro 4.4). De acordo com o protocolo SVAP, a observação apurada desse elemento é mais difícil no período chuvoso, por dificultar a visualização de toda a margem.

Quadro 4.4- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Estabilidade das margens / dos barrancos

Margens são estáveis; baixas (na elevação da planície ativa de inundação); 33% ou mais da área superficial erodida das margens em curvas externas são protegidas por raízes.	Moderadamente estável; margens baixas (na elevação da planície ativa de inundação); menos do que 33% da área superficial erodida das margens em curvas externas são protegidas por raízes	Moderadamente instável; margens podem ser baixas, mas tipicamente são altas (Inundação ocorre de 1 a 5 anos ou menos frequentemente); presença de erosão (vegetação domina no topo da margem, algumas árvores adultas caem no córrego anualmente, alguns desabamentos).	Instável; margens podem ser baixas, mas tipicamente são altas; alguns trechos retos e bordas interiores das curvas estão erodindo, bem como nas curvas exteriores (vegetação dominando no topo das margens desprotegidas, árvores adultas caindo dentro do córrego, desabamentos aparentes).
10	7	3	1

#### Parâmetro 5 - Aparência da Água

Esse elemento compara turbidez, cor e outras características visuais da água. A visibilidade de objetos a certo nível de profundidade é uma das medidas usadas para observar se a água está turva (Quadro 4.5).

A turbidez é causada, em grande parte, pela presença de partículas de solo e matéria orgânica em suspensão na coluna d'água. A água normalmente fica turva após um período de chuvas ou mesmo adquire aparência mais escura em algumas regiões de bacias

hidrográficas, em especial, em bacias com pântanos extensos e zonas úmidas. Em casos onde a coloração escura seja natural, a pontuação com relação a esse parâmetro deve ser diferenciada para atender às características intrínsecas da região.

É importante observar se ocorreram chuvas na região nos dias anteriores, bem como a montante, para evitar equívocos quanto à coloração e turbidez. Recomenda-se a aplicação do protocolo em dias que não tenha ocorrido precipitação.

Quadro 4.5- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Aparência da Água

Muito clara, ou clara cor de chá; objetos visíveis na profundidade de 1 a 2 metros (menor se for levemente colorida); sem brilho de óleo na superfície; sem película visível sobre objetos submersos ou rochas.	Ocasionalmente turva, especialmente depois de eventos chuvosos, mas clareia rapidamente; objetos visíveis à profundidade de 50cm a 1 metro; pode ter cor ligeiramente esverdeada; sem brilho de oleosidade na superfície da água.	Consideravelmente turva na maioria do tempo; objetos visíveis na profundidade de 15cm a 150 cm; em pontos lentos pode aparecer na cor verde; rochas do fundo ou objetos submersos cobertos com verde escuro ou película verde oliva.  Ou  Odor moderado de amônia ou ovos podres.	Aparência muito turva ou lamacenta na maioria do tempo; objetos visíveis na profundidade menor do que 15cm; água em movimento lento pode ser verde brilhante; outros poluentes óbvios da água; tapetes de algas flutuantes; espuma de superfície; brilho ou camada grossa de espuma na superfície.  Ou  Odor forte de óleo de produtos químicos, esgoto, outros poluentes.
10	7	3	1

#### Parâmetro 6 - Enriquecimento de nutrientes

Os nutrientes nos corpos hídricos são essenciais para a manutenção das teias alimentares, promovendo o crescimento de algas e plantas aquáticas, fornecendo alimento e habitat para os demais organismos aquáticos.

No entanto, enriquecimento de nutrientes nos corpos hídricos é um problema que afeta a qualidade da água e causa sérios danos, tanto ambientais quanto econômicos. Altas concentrações de nutrientes, em especial o nitrogênio e o fósforo, promovem a proliferação de algas e macrófitas aquáticas, provocando um *bloom* de algas. Essa eutrofização tem

efeito negativo na qualidade dos corpos hídricos, limitando seus usos, em especial, os relacionados ao abastecimento humano.

Ao analisar esse parâmetro (Quadro 4.6) é preciso observar se ocorrem algas e macrófitas em excesso, se existem florações, se há grandes extensões de perifíton ou se existe um ‘tapete’ de algas sobre a superfície da água, criando um microfilme.

Quadro 4.6- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Enriquecimento de Nutrientes

Água limpa ao longo de todo alcance; diversa comunidade de plantas aquáticas incluem espécies de macrófitas; baixo crescimento de algas.	Água bastante clara ou ligeiramente esverdeada ao longo de todo alcance; crescimento de algas moderado nos substratos dos córregos.	Água esverdeada ao longo de todo alcance; superabundância de macrófitas verdes exuberantes; crescimento abundante de algas, especialmente durante os meses quentes.	Água com cor verde ervilha, cinza, ou marrom ao longo de todo alcance; densidade de macrófitas obstruem córregos; severa floração de algas criam densos tapetes de algas no córrego.
10	7	3	1

#### Parâmetro 7 - Barreiras ao movimento de peixes

Muitos organismos aquáticos se locomovem, ao longo do dia, pela coluna d’água à procura de refúgio e alimentação. Boa parte desses organismos com capacidade livre natante, como a ictiofauna, enfrentam dificuldades para vencer correntes por conta de barreiras físicas que interferem no fluxo do rio e bloqueiam o movimento da ictiofauna. É preciso observar se essas barreiras limitam o movimento dos peixes, impossibilitando-os de atravessar trechos do rio (Quadro 4.7).

Quadro 4.7 - Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Barreira ao movimento de peixes

Sem barreiras	Retiradas de água sazonais inibem o movimento dentro do córrego.	Estruturas com bueiros, barragens, ou desvios dentro do córrego.	Estruturas com bueiros, barragens ou desvios dentro de 3 milhas no córrego.	Estruturas com bueiros, barragens, ou desvios dentro do córrego.
10	8	5	3	1

### Parâmetro 8 - Cobertura e habitat para peixes

Esse parâmetro avalia a disponibilidade física de hábitat para peixes. O potencial para manutenção da ictiofauna saudável e sua capacidade de se recuperar de uma dada perturbação é dependente da variedade e abundância de habitat adequado e cobertura disponível (NRCS, 2009).

Deve-se analisar a quantidade e qualidade de *habitats* disponíveis dentro do trecho de rio analisado, conforme descrito no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 - Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Cobertura e habitat para peixes

> 7 tipos de coberturas disponíveis	6 a 7 tipos de coberturas disponíveis.	4 a 5 tipos de coberturas disponíveis.	2 a 3 tipos de coberturas disponíveis.	Nenhum ou 1 tipo de cobertura disponível.
10	8	5	3	1

Tipos de coberturas: Toras/ grandes lenhosas, poços profundos, vegetação dominante, pedregulhos/ pedras, corredeiras, margens rebaixadas, denso leito de macrófitas, poços Isolados/ Remanso.  
Outros: \_\_\_\_\_.

### Parâmetro 9 - Poços

Poços são locais importantes de descanso e alimentação para os peixes, além de servirem de refúgio para organismos planctônicos. Um rio saudável apresenta poços rasos e profundos. Eles são formados por obstruções no fluxo do canal, como árvores caídas, acúmulo de galhos, pedras, raízes e restos de plantas acumulados e principalmente por escarificação do substrato durante eventos de alta vazão.

O Quadro 4.9 mostra como é feita a análise do parâmetro. Os poços são separados por corredeiras ou por outros habitats de águas rasas.

Quadro 4.9 - Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Poços

Abundancia de poços rasos e profundos; mais do que 30% do fundo do poço é obscuro devido a profundidade, ou eles estão a pelo menos 5 pés de profundidade.	Poços presentes, mas sem abundância; de 10 a 30% do fundo do poços é obscuro devido a profundidade, ou eles estão a pelo menos 3 pés de profundidade.	Poços presentes, mas rasos; de 5 a 10% do fundo dos poços é obscuro devido a profundidade, ou eles estão à menos do que 3 pés de profundidade.	Ausência de poços ou fundo inteiro é perceptível.
10	7	3	1

De acordo com protocolo, em média, observa-se apenas um ou dois poços dentro da largura de canal ativo do rio. Em águas mais profundas ou com baixa visibilidade, essa característica de avaliação pode ser difícil de ser determinada e não deve ser marcada.

#### Parâmetro 10 - Habitat para Invertebrados

Quanto maior for a diversidade de substrato e de locais que sirvam de refúgio (incluindo microhabitats) e alimentação para invertebrados, melhor é a pontuação desse parâmetro. Para uma condição ótima, é necessário observar pelo menos cinco tipos de habitats disponíveis, conforme ilustra o Quadro 4.10.

Quadro 4.10- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Habitat para Invertebrados

Pelo menos 5 tipos de habitats disponíveis. Habitat se encontra em uma fase que permite a colonização completa de insetos (resíduos lenhosos e troncos de árvores).	3 ou 4 tipos de habitat. Alguns habitats potenciais existentes, tais como árvores dominantes, que irão fornecer habitat, mas ainda não 'entraram' no córrego.	1 ou 2 tipos de habitat. O substrato é frequentemente perturbado, coberto, ou removido pela alta velocidade do córrego e limpeza ou deposição de sedimento.	Nenhum ou 1 tipo de habitat.
10	7	3	1

Tipos de coberturas: material lenhoso fino, toras submersas, pacote de folhas, margens rebaixadas, pedras, pedregulhos, cascalho grosso, outros: \_\_\_\_\_.

#### Parâmetro 11 - Cobertura de dossel (Se aplicável)

O sombreamento do fluxo é importante porque ele mantém o regime térmico estável e limita o crescimento das algas. Quando as matas ciliares são removidas, o fluxo é exposto aos efeitos do aquecimento do sol fazendo com que a temperatura da água aumente (Quadro 4.11).

Esta mudança na intensidade da luz altera a temperatura da água, provocando uma diminuição no número de certas espécies de peixes, insetos e outros invertebrados e algumas plantas aquáticas (NRCS, 1998). Isso ocorre porque a temperatura limita a quantidade de oxigênio dissolvido na água, e conseqüentemente, é fator limitante para organismos com alto requerimento de oxigênio. Assim, a cobertura de dossel é importante por estar associada à taxa de produtividade primária, decomposição e respiração.

Quadro 4.11- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Cobertura de Dossel

Água fria

> 75% da superfície da água sombreada e 2 a 3 milhas a montante geralmente bem protegida.	> 50% de sombra no córrego. Ou > 75% no córrego, mas 2 a 3 milhas a montante pobremente protegida.	20 a 50% sombreada.	< 20% da superfície da água no córrego sombreada.
10	7	3	1

Água quente

25% a 90% da superfície da água sombreada; mistura de condições.	> 90% sombreada, dossel completo; condição de sombreamento em todo alcance do córrego.	(Intencionalmente em branco)	< 25% da água superficial sombreada no córrego.
10	7		1

Parâmetro 12 - Presença de Gado/estercos (se aplicável)

Esterco e dejetos humanos aumentam a demanda bioquímica de oxigênio, a carga de nutrientes, e alteram o estado trófico da comunidade aquática biológica e a qualidade da água para consumo. Além disso, esgotos humanos e industriais não tratados oferecem risco à saúde (Quadro 4.12).

Quadro 4.12- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Presença de gado/estercos

(Intencionalmente em branco)	Evidência de acesso de animais à zona ripária.	Ocasionalmente estercos no córrego ou estrutura de armazenamento de resíduos localizada na planície de inundação.	Quantidade extensiva de esterco nas margens ou no córrego. Ou Resíduos humanos não tratados descarregados em canos presentes.
	5	3	1

Parâmetro 13 – Salinidade (se aplicável)

Alto teor de salinidade ocorre com maior frequência em zonas áridas e em áreas com muita irrigação. Esses sais são produtos de processos naturais de intemperismo e material geológico. Porém, o acúmulo de sais no solo provoca um colapso na estrutura do solo, diminuem a infiltração da água, e apresenta maior toxicidade (NRCS, 2009). Esse

elemento só deve ser marcado no protocolo caso apareça os fatores mencionados no Quadro 4.13, o que não é o caso da bacia do Pipiripau.

Quadro 4.13- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Salinidade

(Intencionalmente em branco)	Murchamento mínimo, branqueamento, queima das folhas, ou nanismo da vegetação aquática; algumas vegetações no córrego tolerantes ao sal.	Vegetação aquática pode demonstrar significativa murcha, branqueamento, queima das folhas, ou nanismo; domínio de vegetação aquática no córrego tolerante ao sal.	Severo murchamento, branqueamento, queima das folhas, ou nanismo; presença de somente vegetação aquática tolerante ao sal; maioria da vegetação do córrego tolerante ao sal.
	5	3	1

Parâmetro 14 – Colmatação de corredeiras (se aplicável)

Corredeiras podem ser criadas por bancos de areia e objetos submersos como pedras e galhos, sendo fundamentais para a manutenção da diversidade de espécies e abundância de insetos para a maioria dos córregos e por servir de desova e de alimentação para algumas espécies de peixes.

É preciso avaliar o grau em que o substrato de cascalho e pedras estão rodeados por sedimentos finos, a colmatação é efeito de um excedente de sedimentos que o sistema não tem competência para transportar (Quadro 4.13). Esse parâmetro é sensível às diferenças regionais e deve estar relacionado com as condições de referência. A medida de avaliação é a profundidade na qual os objetos são enterrados por sedimentos.

Quadro 4.14- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Sedimentos em corredeiras

Partículas de cascalho (pedregulho) e pedras estão < 20% cobertas por sedimento.	Partículas de cascalho (pedregulho) e pedras estão entre 20 a 30% cobertas.	Partículas de cascalho (pedregulho) e pedras estão entre 30 e 40% cobertas.	Partículas de cascalho (pedregulho) e pedras estão >40% imersas no sedimento.	Correnteza está completamente imersa no sedimento.
10	8	5	3	1

### Parâmetro 15 - Macroinvertebrados observados (opcional)

Esse parâmetro reflete a capacidade do fluxo para suportar animais invertebrados aquáticos. No entanto, para uma avaliação de sucesso é preciso conhecimento dos ciclos de vida de alguns insetos aquáticos e a capacidade de identificá-los. Por esta razão, este é um elemento opcional.

A presença de espécies de insetos intolerantes indicam condições de corrente saudáveis, sendo considerados do Grupo I. Invertebrados do Grupo II são facultativos, ou seja, eles podem tolerar poluição limitada. Já a presença de macroinvertebrados do Grupo III sugere a água é significativamente poluída e susceptível a distúrbios (Quadro 4.15).

Quadro 4.15- Gradiente de estresse ambiental estabelecido para o parâmetro Macroinvertebrados analisados.

Comunidade dominada pelo grupo I ou espécies intolerantes com boa diversidade de espécies.	Comunidade dominada pelo grupo II ou espécies facultativas.	Comunidade dominada pelo grupo III ou espécies tolerantes.	Número muito reduzido de espécies ou próximo da ausência de macroinvertebrados.
15	6	2	- 3

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Bacia do Ribeirão Pipiripau (Figura 5.1). A bacia localiza-se na região nordeste do Distrito Federal, na região administrativa de Planaltina. É um curso d'água de domínio federal, uma vez que o Pipiripau faz divisa com o município de Formosa-GO. A bacia tem como ponto central as coordenadas 15°27'14"S e 47°27'47"W.

A Bacia ocupa uma área total de 23.527 hectares. A região abriga três núcleos rurais, denominados Taquara, Santos Dumont e Pipiripau; a área em torno do Vale do Amanhecer e parte do município de Formosa-GO (OLIVEIRA, 2006).

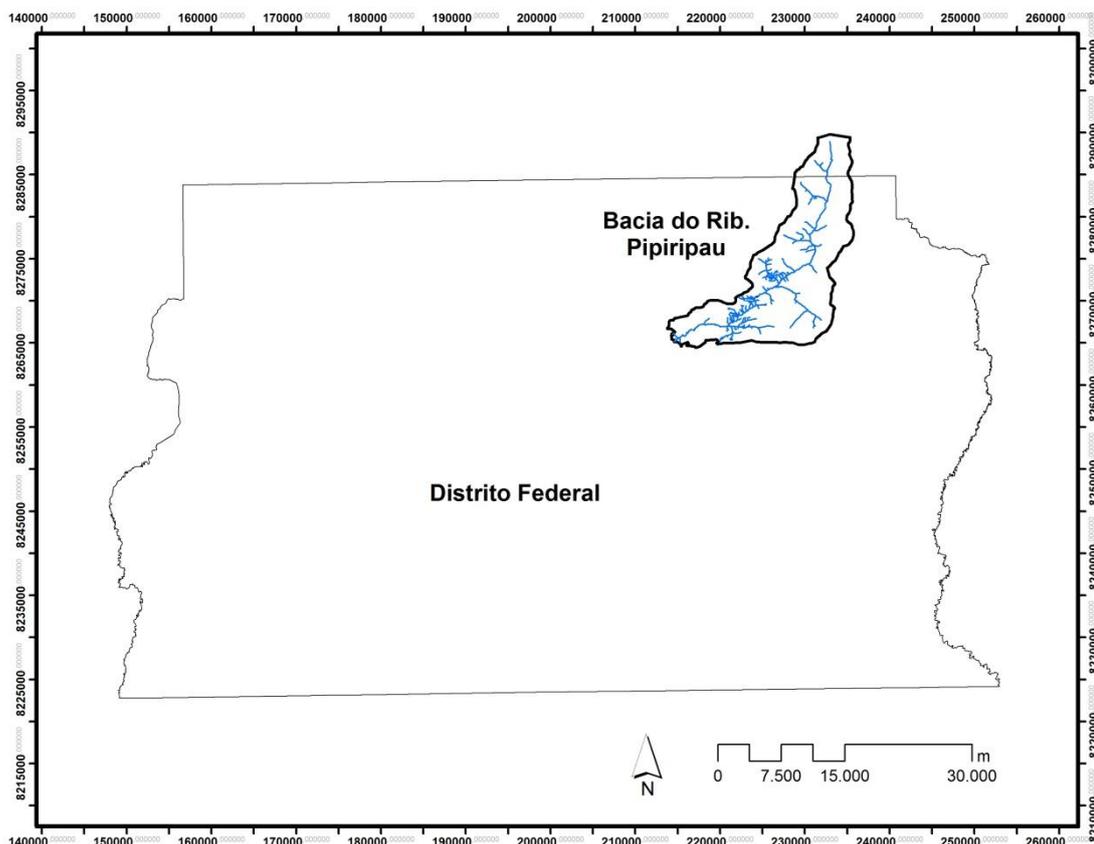


Figura 5.1 – Localização da bacia do Ribeirão Pipiripau – DF.

Trata-se de uma bacia importante para o Distrito Federal, pois além da produção agropecuária, o ribeirão é um manancial que abastece parte da região. O relevo é predominantemente plano a levemente ondulado, dificultando a ocorrência de enchentes na área. As altitudes na região variam de 905 a 1.225 metros (ANA, 2010).

A bacia é parte integrante do Programa HELP (acrônimo para “Hidrologia, Meio ambiente, Vida e Políticas”), da UNESCO, que visa relacionar os benefícios sociais, econômicos e ambientais com o uso sustentável e adequado dos recursos hídricos.

A bacia também integra o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas-ANA. O programa tem como objetivo a revitalização ambiental de bacias hidrográficas por meio de ações de reflorestamento de áreas degradadas e conservação do solo, através do pagamento por serviços ambientais-PSA (ANA, 2010).

### **5.1.1 Clima e Recursos Hídricos**

O ribeirão Pípiripau integra a bacia do Rio São Bartolomeu, afluente do Rio Corumbá, contribuindo para a Bacia do Rio Paranaíba. A bacia possui, ao todo, 122 km de cursos d’água, sendo que a extensão total de seu leito principal é de 41km da nascente até a foz (ANA, 2010). Os principais afluentes são os córregos Maria Velha, Taquara, Capão Grande, Engenho e Sítio Engenho Novo (OLIVEIRA, 2006).

A bacia apresenta estação chuvosa concentrada entre outubro e abril, com uma precipitação média anual de 1.400 mm (SALLES, 2012). De acordo com dados de Fernandes (2007), o ribeirão apresenta águas levemente ácidas a neutras, com pH variando entre 5,2 e 7,3. A autora aponta que a concentração de fósforo na água no período chuvoso chegou quase a 200µm. Ainda assim, a água do Pípiripau é considerada como de boa qualidade, de acordo com os índices estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005.

Há, na bacia, dois pontos principais de captação de água: Captação de água da CAESB (com outorga de 400l/s) e o canal de irrigação Santos Dummont (outorga de 350l/s).

Silva (2010) ressalta que, apesar de ser considerada como Classe 2, a região do Pípiripau é a segunda pior bacia de captação de água da CAESB, com Índice de Qualidade de Água (IQA) de 68,5.

Camelo (2011) observou diminuição das vazões no Pípiripau, atribuindo tal resultado ao uso e ocupação do solo e a retirada de água por usuários. De acordo com o Relatório de Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau (ANA, 2010), o fator de maior degradação dos corpos hídricos na bacia é o elevado grau de erosão e sedimentação, também

associando a diminuição das vazões ao uso e ocupação do solo na bacia, bem como às captações de água que ocorrem na bacia.

Essa grande demanda pelos recursos hídricos na região do Pípiripau gera conflitos pelos usos múltiplos, sendo monitorado pela ANA, para melhor gerenciar os usos e evitar problemas de escassez. De acordo com Silva (2010), há riscos de racionamento no período seco por conta da vazão mínima ambiental não ser suficiente para atender a todos os usos múltiplos no período de estiagem.

### **5.1.2 Vegetação**

De acordo com a CAESB (2001), a bacia do Pípiripau está totalmente inserida no Bioma Cerrado. O estudo aponta que, no que se refere aos dispositivos legais (em especial ao Código Florestal), algumas unidades produtoras não mantem áreas com vegetação nativa a título de Reserva Legal e Áreas de Proteção Permanente – APP.

Oliveira (2006) descreve que na região é possível encontrar as diferentes fitofisionomias: campos, campo cerrado, Cerrado *strictu sensu*, Cerradão, mata ciliar e mata de galeria. Porém, Chaves e Piau (2008), apontam que a vegetação natural da bacia cedeu lugar à agricultura e à pecuária extensiva, correspondendo à 43 e 28% respectivamente da área, restando apenas 29% de cerrado nativo na região.

No que diz respeito às matas ciliares e de galeria no Pípiripau, Oliveira (2006) encontrou diversos pontos nos quais a vegetação foi suprimida além do que permite a legislação federal. Esse resultado corrobora com o relatório emitido pela CAESB (2001), que aponta que a condição atual apresenta um desvio em relação à condição considerada como ótima do meio, especialmente pela distribuição irregular das matas de galeria/ciliares ou sua degradação.

### **5.1.3 Solos e Ocupação do Solo**

Os principais solos ocorrentes na bacia do ribeirão Pípiripau são: Latossolo vermelho, Latossolo vermelho-amarelo, Cambissolo, Neossolos quartzarênicos, Gleissolos, Plintossolos e Nitossolos, sendo representado em sua grande maioria, por latossolos e cambissolos (CAESB, 2001).

O uso do solo na bacia é essencialmente agrícola, em especial com culturas de soja, milho e hortaliças. Por conta da alta aptidão agrícola na região, a cidade de Planaltina é considerada a maior população rural do DF. Outros usos do solo na bacia do Pípiripau incluem núcleos rurais e a criação de gado (OLIVEIRA, 2006).

Os usos preponderantes do solo na região são: agricultura extensiva (43%); pastagem (21,5%); Cerrado (10,7%); vegetação alterada (6,6%); cultura irrigada (4,6%); mata (4,2%); campo (3,5%); edificações e vias (3,4%); áreas urbanas (1,2%) (ANA, 2010). A Figura 5.2 retrata os usos preponderantes do solo na bacia do Pípiripau.

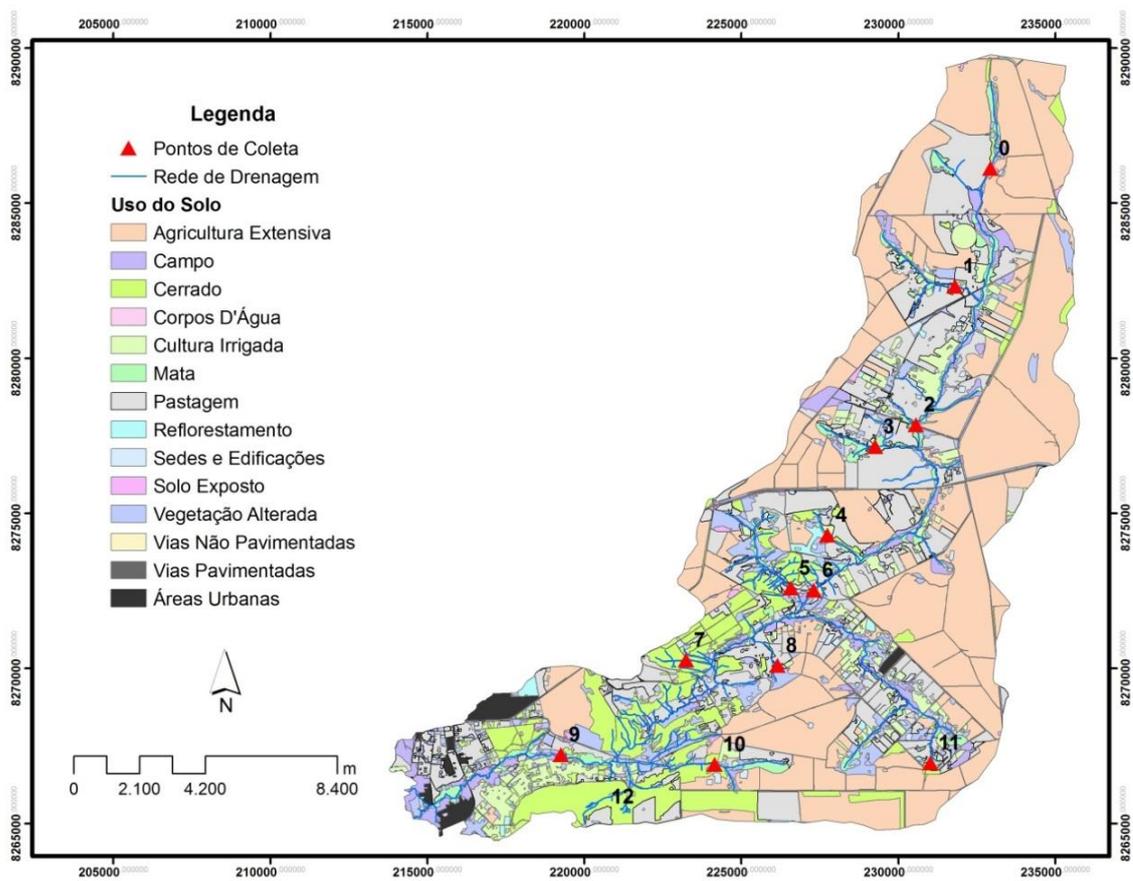


Figura 5.2 – Mapa de Uso do Solo da Bacia do Pípiripau.

De acordo com Oliveira (2006), no Estado de Goiás ocorre a lavagem de areia, que pode causar impacto à qualidade da água. Outro fator preocupante apontado pela autora é o uso excessivo de agrotóxicos e inseticidas usados nas lavouras. Fernandes (2007) ressalta que as principais fontes de contaminação da água da bacia são os efluentes domésticos, os resíduos da adubação química e defensivos agrícolas, óleos e graxas provenientes de atividades de manutenção de máquinas e equipamentos agrícolas.

## 5.2 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO SVAP (1ª VERSÃO)

Foi escolhida para análise da integridade ambiental da bacia a 1ª versão do *Stream Visual Assessment Protocol*–SVAP, desenvolvido pela NRCS/USDA em 1998, por ser mais simples. O protocolo original encontra-se no Anexo A.

O SVAP 1ª versão contém 15 parâmetros. O protocolo foi aplicado à bacia sem alterar nenhum dos parâmetros originais, a fim de permitir a comparação dos resultados com demais trabalhos da literatura, bem como avaliar a necessidade real de adaptação para a bacia de estudo.

O SVAP pontua cada elemento analisado com escore entre 0 e 10, onde menores escores indicam uma situação degradada e valores maiores indicam maior integridade ambiental. Esses escores seguem as indicações do protocolo (já listadas nos quadros dos parâmetros do SVAP), que indicam, em cada parâmetro, o que considerado como de alta ou baixa integridade.

Ao final da avaliação visual de todos os parâmetros, somam-se todos os valores e divide-se pela quantidade de parâmetros analisados. O resultado é o valor final do SVAP, que pode ser comparado pela tabela de classificação proposta pelo protocolo, dividindo a qualidade do rio em quatro modalidades: pobre, razoável, boa e excelente (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Classificação final do SVAP de acordo com a pontuação obtida.

Score final do SVAP	Classificação
< 6,0	Pobre
6,1 – 7,4	Razoável
7,5 – 8,9	Boa
> 9,0	Excelente

O SVAP, calculado e classificado conforme a Tabela 5.1, também foi dividido de acordo com o grau de integridade ripária, disponível na Tabela 5.2, no qual é associado a três graus de integridade, alta, média e baixa, distribuído apenas para facilitar a compreensão do resultado final.

Tabela 5.2 Classificação da integridade Ripária

Nota Final do SVAP	Integridade Ripária
$SVAP < 6,0$	Baixa
$6,0 \leq SVAP \leq 8,0$	Média
$SVAP \geq 8,0$	Alta

As análises de campo foram realizadas no período de estiagem, em agosto e setembro de 2012, todas no período da manhã para evitar distorção nos resultados.

Foram selecionados 12 segmentos (trechos) aleatórios (Ppau 0 a Ppau 11), através de um gerador de números aleatórios do MS-Excel, estabelecidos a partir de códigos de segmentos de canais de *shape* do SIG (Tabela 5.3). Todos os trechos da rede de drenagem seguiram essa classificação, com exceção ao ponto de controle (referência). O intuito da análise aleatória foi evitar a escolha tendenciosa de trechos na bacia. Uma vez selecionados os pontos, eles foram cadastrados no SIG com as respectivas coordenadas (Tabela 5.3).

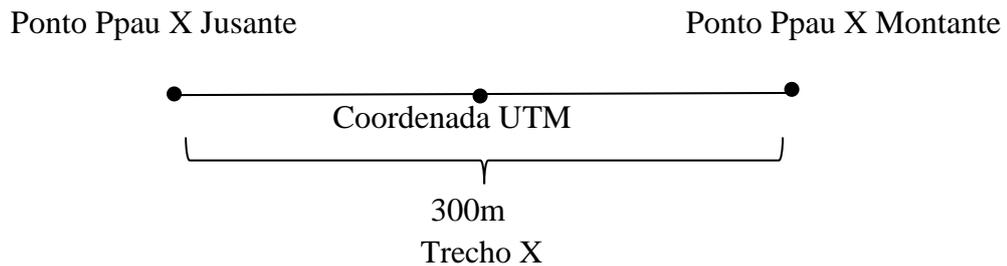
Tabela 5.3 – Coordenadas em UTM dos trechos de coleta.

Ponto	Coordenadas UTM	
	X	Y
Ppau 0	0233026	8286081
Ppau 1	0231799	8282338
Ppau 2	0230679	8277896
Ppau 3	0229464	8277123
Ppau 4	0228589	8273701
Ppau 5	0227001	8272196
Ppau 6	0227397	8272479
Ppau 7	0223425	8270220
Ppau 8	0226027	8270353
Ppau 9	0219492	8267132
Ppau 10	0224102	826617
Ppau 11	0231081	8266763
Ppau 12	0221350	8266001

No caso de ecossistemas em restauração, a recomendação é de que sejam indicados ecossistemas de referência para comparação, em especial, áreas prístinas, sem evidências de perturbação (SMA, 2011). Dessa forma, como área de referência (controle), foi selecionado

um trecho prístino (ponto Ppau 12), no Córrego Vereda Grande, para servir de comparação com os demais pontos analisados.

Dessa forma, incluindo o ponto controle nas análises, foram 13 os trechos de rio analisados na bacia. Nesses trechos selecionados, foram realizadas duas análises do SVAP (2 repetições), com distância de  $\pm 300\text{m}$  entre cada local amostrado, totalizando assim, 26 pontos amostrados. A réplica foi importante para avaliar a representatividade/replicabilidade do ponto selecionado e para evitar uma análise tendenciosa.



Dos trechos ripários selecionados, quatro localizam-se no canal principal do ribeirão Pipiripau, e nove trechos nos seus afluentes. Para facilitar a análise e interpretação dos resultados, a bacia foi dividida em três terços (superior, médio e inferior, Figura 5.3).

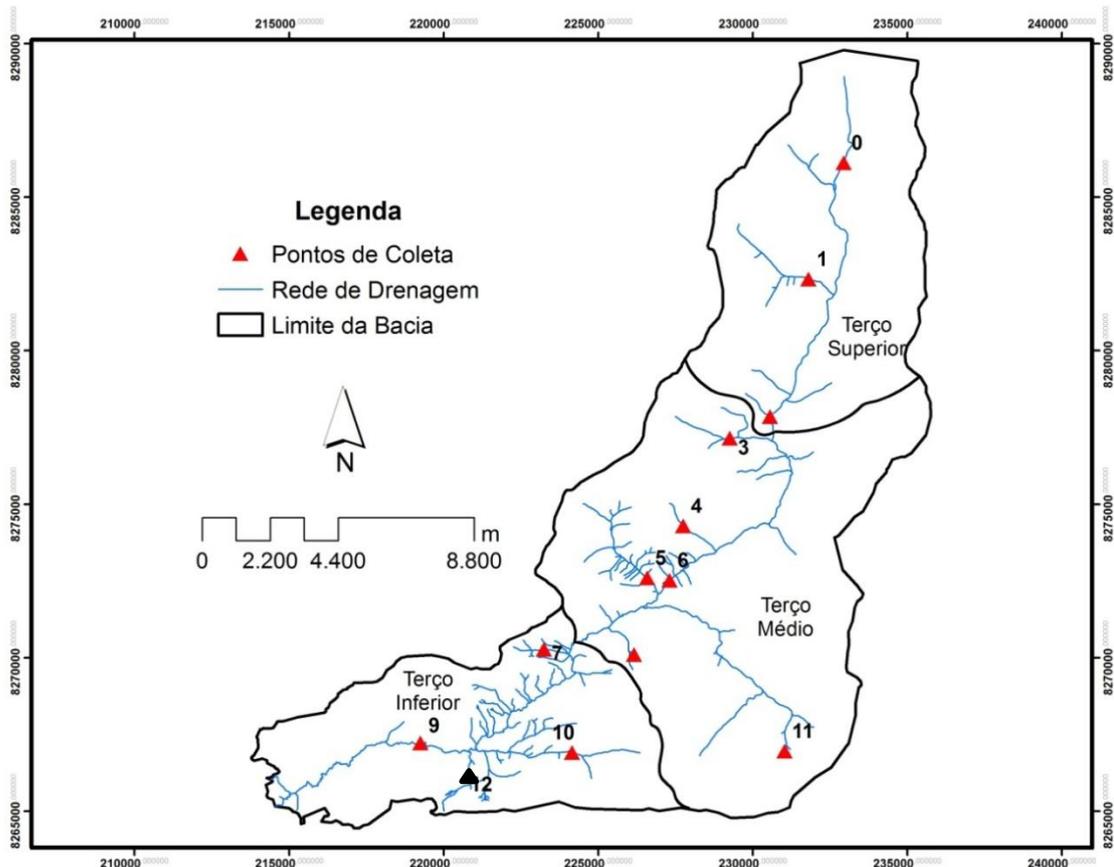


Figura 5.3 – Divisão da bacia em três terços, de acordo com a sua fisionomia.

O intuito foi de verificar se os pontos próximos ou no mesmo trecho tendem a apresentar valores similares de integridade ambiental, e apontar qual região necessita de maior atenção na hora de planejar uma possível remediação ambiental.

Para a aplicação do SVAP, foi necessário analisar a área ripária como um todo, a fim de diagnosticar eventuais danos ambientais. O contato com os moradores das fazendas foi importante para entender melhor os processos antrópicos da bacia, bem como o tipo de uso do solo e manejo aplicado.

Para a análise do parâmetro “macroinvertebrados analisados”, a amostragem foi realizada conforme Silveira et al (2004), com o auxílio de uma rede em “D”, com abertura de malha de 250 micra, com técnica de arraste junto ao substrato do leito.

Em substratos compostos por folhas, galhos e pedras, o material era esfregado dentro da rede para selecionar a maior quantidade possível de organismos. As amostras foram lavadas em água corrente em campo, acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e fixadas com álcool 70%. No laboratório, as amostras foram triadas e identificadas.

A identificação dos organismos foi realizada no laboratório de Manejo de Fauna do departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, com auxílio de lupa. Os organismos seguiram identificação conforme classificação do protocolo SVAP (Tabela 5.4), através de chaves de identificação do SVAP e literatura especializada.

Tabela 5.4- Divisão dos grupos bioindicadores de qualidade de água de acordo com a classificação do SVAP.

Grupo	Pontuação SVAP	Classificação
Grupo I	15	Sensíveis
Grupo II	6	Sensibilidade intermediária
Grupo III	2	Tolerantes

### 5.3 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO SVAP (2ª VERSÃO)

O protocolo SVAP 2ª versão (Anexo B) foi aplicado simultaneamente à 1ª versão, seguindo as mesmas orientações de aplicação e pontos de coleta.

A versão mais recente do protocolo dispõe de uma descrição mais apurada de cada fator, alterando a importância de alguns, como ‘zona ripária’, que é subdividida em dois parâmetros, e ‘macroinvertebrados analisados’, que tem menor peso de pontuação, quando comparado com a 1ª versão.

## **5.4 ANÁLISES FÍSICAS DA ÁGUA**

Os parâmetros turbidez (NTU), condutividade elétrica (mS/cm) e temperatura da água (°C) foram coletados no momento na aplicação do protocolo SVAP, através da sonda multiparâmetros Troll MP-9500.

Essas análises foram realizadas antes da coleta da macrofauna, para evitar que o sedimento fosse revirado e alterasse os resultados das análises físicas. Todas as análises físicas foram realizadas no período da manhã, a fim de evitar discrepâncias nas análises.

## **5.5 ANÁLISE DOS DADOS**

### **5.5.1 Protocolo SVAP**

Para correlacionar os valores do SVAP obtidos nos trechos selecionados da bacia, foram calculadas as médias dos pontos de coleta e comparados com as médias do ponto controle, bem como com os valores obtidos na 2ª versão do protocolo. A média dos parâmetros foi obtida para avaliar quais indicadores precisam de maior atenção na bacia. Foi utilizada a média e não o somatório para os pontos e parâmetros, conforme recomenda o protocolo SVAP.

O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para todas as variáveis e pontos, através do programa GENES (CRUZ, 2006). As análises físicas foram correlacionadas com os valores médios de cada ponto, estimados pelo SVAP.

O Teste de Duncan foi aplicado às médias dos escores SVAP dos diferentes pontos, através do programa *Assistat 7.6 beta* (SILVA 2011), para identificar diferenças estatísticas entre elas.

Para comparação entre o SVAP sem os macroinvertebrados e com a inclusão das análises bióticas, foi realizada análise de regressão simples (CRUZ, 2006).

Por se tratar de um protocolo de avaliação visual, existe dificuldade na aplicação de análises estatísticas, uma vez que cada avaliador pode atribuir notas diferenciadas ao mesmo parâmetro, mesmo obtendo as mesmas instruções. Para minimizar o problema, um único avaliador treinado (autora do presente trabalho) aplicou o protocolo nos 26 pontos amostrados.

### 5.5.2 Macrofauna bentônica

Para cada amostra coletada nos pontos, foram observadas a riqueza e a abundância relativa de cada táxon encontrado no substrato do leito. Para a caracterização das comunidades dos diferentes trechos de rio, foram estimados os índices de diversidade e equidade.

A diversidade dos grupos bentônicos foi calculada utilizando-se o Índice de Shannon-Wiener (PIELOU, 1975). Esse índice de diversidade é dado pela fórmula:

$$H' = -\sum(p_i) (\log_e p_i) \quad [1]$$

Onde:  $p_i$  = frequência de cada espécie, para  $i$  variando de 1 a  $S$ , onde  $S$  = riqueza (número de espécies).

Esse índice assume que os indivíduos são coletados aleatoriamente de uma grande e infinita população, supondo, também, que todas as espécies estão representadas na amostra (MORENO, 2001; DIAS, 2004).

O índice de diversidade é complementado pelo índice de equidade de Pielou (PIELOU, 1969). Este último possibilita analisar o grau de uniformidade das várias espécies na área estudada. É dado pela fórmula:

$$J' = H' / H'_{\max} \quad [2]$$

onde,  $H'_{\max} = \ln(S)$ , onde  $S$  = número de espécies. Esse índice pode variar de 0 a 1, no qual valores próximos a zero indicam maior heterogeneidade, e valores próximos a 1, mais homogênea (SOUZA et al., 2005).

Os grupos de bioindicadores foram divididos de acordo com a classificação estabelecida pelo SVAP, sendo comparada a abundância e riqueza dentro de cada grupo, bem como a distribuição dos organismos nos grupos tróficos que ocorrem na bacia.

### **5.5.3 Integridade Ripária Média da Bacia**

Como a amostragem dos 13 trechos ripários amostrados foi aleatória, sua média, incluindo o ponto prístino (área de referência), representa o valor médio do SVAP da bacia, sendo ela um indicador da sua integridade ripária.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Os pontos de amostragem do estudo, dispostos na Figura 6.1, foram distribuídos de forma a representar a bacia como um todo, apresentando pontos no canal principal e nos afluentes, ao longo de toda a bacia de drenagem.

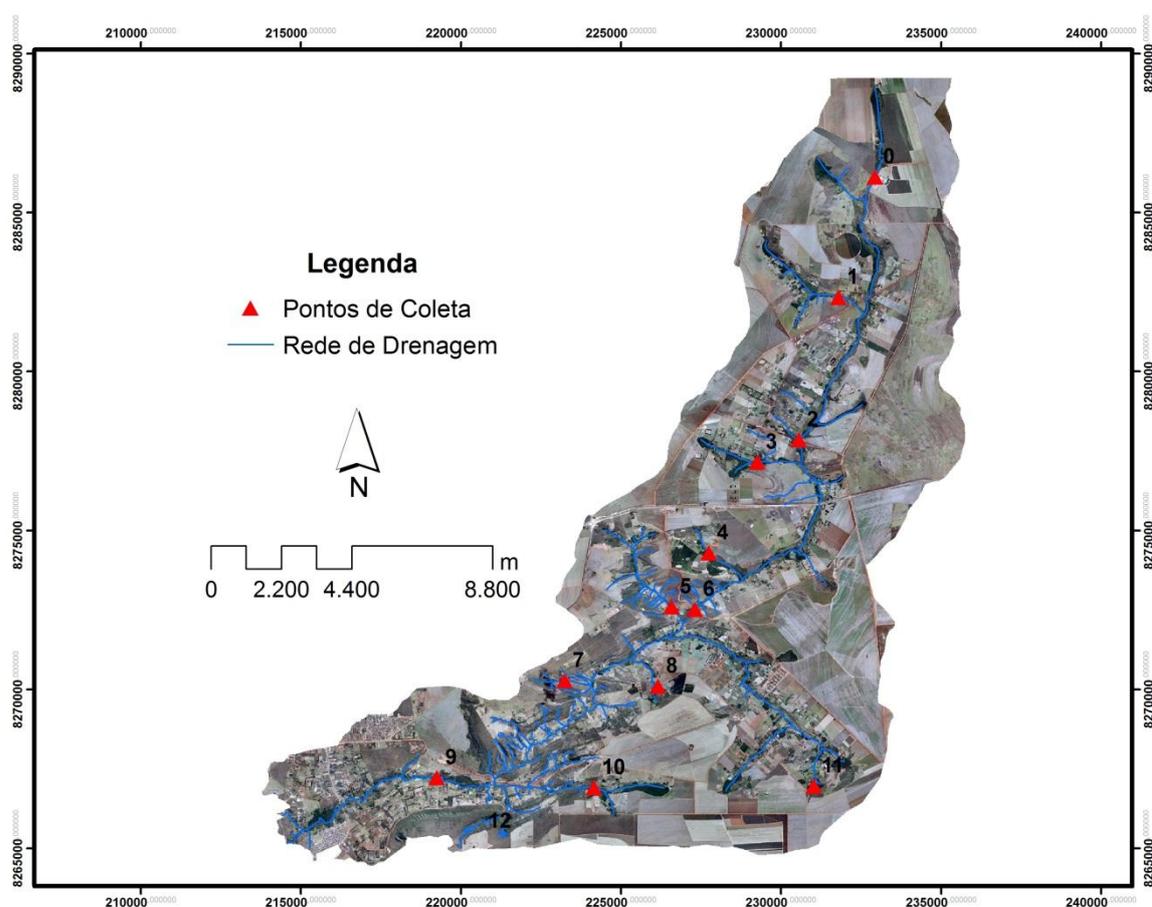


Figura 6.1 – Pontos de Amostragem na bacia do Ribeirão Pipiripau

O método de análise aleatória de trechos da bacia excluiu a possibilidade da escolha tendenciosa de pontos de coleta e indica, como mostra a figura 6.1, que os pontos aleatórios são representativos na bacia. O único ponto de coleta que não foi escolhido de forma aleatória foi o ponto de referência/prístino (Ppau 12), uma vez que ele seria utilizado para comparações posteriores como uma área ideal de qualidade ambiental.

### 6.1.1 Trecho 0

O ponto Ppau 0 localiza-se na Fazenda Bandeirinha, na região do terço superior do Pipiripau, abrigando nascentes do ribeirão. Na fazenda, destinada ao cultivo de soja, também apresenta uma pequena extração de areia.

O Ponto Ppau 0 - Montante tem uma das margens completamente degradada. O acesso do gado às margens do rio não é restrito. Durante a coleta, foi possível observar moradores utilizando a água para limpeza de peixes. O ponto apresenta represamento de água (Figura 6.2).



Figura 6.2 – Ponto de Coleta 0. A e B – Ppau 0 Montante. C e D – Ppau 0 Jusante.

O ponto Ppau 0 Jusante é mais preservado que o Ppau 0 Montante, possivelmente pelo difícil acesso até o rio. Ainda assim, a região apresenta substituição da vegetação natural por espécies exóticas, como gramíneas e ervas daninhas.

### 6.1.2 Trecho 1

O ponto 1 localiza-se no terço superior da bacia, no córrego Maria Velha, dentro da Fazenda Nossa Senhora Aparecida, cuja principal atividade é a plantação de milho.

No ponto Ppau 1 Montante (Figura 6.3), a presença de espécies exóticas em uma das margens, como bananeiras, afeta a qualidade da zona ripária, bem o percentual de APP preservada, que está abaixo do que é permitido pela legislação ambiental vigente.



Figura 6.3 - Ponto de Coleta 1. A e B – Ppau 1 Montante. C e D – Ppau 1 Jusante

O ponto Jusante apresenta canalização de água, barreira física para peixes (Figura 6.3C), impedindo o fluxo da fauna aquática. A serrapilheira é composta de milho e outras espécies exóticas compondo a zona ripária, como bananeiras e bambuzal.

### 6.1.3 Trecho 2

O ponto de coleta Ppau 2 localiza-se no terço superior do Pípiripau. O ponto Ppau 2 Montante (Figura 6.4) encontra-se com a água escura, grande quantidade de serrapilheira no leito do rio, troncos e árvores caídas e lixo deixado pela população que utiliza a área para lazer.



Figura 6.4 - Ponto de Coleta 2. A e B – Ppau 2 Montante. C e D – Ppau 2 Jusante

O Ponto Jusante é cortado por uma ponte de madeira, apresentando água bastante turva (Figura 6.4C), modificação da vegetação nativa, presença de macrófitas aquáticas, margens erodidas e gado com acesso livre ao rio, indicando uma possível alteração da integridade ambiental do corpo hídrico. A ponte também aumenta a quantidade de sedimentos, contribuindo para a degradação do leito.

### 6.1.4 Trecho 3

O trecho Ppau 3 (Figura 6.5) localiza-se no terço médio do Pipiripau, no córrego Sítio Novo, dentro de fazenda destinada à pecuária. Apesar da atividade de pecuária ser de relativo impacto ambiental, a região de mata ciliar é bem preservada, com cerca de 200m de mata nativa de difícil acesso.



Figura 6.5 - Ponto de Coleta 3. A e B – Ppau 3 Montante. C e D – Ppau 3 Jusante

A região em ambos os pontos do trecho é bem preservada, com grande quantidade de serrapilheira, substrato bem diversificado, porém, a coloração da água apresenta-se turva, como se tivesse ocorrido algum distúrbio no leito a montante.

### 6.1.5 Trecho 4

Localizado no terço médio do Ribeirão Pipiripau, o Ponto 4 (Figura 6.6) corta o córrego Capim Puba, dentro de uma fazenda de plantação de cana e criação de gado.



Figura 6.6 - Ponto de Coleta 4. A e B – Ppau 4 Montante. C e D – Ppau 4 Jusante

A plantação de cana se estende até 10m do rio. Além disso, APP não atende à legislação ambiental, tendo, no máximo, 4m de largura. O ponto a jusante é mais impactado, com desmatamento acentuado (Figura 6.6-D), queimadas, presença de gado com acesso ao rio e área ripária menor que 2m em uma das margens.

Além disso, em contato com os chacareiros, fomos informados que o córrego Capim Puba nasce dentro de uma granja (chácara vizinha), que despeja dejetos no rio durante a noite. Foram efetuadas duas tentativas de acesso ao rio através da propriedade vizinha, o que foi negado pelo engenheiro florestal responsável pela área ambiental da granja.

### 6.1.6 Trecho 5

O ponto Ppau 5 (Figura 6.7) localiza-se no terço médio da bacia do Pipiripau, no Córrego Eugênio. No ponto Ppau 5 Montante é possível observar que a água é profunda e escura, o sedimento apresenta odor forte, uma das margens é composta de capim e poucas árvores, e o acesso de animais domésticos e gado ao rio é comum. Também observou-se lixo e varas de pesca próximas ao leito.



Figura 6.7 - Ponto de Coleta 5. A e B – Ppau 5 Montante. C e D – Ppau 5 Jusante

No ponto Ppau 5 Jusante, a residência encontra-se bem próxima ao rio, bem como a presença de animais domésticos com acesso direto ao curso d'água. Em uma das margens, é possível observar uma larga estrutura de concreto que serve de acesso ao corpo hídrico. Na outra margem, a vegetação ripária é composta de mangueiras e capim. O proprietário fez uma pequena barreira com pedras para represar a água.

### 6.1.7 Trecho 6

Localizado no terço médio da bacia do Pípiripau, o trecho 6 (Figura 6.8) fica próximo à uma ponte. Durante a aplicação do protocolo, observou-se que a proximidade com a ponte facilita o acesso da população ao rio, razão pela qual se verificou a presença de lixo próximo ao leito.

No ponto Montante, a água é turva, há grande quantidade de troncos e galhos caídos, o dossel cobre boa parte do rio e a região apresenta poços, propiciando habitat e esconderijo para a fauna aquática.



Figura 6.8 - Ponto de Coleta 6. A e B – Ppau 6 Montante. C e D – Ppau 6 Jusante

O ponto 6 Jusante (Figura 6.8-D) fica sob a ponte, apresentando margem erodida, barrancos altos, sem proteção, com indícios de erosão, e com vegetação comprometida pela ponte e pela presença de gramíneas.

### 6.1.8 Trecho 7

O ponto Ppau 7 localiza-se no Ribeirão Pipiripau, no terço inferior da bacia. Próximo ao ponto (distância de 100m) é possível observar uma casa abandonada, uma grande área desmatada próxima ao rio (cerca de 50m) e indícios de presença de gado na outra margem do rio.

O ponto a jusante é mais preservado e isolado. A quantidade de serrapilheira é grande nas duas regiões amostradas (Figura 6.9), chegando a cobrir todo o leito do rio, cuja profundidade não ultrapassa 20cm.



Figura 6.9 - Ponto de Coleta 7. A e B – Ppau 7 Montante. C e D – Ppau 7 Jusante

### 6.1.9 Trecho 8

Localizado no Córrego Seco (terço médio da bacia), o ponto Ppau 8 teve sua vazão reduzida no período de estiagem, ficando apenas um pequeno córrego que corta a fazenda. De acordo com o proprietário, durante a seca o córrego chega a secar completamente, sendo assim considerado um córrego intermitente.



Figura 6.10 - Ponto de Coleta 8. A e B – Ppau 8 Montante. C e D – Ppau 8 Jusante

O ponto Ppau 8 fica próximo à pastagem, porém, sua vegetação é bem preservada (Figura 6.10). Em ambos os segmentos de canal analisados foi possível identificar que a água tem aparência oleosa, é viscosa e sem odor. A largura do canal mede cerca de 20cm, é raso, com fundo coberto de serrapilheira e sedimento fino.

Não foi possível identificar ao longo do rio a causa da aparência oleosa da água. A região a jusante também apresenta as mesmas condições com relação à aparência da água. Apesar da pouca quantidade de água, a região tem mata fechada e difícil acesso.

### 6.1.10 Trecho 9

O ponto Ppau 9 (Figura 6.11), localiza-se no rio Pípiripau, no terço inferior da bacia, em uma fazenda cuja atividade principal é a criação de gado. Apesar da atividade da fazenda ter certo grau de impacto ambiental, o gado tem acesso apenas a um trecho do rio, ficando boa parte da área ripária preservada.

Ambos os pontos amostrados apresentam poços, capacidade para habitat e alimentação para ictiofauna e demais organismos aquáticos, presença de vegetação nativa e poucos indícios de acesso ao rio. A presença de grande quantidade de galhos compondo o substrato do rio contribui para a formação desses poços e locais de esconderijo e alimentação.



Figura 6.11 - Ponto de Coleta 9. A e B – Ppau 9 Montante. C e D – Ppau 9 Jusante

### 6.1.11 Trecho 10

O córrego Capão Grande (Ponto Ppau 10) encontra-se bem preservado no local de aplicação do protocolo (Figura 6.11). O local de acesso é uma fazenda da Sadia, cuja atividade na região é a criação e abate de aves.

A região apresenta poços, vegetação ripária natural, largura média de 4m, dossel cobrindo boa parte do leito do rio, presença de corredeiras. A única ação antrópica refere-se a uma cerca de arame, que delimita a propriedade, porém, sem interferir nos parâmetros analisados.



Figura 6.12- Ponto de Coleta 10. A e B – Ppau 10 Montante. C e D – Ppau 10 Jusante

### 6.1.12 Trecho 11

O ponto no Córrego Taquara (Figura 6.13), localizado no terço médio da bacia, apresenta, em ambas as amostragens, retirada de água do córrego, reduzindo consideravelmente sua vazão.

Além disso, há barreiras físicas de retenção para auxiliar no processo de derivação de água. Essas barreiras dificultam a livre circulação da ictiofauna ao longo do rio, ou mesmo chegam a impedir o acesso a alguns pontos do rio.

A região dispõe de grande quantidade de serrapilheira e vegetação nativa, tendo apenas como impactos significativos, no protocolo, a presença de barreiras de contenção de água e os tubos da canalização.



Figura 6.13 - Ponto de Coleta 11. A e B – Ppau 11 Montante. C e D – Ppau 11 Jusante

### 6.1.13 Trecho 12

O ponto de controle, Ppau 12, é uma área prístina, localizada no córrego Vereda Grande, servindo como área de referência para comparação com os demais pontos de coleta (Figura 6.14).

A região é composta de uma grande área preservada, sem interferência antrópica em decorrência do difícil acesso. Dado o grau de interferência ser mínimo, sua utilização como área de referência foi adequada para a região de estudo do Pipiripau.

No ponto controle, observou-se a formação de poços, dossel cobrindo o leito do rio, vegetação ripária quali e quantitativamente bem estruturada, presença de pedras, folhas, galhos compondo o sedimento.



Figura 6.14 - Ponto de Coleta 12. A e B – Ppau 12 Montante. C e D – Ppau 12 Jusante

## 6.2 RESULTADOS DO SVAP- 1ª. Versão

Os valores obtidos no SVAP (1ª versão) na bacia do ribeirão Pípiripau, para cada parâmetro e ponto, encontram-se no Apêndice A, e de forma compilada na Tabela 6.1, bem como o resultado do Teste de Duncan (para as médias), e também a classificação final do SVAP para cada ponto amostrado.

Tabela 6.1 – Resultado do SVAP 1ª versão, contendo a média dos pontos amostrados no Ribeirão Pípiripau e resultado do Teste de Duncan (5% de probabilidade).

Ponto	Repetição 1	Repetição 2	SVAP	Classificação SVAP	Classe de Duncan	Integridade Ripária
Ppau 0	3,79	4,77	4,28	Pobre	G	Baixa
Ppau 1	6,69	5,23	5,96	Pobre	Ef	Baixa
Ppau 2	6,46	4,07	5,27	Pobre	Fg	Baixa
Ppau 3	7,77	7,85	7,81	Boa	Bc	Média
Ppau 4	7,31	6,79	7,05	Razoável	De	Média
Ppau 5	5,14	5,31	5,23	Pobre	Fg	Baixa
Ppau 6	7,77	7,62	7,69	Boa	Cd	Média
Ppau 7	8,57	9,23	8,90	Boa	Ab	Alta
Ppau 8	6,54	6,31	6,42	Razoável	De	Média
Ppau 9	9,00	9,54	9,27	Excelente	A	Alta
Ppau 10	9,69	9,69	9,69	Excelente	A	Alta
Ppau 11	9,00	9,38	9,19	Excelente	Ab	Alta
Ppau 12	9,62	9,69	9,65	Excelente	A	Alta
Média SVAP			7,42	Razoável		Média

O valor médio do SVAP (1ª versão) na bacia foi de 7,42, quando observados todos os parâmetros e pontos. O desvio-padrão foi de 1,86. A média, sem considerar a fauna bentônica, foi de 7,39, os quais, de acordo com a classificação do SVAP, são considerados como de integridade ambiental *razoável*. Assim, de acordo com os resultados, a integridade ripária da bacia do Pípiripau é considerada *média*, de acordo com a classificação da Tabela 5.2.

A comparação entre os pontos de coleta e o ponto controle (área prístina), foi analisada através do Teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos na Tabela 5.2. mostram quais pontos se assemelham mais a uma área preservada, de acordo com a avaliação oferecida pelo protocolo.

O ponto controle (Ppau 12) é representado pela letra ‘a’, no teste de Duncan. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Dessa forma, os pontos que podem ser considerados preservados, assim como o ponto controle, são os pontos Ppau 7 (Grotta – SVAP 8,9), Ppau 9 (Baixo Pípiripau– SVAP 9,27), Ppau 10 (Córrego Capão Grande – SVAP 9,69) e Ppau 11 (Córrego Taquara – SVAP 9,19). Esse resultado corrobora com os valores obtidos pela correlação de Pearson (Apêndice C).

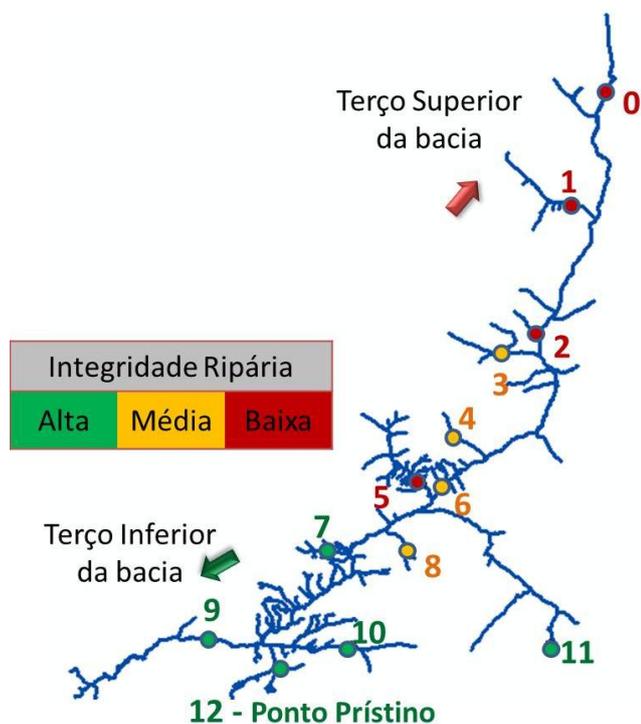


Figura 6.15 – Resultado da Integridade Ripária da Bacia do Pípiripau.

Ao todo, quatro pontos de coleta foram considerados de alta integridade ambiental, assemelhando-se estatisticamente ao ponto de controle. Todos os pontos que são similares ao ponto controle (altos escores) encontram-se no terço inferior do Pípiripau (jusante), indicando que as regiões que necessitam de maior atenção e recuperação encontram-se nos terços superior e médio (escores mais baixos), conforme indica a Figura 6.15.

Esse resultado pode ser consequência da geomorfologia da bacia do Pípiripau, que influencia o tipo de uso do solo predominante na região. A região do terço inferior é um vale dissecado, com solos com menor aptidão agrícola e, conseqüentemente, com menor intensidade de uso. Já os terços médio e superior, mais planos, apresentam alta aptidão agrícola e maior intensidade de uso (Figura 5.2), o que contribuiu para valores mais baixos de SVAP e, conseqüentemente, menor integridade ripária.

A correlação entre o SVAP e a modificação da paisagem ao longo dos anos, avaliada através de imagens de satélite, indica uma correlação entre a transformação dos padrões urbanos e a evolução da paisagem, bem como entre o uso do solo e cobertura vegetal, com a crescente densidade das modificações (SCHLEE, 2003).

No Brasil, o trabalho desenvolvido por Werner (2012) em bacias do Estado do Rio de Janeiro, também atentou para o tipo de uso do solo como fator que influencia o escore de protocolos de avaliação rápida. Esse deveria ser um parâmetro visual a acrescentar as análises do SVAP, numa possível adaptação para das bacias do Cerrado.

Rodrigues et al (2011), utilizando o SVAP-1<sup>a</sup> versão para avaliar a integridade da Bacia de Melchior-DF, chegou a conclusão de que em alguns trechos da bacia os valores indicam uma situação de alerta, bem como a diminuição geral dos escores do SVAP ao longo de 10 anos de estudo. Segundo aquele autor, apesar das alterações ao longo da bacia, programas de monitoramento e restauração ambiental podem restabelecer as condições satisfatórias na área de estudo.

Levando em consideração o pequeno tamanho da bacia do ribeirão Pípiripau, é possível inferir que a quantidade de pontos e réplicas é suficiente para a análise da bacia como um todo, corroborando com os demais trabalhos já feitos na região, que indicam uma queda da qualidade ambiental na metade superior da bacia. É interessante a adaptação futura do protocolo às peculiaridades da bacia.

Como as observações de campo indicam que área ripária do terço superior da bacia do Pípiripau é a mais impactada, não apenas pela maior intensidade de uso do solo, mas também pelo seu reduzido tamanho, quando comparadas às áreas ripárias a jusante.

O SVAP aplicado em Manchester - Estados Unidos (SBWA, 2010) apontou que as áreas superiores das bacias apresentam menores integridades ripárias do que aquelas de jusante, corroborando assim como os resultados do presente estudo.

Já a aplicação do SVAP em rios na região amazônica peruana (LINDGREN & RÖTTORP, 2009), a zona ripária é mais preservada nas áreas a montante, diferindo dos resultados encontrados no Pípiripau – DF, provavelmente em função de sua alta declividades/inacessibilidade, reduzindo o grau de distúrbio nas cabeceiras.

A média de cada parâmetro do SVAP (Tabela 6.2) indica quais variáveis do protocolo apresentam maior integridade e quais devem passar por avaliação, para possíveis ações de monitoramento e reabilitação do sistema.

Tabela 6.2 – Média dos 15 parâmetros do SVAP 1ª versão, utilizando todos os 13 pontos de coleta.

Parâmetros do SVAP (1ª versão)	Média dos parâmetros	Desvio Padrão	CV	Classificação SVAP
1 - Condição do canal	7,88	2,52	31,92	Boa
2- Alterações hidrológicas	9,15	1,20	13,10	Excelente
3- Zona ripária	7,38	3,19	43,16	Razoável
4- Estabilidade das margens	7,46	2,04	27,37	Razoável
5 - Aparência da água	8,62	1,92	22,32	Boa
6 - Enriquecimento de nutrientes	9,58	0,84	8,77	Excelente
7 - Barreiras ao movimento dos peixes	6,92	2,38	34,44	Razoável
8 – Habitat e cobertura para peixes	6,00	2,43	40,56	Razoável
9 – Poços	4,88	3,18	65,07	Pobre
10 - Habitats para invertebrados	7,23	2,50	34,59	Razoável
11 – Cobertura de dossel	7,08	2,79	39,37	Razoável
12 - Presença de gado	4,33	1,49	34,40	Pobre
13 – Salinidade	-	-	-	-
14 – Colmatação de corredeiras	6,88	1,78	25,90	Razoável
15 - Macroinvertebrados observados	7,77	6,40	82,44	Boa

Parâmetros como zona ripária, habitats para peixes e invertebrados e poços não são iguais ao longo de toda a rede de drenagem da bacia (p. ex., montante vs. jusante), requerendo cuidado na sua comparação.

De acordo com SBWA (2010), para a recuperação das áreas ripárias degradadas, existem quatro parâmetros fundamentais do SVAP: estabilidade do canal, presença de poços, zona ripária, e estabilidade dos barrancos/margens. Esses quatro parâmetros, ao longo do tempo, contribuem para a melhoria de outros processos importantes, como habitat para invertebrados e peixes, macroinvertebrados e cobertura de dossel.

O parâmetro ‘condição do canal’ na bacia do Pípiripau apresentou uma média considerada como ‘boa’, sendo de fundamental importância a análise das interferências no curso natural do rio. Esse parâmetro apresentou correlação significativa com os parâmetros alteração hidrológica ( $r=0,45$ ), condição da zona ripária ( $r=0,77$ ), estabilidade das margens ( $r=0,61$ ), barreiras para movimento dos peixes ( $r=0,71$ ), habitat para invertebrados ( $r=0,69$ ), cobertura de dossel ( $0,76$ ) e sedimentos em corredeiras ( $r=0,4$ ).

A importância do parâmetro ‘condição do canal’ para a qualidade da integridade ambiental é indiscutível, já que influencia e é influenciado pelos parâmetros mencionados acima. As mudanças antropogênicas que afetam esse parâmetro no Pípiripau referem-se a construções de barragens para contenção da água, pontes, derivações e bueiros, reduzindo a vazão do rio. Esse parâmetro pode indicar que variações observadas em outros parâmetros podem estar relacionadas à instabilidade do canal e falta de equilíbrio entre vazão e à carga de sedimentos no canal.

Com relação à ‘estabilidade das margens’, esta foi considerada razoável para a bacia do Pípiripau. Esse parâmetro está correlacionado com o parâmetro “zona ripária”, uma vez que regiões de mata mais preservadas apresentam maior estabilidade das margens e conseqüentemente, menor índice de erosão.

Essa conclusão pode ser obtida através da análise do teste de Pearson, que indica a forte relação entre a estabilidade das margens dos rios com a condição da quantidade e qualidade de zona ripária. Assim, observa-se a dificuldade de mitigar esse parâmetro sem condicionar a alterações na vegetação ciliar que margeia os corpos hídricos.

Assim, o parâmetro ‘zona ripária’ é um dos que mais influencia a dinâmica dos corpos hídricos, tanto por ser considerada uma transição entre o ambiente terrestre e o aquático (ecótono), como pela proteção das nascentes e cursos d’água. Esse parâmetro influencia os parâmetros ‘alterações hidrológicas’ ( $r=0,45$ ), ‘cobertura de dossel’ ( $r=0,87$ ), ‘estabilidade das margens’ ( $r=0,61$ ), ‘macroinvertebrados’ ( $r=0,54$ ), ‘poços’ ( $r=0,76$ ) e ‘habitat para invertebrados’ ( $r=0,74$ ), além de interferir na temperatura da água, substratos, sedimentos e vazão.

Na bacia do Pípiripau, a média desse parâmetro foi de 7,38, estando na faixa *razoável*. Desse modo, para um ambiente com usos múltiplos, incluindo o abastecimento humano, é importante que esse parâmetro tenha valores mais elevados. Assim, esse parâmetro seria estratégico em um programa de recuperação da bacia, em especial na região das suas cabeceiras, onde os valores do parâmetro foram menores.

O parâmetro “enriquecimento de nutrientes” apresentou correlação significativa com os parâmetros ‘aparência da água’ ( $r=0,78$ ), ‘piscina/poços’ ( $r=0,4$ ), ‘sedimentos’ ( $r=0,55$ ), ‘habitat para invertebrados’ ( $r=0,48$ ) e ‘macroinvertebrados analisados’ ( $r=0,42$ ). Apesar da importância dos parâmetros ‘zona ripária’ e ‘cobertura de dossel’ para as comunidades de fitoplâncton, perifíton e macrófitas aquáticas, não foi possível observar uma correlação significativa destes com o parâmetro ‘enriquecimento de nutrientes’.

Com relação ao parâmetro “colmatação de corredeiras”, ele poderia estar relacionado com o parâmetro estabilidade das margens e vegetação ripária, que também apresentam valores relativamente mais baixos quando comparado com os demais.

O desprendimento de partículas e o transporte de nutrientes e poluentes são consequência da erosão e da lixiviação, e pode ser alterado de acordo com as condições de estabilidade dos taludes das margens e da quantidade de vegetação ripária, que minimizam o processo erosivo. Sistemas onde ocorre colmatação tem um excedente de sedimento que o fluxo não tem competência para transportar, gerando desequilíbrio e assoreamento.

Sousa et al. (2010) analisando os substratos do rio e a microfauna de Cladocera no Pípiripau, relata que a intensa degradação das matas de galeria pode ser apontada como um fator importante na formação de bancos de macrófitas. O trabalho aponta que a fauna bioindicadora está associada a tipos específicos de substratos, ocorrendo uma quantidade maior de macrófitas e raízes em áreas com perturbação ambiental, como é o caso do Pípiripau.

O parâmetro “presença de poços”, por sua vez, foi correlacionado com a ‘condição da zona ripária’ ( $r=0,63$ ), ‘enriquecimento de nutrientes’ ( $r=0,40$ ), ‘habitat para invertebrados’ ( $r=0,77$ ), ‘habitat e cobertura para peixes’ ( $r=0,72$ ), ‘cobertura de

dossel' ( $r=0,60$ ) e 'macroinvertebrados' ( $r=0,64$ ). Um dos sintomas de desequilíbrio ambiental é alteração desse elemento, uma vez que o assoreamento pode dificultar a formação dos poços. Esse parâmetro interfere na qualidade do substrato disponível para os organismos aquáticos, influenciando diretamente na composição da fauna encontrada na região.

Esse parâmetro apresentou baixo valor médio na bacia, contribuindo para a diminuição da nota de alguns trechos do rio. É importante ressaltar que o ribeirão Pipiripau não apresenta uma grande quantidade de poços em decorrência de suas características fisiográficas. Diante disso, é preciso avaliar com maior perícia cada região, a fim de evitar marcações erradas, uma vez que todo ambiente lótico apresenta sequências de corredeiras e poços, por menores que sejam.

Nesse sentido, Rodrigues et al. (2010) entendem que o parâmetro de poços não deveria ser aplicado em regiões de nascentes, apenas em trechos de rios de baixo curso, pois em cursos de cabeceira o rio tende a ser raso. Em regiões mais a jusante, a velocidade da água diminui e começam a apresentar características como sinuosidade, profundidade e volume.

O parâmetro "cobertura e habitat para peixes" resultou em nota média de 6,0 na bacia, sendo considerada como razoável. Este é um processo que pode ser melhorado se forem manejados na bacia a condição do canal ( $r=0,69$ ), a zona ripária ( $r=0,76$ ), a aparência da água ( $r=0,39$ ), as barreiras ao movimento dos peixes ( $r=0,49$ ), a presença de poços ( $r=0,72$ ), a formação de habitat para invertebrados ( $r=0,82$ ), cobertura de dossel ( $r=0,69$ ), sedimentos ( $r=0,42$ ) e macroinvertebrados ( $r=0,53$ ). Além disso, é preciso ressaltar que a análise visual refere-se a uma avaliação geral do habitat, sem observar as necessidades de nenhuma espécie de peixe específica, apenas a quantidade de locais propícios à colonização.

A "presença de esterco e/ou esgoto" foi observada em seis dos 26 pontos amostrados, conforme demonstrado no Apêndice A, diminuindo a nota final do SVAP nos trechos analisados. Esse parâmetro foi modificado na 2ª versão (Anexo B), no qual são marcadas com pontuação máxima as áreas que não tem presença de fezes de gado ou esgotos humanos. Na primeira versão, somente era marcado esse parâmetro se houvesse a presença do fator.

O parâmetro “macroinvertebrados” apresentou média SVAP de 7,77 na bacia do Pipiripau, indicando uma condição ‘boa’. Porém, nem todos os pontos apresentam notas para os bioindicadores com qualidade ideal, pontos no terço superior apresentaram as notas médias mais baixas para a biota aquática. Também foi possível observar diferenças significativas de fauna em um mesmo ponto (Apêndice A).

Os pontos Ppau 0, Ppau 1, Ppau 4, Ppau 6 e Ppau 9 apresentaram diferenças significativas entre os organismos encontrados a montante e a jusante. Essas diferenças ressaltam a necessidade de avaliar trechos com uma maior quantidade de segmentos, realizando a caracterização do protocolo ao longo do rio, aumentando a chance de caracterizar melhor a condição ambiental da região.

Com relação ao ponto Ppau 0, a diferença era esperada, uma vez que um dos pontos encontra-se bem mais degradado, com represamento de água, presença de restos de peixes, acesso de gado ao corpo hídrico, presença de bancos de macrófitas e perifíton, bem como o fato de que uma das margens sequer apresentava vegetação ripária.

O trecho Ppau 1 apresentou predominância de organismos do grupo III no ponto a montante e de organismos do grupo II, a jusante. A diferença pode estar associada a grande quantidade de serrapilheira no ponto a jusante (Figura 6.4), criando um ambiente mais propício para o desenvolvimento da fauna associada a esse tipo de substrato.

A diferença foi maior no ponto Ppau 4 e Ppau 6, que apresentam maior impacto nos pontos a jusante, não apresentando correlação entre o valor obtido no SVAP e os organismos encontrados, em especial pela presença de organismos sensíveis, dispostos no grupo I.

O ponto Ppau 9 apresentou nota média excelente, e também apresentou composição e abundância diferente nos dois trechos analisados. Essa mudança nos organismos encontrados indica que a fauna bioindicadora responde a diferentes processos, necessitando de acompanhamento em diversas partes do rio, a fim de identificar possíveis focos de degradação ambiental que estejam afetando diretamente a fauna local.

### 6.3 PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA

Os parâmetros físicos de temperatura, condutividade elétrica e turbidez de cada ponto amostrado são apresentados na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Parâmetros físicos analisados nos 26 pontos de amostragem

	Ponto	Temperatura (°C)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Turbidez (NTU)
Ribeirão Pípiripau	Ppau 0 M	19,20	6,10	7,10
	Ppau 0 J	19,07	6,90	7,00
Córr. Maria Velha	Ppau 1 M	17,39	6,09	3,10
	Ppau 1 J	17,04	6,17	6,30
Ribeirão Pípiripau	Ppau 2 M	18,09	8,00	14,38
	Ppau 2J	18,12	58,70	14,37
Córr. Sítio Novo	Ppau 3 M	19,93	1,63	64,40
	Ppau 3J	20,08	1,61	79,20
Córr. Capim Puba	Ppau 4 M	19,23	1,33	6,98
	Ppau 4J	19,46	4,50	5,70
Córrego Eugênio	Ppau 5 M	17,90	17,40	5,40
	Ppau 5 J	17,80	15,85	8,50
Ribeirão Pípiripau	Ppau 6 M	17,65	64,30	17,52
	Ppau 6 J	17,40	17,40	6,80
Grota	Ppau 7 M	18,44	1,46	4,10
	Ppau 7 J	18,95	1,39	5,40
Córrego Seco	Ppau 8 M	18,98	22,12	7,70
	Ppau 8 J	20,12	46,40	2,94
Ribeirão Pípiripau	Ppau 9 M	22,33	4,41	0,80
	Ppau 9 J	20,00	16,86	11,10
Córr. Capão Grande	Ppau 10 M	20,91	1,80	18,00
	Ppau 10 J	20,85	3,70	1,58
córrego Taquara	Ppau 11 M	21,46	3,50	1,23
	Ppau 11 J	21,42	1,20	5,00
Córr. Vereda Grande	Ppau 12 M	21,65	1,52	17,90
	Ppau 12 J	21,20	1,20	6,90
Média		19,80	12,37	12,67
Desvio-padrão		1,52	17,55	18,22

O ponto Ppau 2 Jusante, Ppau 6 e Ppau 8 Jusante apresentaram condutividade elétrica elevada quando comparado com a média dos demais pontos. O ponto Ppau 2 Jusante, cujo valor do SVAP foi de 4,07 (indicando uma situação de risco ambiental), apresenta água bastante turva, enriquecimento de nutrientes, gado com acesso ao rio e

ausência de vegetação natural na zona ripária, conforme pode ser observado nas fotos referentes ao ponto.

O ponto Ppau 6 (Pipiripau médio) apresentou água turva e enriquecimento de nutrientes, mesmo estando em uma área sem maiores processos de degradação. Próximo ao local há uma ponte e acesso da população ao rio, o que pode ter influenciado no resultado.

O ponto Ppau 8 Jusante (Córrego Seco), por sua vez, apresentou água com aparência oleosa e viscosa e presença de gado próximo ao rio. O ponto em questão praticamente secou no período analisado (estiagem), conforme relato do proprietário da fazenda, indicando trata-se de um córrego intermitente. Não foi possível identificar o que causou aparência oleosa na água dentro do perímetro da fazenda.

Não foi verificada correlação entre os escores do SVAP e o parâmetro turbidez da água (Figura 6.16) nos pontos analisados. A grande maioria dos pontos apresentou turbidez abaixo de 20 NTU. O ponto 3, entretanto, apresentou turbidez muito acima da média. A região do Córrego Sitio Novo estava bem preservada, porém, a água apresentava coloração barrenta em ambos os trechos analisados, indicando possível distúrbio a montante.

A ausência de correlação com os escores do SVAP não significa, entretanto, que esse fator não esteja interferindo em parâmetros como aparência da água e enriquecimento de nutrientes. Nem todos os pontos com turbidez elevada atingiram baixos valores de SVAP, podendo esse fator estar mascarado dentro dos demais pontos a serem analisados dentro do protocolo.

Possivelmente o resultado da turbidez pode estar associado ao período de seca, no qual já era esperado baixos valores para esse parâmetro, uma vez que esse elemento está fortemente associado a eventos de precipitação e descarga. Caso as coletas fossem realizadas no período chuvoso, com o sedimento e a grande quantidade de partículas em suspensão, os valores de turbidez seriam mais elevados. Somente em regiões com maior alteração na aparência da água foram encontrados altos valores para a turbidez.

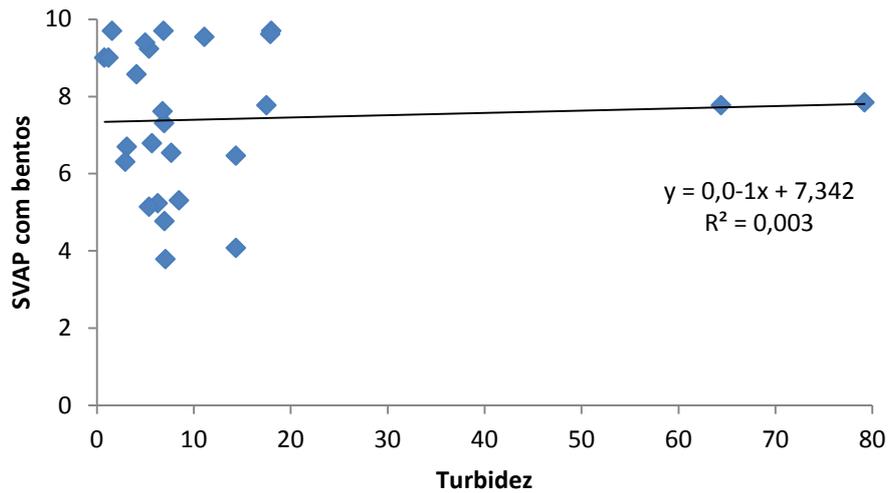


Figura 6.16- Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro turbidez da água

A temperatura da água não apresentou correlação significativa com os escores do SVAP na bacia. A temperatura na região não foi fator limitante, variando de 17°C a 20°C (Figura 6.17).

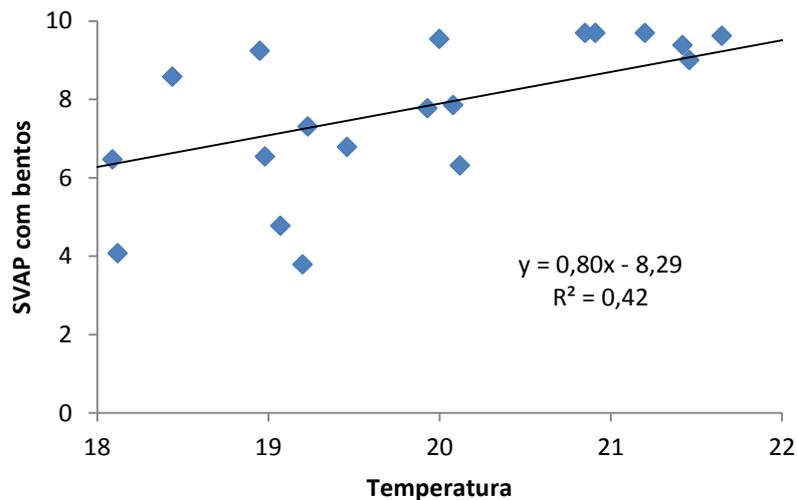


Figura 17- Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro temperatura da água

É importante observar que todas as medidas de temperatura foram realizadas pela manhã, para que não houvesse discrepância entre os parâmetros analisados, em função da estratificação térmica. Entretanto, a temperatura da água pode sofrer influências dos parâmetros zona ripária e dossel. A supressão da vegetação aumenta a incidência solar, provocando aumento na temperatura da água, o que auxilia na colonização de algas e macrófitas aquáticas. Na bacia estudada, de acordo com as

análises efetuadas e as devidas comparações com levantamentos já realizados na região, não há indícios de que a temperatura seja fator limitante à formação de algas.

No noroeste dos Estados Unidos, foi observada uma correlação positiva entre a qualidade dos riachos com o sombreamento das árvores, que diminuem a temperatura, dificultando a proliferação de algas (IDAHO, 2012).

Ainda que não tenha sido observada uma correlação entre os valores do protocolo com a temperatura da água, observa-se uma tendência de aumento da temperatura em locais com maiores pontuações no SVAP. Era esperado que os menores valores de temperatura fossem associados a regiões mais preservadas, lembrando que as regiões sem cobertura vegetal tendem a apresentar valores elevados de temperatura da água, favorecendo a proliferação de algas e macrófitas. No presente trabalho, isso não ocorreu.

Com relação à condutividade elétrica (Figura 6.18), três pontos apresentam valores elevados para o parâmetro: Ppau 2 Jusante, Ppau 6 e Ppau 8 Jusante, já descritos acima como pontos cuja coloração da água apresentou alteração. Também não foi possível verificar uma correlação significativa entre os valores obtidos com o SVAP e a condutividade elétrica.

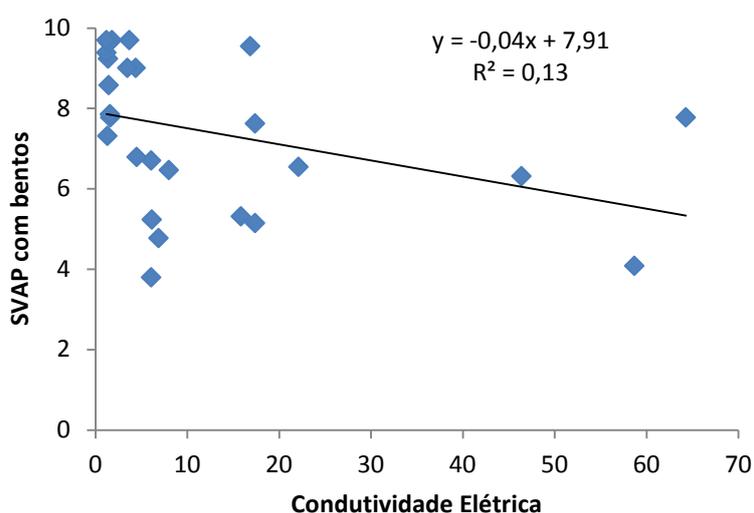


Figura 6.18- Correlação entre os valores do SVAP e o parâmetro condutividade elétrica.

De acordo com o Departamento de Qualidade Ambiental de Idaho (2012), a temperatura, os nutrientes e as bactérias não são poluentes que necessariamente

apresentam relação com os protocolos de avaliação rápida de rios, como o SVAP, corroborando com os resultados do presente trabalho.

#### 6.4 MACROINVERTEBRADOS ANALISADOS

Nos 26 pontos amostrados, foram observados 495 indivíduos da fauna aquática do Pipiripau, distribuídos em 24 táxons, seguindo a classificação proposta pelo SVAP. Como a proposta do trabalho era observar se o protocolo atende às necessidades da bacia, os níveis de identificação dos grupos não foi até o nível de espécie, restringindo-se à classificação dada como bioindicadora, estabelecida pelo protocolo (Apêndice D).

A Tabela 6.4 apresenta os valores calculados para a riqueza, diversidade e equidade da macrofauna coletada no ribeirão Pipiripau.

Tabela 6.4 – Comparação entre a riqueza, diversidade ( $H'$ ) e equidade ( $J'$ ) dos ambientes lóticos na Bacia do Pipiripau.

Ponto	N	S	$H'$	$H'_{max}$	$J'$
Ppau 0	18	3	0,43	1,10	0,39
Ppau 1	41	9	1,91	2,20	0,87
Ppau 2	25	8	1,24	2,08	0,59
Ppau 3	60	10	1,28	2,30	0,55
Ppau 4	35	8	1,82	2,08	0,88
Ppau 5	36	10	1,92	2,30	0,83
Ppau 6	50	13	2,03	2,56	0,79
Ppau 7	40	7	1,53	1,95	0,79
Ppau 8	27	5	1,19	1,61	0,74
Ppau 9	69	12	1,48	2,48	0,59
Ppau 10	21	7	1,68	1,95	0,86
Ppau 11	39	8	1,63	2,08	0,79
Ppau 12	34	7	1,63	1,95	0,84

Onde: N (número de indivíduos); S (Riqueza);  $H'$  (índice de Shannon-Wiener);  $H'_{max}$  ( $\ln S$ );  $J'$  (Equidade de Pielou).

A maioria dos pontos com uniformidade mais elevada encontra-se no terço inferior da bacia, indicando que a amostra é mais homogênea com relação à distribuição de espécies nessa região. Nos pontos do terço médio e inferior da bacia, a diversidade e a equidade foram mais elevadas.

O ponto Ppau 0 apresentou riqueza de espécies extremamente baixa. Levando em consideração que foram observadas duas amostras e classificadas dentro do grupo referente a organismos tolerantes à poluição, pode-se inferir que a região inspira cuidados e necessita de maior acompanhamento para avaliar o que está afetando a biota local. O resultado do índice de Pielou corrobora com essa conclusão, indicando que à dominância de táxons na região, em especial, de organismos presentes em áreas de risco ambiental.

O Ponto Ppau 1, apesar do baixo valor final do SVAP (5,94 – Pobre), apresentou distribuição homogênea dos organismos na amostra. Organismos sensíveis foram encontrados na amostra, apesar de ter recebido classificação final no grupo III. A região obteve nota 4.28 no SVAP, o que é considerado pobre pela classificação do protocolo, obtendo baixa integridade ambiental. Os organismos encontrados na região corroboram com o resultado da avaliação visual.

O ponto Ppau 3 destaca-se pela quantidade de organismos encontrados nas amostras, em especial, pela quantidade de Chironomidae e Simuliidae, famílias de Diptera dispostas no Grupo III, referente à indivíduos com maior tolerância à distúrbios.

O Ponto Ppau 9-Jusante apresentou uma quantidade de organismos bem acima da média e equidade baixa, quando comparado com os demais pontos do terço inferior da bacia. Esse fato se deveu à grande presença de ostracodos na amostra, que foram contabilizados mesmo não fazendo parte dos grupos descritos no protocolo SVAP.

O ponto de controle (Ppau 12) não apresentou grande quantidade de organismos, porém, a grande maioria estava disposta nos grupos I e II, indicando que a área em questão apresenta organismos compatíveis com as notas obtidas no SVAP. O índice de diversidade não foi alto nem mesmo na região mais prístina da bacia. Já o índice de Pielou mostrou que a equitabilidade é alta, portanto, não está ocorrendo a dominância de taxons.

Essas flutuações na quantidade de organismos amostrados pode estar relacionada aos tipos de substratos disponíveis na hora da coleta, bem com a dificuldade de uma análise quantitativa ao se utilizar a rede em D, uma vez que em um determinado ponto

pode ter sido coletada uma quantidade um pouco maior de sedimento e consequentemente, de fauna bentônica.

Os organismos foram separados nos grupos constantes do Anexo A, de acordo com o grau de sensibilidade à poluição ambiental, sendo organismos do Grupo I os mais sensíveis a distúrbios, Grupo II com sensibilidade intermediária, e os organismos do Grupo III mais tolerantes a impactos, predominando em situações de risco ambiental.

Dos 495 organismos encontrados nas amostragens, 212 estão listados no protocolo como bioindicadores. Desses bioindicadores, 151 organismos pertencem ao Grupo I, 68 ao Grupo II e 212 indivíduos pertencentes ao Grupo III (Figura 6.19). Além dos organismos bioindicadores, observou-se a presença de outros grupos, como Ostracoda (pertence a microfauna), Hemiptera e Acarina, correspondendo à 13% dos organismos encontrados.

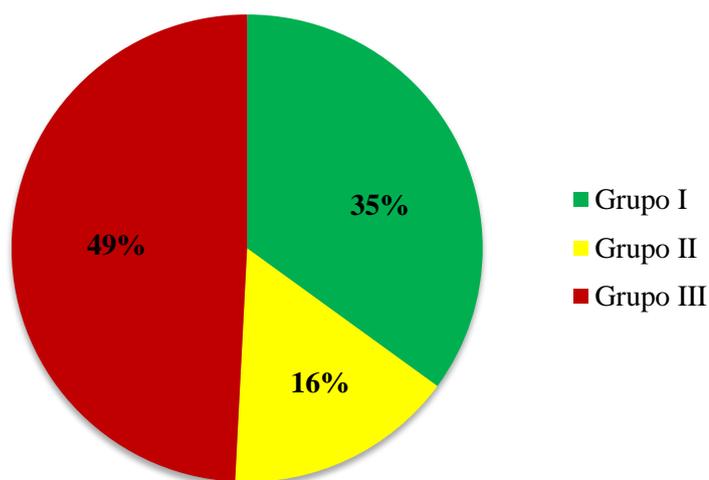


Figura 6.19 – Grupos de macroinvertebrados nos 13 pontos de coleta utilizando a divisão proposta pelo SVAP.

Levando em consideração apenas os organismos considerados pelo protocolo de avaliação rápida, a dominância do Grupo III indica uma piora na qualidade ambiental na região do Pipiripau. Esse predomínio (49% de todos os indivíduos do SVAP) está associado à quantidade de indivíduos da ordem Diptera, em especial a família Chironomidae, presente nas amostras até mesmo na área de controle (Ppau 12).

Os Chironomidae foram encontrados em todos os ambientes, possivelmente por ter terem ampla distribuição geográfica e possuírem capacidade de tolerância a ampla

variedade de condições ambientais (PEIRÓ & ALVES, 2004; TRIVINHO-STRIXINO et al.,2000).

Corroborando com esse entendimento, Fernandes (2007) observou a dominância dessa família de Diptera na região do Pipiripau, atribuindo sua presença ao uso intensivo da terra para agricultura. A autora também aponta que a quantidade e riqueza de organismos na região são baixas, quando comparadas com áreas próximas mais preservadas, principalmente em decorrência da forte pressão antrópica.

Ainda que praticamente metade dos organismos encontrados no estudo possa indicar uma situação de risco ambiental, a presença de organismos do Grupo I e II pode aumentar, caso sejam aplicadas medidas para proteção dos rios na região, como fiscalizações, exames periódicos de qualidade da água que incluam os parâmetros bióticos, e esclarecimentos à população local sobre a necessidade de preservação dos mananciais.

Na Bacia do Pipiripau, o grupo trófico que se destaca é o de organismos coletores (Figura 6.20). De acordo com Fernandes (2007), a pressão antrópica na região não apenas acarreta a diminuição da riqueza e abundância das espécies, como também estabelece o domínio de coletores e até mesmo predadores, causando uma redução da diversidade de grupos funcionais.

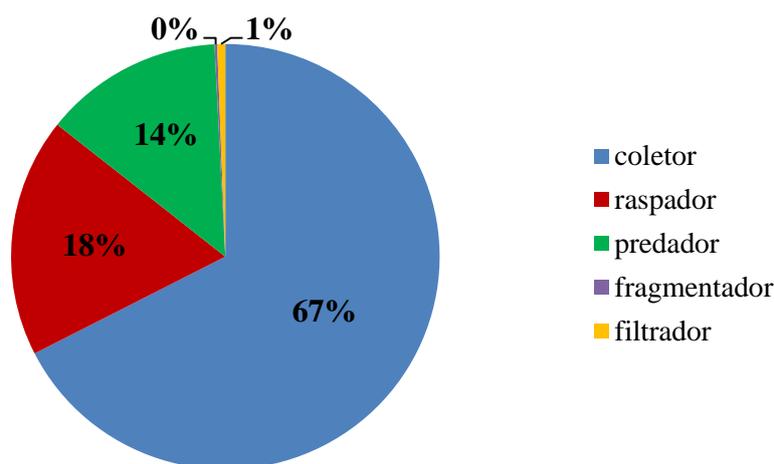


Figura 6.20– Distribuição dos principais grupos de indivíduos de acordo com os grupos funcionais.

No grupo composto pelas espécies sensíveis aos impactos ambientais (Figura 6.21), os Trichoptera e Ephemeroptera foram os organismos mais representativos. Ao todo, foram encontrados 151 indivíduos, distribuídos em 7 táxons. Esses organismos apresentaram maior abundância nos pontos referentes ao terço inferior da bacia, região essa mais preservada do que os demais pontos da bacia do Pipiripau.

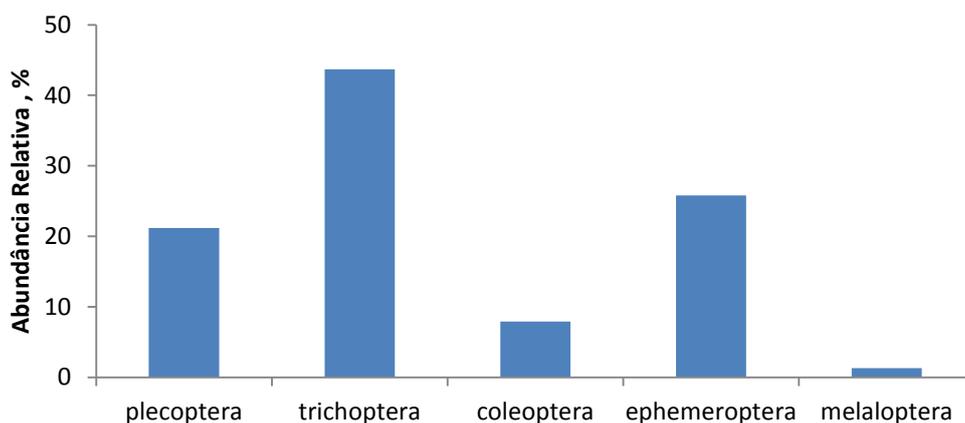


Figura 6.21– Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo I

No ponto Ppau 12 observa-se que o alto valor do SVAP associado a esse ponto também pode estar relacionado à pontuação máxima no que diz respeito à fauna bentônica. Porém, apesar de apresentar organismos sensíveis a distúrbios, a riqueza do ponto controle é baixa, em especial por se tratar de um segmento de rio de 1ª ordem.

O grupo II (Figura 6.22), relativo às espécies facultativas, apresentou predominância de larvas de Odonata, assim como no trabalho de Fernandes (2007). O grupo de Diptera representado nesse grupo refere-se às famílias Tipulidae e Culicidae. Poucas amostras tiveram pontuação atribuída a esse grupo, apesar da grande quantidade de Odonata, elas se encontram distribuídas de forma uniforme ao longo da bacia.

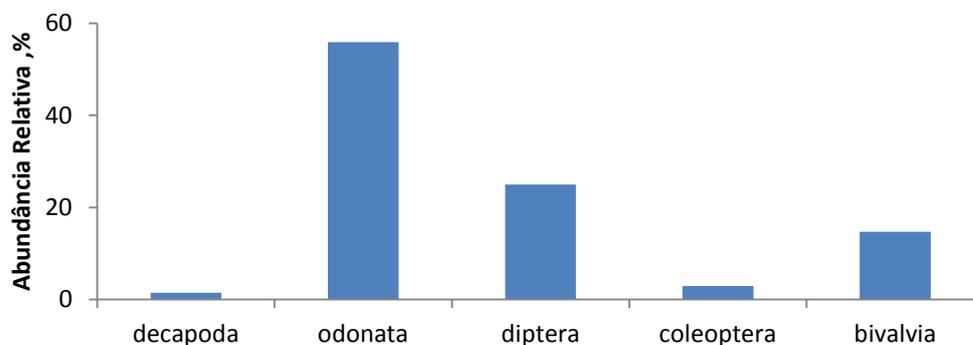


Figura 6.22 – Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo II.

A Figura 6.23 retrata a distribuição dos organismos dentro do grupo III, cujas espécies são tolerantes, indicando possíveis distúrbios ambientais quando elas dominam as amostras, causando redução na riqueza e abundância dos demais grupos, em especial dos organismos sensíveis a impactos.

Nesse caso, as interferências sofridas na bacia do Pipiripau com o uso intensivo do solo, a entrada de compostos químicos para preparo do solo, presença de gado e diminuição da zona ripária para plantio pode interferir na composição e abundância dos organismos encontrados, causando a diminuição de indivíduos presentes em água de boa qualidade ambiental.

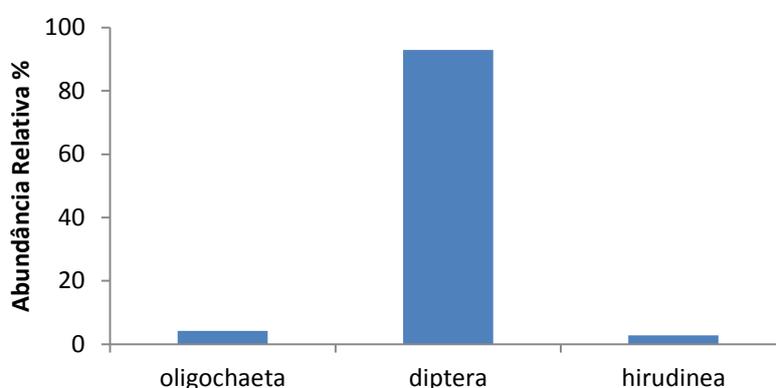


Figura 6.23 – Distribuição da abundância relativa dos organismos no Grupo III

A distribuição de indivíduos nas amostras não foi uniforme. Em repetições próximas, onde a coleta teve distância de até 300m, ainda foi possível observar mudanças na quantidade de organismos e no tipo espécies encontradas.

Isso pode ter decorrido da variabilidade do substrato que compõe cada sedimento, da velocidade da corrente, da presença de poços, da quantidade de folhas, pedras, galhos e demais materiais que servem de abrigo e alimentação para macroinvertebrados. Mesmo com a proximidade dos pontos amostrados, esses parâmetros variam e influenciam na composição e abundância dos organismos encontrados.

Além disso, para uma avaliação visual rápida, a distribuição dos grupos bioindicadores é adequada, mas para programas de monitoramento ambiental, é importante que estudos adicionais sejam realizados na bacia para identificação das espécies que compõe esses grupos, indo além da identificação apenas por famílias.

Referente a correlação entre as médias do SVAP calculado com e sem a macrofauna bentônica, observou-se que ela é significativa estatisticamente (Figura 6.24), com um  $R^2$  de 0,96. Pelo resultado, observa-se que a inclusão do parâmetro macroinvertebrados não altera o resultado final do protocolo, facilitando sua aplicação por parte da população local.

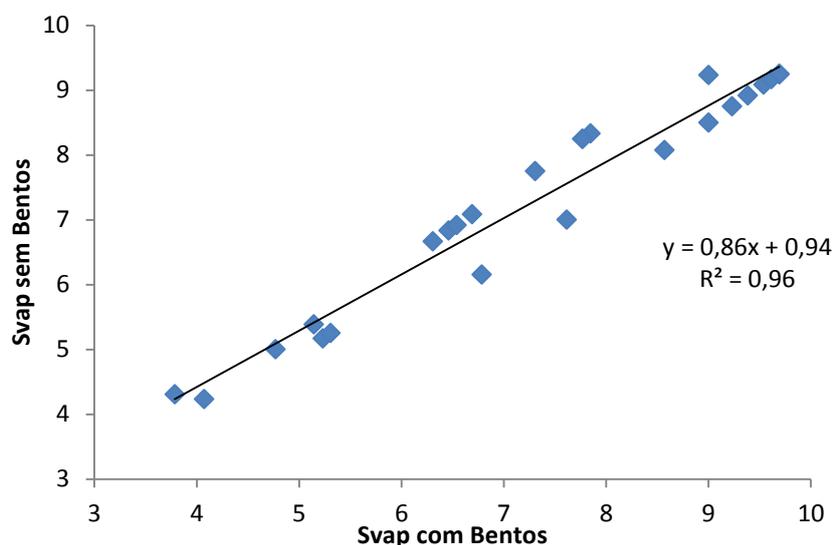


Figura 6.24 – Correlação entre os valores do SVAP com e sem a macrofauna bentônica.

Apesar da alta correlação observada na Figura 6.24, assim como os demais parâmetros, os bioindicadores podem ter sido mascarados pela média e pela grande quantidade de parâmetros analisados pelo SVAP. O resultado do SVAP indicou uma integridade ripária e de margens considerada como média, já o resultado apenas da fauna bioindicadora apontou que, praticamente metade dos organismos encontrados nas amostras, pertence ao grupo de organismos tolerantes à distúrbios, indicando uma possível alteração na qualidade ambiental.

Essa discrepância nos resultados pode indicar que há distúrbios ambientais que ocorrem na região do Pípiripau, mas que não são perceptíveis na análise visual, apenas nos organismos aquáticos, uma vez que eles apresentam rápida resposta às mudanças no ambiente.

Mesmo com alta relevância ambiental, a análise de bioindicadores requer equipamentos necessários e conhecimento técnico para identificação da fauna. Diante disso, em programas de monitoramento que utilizem protocolos de avaliação rápida de rios, é interessante que os técnicos avaliem os bioindicadores, para se certificar que os

resultados obtidos através pelos protocolos estão realmente mostrando as interferências que ocorrem ao longo da bacia.

## 6.5 COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS VERSÕES DO PROTOCOLO

A correlação entre o resultado das duas versões do SVAP foi elevada ( $R^2=0,95$ ) indicando não apenas que as duas versões são similares, como também que a versão mais simples do protocolo pode ser utilizada sem prejuízo para a avaliação da integridade ambiental do ribeirão Pípiripau (Figura 6.25).

Esse resultado mostra que a primeira versão, mesmo não contendo os critérios discriminados tão detalhadamente como é feito na versão mais recente, pode ser usado no lugar da versão mais complexa. A vantagem de usar a primeira versão se dá exatamente pela sua simplicidade, o que permite que leigos possam, após um breve treinamento, aplicar o protocolo sem maiores prejuízos.

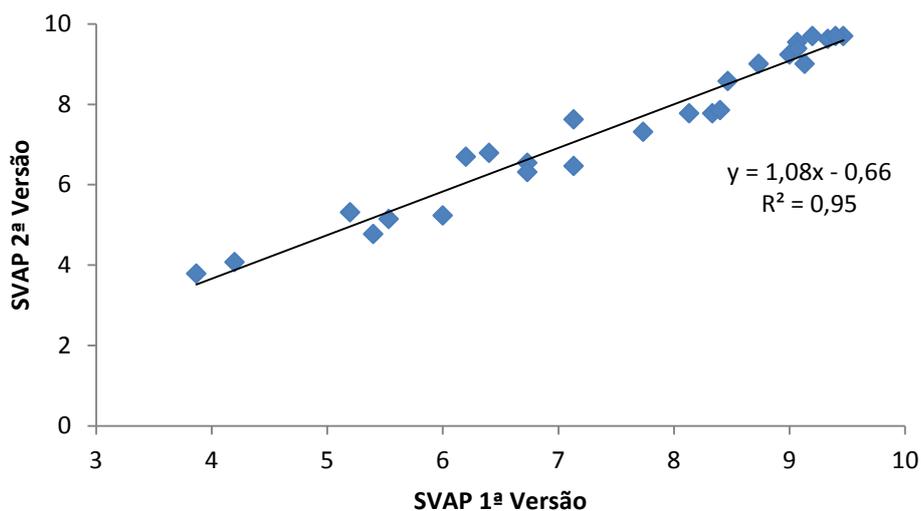


Figura 6.25– Correlação entre as duas versões do protocolo SVAP

Além disso, o valor médio obtido para o SVAP 1ª versão foi de 7,42, e de 7,6 para a 2ª versão, conforme demonstrado no Apêndice B. A diferença apresentada entre as duas versões do protocolo é insignificante, indicando que a aplicação de qualquer uma das versões apresenta resultados similares, mesmo com a alteração de alguns parâmetros.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Levando em consideração o pequeno tamanho da bacia do ribeirão Pipiripau e a escolha aleatória de pontos de coleta, pode-se dizer que o escore médio do SVAP para os 13 pontos amostrados (7,42) indica uma integridade ripária razoável/média para a bacia.

No presente trabalho, foi possível observar que a região do terço inferior da bacia (região mais preservada) apresentou os valores mais altos de integridade ripária, com médias equivalentes ao ponto de controle (prístino). Por outro lado, as menores integridades, com menores escores do SVAP, encontram-se nos terços médio e superior da bacia, onde há maior intensidade de uso por conta da alta aptidão agrícola da região.

Recomenda-se maior atenção por parte dos gestores, para que atentem à baixa integridade que ocorre na região de cabeceiras do ribeirão, essencial para a manutenção de todo o corpo hídrico. Essa avaliação do SVAP mostrou quais parâmetros e regiões necessitam de maior atenção para programas de reabilitação das condições ideais do rio, podendo servir de base para futuras análises e ações mitigadoras dentro da bacia.

A fauna aquática bioindicadora de qualidade ambiental, analisada nos 13 trechos amostrados, é composta com cerca de 50% de indivíduos tolerantes à poluição (grupo III) e com baixos valores de riqueza, diversidade e equitabilidade, indicando um possível dano ambiental. Essa análise de organismos sentinelas, em especial grupos associados a regiões com presença de distúrbios, indica a necessidade de monitoramento ambiental na região, levando em consideração que esses organismos bentônicos podem atestar com maior precisão os impactos que ocorrem ao longo da bacia de drenagem.

Porém, a exclusão da análise dos bentos não afetaria significativamente a média do SVAP na bacia, o que poderia facilitar sua aplicação por parte de proprietários rurais e extensionistas. Todavia, no caso do Pipiripau, onde uma grande quantidade de organismos tolerantes foi encontrada, pode indicar que as análises visuais, apesar de oferecerem um diagnóstico rápido, não substituem análises da biota bioindicadora de qualidade ambiental.

As correlações obtidas entre os parâmetros físicos de qualidade de água (temperatura, turbidez e condutividade elétrica) e os valores de SVAP não foram

significativas na bacia. A ausência de correlação não indica, no entanto, que esses fatores não influenciaram diretamente em alguns parâmetros do protocolo.

As duas versões do protocolo SVAP apresentaram médias estatisticamente iguais, além de alta correlação entre os escores ( $R^2=0,95$ ) nos 13 trechos analisados. Esse resultado indica que a utilização da 1ª versão do protocolo, que apresenta maior simplicidade e facilidade aplicação, pode ser aplicada sem prejuízo para avaliações futuras na bacia do Pípiripau.

O protocolo se mostrou uma ferramenta rápida para caracterização da integridade ripária da bacia, apresentando consistência e replicabilidade. Entretanto, em função das diferentes características hidráulicas dos canais, nas áreas a montante e a jusante da bacia, alguns parâmetros do SVAP podem ter tido sua avaliação prejudicada.

Dessa forma, é recomendado que o protocolo seja adaptado, no futuro, para as peculiaridades da bacia, como a inclusão de parâmetros com indicadores terrestres, que descrevam o tipo de uso do solo, peculiaridades como brejos e zonas úmidas, diferenciação entre os tipos de ordens do rio e análises visuais de ecologia da paisagem.

Sugere-se também que o protocolo seja adotado na região como forma de avaliar, de forma rápida e simples, os trechos ripários da bacia do Pípiripau, podendo ser adotado pelos próprios produtores rurais da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADASA. **Mapa das Bacias Hidrográficas do Distrito Federal**, 2010. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br> Acesso em: 18/09/2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2011**, 2011a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, Parte C**, 2011b.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Relatório de Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau**. Programa Produtor de Água, 2010.
- ALENCAR, D. B. S.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 103-112, 2006.
- ALÍPAZ, S. M. F. **Quantificação e valoração econômica dos serviços ambientais redutores de sedimentação na Bacia do Ribeirão Pípiripau**. Dissertação de Mestrado da Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2010.
- ATTANASIO, C. M. **Planos de Manejo Integrado de Microbacias Hidrográficas com Uso Agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2004, 194 p.
- ATTANASIO, C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. **Adequação Ambiental de Propriedades Rurais, Recuperação de Áreas degradadas e Restauração de Matas Ciliares**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BARBOUR, M.T., J. GERRITSEN, SNYDER, B.D., STRIBLING, J.B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**, EPA, 2ª ed., 1999.
- BERLINCK, N. C. **Comitê de Bacia Hidrográfica: Educação Ambiental e Investigação-Ação**. Dissertação de Mestrado de Ecologia. Universidade de Brasília, 2003.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water quality programs. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19 (2), p. 465-473, 2003.

- BUSTOS, M. R. L. **A educação ambiental sob a ótica da gestão de recursos hídricos.** Tese de doutorado. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- CAESB. **Plano de Proteção Ambiental da Bacia do Ribeirão Pibiripau – Diagnóstico Ambiental**, v. 1, 2001.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P. GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001.
- CAMELO. A. P. S. **Quantificação e Valoração do Serviço Ambiental hidrológico resultante da recomposição de passivos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão Pibiripau.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2011.
- CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do Distrito Federal: bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.34, n.1, 41-48, 2004.
- CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade de água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.13, p. 922-930, 2009.
- CHAVES, H.M.L. & PIAU, L.P. Efeito da variabilidade da precipitação pluvial e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento de uma bacia hidrográfica do Distrito Federal. **Revista Bras. Ciência e Solo** 32:333-343, 2008.
- CODEPLAN. **Mapa de hidrografia do Distrito Federal.** 2006. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/>. Acesso em: 14/07/2012.
- CONAMA, Resolução 357/2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Data da legislação: 17/03/2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes - Biometria.** 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, . v. 1. 382 p, 2006.
- DIAS, S. C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.26, n.4, p.373-379, 2004.

- E.U - **Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 2000.**  
Establishing a framework for Community action in the field of water policy, 2000.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Surface water monitoring: A framework for change.** Washington: U.S, 1987.
- FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade da Água: Proposta para Elaboração de um índice de Integridade Biológica.** Tese de Doutorado em Ecologia. Universidade de Brasília, 2007.
- FERREIRA, L. M.; CASTRO, P. T. A. Ecomorphological analysis of fluvial habitats of the upstream part of Rio das Velhas/MG, Brazil. **Sociedade & Natureza;** Special Issue, p. 327-336, 2005.
- GALVÃO, D. M. O. **Subsídios à determinação de vazões ambientais em cursos d'água não regulados: o caso do Ribeirão Pípiripau (DF/GO).** Dissertação de Mestrado da Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2008.
- GOETHALS, P.; DE PAUW, N. Development of a concept for integrated ecological river assessment in Flanders, Belgium. **Journal of Limnology**, v. 60, p 7-16, 2001.
- GOMES, M. F.; MAILLARD, P. Estimação da Estrutura do Cerrado Utilizando Dados SAR, Óticos e Históricos. In: **XII SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**, Goiânia, 2005.
- GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, nº 1, 2003.
- IDAHO, DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY. **Little Salmon River Subbasin Assessment and Total Maximum Daily Load.** State of Idaho, 2012.
- JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Katálysis**. Florianópolis, v.10, n.2, p. 237-244, 2007.
- JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas Watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10 (2), p 125-135, 1998.
- KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**. 6: 21-27, 1981.
- LIMA, W. C. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas.** USP, 2ª ed, 2008.

- LINDGREN, L.; RÖTTORP, A. Physical and Chemical Assessment of Streams in the sub-Andean Amazon, Peru. **Department of Earth Sciences, Geotryckeriet**, Uppsala University, Uppsala, 2009.
- MACHADO, R.B., M.B. RAMOS NETO, P.G.P. PEREIRA, E.F. CALDAS, D.A. GONÇALVES, N.S. SANTOS, K. TABOR E M. STEININGER. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional**, Brasília, DF, 2004.
- MENDES, R. M. **Impactos do uso e ocupação do solo sobre a quantidade e a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pípiripau (DF/GO)**. Dissertação de Graduação da Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2009.
- MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, 2006.
- MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no município de Brusque, SC. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 5, nº2, 2004.
- MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, v.1, 2001. 84 p.
- NASCIMENTO, W. M.; VILAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas – MS**, n.7, ano 5, 2008.
- NRCS – Natural Resources Conservation Service. **Stream Visual Assessment Protocol**. National Biology Handbook Part 614, Subpart B, Version 2, 2009.
- NRCS – Natural Resources Conservation Service. **Stream Visual Assessment Protocol**. National Water and Climate Center Technical Note 99–1, 1998.
- OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.12, p.1281–1287, 2010.
- OLIVEIRA, M. N. S. **Agricultura e Sustentabilidade nos Núcleos Rurais da Bacia do Ribeirão Pípiripau**. Dissertação de Mestrado, Centro de Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília, 2006.
- OLIVEIRA, M. N. S.; WEHRMANN, M. E. Agricultura Familiar e Sustentabilidade: Um Estudo de Caso nos Núcleos Rurais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pípiripau/DF. **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Rio Branco, 2008.

- PADOVESI-FONSECA, C.; CORRÊA, A. C. G.; LEITE, G. F. M.; COSTA, L. S.; PEREIRA, S. T. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. **Revista Ambi-Água**, Taubaté, 5, n. 1, p. 43-56, 2010.
- PEIRÓ, D.F.; ALVES, R. G. Levantamento preliminar da entomofauna associada a macrófitas aquáticas da região litoral de ambientes lênticos. **Revista Uniara**, Araraquara, v.15, p.177-188, 2004.
- PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology**. New York: Wiley-Interscience. 1969, 286p.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: Wiley-Interscience, 1975, 165p
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**. v. 28, nº 63, p. 43-60, São Paulo, 2008.
- QUEIROZ, J. F.; MOURA, M. S. G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água**. Embrapa Meio Ambiente, 2008.
- RAMOS, M. **Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água**. Fundação Getúlio Vargas, 2007.
- RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; Utilização dos Protocolos de avaliação Rápida de Rios como Instrumentos Complementares na Gestão de Bacias Hidrográficas Envolvendo Aspectos da Geomorfologia Fluvial: Uma Breve Discussão. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.6, n.11, 2010.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: Uma revisão. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, v. 5, n.1, p. 26-42, 2010.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Amibi-Agua**, Taubaté, v. 3, n. 3, p.143-155, 2008.
- RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.3, n.1, 2008.
- RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o Monitoramento e Avaliação Ambiental de Cursos D'Água Inseridos em Campos Rupestres**. Dissertação de Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, 2008.

- RODRIGUES, D. S.; RIBEIRO, M. C. L.; CARREGARO, J. B. Avaliação da Integridade da Bacia Hidrográfica Taguatinga Melchior (Distrito Federal). **X Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG, 2011.
- RODRIGUES, R. C. **Insetos Bentônicos e sua Relação com a Qualidade de Água no Rio Mãe Luiza, Treviso, SC**. Programa de Pós graduação em Ciências Ambientais. Dissertação de Mestrado da Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2006.
- SALLES, L. A. **Calibração e Validação do Modelo SWAT para a predição de vazões na bacia do Ribeirão Pipuripau**. Dissertação de Mestrado do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2012.
- SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2003. 63 p.
- SBWA, South Branch Watershed Association. **Neshanic River Watershed Restoration Plan Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) Final Report**. New Jersey, 2010.
- SCHLEE, M. B. **Transformações na paisagem e seus efeitos na qualidade ambiental da Bacia do Rio Carioca**. Coleção Estudos Cariocas, Nº 20030201, ISSN 1984-7203, 2003.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO - SMA. **Cadernos da Mata Ciliar – Preservação e Recuperação das Nascentes de Água e Vida**. Nº 1, São Paulo, 2009
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO - SMA. **Cadernos da Mata Ciliar – Monitoramento de Áreas em Recuperação** . Nº 4, São Paulo, 2011.
- SILVA, C. R. **Calibração e Validação da Equação Universal de Perda de Solos Modificada (MUSLE) Utilizando Dados Hidrossedimentológicos na Bacia do Ribeirão Pipuripau (DF)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal – Universidade de Brasília, 2010.
- SILVA, F. A. S. **Assistat. Versão 7.6 beta (2011)**. Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em: 20/12/2012.
- SILVANO, R. A. M.; UDVARDY, S.; CERONI, M; FARLEY, J. An ecological integrity assessment of a Brazilian Atlantic Forest watershed based on surveys of stream health and local farmers' perceptions: implications for management. **Ecological Economics**, n 53, p 369-385, 2005.
- SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. **Embrapa Meio Ambiente**, Documentos 36, 2004.

- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos**. Protocolo Técnico 19, São Paulo, 2004.
- SOARES, F. S.; ALVES, F. Análise multitemporal do desenvolvimento urbano do Distrito Federal. **XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, Minas Gerais, 2004.
- SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; MENDONÇA-GALVÃO, L. Diversidade de substratos e associação de Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) em sistemas lóticos de pequeno e médio porte do Cerrado. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço-MG, 2010.
- SOUZA, S. G. X.; TEIXEIRA, A. F. R.; NEVES, E. L.; MELO, A. M. C. As abelhas sem ferrão (Apidae; Meliponina) residentes no campus Federação/ Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. **Candombá Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 57 – 69, 2005.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; CORREIA, L. C. S.; SONODA, K.. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernã Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 3, 527-535, 2000.
- TUCCI, C. E. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p
- TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos: O futuro dos recursos. **Multi Ciência**. Brasil, v.1, out. 2003.
- WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C.; SOUZA, C. B. C.; ALVES, L. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Embrapa Acre, 2003.
- WERNER, I. F. **Assessment of the stream physical environment and study of its relation with water quality in the Guapi-Macacu watershed, Rio de Janeiro, Brazil**. Dissertação de mestrado da faculdade Fachhochschule Kole Cologne University of Applied Sciences, Alemanha, 2012.

## **APÊNDICES**

## A - RESULTADO DE CADA PARÂMETRO DO SVAP (1ª VERSÃO)

	Ppau 0	Ppau 0 J	Ppau 1	Ppau 1 J	Ppau 2	Ppau 2J	Ppau 3	Ppau 3J	Ppau 4	Ppau 4J	Ppau 5	Ppau 5 J
Condição do canal	3	3	10	3	10	3	10	10	10	7	7	5
alterações hidrológicas	9	10	8	8	10	7	10	10	10	7	10	7
zona ripária	1	1	5	4	9	2	10	10	6	4	2	5
estabilidade das margens	3	5	8	5	7	7	10	10	7	10	5	5
aparência da água	9	10	10	10	5	3	8	8	10	10	5	7
enriquecimento de nutrientes	10	10	10	9	8	7	10	10	10	10	9	10
barreiras ao movimento dos peixes	1	1	5	5	8	5	10	10	10	8	8	5
cobertura para peixes	3	3	5	3	5	3	6	5	5	3	3	3
poços	3	1	3	1	3	2	2	2	1	1	3	5
habitats para invertebrados	5	3	7	3	5	5	7	8	7	5	5	3
Dossel	3	3	6	3	7	3	8	9	8	5	3	3
presença de gado	1					5				5	5	
Salinidade												
Sedimentos	5	10	8	8	5	3	8	8	9	5	5	5
macroinvertebrados observados	-3	2	2	6	2	2	2	2	2	15	2	6
SVAP	3,79	4,77	6,69	5,23	6,46	4,07	7,77	7,85	7,31	6,79	5,14	5,31
SVAP sem bentos	4,31	5,00	7,08	5,17	6,83	4,23	8,25	8,33	7,75	6,15	5,38	5,25
Ponto	pip alto		maria velha		pip medio		sitio novo		capim puba		eugênio	
<b>SVAP médio dos pontos</b>	<b>4,28</b>		<b>5,94</b>		<b>5,27</b>		<b>7,81</b>		<b>7,05</b>		<b>5,23</b>	

	Ppau 6	Ppau 6 J	Ppau 7	Ppau 7 J	Ppau 8	Ppau 8 J	Ppau 9	Ppau 9 J	Ppau 10	Ppau 10 J	Ppau 11	Ppau 11 J	Ppau 12	Ppau 12 J
Condição do canal	9	7	8	10	8	8	10	10	10	10	6	8	10	10
alterações hidrológicas	7	7	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
zona ripária	8	8	10	10	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
estabilidade das margens	7	3	9	8	8	9	8	7	9	8	9	7	10	10
aparência da água	7	9	9	10	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10
enriquecimento de nutrientes	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10
barreiras ao movimento dos peixes	8	10	7	7	6	5	9	7	7	10	6	7	8	7
cobertura para peixes	9	8	5	7	6	5	10	10	10	9	6	7	9	8
Poços	7	4	8	7	4	1	10	10	7	7	10	10	7	8
habitats para invertebrados	10	10	10	8	5	5	10	10	10	9	10	10	8	10
Dossel	7	3	8	10	8	9	10	8	10	10	10	10	10	10
presença de gado			5				5							
salinidade														
sedimentos	10	5	6	8	6	5	8	7	8	8	5	8	8	8
macroinvertebrados	2	15	15	15	2	2	6	15	15	15	15	15	15	15
SVAP	7,77	7,62	8,57	9,23	6,54	6,31	9,00	9,54	9,69	9,69	9,00	9,38	9,62	9,69
SVAP sem bentos	8,25	7,00	8,08	8,75	6,92	6,67	9,23	9,08	9,25	9,25	8,50	8,92	9,17	9,25
Ponto	pip medio2		grota		córrego seco		pip baixo		capão grande		córrego taquara		ponto controle	
<b>SVAP médio dos pontos</b>	<b>7,69</b>		<b>8,90</b>		<b>6,42</b>		<b>9,27</b>		<b>9,69</b>		<b>9,19</b>		<b>9,65</b>	

## B - RESULTADO DE CADA PARÂMETRO DO SVAP 2ª VERSÃO

Parâmetros do SVAP 2ª Versão	Pto 0	Pto 0 J	Pto 1	Pto 1 J	Pto 2	Pto 2J	Pto 3	Pto 3J	Pto 4	Pto 4J	Pto 5	Pto 5 J	Pto 6	Pto 6 J
condição do canal	3	4	7	3	10	3	10	10	10	5	7	5	9	7
alterações hidrológicas	7	9	8	8	10	7	10	10	10	7	10	7	7	7
estabilidade das margens	3	6	6	5	8	6	10	10	8	8	6	5	6	3
quantidade de zona ripária	3	3	4	6	7	5	10	10	7	3	4	1	8	5
qualidade de zona ripária	2	2	3	4	9	4	10	10	8	5	5	3	8	7
cobertura de dossel	1	3	6	5	8	3	9	9	8	5	5	3	8	3
aparência da água	8	10	10	10	5	3	9	8	10	10	5	7	7	9
enriquecimento de nutrientes	10	10	10	10	8	7	10	10	10	10	9	10	10	10
presença de gado	1	10	10	10	10	6	10	10	10	6	6	10	10	10
Poços	2	1	3	2	5	2	2	3	1	1	3	5	8	4
barreiras ao movimento dos peixes	2	5	5	5	8	5	10	9	10	8	8	5	8	10
habitats para peixes	5	4	4	5	6	3	7	8	5	3	3	3	9	8
habitat para invertebrados	5	3	7	3	5	5	8	8	7	5	5	3	10	10
macroinvertebrados	1	1	2	6	3	1	2	3	3	15	2	6	4	9
sedimentos	5	10	8	8	5	3	8	8	9	5	5	5	10	5
salinidade														
SVAP 2ª versão	3,87	5,40	6,20	6,00	7,13	4,20	8,33	8,40	7,73	6,40	5,53	5,20	8,13	7,13
média dos pontos	4,63		6,10		5,67		8,37		7,07		5,37		7,63	

Parâmetros do SVAP 2ª Versão	Pto 7	Pto 7 J	Pto 8	Pto 8 J	Pto 9	Pto 9 J	Pto 10	Pto10J	Pto 11	Pto11J	Pto 12	Pto12J
condição do canal	8	10	8	8	10	10	10	10	6	10	10	10
alterações hidrológicas	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
estabilidade das margens	9	9	9	9	8	8	7	9	9	7	10	10
quantidade de zona ripária	10	10	9	9	10	9	10	10	10	10	10	10
qualidade de zona ripária	10	10	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10
cobertura de dossel	9	10	8	9	10	7	10	10	10	10	10	10
aparência da água	9	10	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10
enriquecimento de nutrientes	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10
presença de gado	6	10	10	10	6	10	10	10	10	10	10	10
poços	8	6	2	1	10	10	6	6	10	9	7	8
barreiras para o movimento dos peixes	7	7	6	5	9	7	7	10	6	5	8	7
habitats para peixes	5	7	6	5	10	10	10	9	6	7	9	8
habitat para invertebrados	10	8	5	5	10	10	10	10	9	10	8	10
macroinvertebrados	10	10	1	1	7	8	10	10	10	10	10	10
sedimentos	6	8	5	6	8	7	8	8	5	8	8	8
salinidade												
SVAP 2ª versão	8,47	9,00	6,73	6,73	9,13	9,07	9,20	9,47	8,73	9,07	9,33	9,40
média dos pontos	8,73		6,73		9,10		9,33		8,90		9,37	

## C – TESTE DE PEARSON E REGRESSÃO LINEAR

Correlação de Pearson dos 15 Parâmetros do SVAP 1ª Versão (Programa GENES)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>1</b>	1														
<b>2</b>	0,452*	1													
<b>3</b>	0,772**	0,457*	1												
<b>4</b>	0,616**	0,347	0,616**	1											
<b>5</b>	0,237	0,309	0,302	0,172	1										
<b>6</b>	0,286	0,217	0,247	0,069	0,780**	1									
<b>7</b>	0,716**	0,165	0,606**	0,402*	0,035	0,195	1								
<b>8</b>	0,690**	0,316	0,763**	0,325	0,394*	0,357	0,490*	1							
<b>9</b>	0,373	0,347	0,630**	0,215	0,364	0,399*	0,186	0,725**	1						
<b>10</b>	0,615**	0,321	0,741**	0,363	0,410*	0,485*	0,525**	0,821**	0,777**	1					
<b>11</b>	0,769**	0,629**	0,875**	0,750**	0,393*	0,244	0,452*	0,697**	0,600**	0,676**	1				
<b>12</b>	-0,214	-0,147	-0,313	0,038	-0,305	-0,21	0,049	-0,265	-0,024	-0,062	-0,253	1			
<b>13</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>14</b>	0,399*	0,35	0,258	0,194	0,570**	0,558**	0,16	0,425*	0,167	0,29	0,381	-0,429*	-	1	
<b>15</b>	0,291	0,169	0,545**	0,316	0,545**	0,425*	0,313	0,530**	0,648**	0,610**	0,451*	-0,015	-	0,048	1

Significativo a 1%\* e 5%\*\* de probabilidade pelo teste de t

## C – TESTE DE PEARSON E REGRESSÃO LINEAR

Correlação de Pearson dos 13 Pontos de Amostragem (Programa GENES)													
	Ppau 0	Ppau 1	Ppau 2	Ppau 3	Ppau 4	Ppau 5	Ppau 6	Ppau 7	Ppau 8	Ppau 9	Ppau 10	Ppau 11	Ppau 12
<b>Ppau 0</b>	1												
<b>Ppau 1</b>	0,743**	1											
<b>Ppau 2</b>	0,386	0,699**	1										
<b>Ppau 3</b>	0,472	0,812**	0,928**	1									
<b>Ppau 4</b>	0,621*	0,885**	0,803**	0,908**	1								
<b>Ppau 5</b>	0,626*	0,525	0,517	0,503	0,635*	1							
<b>Ppau 6</b>	0,518	0,737**	0,645*	0,725**	0,695**	0,276	1						
<b>Ppau 7</b>	-0,102	0,610	0,09	0,371	-0,002	-0,084	-0,151	1					
<b>Ppau 8</b>	0,555*	0,815**	0,916**	0,924**	0,821**	0,385	0,722**	0,051	1				
<b>Ppau 9</b>	0,552*	0,627*	0,680**	0,626*	0,585*	0,200	0,809**	-0,036	0,768**	1			
<b>Ppau 10</b>	0,02	0,379	0,352	0,338	0,316	-0,151	0,320	0,738**	0,416	0,359	1		
<b>Ppau 11</b>	0,069	0,176	0,175	0,138	0,864	-0,204	0,111	0,878**	0,267	0,301	0,850**	1	
<b>Ppau 12</b>	-0,014	0,385	0,405	0,4	0,353	-0,181	0,291	0,742**	0,466	0,892**	0,977**	0,842**	1

Significativo a 1%\* e 5%\*\* de probabilidade pelo teste de t

## C – TESTE DE PEARSON E REGRESSÃO LINEAR

### REGRESSÃO LINEAR – SVAP SEM BENTOS X SVAP COM MACROINVERTEBRADOS

```

=====
Programa GENES          REGRESSAO LINEAR SIMPLES
Arquivo de dados
Numero de variaveis    5
=====
    
```

Variavel independente: svap sem bentos  
 Variavel dependente: svap

FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
REGRESSAO	1	84.531907	84.531907	519.889746	.0
DESVIO	24	3.9023	.162596		
TOTAL	25	88.4342			

#### ESTIMATIVAS E VARIANCIAS DOS COEFICIENTES DE REGRESSAO

```

=====
INTERCEPTO ° 0          = -.715086
INCLINAÇÃO ° 1            = 1.100871
V(° 0)                    = .133441
V(° 1)                    = .002331
t (Ho: ° 1=0)             = 22.801091
Probab(Ho: ° 1=0)        = .0 %
Cov(° 0, ° 1)            = -.017219
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO(%) = 95.587348
=====
    
```

svapsembentos (X)	svap (Y)	svap estimado
4.31	3.79	4.029667
5.0	4.77	4.789268
7.08	6.69	7.079079
5.17	5.23	4.976416
6.83	6.46	6.803862
4.23	4.07	3.941597
8.25	7.77	8.367098
8.33	7.85	8.455168
7.75	7.31	7.816663
6.15	6.79	6.055269
5.38	5.14	5.207599
5.25	5.31	5.064486
8.25	7.77	8.367098
7.0	7.62	6.99101
8.08	8.57	8.17995
8.75	9.23	8.917533
6.92	6.54	6.90294
6.67	6.31	6.627722
9.23	9.0	9.445951
9.08	9.54	9.280821
9.25	9.69	9.467969
9.25	9.69	9.467969
8.5	9.0	8.642316
8.92	9.38	9.104682
9.17	9.62	9.379899
9.25	9.69	9.467969

## D – MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

		Pto 0 M	Pto 0 J	Pto 1 M	Pto 1 J	Pto 2 M	Pto 2 J	Pto 3 M	Pto 3 J	Pto 4 M	Pto 4 J
<b>GRUPO I</b>											
Plecoptera	Perlidae			X	X	X		X	X		X
	Gripopterygidae					X			X		
Trichoptera	Odontoceridae				X	X			X		X
Coleoptera	Psephenidae										
	Elmidae			X	X		X				
Ephemeroptera	Baetidae			X	X	X			X	X	X
Hellgrammite	Corydalidae										
<b>GRUPO II</b>											
Decapoda	Dendrobranchiata						X				
Odonata	Gomphidae				X	X			X	X	X
	Coenagrionidae		X		X			X	X		X
Diptera	Athericidae										
	Tipulidae								X		X
Coleoptera	Culicidae										
	Beetle larvae										X
Classe Bivalvia				X	X						
<b>GRUPO III</b>											
Oligochaeta								X			
Diptera	Chironomidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Simuliidae	X									
	Ceratopogonidae										
Hirudinea											
<b>Outros</b>											
Ostracoda											
Hemiptera	Notonectidae				X						
Acarina								X			

		Pto 5	Pto 5	Pto 6	Pto 6	Pto 7	Pto 7	Pto 8	Pto 8
		M	J	M	J	M	J	M	J
<b>GRUPO I</b>									
Plecoptera	Perlidae				X		X		
	Gripopterygidae				X				
Trichoptera	Odontoceridae	X	X	X		X	X		
Coleoptera	Psephenidae		X				X		
	Elmidae		X						
Ephemeroptera	Baetidae				X	X	X		
Hellgrammite	Corydalidae				X				
<b>GRUPO II</b>									
Decapoda	Dendrobranchiata								
Odonata	Gomphidae		X		X		X		X
	Coenagrionidae		X				X		
Diptera	Athericidae								
	Tipulidae			X					
	Culicidae	X		X	X				
Coleoptera	Beetle larvae							X	
Classe Bivalvia			X						
<b>GRUPO III</b>									
Oligochaeta			X	X				X	X
Diptera	Chironomidae	X	X	X	X	X	X	X	X
	Simulidae			X	X				
	Ceratopogonidae				X				
Hirudinea								X	X
<b>Outros</b>		X	X		X				
Ostracoda									
Hemiptera	Notonectidae								
Acarina		X	X		X				

		Pto 9	Pto 9	Pto	Pto	Pto	Pto	Pto	Pto
		M	J	10 M	10 J	11 M	11 J	12 M	12 J
<b>GRUPO I</b>									
Plecoptera	Perlidae				X		X	X	
	Gripopterygidae				X				
Trichoptera	Odontoceridae	X	X	X	X	X	X	X	X
Coleoptera	Psephenidae	X							
	Elmidae		X						
Ephemeroptera	Baetidae	X	X		X	X	X	X	X
Hellgrammite	Corydalidae								
<b>GRUPO II</b>									
Decapoda	Dendrobranchiata								
Odonata	Gomphidae	X	X	X			X	X	X
	Coenagrionidae				X	X			X
Diptera	Athericidae	X							
	Tipulidae	X					X		X
	Culicidae								
Coleoptera	Beetle larvae								
Classe Bivalvia			X						
<b>GRUPO III</b>									
Oligochaeta									
Diptera	Chironomidae	X	X	X	X	X	X	X	X
	Simulidae								
	Ceratopogonidae								
Hirudinea		X							
<b>Outros</b>									
Ostracoda			X						
Hemiptera	Notonectidae					X			
Acarina			X						

## **ANEXOS**

**A - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS – SVAP  
1ª VERSÃO (NRCS, 1998).**

**Stream Visual Assessment Protocol**

Owners name \_\_\_\_\_ Evaluator's name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Stream name \_\_\_\_\_ Waterbody ID number \_\_\_\_\_  
Reach location \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Ecoregion \_\_\_\_\_ Drainage area \_\_\_\_\_ Gradient \_\_\_\_\_  
Applicable reference site \_\_\_\_\_  
Land use within drainage (%): row crop \_\_\_\_\_ hayland \_\_\_\_\_ grazing/pasture \_\_\_\_\_ forest \_\_\_\_\_ residential \_\_\_\_\_  
confined animal feeding operations \_\_\_\_\_ Cons. Reserve \_\_\_\_\_ industrial \_\_\_\_\_ Other: \_\_\_\_\_  
Weather conditions-today \_\_\_\_\_ Past 2-5 days \_\_\_\_\_  
Active channel width \_\_\_\_\_ Dominant substrate: boulder \_\_\_\_\_ gravel \_\_\_\_\_ sand \_\_\_\_\_ silt \_\_\_\_\_ mud \_\_\_\_\_

Site Diagram

**Assessment Scores**

Channel condition

Hydrologic alteration

Riparian zone

Bank stability

Water appearance

Nutrient enrichment

Barriers to fish movement

Instream fish cover

Pools

Invertebrate habitat

*Score only if applicable*

Canopy cover

Manure presence

Salinity

Riffle embeddedness

Macroinvertebrates Observed (optional)

<b>Overall score</b> (Total divided by number scored)	_____	<6.0	<b>Poor</b>
		6.1-7.4	<b>Fair</b>
		7.5-8.9	<b>Good</b>
		>9.0	<b>Excellent</b>

Suspected causes of observed problems \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Recommendations \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Channel condition

Natural channel; no structures, dikes. No evidence of down-cutting or excessive lateral cutting.	Evidence of past channel alteration, but with significant recovery of channel and banks. Any dikes or levees are set back to provide access to an adequate flood plain.	Altered channel; <50% of the reach with riprap and/or channelization. Excess aggradation; braided channel. Dikes or levees restrict flood plain width.	Channel is actively downcutting or widening. >50% of the reach with riprap or channelization. Dikes or levees prevent access to the flood plain.
10	7	3	1

### Hydrologic alteration

Flooding every 1.5 to 2 years. No dams, no water withdrawals, no dikes or other structures limiting the stream's access to the flood plain. Channel is not incised.	Flooding occurs only once every 3 to 5 years; limited channel incision. or Withdrawals, although present, do not affect available habitat for biota.	Flooding occurs only once every 6 to 10 years; channel deeply incised. or Withdrawals significantly affect available low flow habitat for biota.	No flooding; channel deeply incised or structures prevent access to flood plain or dam operations prevent flood flows. or Withdrawals have caused severe loss of low flow habitat. or Flooding occurs on a 1-year rain event or less.
10	7	3	1

### Riparian zone

Natural vegetation extends at least two active channel widths on each side.	Natural vegetation extends one active channel width on each side. or If less than one width, covers entire flood plain.	Natural vegetation extends half of the active channel width on each side.	Natural vegetation extends a third of the active channel width on each side. or Filtering function moderately compromised.	Natural vegetation less than a third of the active channel width on each side. or Lack of regeneration. or Filtering function severely compromised.
10	8	5	3	1

### Bank stability

Banks are stable; banks are low (at elevation of active flood plain); 33% or more of eroding surface area of banks in outside bends is protected by roots that extend to the base-flow elevation.	Moderately stable; banks are low (at elevation of active flood plain); less than 33% of eroding surface area of banks in outside bends is protected by roots that extend to the baseflow elevation.	Moderately unstable; banks may be low, but typically are high (flooding occurs 1 year out of 5 or less frequently); outside bends are actively eroding (overhanging vegetation at top of bank, some mature trees falling into stream annually, some slope failures apparent).	Unstable; banks may be low, but typically are high; some straight reaches and inside edges of bends are actively eroding as well as outside bends (overhanging vegetation at top of bare bank, numerous mature trees falling into stream annually, numerous slope failures apparent).
10	7	3	1

### Water appearance

Very clear, or clear but tea-colored; objects visible at depth 3 to 6 ft (less if slightly colored); no oil sheen on surface; no noticeable film on submerged objects or rocks.	Occasionally cloudy, especially after storm event, but clears rapidly; objects visible at depth 1.5 to 3 ft; may have slightly green color; no oil sheen on water surface.	Considerable cloudiness most of the time; objects visible to depth 0.5 to 1.5 ft; slow sections may appear pea-green; bottom rocks or submerged objects covered with heavy green or olive-green film. or Moderate odor of ammonia or rotten eggs.	Very turbid or muddy appearance most of the time; objects visible to depth < 0.5 ft; slow moving water may be bright-green; other obvious water pollutants; floating algal mats, surface scum, sheen or heavy coat of foam on surface. or Strong odor of chemicals, oil, sewage, other pollutants.
10	7	3	1

### Nutrient enrichment

Clear water along entire reach; diverse aquatic plant community includes low quantities of many species of macrophytes; little algal growth present.	Fairly clear or slightly greenish water along entire reach; moderate algal growth on stream substrates.	Greenish water along entire reach; overabundance of lush green macrophytes; abundant algal growth, especially during warmer months.	Pea green, gray, or brown water along entire reach; dense stands of macrophytes clog stream; severe algal blooms create thick algal mats in stream.
10	7	3	1

### Barriers to fish movement

No barriers	Seasonal water withdrawals inhibit movement within the reach	Drop structures, culverts, dams, or diversions (< 1 foot drop) within the reach	Drop structures, culverts, dams, or diversions (> 1 foot drop) within 3 miles of the reach	Drop structures, culverts, dams, or diversions (> 1 foot drop) within the reach
10	8	5	3	1

### Instream fish cover

>7 cover types available	6 to 7 cover types available	4 to 5 cover types available	2 to 3 cover types available	None to 1 cover type available
10	8	5	3	1

Cover types: Logs/large woody debris, deep pools, overhanging vegetation, boulders/cobble, riffles, undercut banks, thick root mats, dense macrophyte beds, isolated/backwater pools, other: \_\_\_\_\_.

### Pools

Deep and shallow pools abundant; greater than 30% of the pool bottom is obscure due to depth, or the pools are at least 5 feet deep.	Pools present, but not abundant; from 10 to 30% of the pool bottom is obscure due to depth, or the pools are at least 3 feet deep.	Pools present, but shallow; from 5 to 10% of the pool bottom is obscure due to depth, or the pools are less than 3 feet deep.	Pools absent, or the entire bottom is discernible.
10	7	3	1

**Insect/invertebrate habitat**

At least 5 types of habitat available. Habitat is at a stage to allow full insect colonization (woody debris and logs not freshly fallen).	3 to 4 types of habitat. Some potential habitat exists, such as overhanging trees, which will provide habitat, but have not yet entered the stream.	1 to 2 types of habitat. The substrate is often disturbed, covered, or removed by high stream velocities and scour or by sediment deposition.	None to 1 type of habitat.
10	7	3	1

Cover types: Fine woody debris, submerged logs, leaf packs, undercut banks, cobble, boulders, coarse gravel, other: \_\_\_\_\_.

**Canopy cover (if applicable)**

Coldwater fishery

> 75% of water surface shaded and upstream 2 to 3 miles generally well shaded.	>50% shaded in reach. or >75% in reach, but upstream 2 to 3 miles poorly shaded.	20 to 50% shaded.	< 20% of water surface in reach shaded.
10	7	3	1

Warmwater fishery

25 to 90% of water surface shaded; mixture of conditions.	> 90% shaded; full canopy; same shading condition throughout the reach.	(intentionally blank)	< 25% water surface shaded in reach.
10	7		1

**Manure presence (if applicable)**

(Intentionally blank)	Evidence of livestock access to riparian zone.	Occasional manure in stream or waste storage structure located on the flood plain.	Extensive amount of manure on banks or in stream. or Untreated human waste discharge pipes present.
	5	3	1

**Salinity (if applicable)**

(Intentionally blank)	Minimal wilting, bleaching, leaf burn, or stunting of aquatic vegetation; some salt-tolerant streamside vegetation.	Aquatic vegetation may show significant wilting, bleaching, leaf burn, or stunting; dominance of salt-tolerant streamside vegetation.	Severe wilting, bleaching, leaf burn, or stunting; presence of only salt-tolerant aquatic vegetation; most streamside vegetation salt tolerant.
	5	3	1

**Riffle embeddedness  
(if applicable)**

Gravel or cobble particles are < 20% embedded.	Gravel or cobble particles are 20 to 30% embedded.	Gravel or cobble particles are 30 to 40% embedded.	Gravel or cobble particles are >40% embedded.	Riffle is completely embedded.
10	8	5	3	1

**Macroinvertebrates observed**

Community dominated by Group I or intolerant species with good species diversity. Examples include caddisflies, mayflies, stoneflies, hellgrammites.	Community dominated by Group II or facultative species, such as damselflies, dragonflies, aquatic sowbugs, blackflies, crayfish.	Community dominated by Group III or tolerant species, such as midges, crane flies, horseflies, leeches, aquatic earthworms, tubificid worms.	Very reduced number of species or near absence of all macroinvertebrates.
15	6	2	- 3

# Stream Invertebrates

## Group One Taxa

Pollution sensitive organisms found in good quality water.

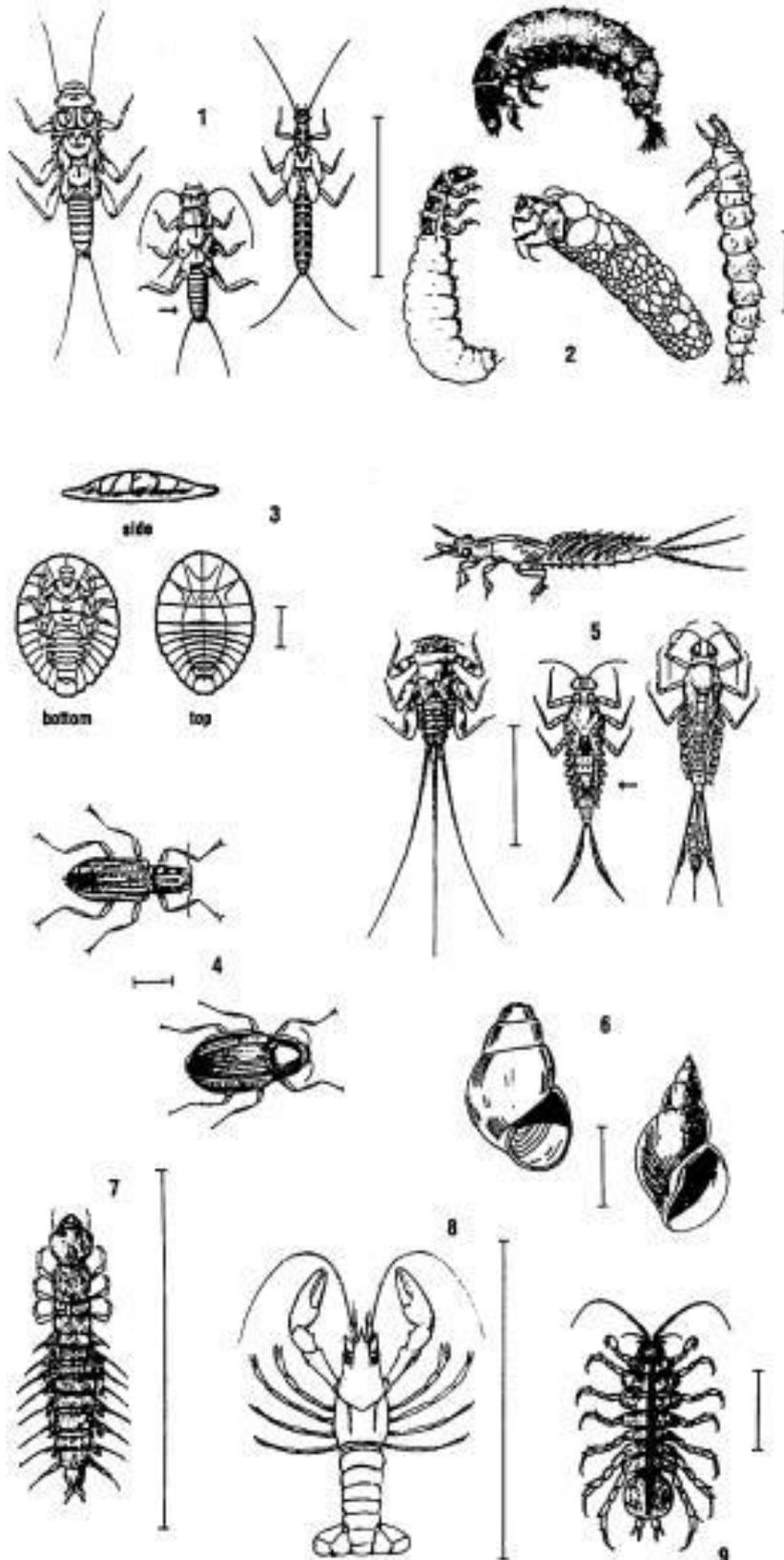
- 1 Stonefly Order Plecoptera. 1/2" to 1 1/2", 6 legs with hooked antenna, 2 hair-like tails. Smooth (no gills) on lower half of body (see arrow).
- 2 Caddisfly: Order Trichoptera. Up to 1", 6 hooked legs on upper third of body, 2 hooks at back end. May be in a stick, rock, or leaf case with its head sticking out. May have fluffy gill tufts on underside.
- 3 Water Penny: Order Coleoptera. 1/4", flat saucer-shaped body with a raised bump on one side and 6 tiny legs and fluffy gills on the other side. Immature beetle.
- 4 Riffle Beetle: Order Coleoptera. 1/4", oval body covered with tiny hairs, 6 legs, antennae. Walks slowly underwater. Does not swim on surface.
- 5 Grilled Snail: Class Gastropoda. Shell opening covered by thin plate called operculum. When opening is fading you, shell usually opens on right.
- 6 Mayfly: Order Ephemeroptera. 1/4" to 1", brown, moving, plate-like or feathery gills on the sides of lower body (see below), 6 large hooked legs, antennae, 2 or 3 long hair-like tails. Tails may be webbed together.
- 7 Dobsonfly (hellgrammite): Family Megaloptera. 3/4" to 4", dark-colored, 6 legs, large pinching jaws, eight pairs feelers on lower half of body with paired cotton-like gill tufts along underside, short antennae, 2 tails, and 2 pairs of hooks at back end.

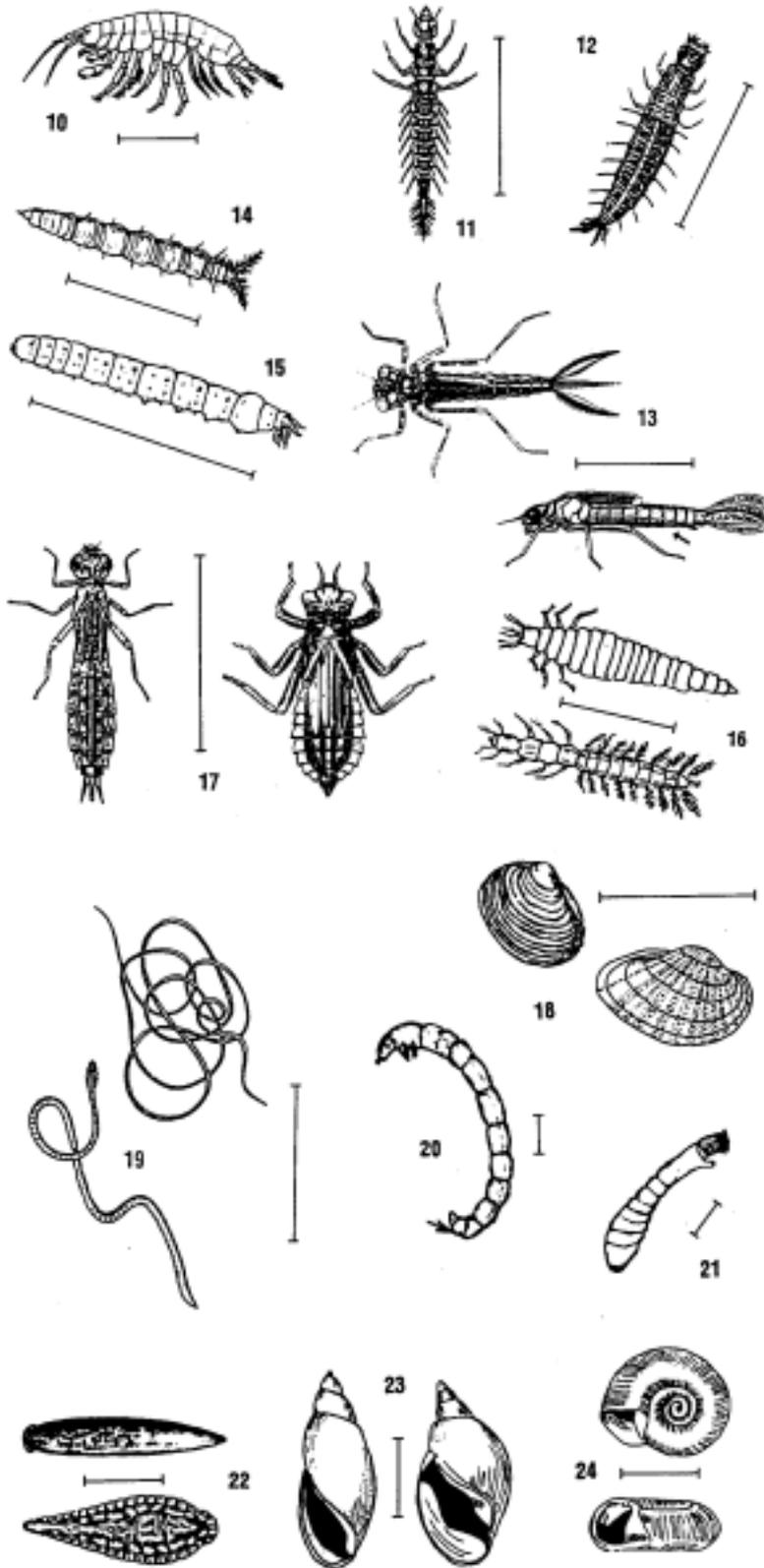
## Group Two Taxa

Somewhat pollution tolerant organisms can be in good or fair quality water.

- 8 Crayfish: Order Decapoda. Up to 6", 1 large claws, 8 legs, resembles small lobster.
- 9 Sowbug: Order Isopoda. 1/4" to 3/4", gray oblong body wider than it is high, more than 6 legs, long antennae.

Source: Izaak Walton League of America, 707 Conservation Lane, Gaithersburg, MD 20878-2983. (800) BUG-4/WLA





Bar line indicate relative size

## Group Two Taxa

Somewhat pollution tolerant organisms can be in good or fair quality water.

- 10 Scud: Order Amphipoda. 1/4", white to gray, body higher than it is wide, swims sideways, more than 6 legs, resembles small shrimp.
- 11 Alderfly Larva: Family Sialidae. 1" long. Looks like small Hellgramite but has long, thin, branched tail at back end (no hooks). No gill tufts underneath.
- 12 Fishfly Larva: Family Corduleidae. Up to 1/2" long. Looks like small hellgramite but often a lighter reddish-tan color, or with yellowish streaks. No gill tufts underneath.
- 13 Damselfly: Suborder Zygoptera. 1/2" to 1" large eyes, 6 thin hooked legs, 3 broad ear-shaped tails, positioned like a tripod. Smooth (no gills) on sides of lower half of body. (See arrow.)
- 14 Waterpenny Fly Larva: Family Athericidae (Atherix). 1/4" to 1", pale to green, tapered body, many caterpillar-like legs, conical head, feathery "horns" at back end.
- 15 Crane Fly: Suborder Nematocera. 1/3" to 2", milky, green, or light brown, plump caterpillar-like segmented body, 4 finger-like lobes at back end.
- 16 Beetle Larva: Order Coleoptera. 1/4" to 1", light-colored, 6 legs on upper half of body, feelers, antennae.
- 17 Dragon fly: Sub order Anisoptera. 1/2" to 2", large eyes, 6 hooked legs. Wide oval to round abdomen.
- 18 Clam: Class Bivalvia.

## Group Three Taxa

Pollution tolerant organisms can be in any quality of water.

- 19 Aquatic Worm: Class Oligochaeta. 1/4" to 2", can be very tiny, thin worm-like body.
- 20 Midge Fly Larva: Suborder Nematocera. Up to 1/4", dark head, worm-like segmented body, 2 tiny legs on each side.
- 21 Blackfly Larva: Family Simuliidae. Up to 1/4", one end of body wider. Black head, suction pad on other end.
- 22 Leech: Order Hirudinea. 1/4" to 2", brown, slimy body, ends with suction pads.
- 23 Pouch Snail and Pond Snails: Class Gastropoda. No operculum. Breathe air. When opening is facing you, shell usually open to left.
- 24 Other Snails: Class Gastropoda. No operculum. Breathe air. Snail shell coils in one plane.

## B - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO VISUAL RÁPIDA DE RIOS – SVAP 2ª VERSÃO (NRCS, 2009).

### Element 1 Channel condition

Natural, stable channel with established bank vegetation	If channel is incising (appears to be downcutting or degrading), score this element based on the descriptions in the upper section of the matrix										
<p>No discernible signs of incision (such as vertical banks) or aggradation (such as very shallow multiple channels)</p> <p>Active channel and flood plain are connected throughout reach, and flooded at natural intervals</p> <p>Streambanks low with few or no bank failures</p> <p>Stage I : Score 10 Stage V: Score 9 (if terrace is visible)</p>	Evidence of past incision and some recovery; some bank erosion possible			Active incision evident; plants are stressed, dying or falling in channel			Headcuts or surface cracks on banks; active incision; vegetation very sparse				
	Active channel and flood plain are connected in most areas, inundated seasonally			Active channel appears to be disconnected from the flood plain, with infrequent or no inundation			Little or no connection between flood plain and stream channel and no inundation				
	Streambanks may be low or appear to be steepening			Steep banks, bank failures evident or imminent			Steep streambanks and failures prominent				
	Top of point bars are below active flood plain			Point bars located adjacent to steep banks			Point bars, if present, located adjacent to steep banks				
	Stage I: Score 8			Stage IV: Score 5			Stage II or III, scores ranging from 2 to 0, depending on severity				
	Stage V: Score 7-8			Stage III: Score 4							
	Stage IV: Score 6			Stage II: Score 3							
	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
	If channel is aggrading (appears to be filling in and is relatively wide and shallow), score this element based on the descriptions in the lower section of the matrix										
	Minimal lateral migration and bank erosion			Moderate lateral migration and bank erosion			Severe lateral channel migration, and bank erosion				
	A few shallow places in reach, due to sediment deposits			Deposition of sediments causing channel to be very shallow in places			Deposition of sediments causing channel to be very shallow in reach				
No more than 1 bar forming in channel	Minimal bar formation (less than 3)			3-4 bars in channel			Braided channels (5 or more bars in channel)				
	10	9		8	7	6	5	4	3	2	1

### Element 2 Hydrologic alteration

<p>Bankfull or higher flows occur according to the flow regime that is characteristic of the site, generally every 1 to 2 years</p> <p><b>and</b></p> <p>No dams, dikes, or development in the flood plain<sup>1/</sup>, or water control structures are present</p> <p><b>and</b></p> <p>natural flow regime<sup>2/</sup> prevails</p>	Bankfull or higher flows occur only once every 3 to 5 years or less often than the local natural flow regime			Bankfull or higher flows occur only once every 6 to 10 years, or less often than the local natural flow regime			Bankfull or higher flows rarely occur					
	Developments in the flood plain, stream water withdrawals, flow augmentation, or water control structures may be present, but do not significantly alter the natural flow regime <sup>2/</sup>			Developments in the flood plain, stream water withdrawals, flow augmentation, or water control structures alter the natural flow regime <sup>2/</sup>			Stream water withdrawals completely dewater channel; and/or flow augmentation, stormwater, or urban runoff discharges directly into stream and severely alters the natural flow regime <sup>2/</sup>					
	10	9		8	7	6	5	4	3	2	1	0

1/ Development in the flood plain refers to transportation infrastructure ( roads, railways), commercial or residential development, land conversion for agriculture or other uses, and similar activities that alter the timing, concentration, and delivery of precipitation as surface runoff or subsurface drainage.

2/ As used here, "natural flow regime" refers to streamflow patterns unaffected by water withdrawals, flood plain development, agricultural or wastewater effluents, and practices that change surface runoff (dikes and levees) or subsurface drainage (tile drainage systems).

**Element 3** Bank condition

Banks are stable; protected by roots of natural vegetation, wood, and rock <sup>1/</sup>		Banks are moderately stable, protected by roots of natural vegetation, wood, or rock or a combination of materials			Banks are moderately unstable; very little protection of banks by roots of natural wood, vegetation, or rock			Banks are unstable; no bank protection with roots, wood, rock, or vegetation			
No fabricated structures present on bank		Limited number of structures present on bank			Fabricated structures cover more than half of reach or entire bank			Riprap and/or other structures dominate banks			
No excessive erosion or bank failures <sup>2/</sup>		Evidence of erosion or bank failures, some with reestablishment of vegetation			Excessive bank erosion or active bank failures			Numerous active bank failures			
No recreational or livestock access		Recreational use and/or grazing do not negatively impact bank condition			Recreational and/or livestock use are contributing to bank instability			Recreational and/or livestock use are contributing to bank instability			
<b>Right bank</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Left bank</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

<sup>1/</sup> Natural wood and rock does not mean riprap, gabions, log cribs, or other fabricated revetments.

<sup>2/</sup> Bank failure refers to a section of streambank that collapses and falls into the stream, usually because of slope instability.

**Element 4** Riparian area quantity

Natural plant community extends at least two bankfull widths or more than the entire active flood plain and is generally contiguous throughout property		Natural plant community extends at least one bankfull width or more than 1/2 to 2/3 of active flood plain and is generally contiguous throughout property		Natural plant community extends at least 1/2 of the bankfull width or more than at least 1/2 of active flood plain		Natural plant community extends at least 1/3 of the bankfull width or more than 1/4 of active flood plain		Natural plant community extends less than 1/3 of the bankfull width or less than 1/4 of active flood plain			
Vegetation gaps do not exceed 10% of the estimated length of the stream on the property		Vegetation gaps do not exceed 30% of the estimated length of the stream on the property		Vegetation gaps do not exceed 30% of the estimated length of the stream on the property		Vegetation gaps exceed 30% of the estimated length of the stream on the property		Vegetation gaps exceed 30% of the estimated length of the stream on the property			
<b>Right bank</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Left bank</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

**Note:** Score each bank separately. Scores should represent the entire stream riparian area within the property. Score for this element = left bank score plus right bank score divided by 2. If the score of one bank is 7 or greater and the score of the other bank is 4 or less, subtract 2 points from final score.

**Element 5** Riparian area quality

Natural and diverse riparian vegetation with composition, density and age structure appropriate for the site		Natural and diverse riparian vegetation with composition, density and age structure appropriate for the site: Little or no evidence of concentrated flows through area			Natural vegetation compromised			Little or no natural vegetation		
No invasive species or concentrated flows through area		Invasive species present in small numbers (20% cover or less)			Evidence of concentrated flows running through the riparian area Invasive species common (>20% <50% cover)			Evidence of concentrated flows running through the riparian area Invasive species widespread (>50% cover)		
<b>Right bank</b>	<b>10 9</b>	<b>8 7 6</b>	<b>5 4 3</b>	<b>2 1 0</b>						
<b>Left bank</b>	<b>10 9</b>	<b>8 7 6</b>	<b>5 4 3</b>	<b>2 1 0</b>						

**Notes:** Score should represent the entire stream riparian area within the property.  
Score for this element = left bank score plus right bank score divided by 2.

**Element 6** Canopy cover

(a) Cold-water streams

>75% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property		75–50% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property			49–20% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property			<20% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property		
<b>10 9</b>		<b>8 7 6</b>	<b>5 4 3</b>	<b>2 1 0</b>						

(b) Warm-water streams

50–75% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property		>75% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property			49–20% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property			<20% of water surface shaded within the length of the stream in landowner's property		
<b>10 9</b>		<b>8 7 6</b>	<b>5 4 3</b>	<b>2 1 0</b>						

**Element 7** Water appearance

Water is very clear, or clarity appropriate to site; submerged features in stream (rocks, wood) are visible at depths of 3 to 6 feet No motor oil sheen on surface; no evidence of metal precipitates in streams	Water is slightly turbid, especially after storm event, but clears after weather clears; submerged features in stream (rocks, wood) are only visible at depths of 1.5 to 3 feet No motor oil sheen on surface or evidence of metal precipitates in stream	Water is turbid most of the time; submerged features in stream (rocks, wood) are visible at depths of only .5 to 1.5 feet <b>and/or</b> Motor oil sheen is present on water surface or areas of slackwater <b>and/or</b> There is evidence of metal precipitates in stream	Very very turbid water most of the time; submerged features in stream (rocks, wood) are visible only within .5 feet below surface <b>and/or</b> Motor oil sheen is present on the water surface or areas of slackwater
10 9 8	7 6 5	4 3 2	1 0

**Element 8** Nutrient enrichment

Clear water along entire reach Little algal growth present	Fairly clear or slightly greenish water Moderate algal growth on substrates	Greenish water particularly in slow sections Abundant algal growth, especially during warmer months <b>and/or</b> Slight odor of ammonia or rotten eggs <b>and/or</b> Sporadic growth of aquatic plants within slack water areas	Pea green color present; thick algal mats dominating stream <b>and/or</b> Strong odor of ammonia or rotten eggs <b>and/or</b> Dense stands of aquatic plants widely dispersed
10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

**Element 9** Manure or human waste presence

Livestock do not have access to stream No pipes or concentrated flows discharging animal waste or sewage directly into stream	Livestock access to stream is controlled and/or limited to small watering or crossing areas No pipes or concentrated flows discharging animal waste or sewage directly into stream	Livestock have unlimited access to stream during some portion of the year Manure is noticeable in stream <b>and/or</b> Pipes or concentrated flows discharge treated animal waste or sewage directly into stream	Livestock have unlimited access to stream during entire year Manure is noticeable in stream <b>and/or</b> Pipes or concentrated flows discharge untreated animal waste or sewage directly into stream
10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

Only one pool morphology type (low gradient or high gradient) should be used per assessment reach.

Element 10 Pools: Low-gradient streams (<2%) scoring matrix

More than two deep pools separated by riffles, each with greater than 30% of the pool bottom obscured by depth, wood, or other cover Shallow pools also present	One or two deep pools separated by riffles, each with greater than 30% of the pool bottom obscured by depth wood, or other cover At least one shallow pool present	Pools present but shallow (<2 times maximum depth of the upstream riffle) Only 10–30% of pool bottoms are obscured due to depth or wood cover	Pools absent, but some slow water habitat is available No cover discernible <b>or</b> Reach is dominated by shallow continuous pools or slow water
10    9	8    7    6	5    4    3	2    1    0

Element 10 Pools: high-gradient streams (>2%) scoring matrix

More than three deep pools separated by boulders or wood, each with greater than 30% of the pool bottom obscured by depth, wood, or other cover. For small streams, pool bottoms may not be completely obscured by depth, but pools are deep enough to provide adequate cover for resident fish Shallow pools also present	Two to three deep pools, each with greater than 30% of the pool bottom obscured by depth wood or other cover; at least one shallow pool present. For small streams, pool bottoms may not be completely obscured by depth, but pools are deep enough to provide some cover for resident fish At least one shallow pool also present	Pools present but relatively shallow, with only 10–30% of pool bottoms obscured by depth or wood cover. For small streams, pool bottoms may not be completely obscured by depth, but pools are deep enough to provide minimal cover for resident fish No shallow pools present	Pools absent
10    9	8    7    6	5    4    3	2    1    0

Element 11 Barriers to aquatic species movement scoring matrix

No artificial barriers that prohibit movement of aquatic organisms during any time of the year	Physical structures, water withdrawals and/or water quality seasonally restrict movement of aquatic species	Physical structures, water withdrawals and/or water quality restrict movement of aquatic species throughout the year	Physical structures, water withdrawals and/or water quality prohibit movement of aquatic species
10	9    8    7	6    5    4    3	2    1    0

**Element 12** Fish habitat complexity scoring matrix

Ten or more habitat features available, at least one of which is considered optimal in reference sites (large wood in forested streams)		Eight to nine habitat features available		Six to seven habitat features available		Four to five habitat features available		Less than four habitat features available	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 0

**Note:** Fish habitat features: logs/large wood, deep pools, other pools (scour, plunge, shallow, pocket) overhanging vegetation, boulders, cobble, riffles, undercut banks, thick root mats, dense macrophyte beds, backwater pools, and other off-channel habitats

**Element 13** Aquatic invertebrate habitat scoring matrix

At least 9 types of habitat present A combination of wood with riffles should be present and suitable in addition to other types of habitat (If nonforested stream, consider reference site's optimal habitat type needed for this high score)		8 to 6 types of habitat Site may be in need of more wood or reference habitat features and stable wood-riffle sections		5 to 4 types of habitat present		3 to 2 types of habitat present		None to 1 type of habitat present	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 0

**Note: Aquatic invertebrate habitat types, in order of importance:** Logs/large wood, cobble within riffles, boulders within riffles. Additional habitat features should include: leaf packs, fine woody debris, overhanging vegetation, aquatic vegetation, undercut banks, pools, and root mats.

**Element 14** Aquatic invertebrate community scoring matrix

Invertebrate community is diverse and well represented by group I or intolerant species One or two species do not dominate			Invertebrate community is well represented by group II or facultative species, and group I species are also present One or two species do not dominate			Invertebrate community is composed mainly of groups II and III <b>and/or</b> One or two species of any group may dominate			Invertebrate community composition is predominantly group III species <b>and/or</b> only one or two species of any group is present and abundance is low		
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

---

**Element 15** Riffle embeddedness scoring matrix

Gravel or cobble substrates are <10% embedded	Gravel or cobble substrates are 10–20% embedded	Gravel or cobble substrates are 21–30% embedded	Gravel or cobble substrates are 31–40% embedded	Gravel or cobble substrates are >40% embedded
<b>10 9</b>	<b>8 7</b>	<b>6 5</b>	<b>4 3</b>	<b>2 1 0</b>

---

**Element 16** Salinity scoring matrix

No wilting, bleaching, leaf burn, or stunting of riparian vegetation No streamside salt-tolerant vegetation present	Minimal wilting, bleaching, leaf burn, or stunting of riparian vegetation Some salt-tolerant streamside vegetation	Riparian vegetation may show significant wilting, bleaching, leaf burn, or stunting Dominance of salt-tolerant streamside vegetation	Severe wilting, bleaching, leaf burn, or stunting; presence of only salt tolerant riparian vegetation Most streamside vegetation is salt tolerant
<b>10 9 8</b>	<b>7 6 5</b>	<b>4 3</b>	<b>2 1 0</b>

**Note:** Do not assess this element unless elevated salinity levels caused by people are suspected.