

Quantificação de “habitats físicos” em riachos

Diego Rodrigues Macedo



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS

Departamento de Geografia
www.diegomacedo.pro.br
diegorm@ufmg.br



INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
**PROGRAMA de
PÓS-GRADUAÇÃO
em GEOGRAFIA**
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

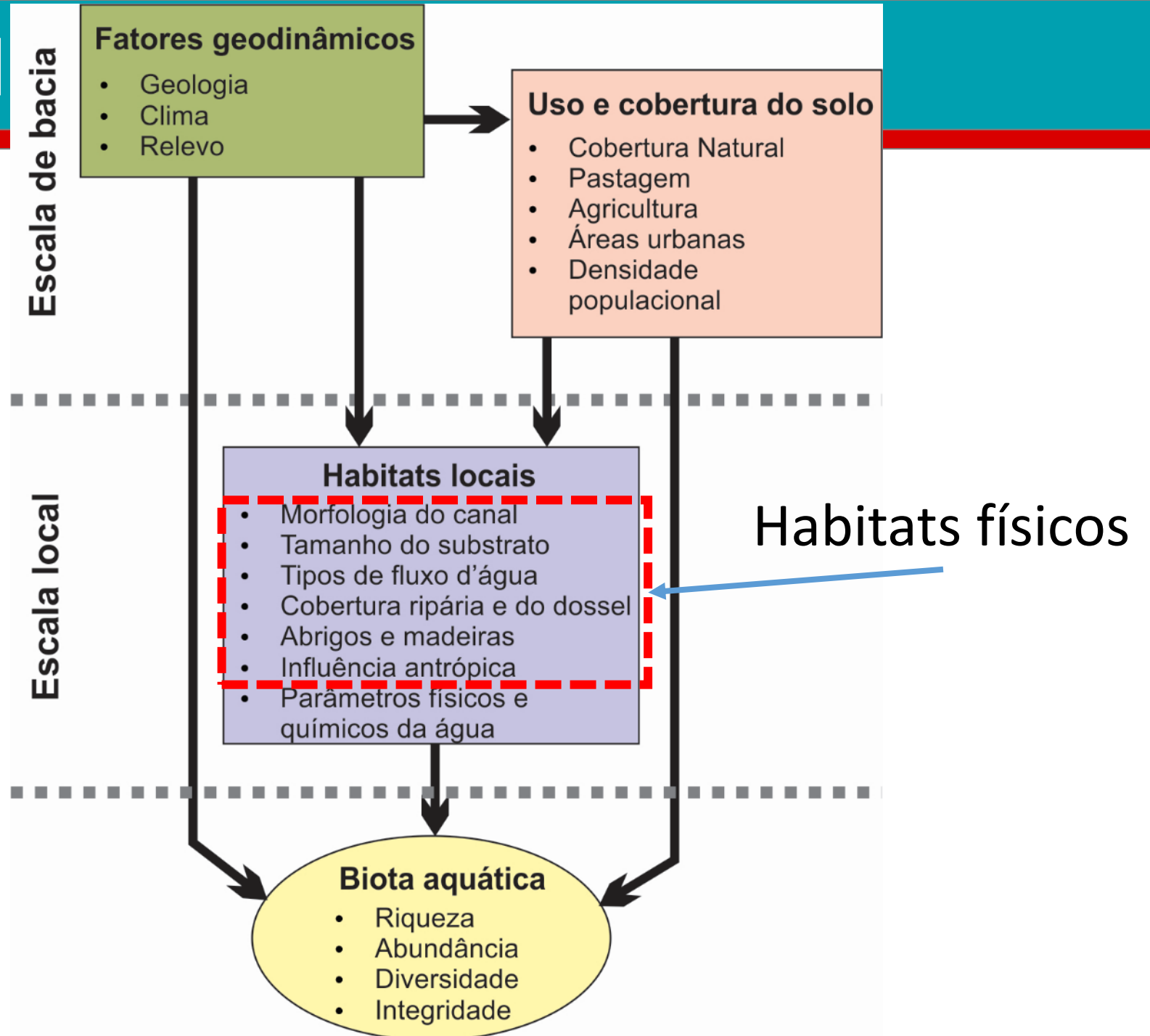


Programa de Pós-Graduação em
Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS**

RIVUS
Geomorfologia e
Recursos Hídricos



Modelo conceitual



Habitats Físicos

- Espaço no qual vive a biota dentro de um curso d'água; é determinado pelas interações das características estruturais do canal e do regime hidrológico (Maddock, 1999)
- É baseado principalmente sobre as características do substrato ou cobertura ripária (Clifford et al., 2006)
- Todo tipo de atributo que influencia ou prove na sustentabilidade dos organismos dentro do rio (Kauffman et al., 1999)
- Atributos estruturais, geralmente excluindo-se os parâmetros físico-químicos da água (Kauffman et al., 1999)

Habitats Físicos

- O estudo dos habitats físicos tem vários propósitos: monitorar a integridade do rio, para programas de restauração, estudos de vazão ecológica e substituição de levantamentos biológicos (Thomson et al., 2001)
- No entanto, existem vários estudos que utilizam o levantamento sistematizado de habitats físicos sobre a perspectiva geográfica e geomorfológica (p.ex. Kauffman et al., 2008; 2009; Hughes et al., 2011; Macedo et al., 2018)

Nós alteramos os cursos d'água de várias maneiras



Urbanização



Reforestamento



Agricultura, Irrigação



Recreação



Represas



Queimadas



Pecuária



Intervenção em canais

O que constitui um bom habitat?

Estes são fácies de determinar...



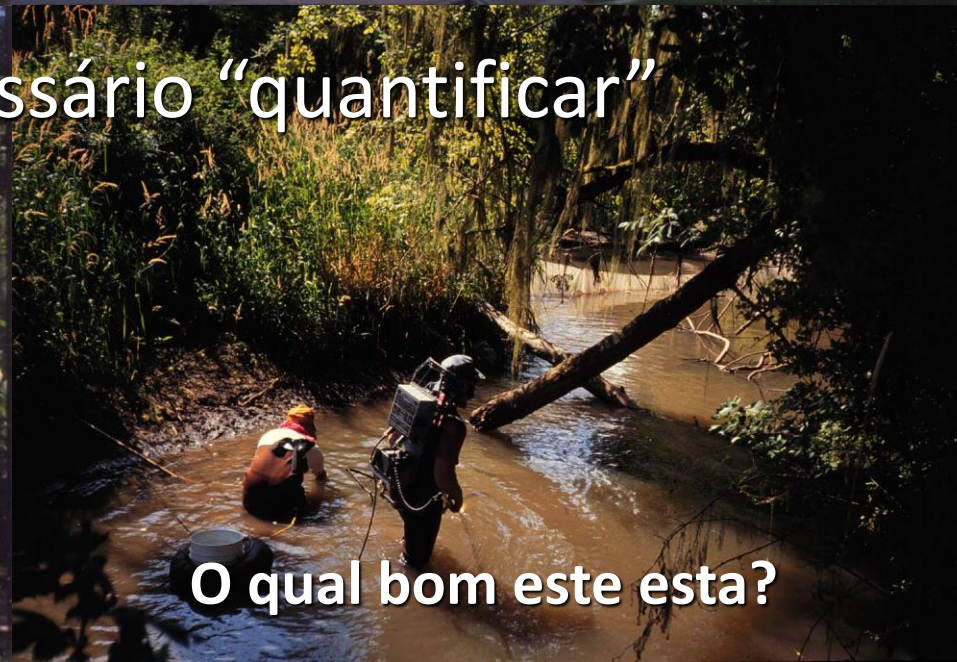
Riacho pristino



Obviamente, habitat pobre



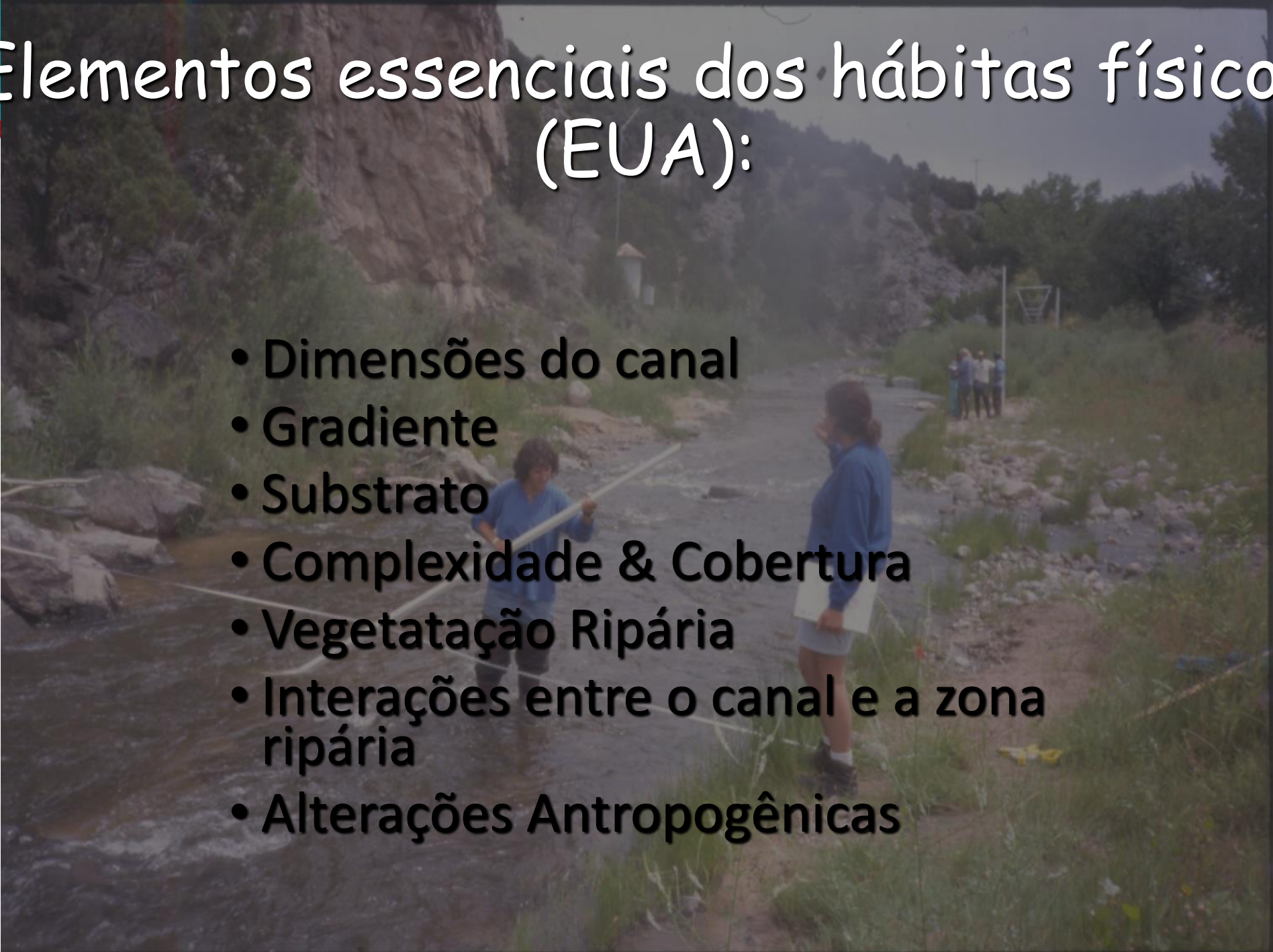
Alguns são intermediários



O qual bom este esta?

Elementos essenciais dos hábitats físicos (EUA):

- Dimensões do canal
- Gradiente
- Substrato
- Complexidade & Cobertura
- Vegetação Ripária
- Interações entre o canal e a zona ripária
- Alterações Antropogênicas



Elementos essenciais dos habitat físicos de riachos

- **Dimensões do canal:** Nada pode ser mais importante do que o espaço
 - Sem ele - outros elementos não importam
- **Gradiente:** “energia” hidráulica de um riacho
 - usado com tamanho para determinar a potência do fluxo (stream power) e tensão de cisalhamento (shear stress)
- **Substrato:** Tamanho e tipo: importante para peixes, bentos, perifíton
- **Complexidade & Cobertura:** Diversidade de nicho, proteção contra predação

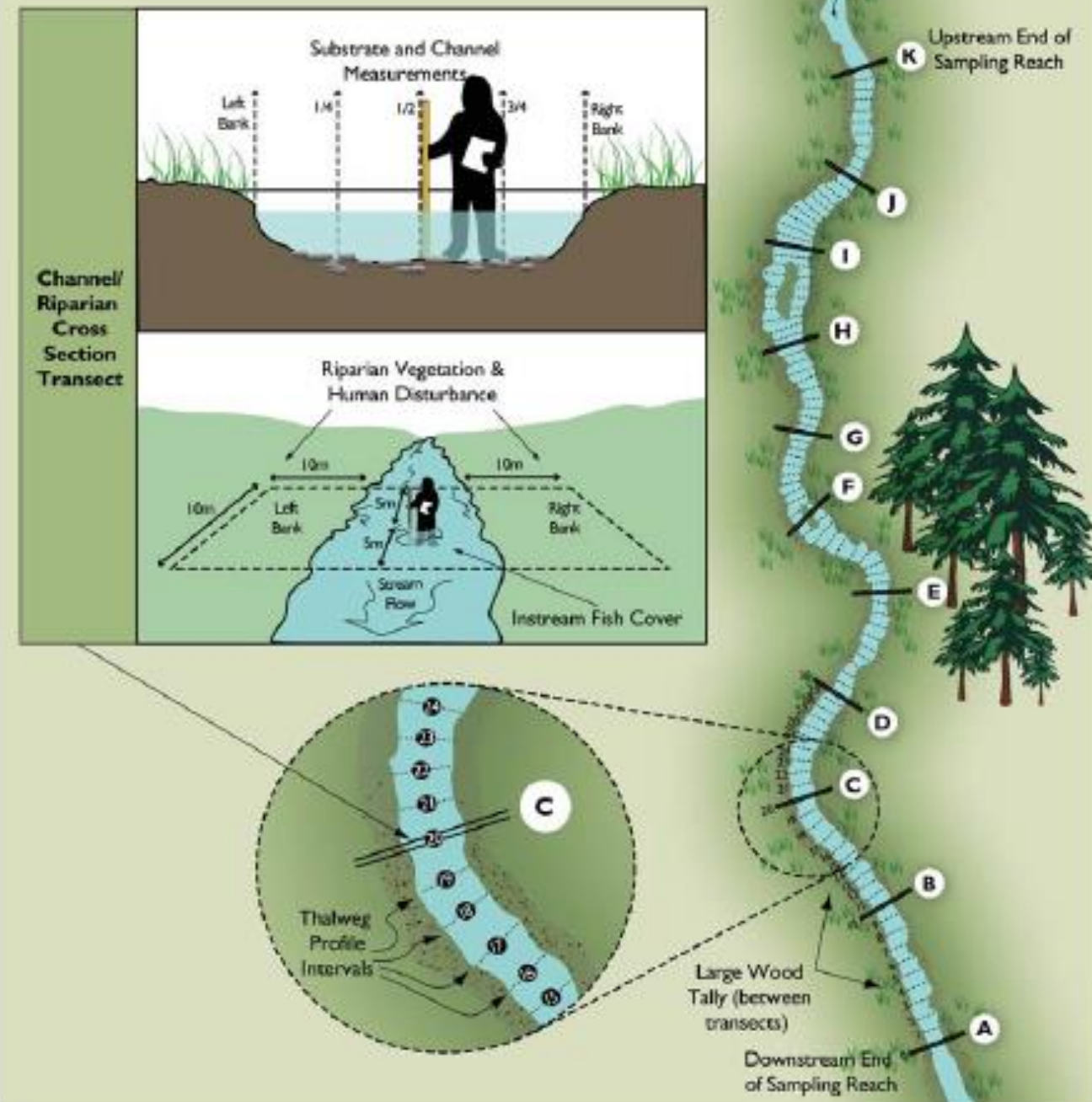
Elementos essenciais dos habitat físicos de riachos

- **Vegetação Ripária:** Cobertura e estrutura:
Temperatura, insumos orgânicos, morfologia do canal
- **Interações entre o canal e a zona ripária:**
Características do canal alteradas pelo uso do solo ribeirinho e de bacia, que por sua vez influenciam as interações terrestre-aquáticas
- **Alterações Atropogênicas:** diagnosticar distúrbios de fluxo e "condição de referência"

US-EPA Physical Habitat Protocol for Wadeable Streams

- Perfil Longitudinal em 100 pontos equidistantes: Profundidade do talvegue, sedimento fino no talvegue, classe de tipos de fluxos
- 21 Seções transversais equidistantes: Largura, substrato ("contagem de seixos" de 105 partículas)
- 11 Seções e "plot" equidistantes:
- Medidas do canal: declive, rumo, dimensões do canal, cobertura no leito, cobertura do dossel, imersão de substrato, registro de detritos lenhosos
- - Medidas na vegetação ripária: Características das margens, perturbação humana, vegetação ciliar

- 11 transectos: A – K
- 10 seções
- 10 a 15 transectos intermediários



COMENTÁRIOS GERAIS:
INSTRUÇÕES PARA CHEGAR AO LOCAL DO RIACHO/DI:

PROTOCOLO DE AMOSTRAS COLETADAS Elaborado por CENAD

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____ DATA: ____/____/____

Som.
P
B
M
L

[illegible]

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____ DATA: ____/____/____

- Determinação do “x-site”
- Coordenadas GPS
- Comprimento a ser amostrado
 - 40x a largura molhada
 - Mínimo 150m



PROTOCOLO DE VERIFICAÇÃO DO CANAL - RIACHOS/RIOS

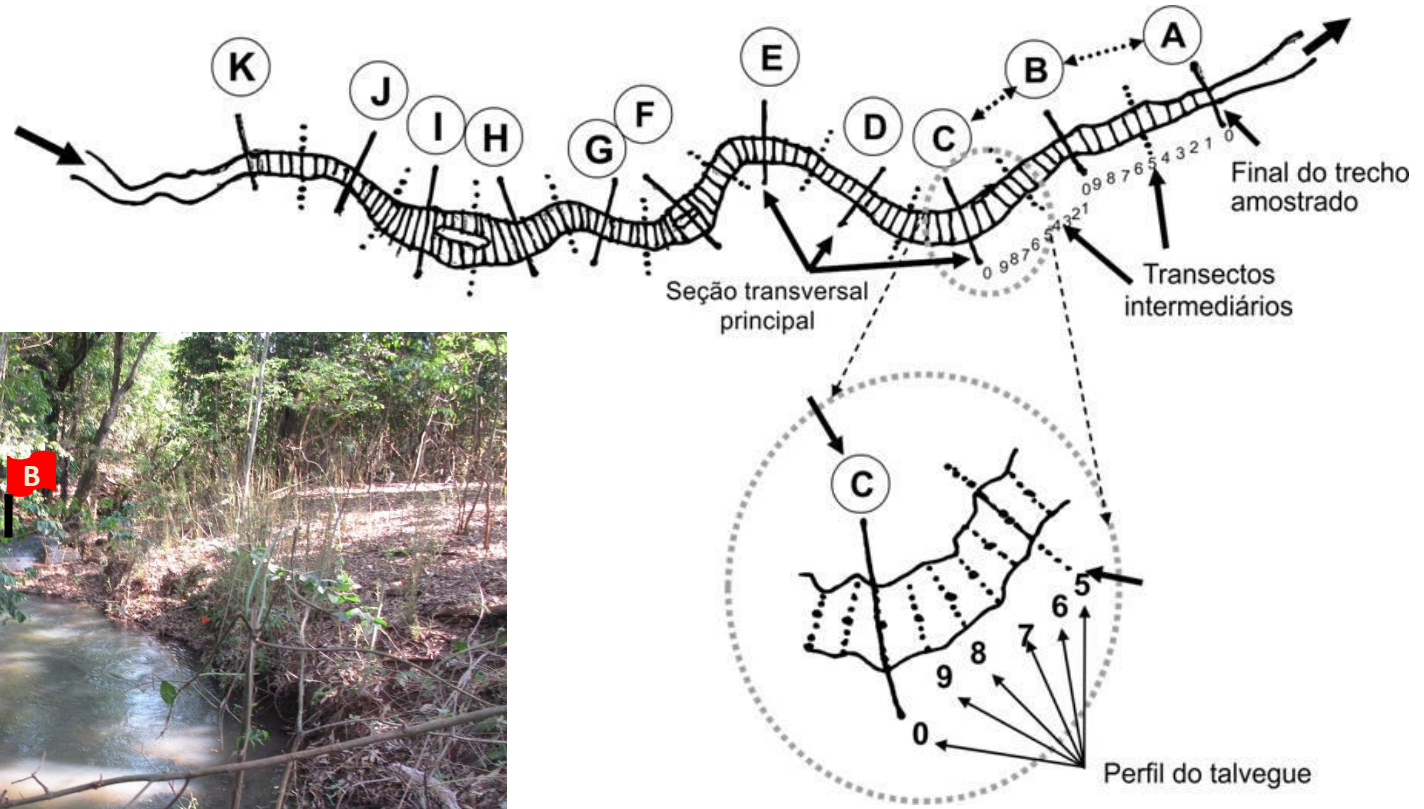
Revisado por (iniciais): _____

NOME DO LOCAL: _____		DATA: ____/____/____		VISITA: 0 1 2 3	
IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____		EQUIPE: _____			
Não se esqueça de registrar o comprimento do trecho na volta.					
COORDENADAS	Seção	Alt. (m)	Coordenada Leste (X)	Coordenada Norte (Y)	Zona UTM
GPS - UTM (m)	700	40.432	15.7645	23	
DETERMINAÇÃO DO TRECHO DO RIO/RIACHO					
Largura do canal usada para definir o trecho:	DISTÂNCIA (m) DO X-SITE		Comprimento total do trecho amostrado (m):	Comentário	
	Comprimento a jusante	Comprimento a montante			
4,0			160		
EQUIPE					
NOME			Biologia	Função Geomorfologia	Protocolo
Diego Castro			☐	☐	☐
Juliana			☐	☐	☐
Raphael			☐	☐	☐
Paulo			☐	☐	☐
			☐	☐	☐

COMENTÁRIOS GERAIS:
INSTRUÇÕES PARA CHEGAR AO LOCAL DO RIACHO/RIO:

Registre as informações utilizadas para definir o comprimento do trecho. Esboce as características gerais do trecho no verso desta folha.

Estações amostrais



Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL/ZONA RIPÁRIA - RIACHOS

Canal Lateral

Códigos Obs: K = Amostra não coletada; U = Amostra suspeita F1, F2, etc. = obs. feita pela equipe de campo. Explique todas as observações na seção de comentários.

Substrato da seção transversal

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DC

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID):

DATA:

INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL						
	Dist. M. Esq. XX.XX m	Prof. XXX cm	Código Tam. clas.	Imersão 0-100%	Tipo B / F	Obs.
ESQ						
C.ESQ						
CENT						
C.DIR						
DIR						

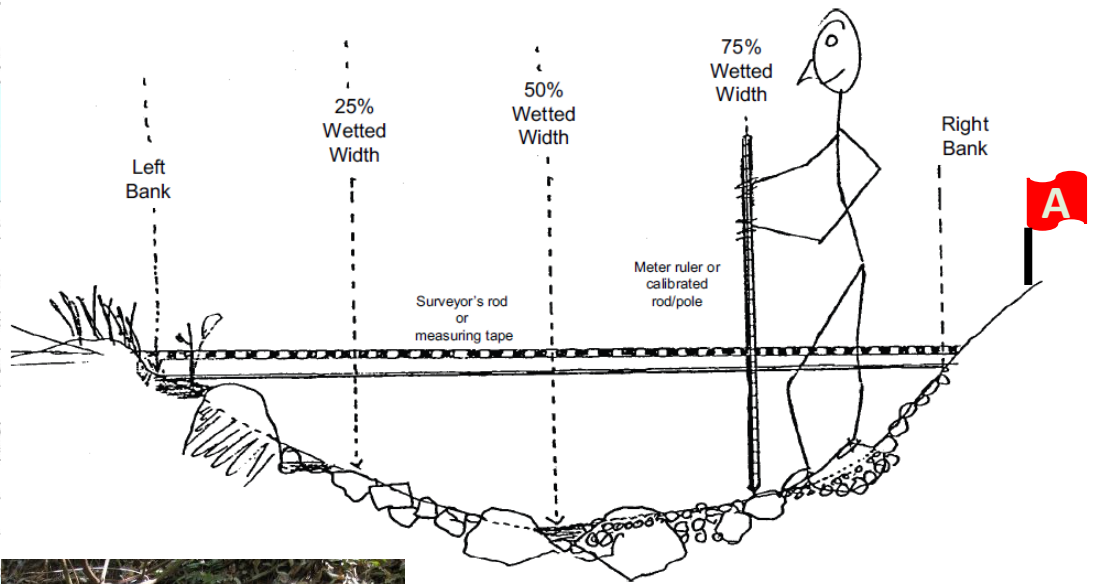
CÓDIGOS DE CLASSES - TAMANHO DO SUBSTRATO		Imersão (%)
(F) FÍSICO	RL = Rocha (Lisa) - (Mais larga que um carro)	0
	RR = Rocha (Rugosa) - (Mais larga que um carro)	0
	CO = Concreto/Asfalto	
	ML = Matacão Largo (1000 até 4000 mm) - (Caixa d'água até um carro)	
	MT = Matacão (250 até 1000 mm) - (Bola de basquete até caixa d'água)	
	BL = Bloco (64 até 250 mm) - (Bola de tênis até bola de basquete)	
	CG = Cascalho Grosso (16 até 64 mm) - (Jabuticaba até bola de tênis)	
	CF = Cascalho Fino (2 até 16 mm) - (Joaninha até jabuticada)	
	AR = Areia (0,06 até 2 mm) - (Arenosa - até o tamanho de Joaninha)	100
	FN = Finos (Silte / Argila / Lama - Não arenosa)	100
(B) BIOL.	AC = Argila consolidada (Hardpan) - Substrato Fino consolidado, firme	0
	BF = Banco de Folhas (e Galhos Pequenos)	
	SF = Serrapielheira Fina (Materia organica particulada)	
	MA = Macrófitas	
	AL = Algas	
	RT = Raízes Finas da Mata Ciliar	
	MD = Madeira - (qualquer tamanho)	
OT = Outro (escreva comentário abaixo)		

MEDIDAS DA MARGEM			
	Ângulo da margem 0 - 360	Margem escavada Dist. (m)	Obs.
Esquerda			
Direita			
Largura molhada	XXX.X m		
Largura das barras de canal	XX.X m		
Largura do leito sazonal	XXX.X m		
Altura do leito sazonal	XX.X m		
Altura da incisão	XX.X m		

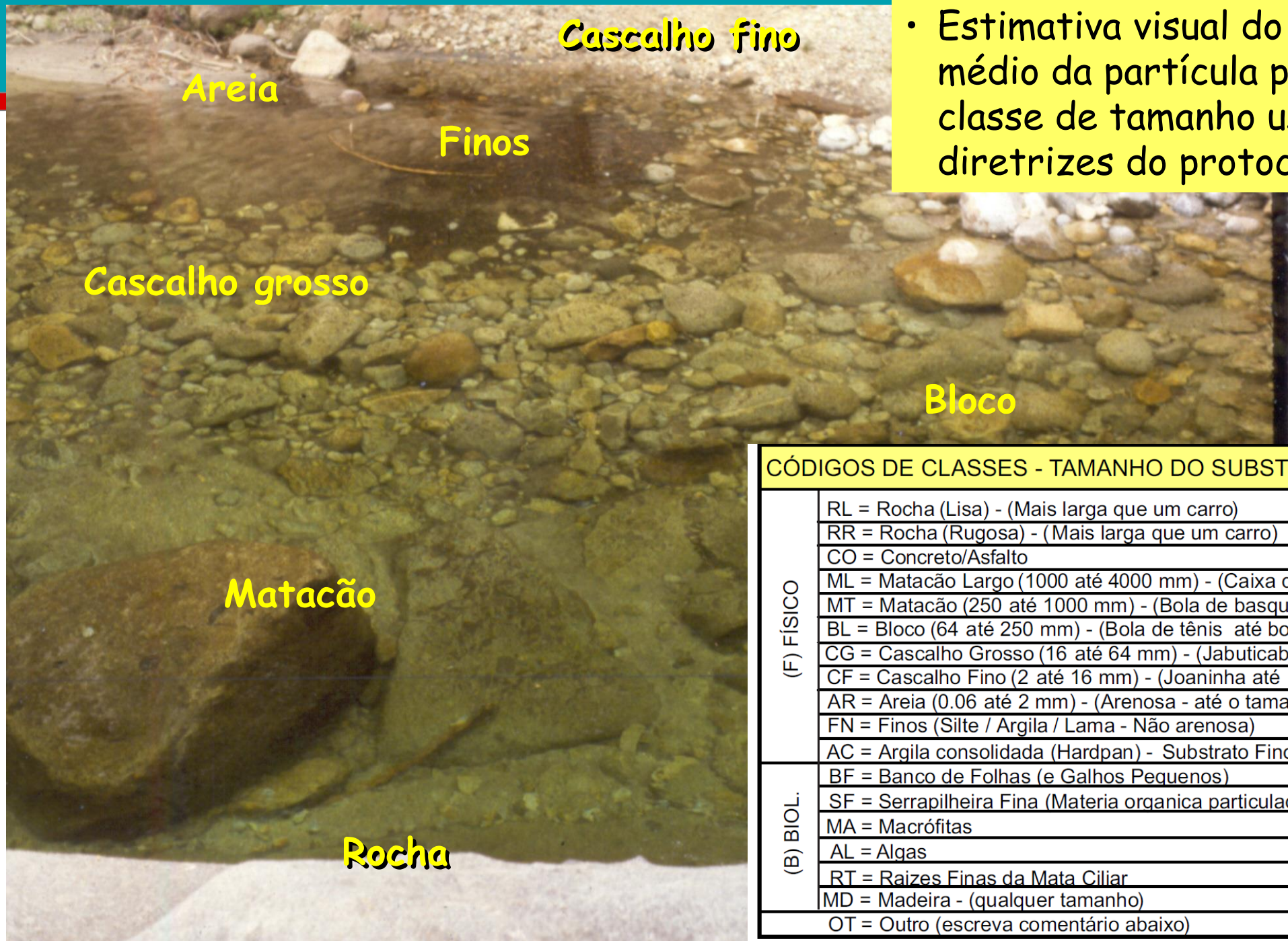
Cód. Tam. Class F (Marcar apenas se o transecto for 100% biológico)

Obs.

Revisado por (iniciais):



Códigos Obs: K = Amostra não coletada; U = Amostra suspeita F1, F2, etc. = obs. feita pela equipe de campo. Explique todas as observações na seção de comentários.



- Estimativa visual do diâmetro médio da partícula padronizado; classe de tamanho usando as diretrizes do protocolo

CÓDIGOS DE CLASSES - TAMANHO DO SUBSTRATO		Imersão (%)
(F) FÍSICO	RL = Rocha (Lisa) - (Mais larga que um carro)	0
	RR = Rocha (Rugosa) - (Mais larga que um carro)	0
	CO = Concreto/Asfalto	
	ML = Matacão Largo (1000 até 4000 mm) - (Caixa d'água até um carro)	
	MT = Matacão (250 até 1000 mm) - (Bola de basquete até caixa d'água)	
	BL = Bloco (64 até 250 mm) - (Bola de tênis até bola de basquete)	
	CG = Cascalho Grosso (16 até 64 mm) - (Jabuticaba até bola de tênis)	
	CF = Cascalho Fino (2 até 16 mm) - (Joaninha até jabuticada)	
	AR = Areia (0.06 até 2 mm) - (Arenosa - até o tamanho de Joaninha)	100
	FN = Finos (Silte / Argila / Lama - Não arenosa)	100
	AC = Argila consolidada (Hardpan) - Substrato Fino consolidado, firme)	0
(B) BIOL.	BF = Banco de Folhas (e Galhos Pequenos)	
	SF = Serrapilheira Fina (Materia organica particulada)	
	MA = Macrófitas	
	AL = Algas	
	RT = Raizes Finas da Mata Ciliar	
	MD = Madeira - (qualquer tamanho)	
	OT = Outro (escreva comentário abaixo)	



Ângulo da margem

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL/ZONA RIPÁRIA - RIACHOS

Revisado por (iniciais): _____



IDENTIFICAÇÃO

TRANSECTO: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
☐ G ☐ H ☐ I ☐ J ☐ K

Canal Lateral ☐

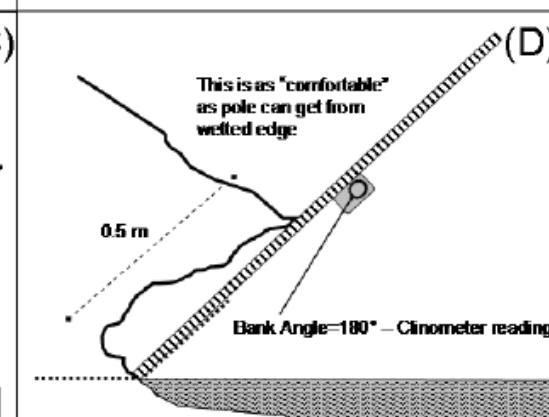
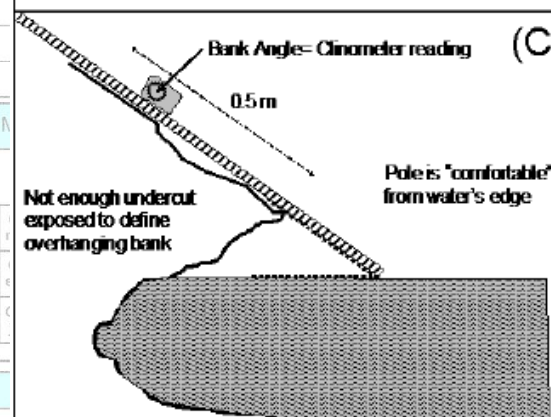
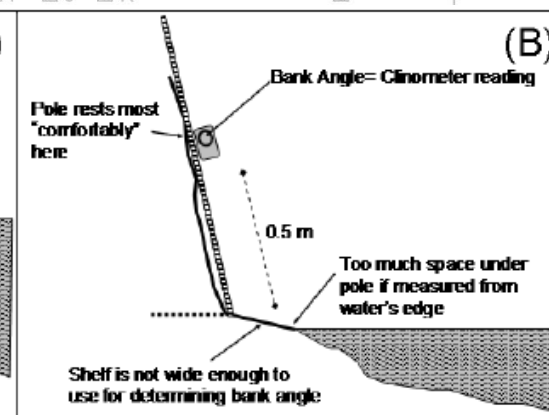
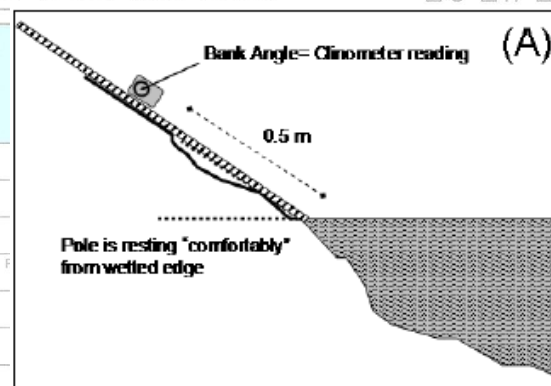
FN = Finos (Silte / Argila / Lama - Não arenosa)
AC = Argila consolidada (Hardpan) - Substrato Fino consolidado, firme
BF = Banco de Folhas (e Galhos Pequenos)
SF = Serrapilheira Fina (Materia organica particulada)
MA = Macrófitas
AL = Algas
RT = Raízes Finas da Mata Ciliar
MD = Madeira - (qualquer tamanho)
OT = Outro (escreva comentário abaixo)

MEDIDAS DA MARGEM

	Ângulo da margem 0 - 360	Margem escavada Dist. (m)	Obs.
Esquerda			
Direita			
Largura molhada	XXX.X m		
Largura das barras de canal	XX.X m		
Largura do leito sazonal	XXX.X m		
Altura do leito sazonal	XX.X m		
Altura da incisão	XX.X m		

Cód. Tam. Class F
(Marcar apenas
se o transecto for
100% biológico)

Obs.



Passagem campo de fogo	0	P	C	B	0	P	C	B
Silvicultura/ desmatamento	0	P	C	B	0	P	C	B
Mineração	0	P	C	B	0	P	C	B

Códigos Obs: K = Amostra não coletada; U = Amostra suspeita F1, F2, etc. = obs. feita pela equipe de campo. Explique todas as observações na seção de comentários.

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL/ZONA RIPÁRIA - RIACHOS

Revisado por (iniciais): _____

IDENTIFICAÇÃO
DO PONTO (ID): _____

DATA: ____/____/____

TRANSECTO: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F

Canal Lateral

☐ G ☐ H ☐ I ☐ J ☐ K☐

INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL

	Dist. M. Esq. XX.XX m	Prof. XXX cm	Código Tam. clas.	Imers 0-10
ESQ				
C.ESQ				
CENT				
C.DIR				
DIR				

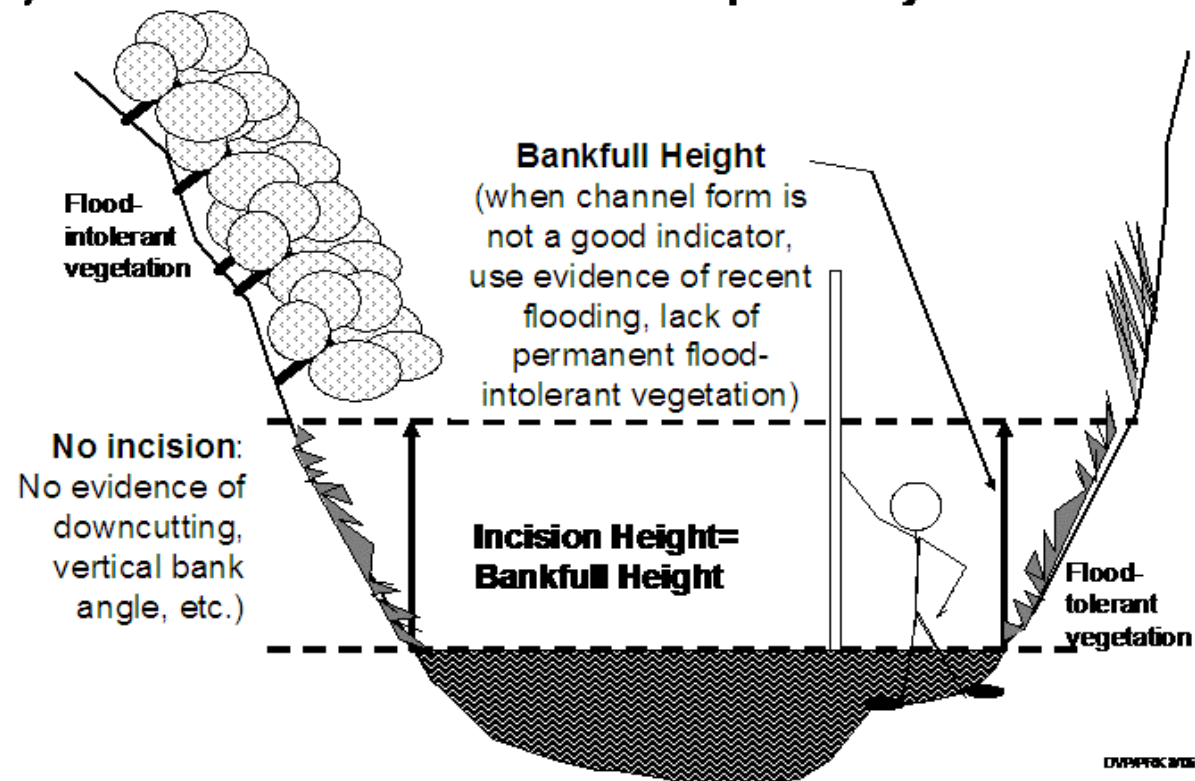
CÓDIGOS DE CLASSES - TAMANHO DO SUBSTRATO

(F) FÍSICO	RL = Rocha (Lisa) - (Mais larga que um carro)
	RR = Rocha (Rugosa) - (Mais larga que um carro)
	CO = Concreto/Asfalto
	ML = Matação Largo (1000 até 4000 mm) - (Caixa d'água)
	MT = Matação (250 até 1000 mm) - (Bola de basquete até)
(B) BIOL.	BL = Bloco (64 até 250 mm) - (Bola de tênis até bola de)
	CG = Cascalho Grosso (16 até 64 mm) - (Jabulicaba até)
	CF = Cascalho Fino (2 até 16 mm) - (Joaninha até jabuti)
	AR = Areia (0.06 até 2 mm) - (Arenosa - até o tamanho d
	FN = Finos (Silte / Argila / Lama - Não arenosa)
	AC = Argila consolidada (Hardpan) - Substrato Fino cons
	BF = Banco de Folhas (e Galhos Pequenos)
	SF = Serrapilheira Fina (Materia orgânica particulada)
	MA = Macrófitas
	AL = Algas
	RT = Raízes Finas da Mata Ciliar
	MD = Madeira - (qualquer tamanho)
	OT = Outro (escreva comentário abaixo)

MEDIDAS DA MARGEM

	Ângulo da margem 0 - 360	Margem escavada Dist. (m)	Obs.
Esquerda			
Direita			
Largura molhada XXX.X m			
Largura das barras de canal XX.X m			
Largura do leito sazonal XXX.X m			
Altura do leito sazonal XX.X m			
Altura da incisão XX.X m			

B) Small stream constrained in V-shaped valley



Condicionamento	0	P	C	B	0	P	C	B
Silvicultura/desmatamento								
Mineração								



Largura molhada	XXX.X m		
Largura das barras de canal	XX.X m		
Largura do leito sazonal	XXX.X m		
Altura do leito sazonal	XX.X m		
Altura da incisão	XX.X m		



Cód. Tam. Class F (Marcar apenas se o transecto for 100% biológico)	Centro a montante		Centro a direita
	Centro a esquerda		Esquerda
	Centro a jusante		Direita
Obs.	Comentário		

RIA - RIACHOS

Revisado por (iniciais):

TRANSECTO: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I ☐ J ☐ K ☐ Canal Lateral ☐



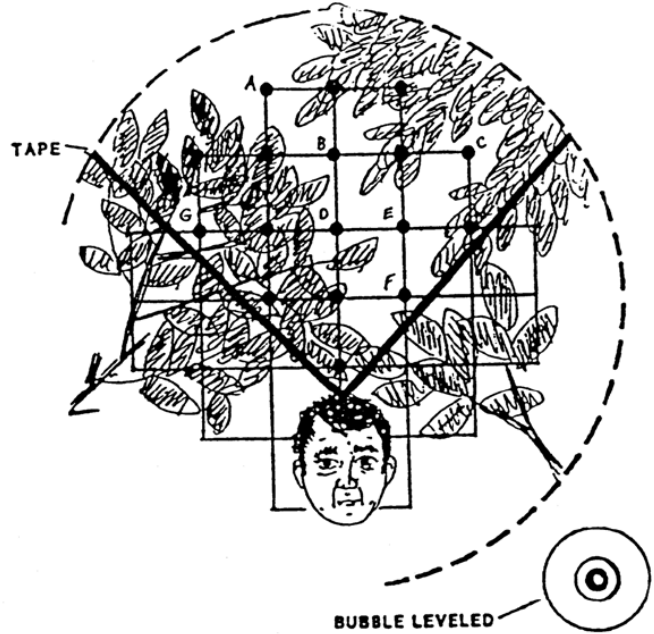
Cobertura de dossel

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID):

DATA:

INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL						
	Dist. M. Esq. XX.XX m	Prof. XXX cm	Código Tam. clas.	Imersão 0-100%	Tipo B / F	Obs.
ESQ						
C.ESQ						
CENT						
C.DIR						
DIR						



Altura da incisão XX.X m



Estruturas Artificiais	0	1	2	3	4
------------------------	---	---	---	---	---

MEDIDAS DA COBERTURA DO DOSSEL

DENSÍMETRO (0-17Max)

Obs.		Obs.	
Centro a montante		Centro a direita	
Centro a esquerda		Esquerda	
Centro a jusante		Direita	

Comentário

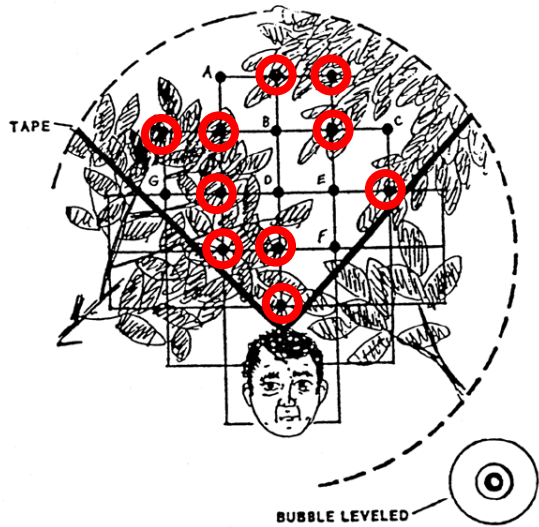
Revisado por (iniciais):

F

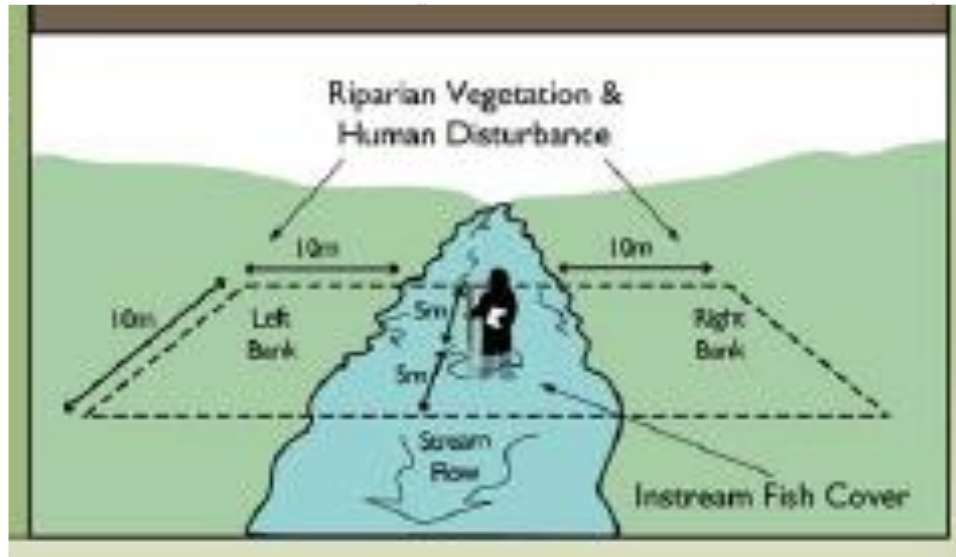
Canal Lateral

0%						
<10%						
10-40%						
40-75%						
Denso (>75%)						
Esquerda						
Margem Direita						
Obs.						
até 1 m altura)						
4	0	1	2	3	4	
4	0	1	2	3	4	
até 5 m altura)						
4	0	1	2	3	4	
4	0	1	2	3	4	
altura (<0.5 m altura)						
4	0	1	2	3	4	
4	0	1	2	3	4	
4	0	1	2	3	4	

- INFLUÊNCIA HUMANA
- Muro/dique/C gabião/bar
- Constru
- Estrada c ou casca
- Rodovia/f
- Can (Captação/
- Entulho
- Parque/G
- Plantações
- Pastag campo d
- Silvicult desmata
- Minera



Códigos Obs: K = Amostra não coletada; U = Amostra suspeita F1, F2, etc. = obs. feita pela equipe de campo. Explique todas as observações na seção de comentários.



• Vegetação

- Dossel
- Sub-bosque
- Rasteira

Largura molhada XXX.X m		
Largura das barras de canal XX.X m		
Largura do leito sazonal XXX.X m		
Altura do leito sazonal XX.X m		
Altura da incisão XX.X m		

• Influência Humana

- 0 = ausente
- P = > 10m
- C = < 10m
- B = na margem

A - RIACHOS

TRANSECTO: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I ☐ J ☐ K ☐ Canal Lateral ☐

ESTIMATIVAS VISUAIS DA ZONA RIPÁRIA		0 = Ausente (0%) 1 = Esparsa (<10%) 2 = Médio (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito Denso (>75%)	
COBERTURA VEG. DA ZONA RIPÁRIA	Margem Esquerda	Margem Direita	Obs.
Dossel (>5 m altura)			
Árvores GRANDES (DAP >0.3 m)	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Árvores PEQUENAS (DAP <0.3 m)	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Sub-bosque (0.5 até 5 m altura)			
Arbustos lenhosos & mudas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Vegetação Rasteira (<0.5 m altura)			
Arbustos lenhosos & mudas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
Solo sem cobertura vegetal ou serrapilheira	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	
INFLUÊNCIA HUMANA	0 = Ausente P = >10 m C = < 10 m B = Na margem		Obs.
Muro/dique/Canalização gabião/barramento	0 P C B	0 P C B	
Construções	0 P C B	0 P C B	
Estrada calçada ou cascalhada	0 P C B	0 P C B	
Rodovia/Ferrovia	0 P C B	0 P C B	
Canos (Captação/descarga)	0 P C B	0 P C B	
Entulho/Lixo	0 P C B	0 P C B	
Parque/Gramado	0 P C B	0 P C B	
Plantações de Grãos	0 P C B	0 P C B	
Pastagem/campo de feno	0 P C B	0 P C B	
Silvicultura/desmatamento	0 P C B	0 P C B	
Mineração	0 P C B	0 P C B	

Influência humana



Perfil logitudinal

Habitat Físico: PERFIL LONGITUDINAL & PEDAÇOS DE MADEIRA DO RIACHO

Revisado por (iniciais): _____

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____

DATA: ____/____/____

TRANSECTO: ☐ A-B ☐ B-C ☐ C-D ☐ D-E ☐ E-F ☐ F-G ☐ G-H ☐ H-I ☐ I-J ☐ J-K

PERFIL LONGITUDINAL						SOMENTE p/ os transectos A e B:				Incremento (m) X.X:	Comprimento total do trecho (m):	
TRAN- SECTO	PROFUNDIDADE DO TALVEGUE (cm) (XXX)	LARGURA MOLHADA (m) (XXX.X)	LARGURA DAS BARRAS DE CANAL 1		SEDIMENTOS PEQUENOS < CASCALHO	CÓDIGO DA UNIDADE DO CANAL	CÓDIGO DA FORMA DA PISCINA	CANAL LATERAL	BACK- WATER	OBS.	COMENTÁRIOS	
			Presente	XX.X								
0			S	N	S	N		S	N	S	N	
1			S	N	S	N		S	N	S	N	
2			S	N	S	N		S	N	S	N	
3			S	N	S	N		S	N	S	N	
4			S	N	S	N		S	N	S	N	
5			S	N	S	N		S	N	S	N	
6			S	N	S	N		S	N	S	N	
*7			S	N	S	N		S	N	S	N	
8			S	N	S	N		S	N	S	N	
9			S	N	S	N		S	N	S	N	
10			S	N	S	N		S	N	S	N	
11			S	N	S	N		S	N	S	N	
12			S	N	S	N		S	N	S	N	
13			S	N	S	N		S	N	S	N	
14			S	N	S	N		S	N	S	N	

SUBSTRATO

Transecto 7

ESQ

C.ESQ

CENT

C.DIR

DIR

OBS.

OBS.

COMENTÁRIOS (para SUBSTRATO e PGM)

CÓDIGOS DAS CLASSES DO TAMANHO DO SUBSTRATO

RL = Rocha (lisa) - (mais larga que um carro)
RR = Rocha (rugosa) - (mais larga que um carro)
CO = Concreto/ Asfalto
ML = Matação largo (1000 até 4000 mm) - (Caixa d'água até um carro)
MT = Matação (250 até 1000 mm) - (Bola de basquete até caixa d' água)
BL = Bico (64 TO 250 mm) - (Bola de tênis até bola de basquete)
CG = Cascalho grosso (16 até 64 mm) - (Jabuticaba até bola de tênis)
CF = Cascalho fino (2 até 16 mm) - (Joaninha até jabuticaba)
AR = Areia (0.06 até 2 mm) - (Arenosa - até o tamanho da joaninha)

FN = Silte/Argila/Lama - (não arenosa)
AC = Argila consolidada (Hardpan) - Substrato Fino, consolidado
BF = Banco de Folhas e Galhos Pequenos
SF = Serrapilheira Fina (Materia Organica Particulada)
AL = Algas
MA = Macrófitas
RT = Raízes Finas da Mata Ciliar
MD = Madeira -(qualquer tamanho)
OT = Outro (escreva comentário no verso)

COD. DA PISCINA

N = Não é uma piscina
W = Pedrações grandes de madeira
R = Raiz
B = Matação ou rocha
F = Desconhecido, fluvial
COMBINAÇÕES ex. WR, BR, WRB

COD. DAS UNIDADES DO CANAL

PP = Piscina após queda d'água
PT = Piscina entricheirada no meio do canal
PL = Piscina formada pela margem
PB = Piscina formada por remanso
PD = Piscina formada por represamento
GL = Fluxo suave
RI = Corredeira
RA = Rápido
CA = Cascata
FA = Queda
DR = Canal seco

Seção transversal principal

Transectos intermediários

Final do trecho amostrado

Perfil do talvegue

MAIOR

1.5-5m

5-15m

>15m

1.5-5m

5-15m

>15m

0.1-0.3 m

0.3-0.6 m

0.6-0.8 m

>0.8 m

Seção



Habitat Físico: DECLIVIDADE & DIREÇÃO- RIACHOS

Revisado por (Iniciais): _____

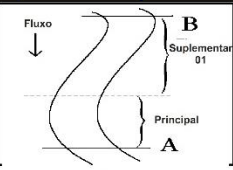
IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____

DATA: ____/____/____

PRINCIPAL (sempre usado)				SUPLEMENTAR - 01			SUPLEMENTAR - 02			OBS.
TRANSECTO & MÉTODO	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPOR-ÇÃO %	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPOR-ÇÃO %	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPOR-ÇÃO %	
Marque o método para cada Transecto	Marque as unidades para cada Transecto									
A < B ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
B < C ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
C < D ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
D < E ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
E < F ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
F < G ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
G < H ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
H < I ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
I < J ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									
J < K ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm									

OBS.

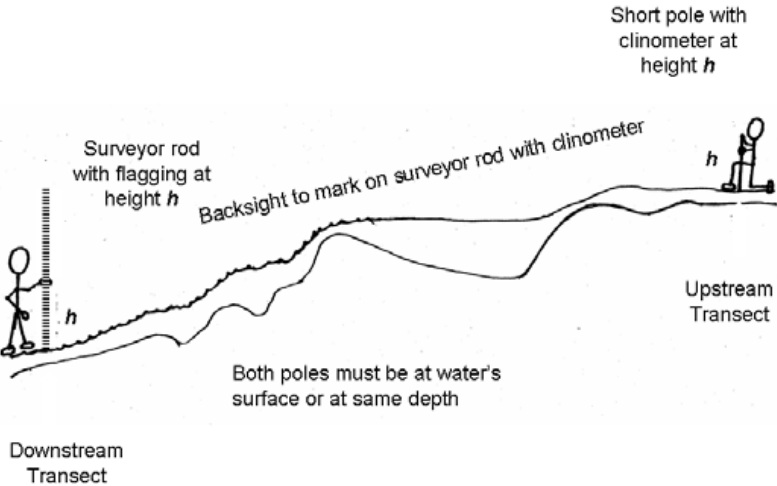
COMENTÁRIOS



Habitat Físico: DECLIVIDADE & DIREÇÃO- RIACHO

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____ DATA: ____/____/____

PRINCIPAL (sempre usado)				SUPLEMENTAR - 01		
TRANSECTO & MÉTODO	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPOR-ÇÃO %	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPOR-ÇÃO %
A < B	Marque o método para cada Transecto ☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	Marque as unidades para cada Transecto ☐ % ☐ cm				
B < C	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
C < D	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
D < E	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
E < F	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
F < G	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
G < H	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
H < I	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
I < J	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				
J < K	☐ CL ☐ TR ☐ HL ☐ WT ☐ LA ☐ Other	☐ % ☐ cm				



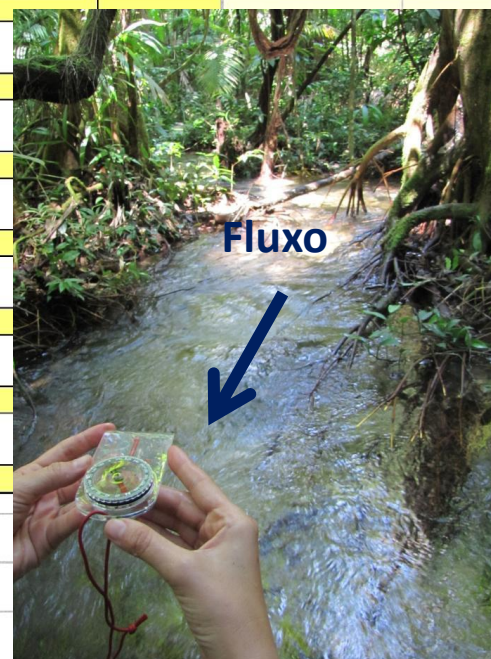
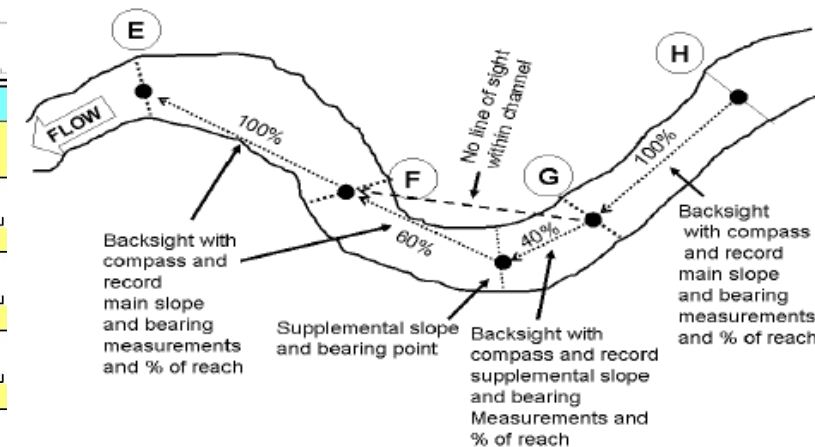
OBS.

COMEN

Sinuosidade

Habitat Físico: DECLIVIDADE & DIREÇÃO- RIACHOS

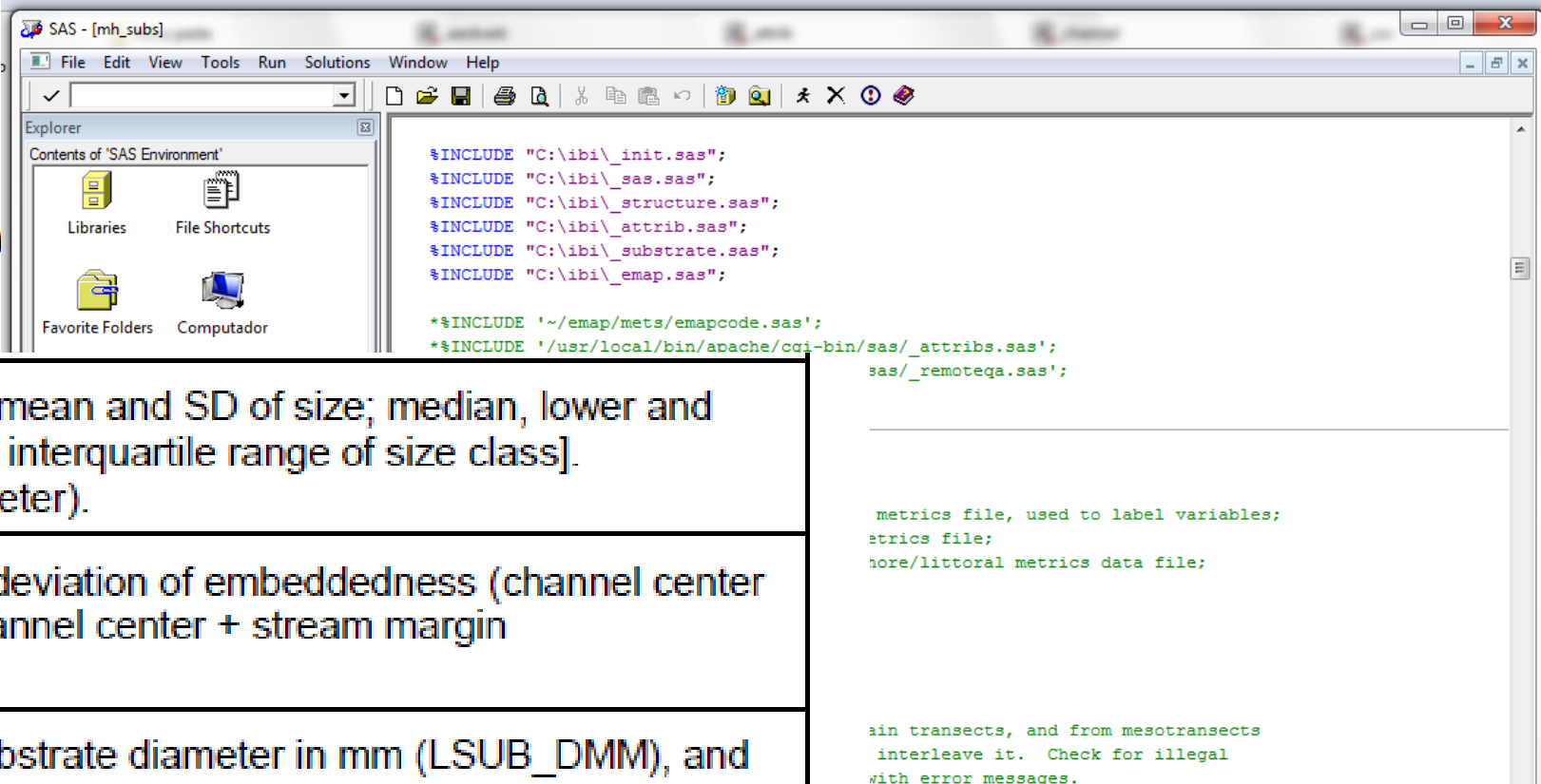
IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____				DATA: ____/____/____			
PRINCIPAL (sempre usado)				SUPLEMENTAR - 01			
TRANSECTO & MÉTODO		Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPORÇÃO %	Decliv.(%) ou Elev. Diferencial. (cm)	ANGULO 0 - 359	PROPORÇÃO %
Marque o método para cada Transecto		Marque as unidades para cada Transecto					
A < B	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
B < C	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
C < D	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
D < E	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
E < F	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
F < G	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
G < H	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
H < I	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
I < J	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						
J < K	☐ CL ☐ TR	_____ * _____ _____ % _____ cm			_____ * _____		
	☐ HL ☐ WT						
	☐ LA ☐ Other						



OBS.

COMENTÁRIOS

QUANTIFYING PHYSICAL HABITAT IN



<i>sub_bank</i>	Substrate size [% by class, mean and SD of size; median, lower and upper quartiles (Q ₁ Q ₃),and interquartile range of size class]. Log ₁₀ (geometric mean diameter).		
<i>sub_bank</i>	Reach mean and standard deviation of embeddedness (channel center measurements only and channel center + stream margin measurements)		
<i>mhsubs</i> <i>mh_slp</i> <i>mhwdcn</i> <i>mtha</i> <i>mhbkf</i> <i>mhresp</i>	Log ₁₀ of geometric mean substrate diameter in mm (LSUB_DMM), and model estimate of Log ₁₀ mm (LTEST). "Relative" geometric mean substrate diameter	Data file	Reach-Level Metrics Calculated
		<i>thalweg</i>	Mean and standard deviation (SD) of depth, wetted width, Width:Depth ratio, and Width-Depth product.
<i>sub_bank</i>	Mean and SD of bankfull width	<i>thalweg</i>	% of reach in each habitat class.
<i>sub_bank</i>	Mean, SD, Q ₁ and Q ₃ , undercut distance	<i>thalweg</i>	Reach aggregate and individual residual pool metrics.
		<i>thalweg</i>	Mean and SD for reach slope.
		<i>thalweg</i>	Reach sinuosity from backsighted bearings.

Algumas “métricas” geradas

- Dimensões do canal e do leito sazonal:
 - Profundidade média, largura média, área molhada da seção, razão largura/profundidade, raio hidráulico (área/perímetro), declividade das margens, piscinas residuais
- Gradiente e sinuosidade do canal:
 - Declividade do canal, elevação no trecho, sinuosidade do canal

Algumas “métricas” geradas

- Substrato:
 - % Imersão, % finos, % areia, % cascalho, % bloco, % matação, % leito rochoso, diâmetro crítico do sedimento, estabilidade relativa do leito, D50
- Fluxo:
 - % piscinas, % rápidos, % corredeiras, % “fluxo suave”
- Vegetação ripária:
 - Cobertura média do dossel, presença e % de árvores grandes e pequenas, presença e % de vegetação lenhosa, presença e % de vegetação herbácea, % mata ciliar no trecho

Exemplos



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Development and validation of an environmental fragility index (EFI) for the neotropical savannah biome



Diego R. Macedo^{a,b,*}, Robert M. Hughes^c, Philip R. Kaufmann^d, Marcos Callisto^b

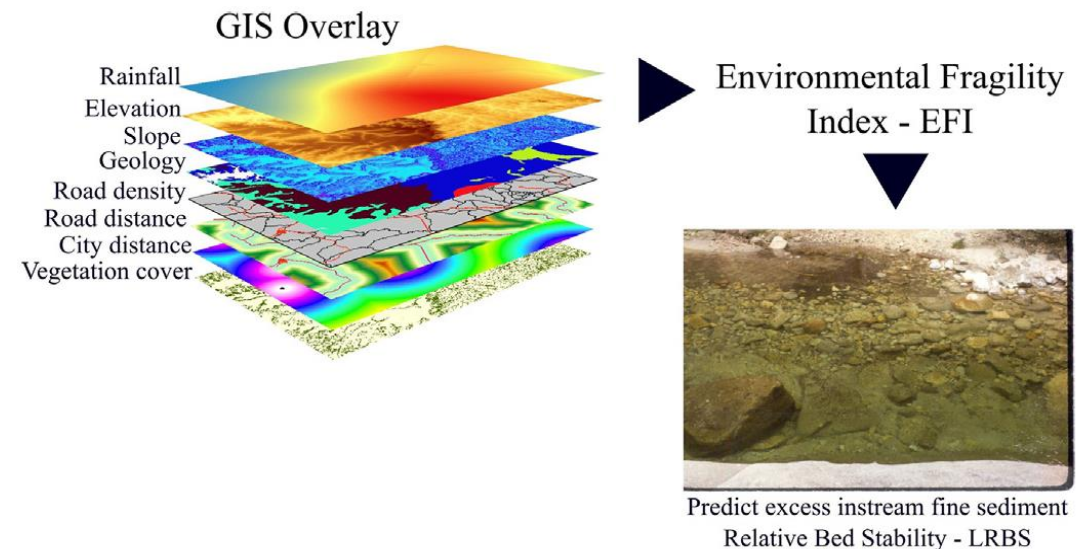
^a Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brazil

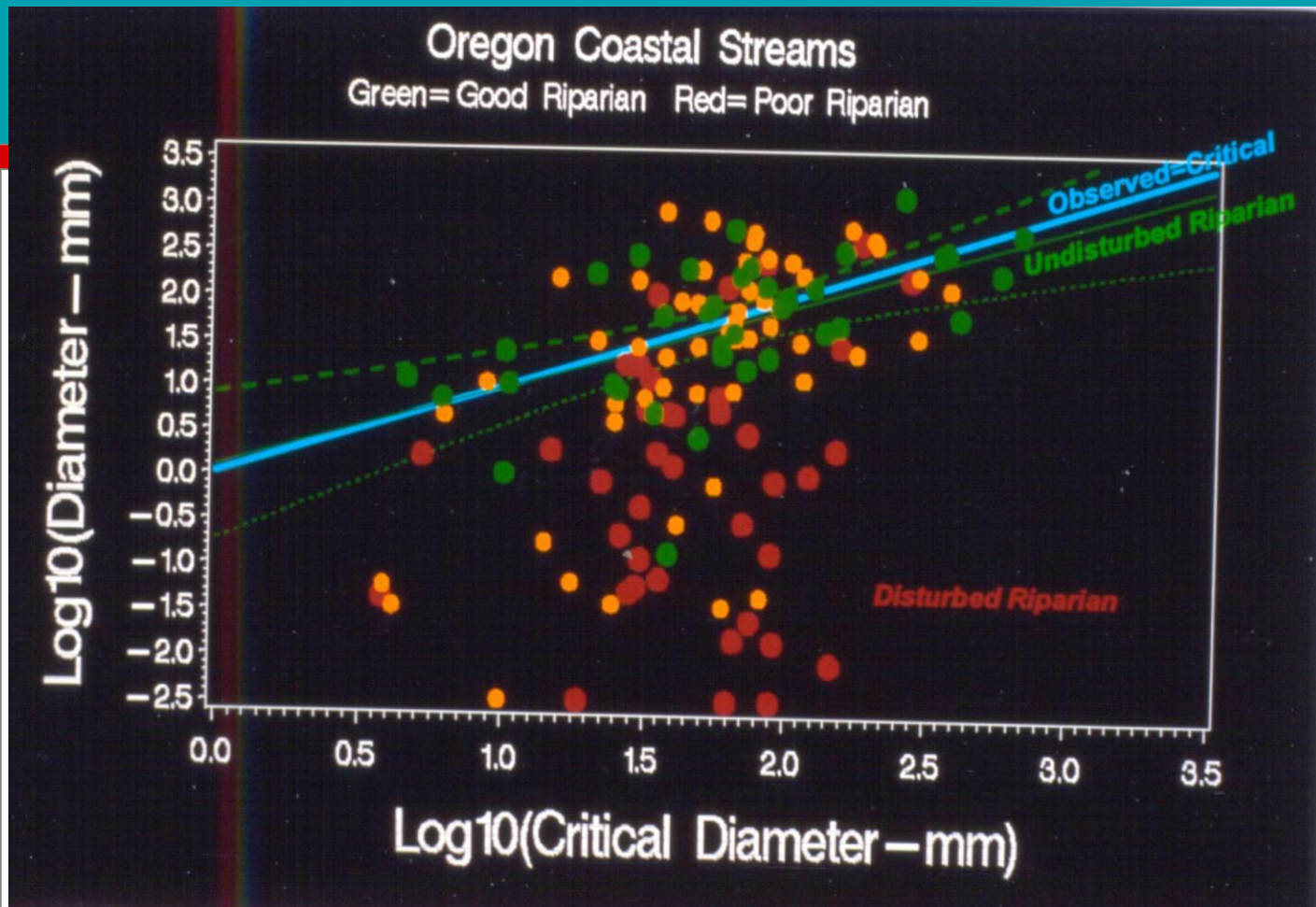
^b Laboratório de Ecologia de Bentos, Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos 6627, CP 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brazil

^c Annis Opes Institute and Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University, 200 SW 35th Street, Corvallis, OR 97333, USA

^d Western Ecology Division, National Health and Environmental Effects Laboratory, Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency, 200 SW 35th Street, Corvallis, OR 97333, USA

- Índice de fragilidade ambiental construído a partir de camadas espaciais (i.e. vegetação natural, cidades, rodovias, geologia, declividade, precipitação)
- Índice validado com dados “in loco”: excesso de sedimento fino no leito (índice de estabilidade relativa – LRBS)



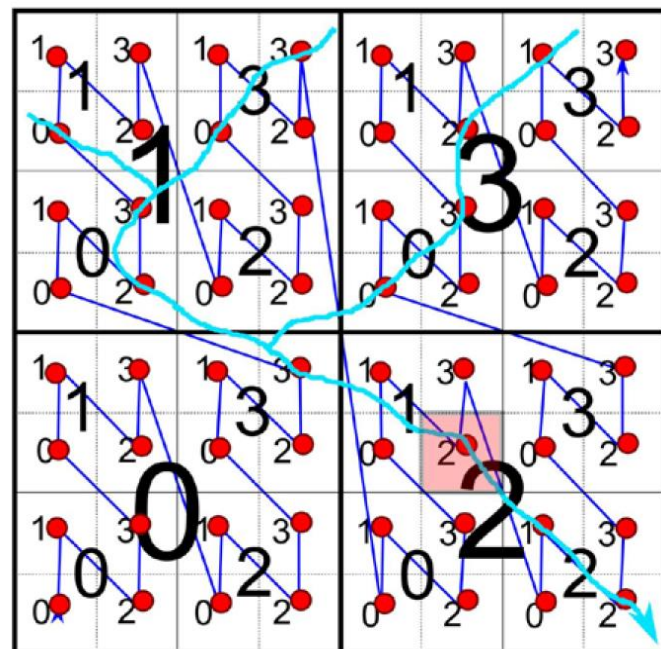


$$LRBS = \log \left(\frac{D_{gm}}{\left[\frac{(\rho_w g R_{bf} S)}{\theta (\rho_s - \rho_w) g} \right]} \right)$$

Onde:

D_{gm} = diâmetro geométrico médio (m);

- Observado vs. "Crítico" (previsto) tamanho médio de partícula no leito que pode se mover
- Linha azul = equilíbrio (transporte = aporte)
- Linha verde = locais de "referência" (baixa perturbação na zona ripária)
- Locais vermelhos = altamente perturbados; tamanho médio de partícula observado menor do que o crítico (excesso de "finos")



Desenho aleatório
espacialmente balanceado

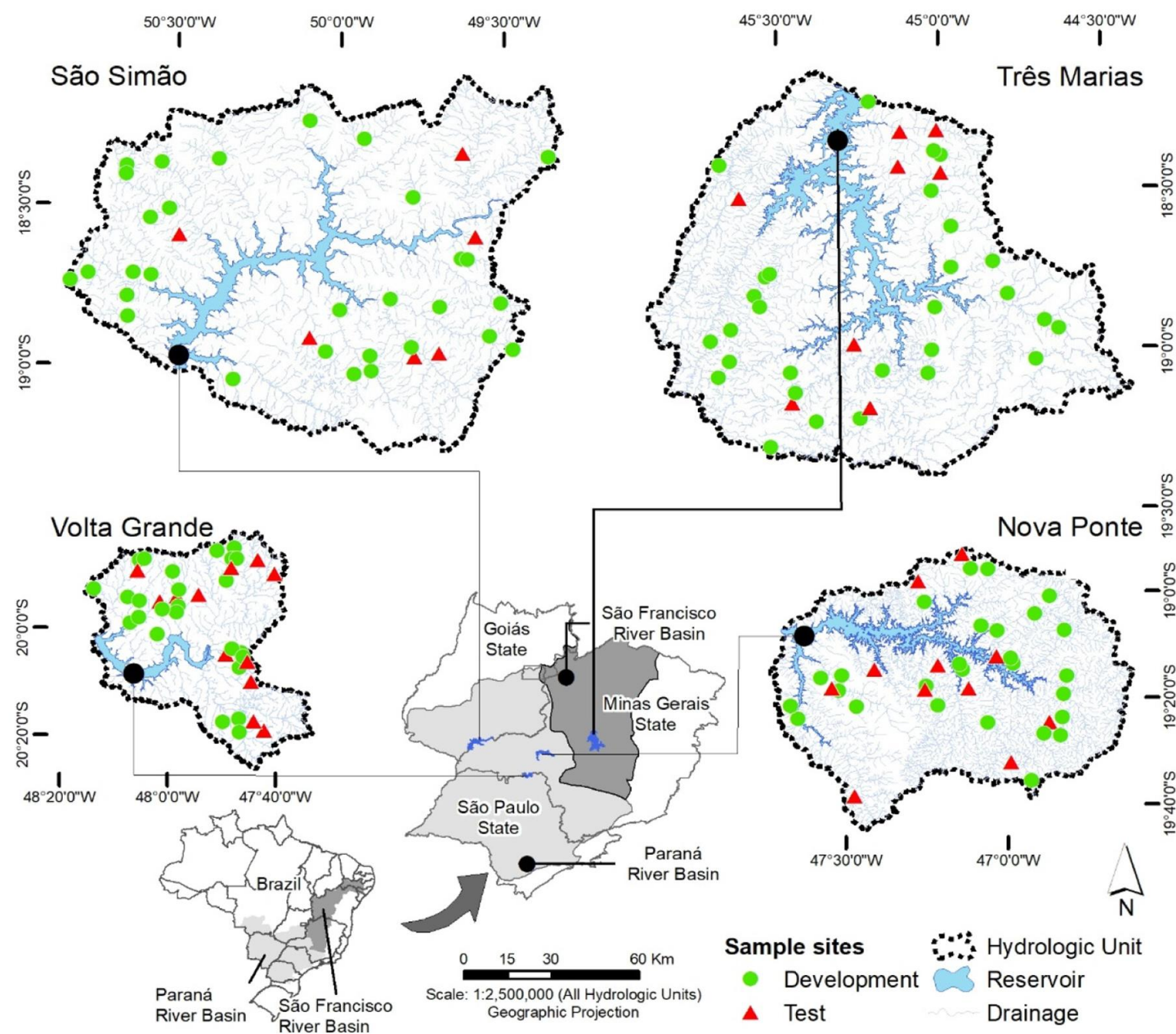
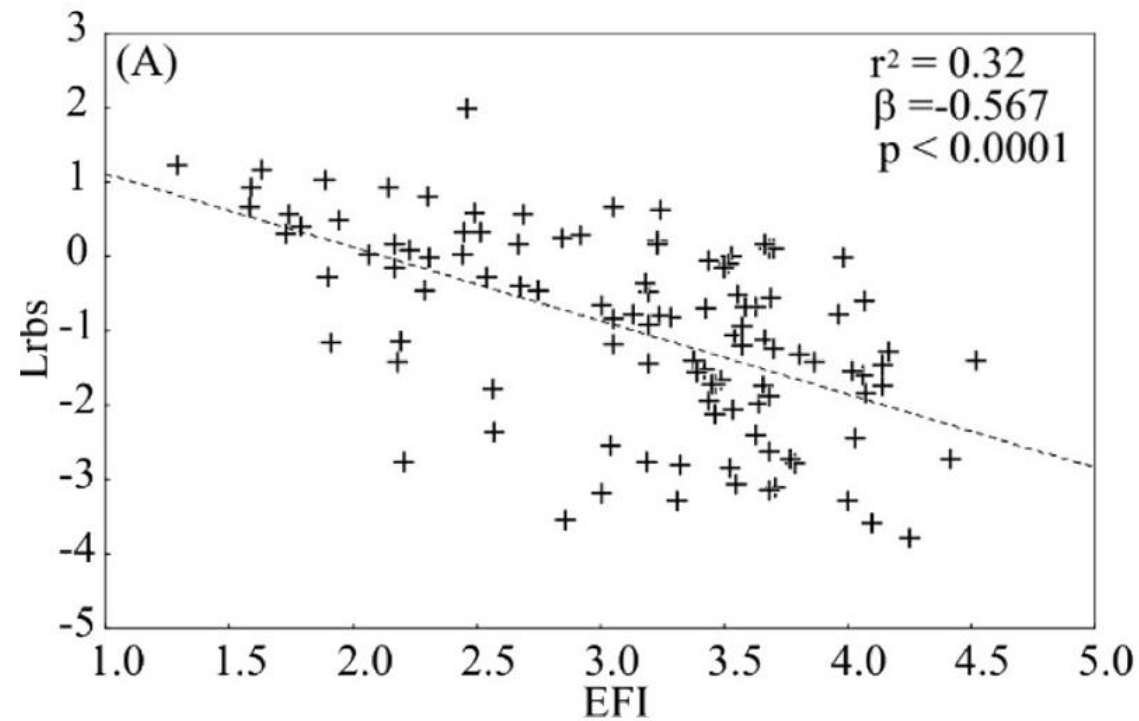


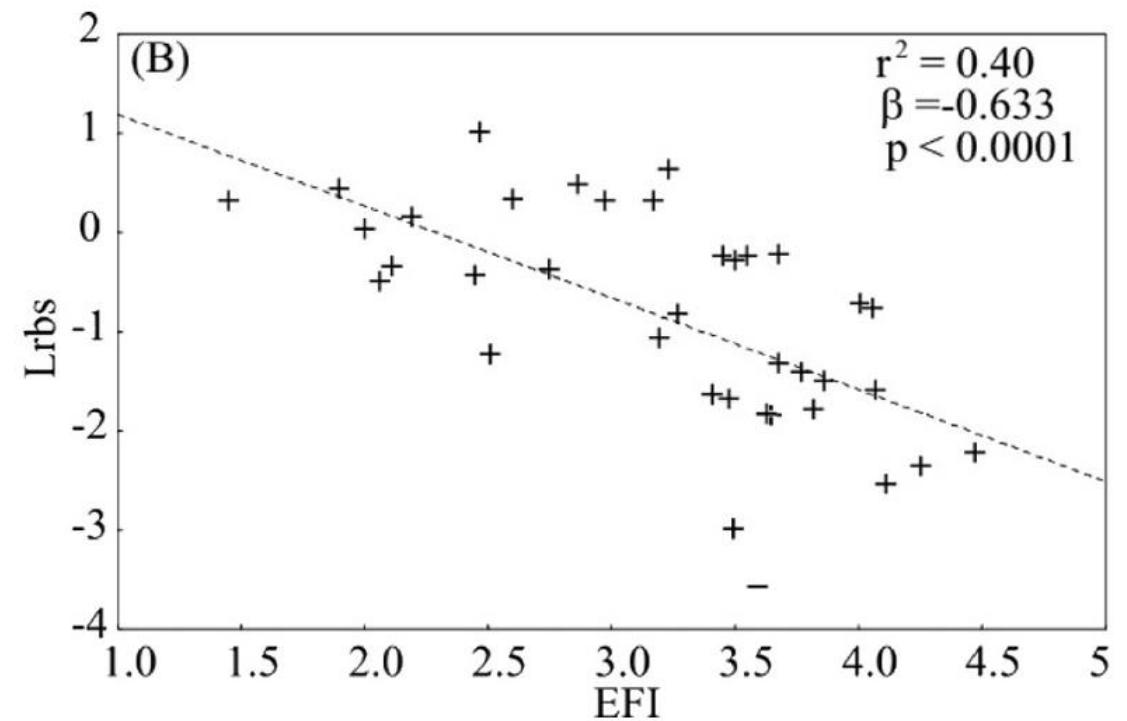
Fig. 1. Locations of the studied hydrologic units and sampling sites.

Estabilidade do leito vs fragilidade ambiental

D.R. Macedo et al. / Science of the Total Environment 635 (2018) 1267–1279



Treinamento



Teste

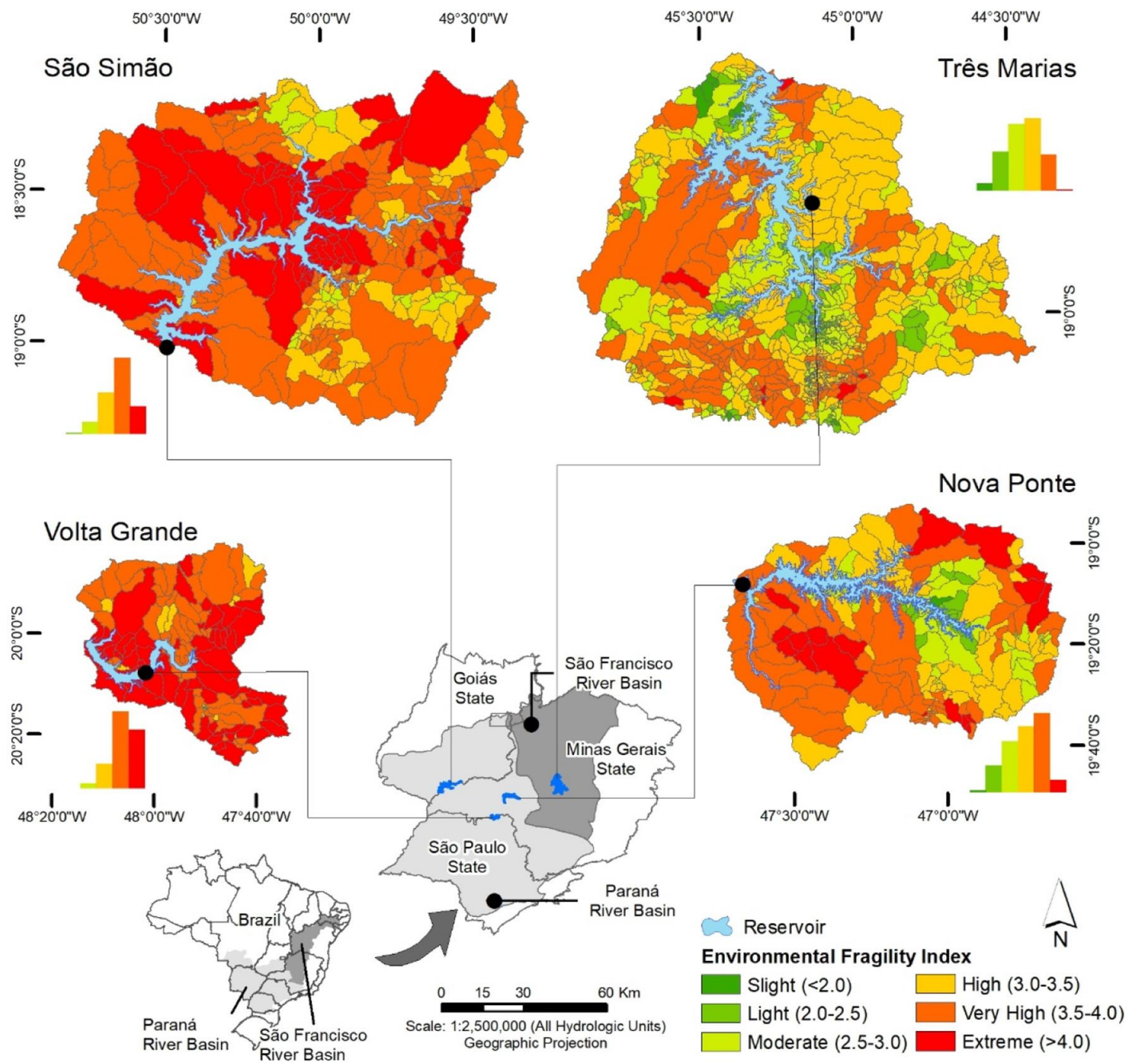
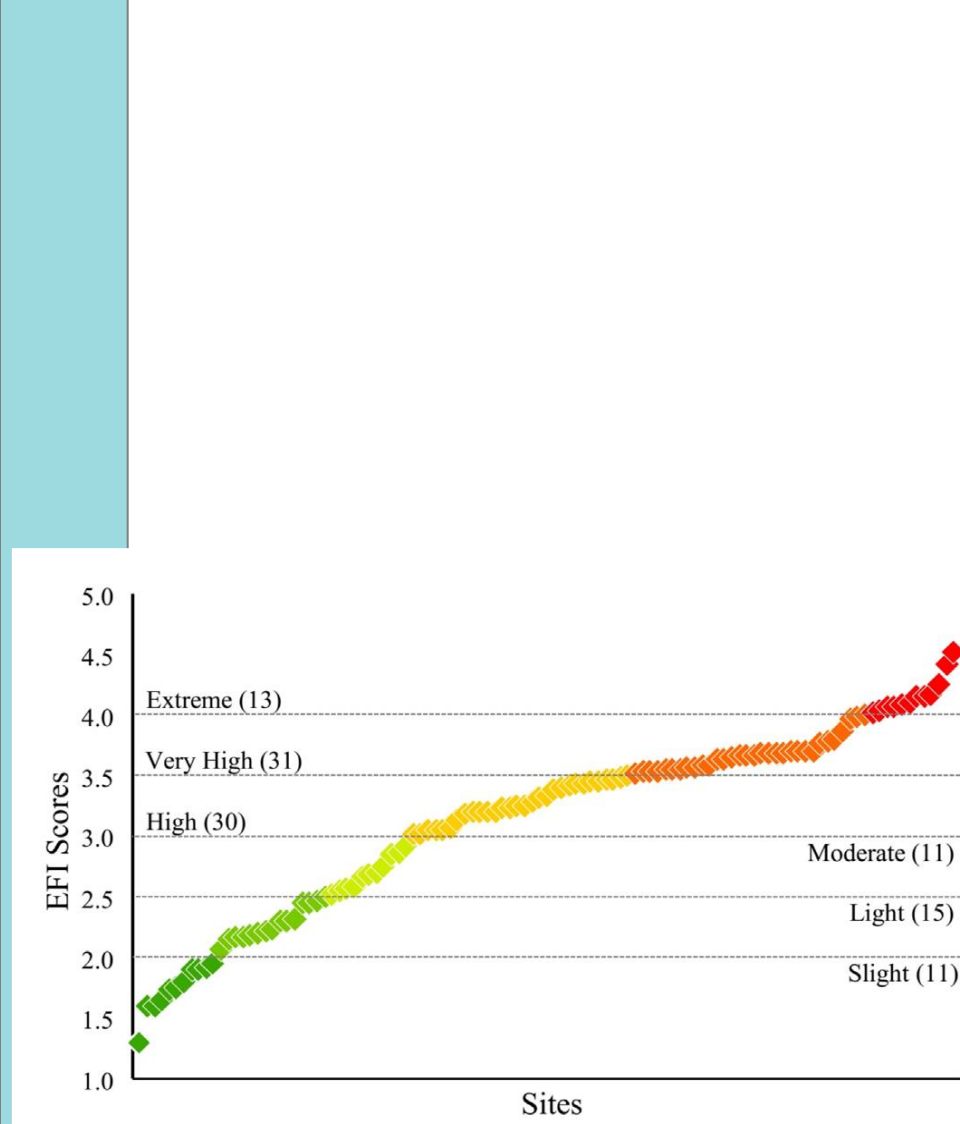
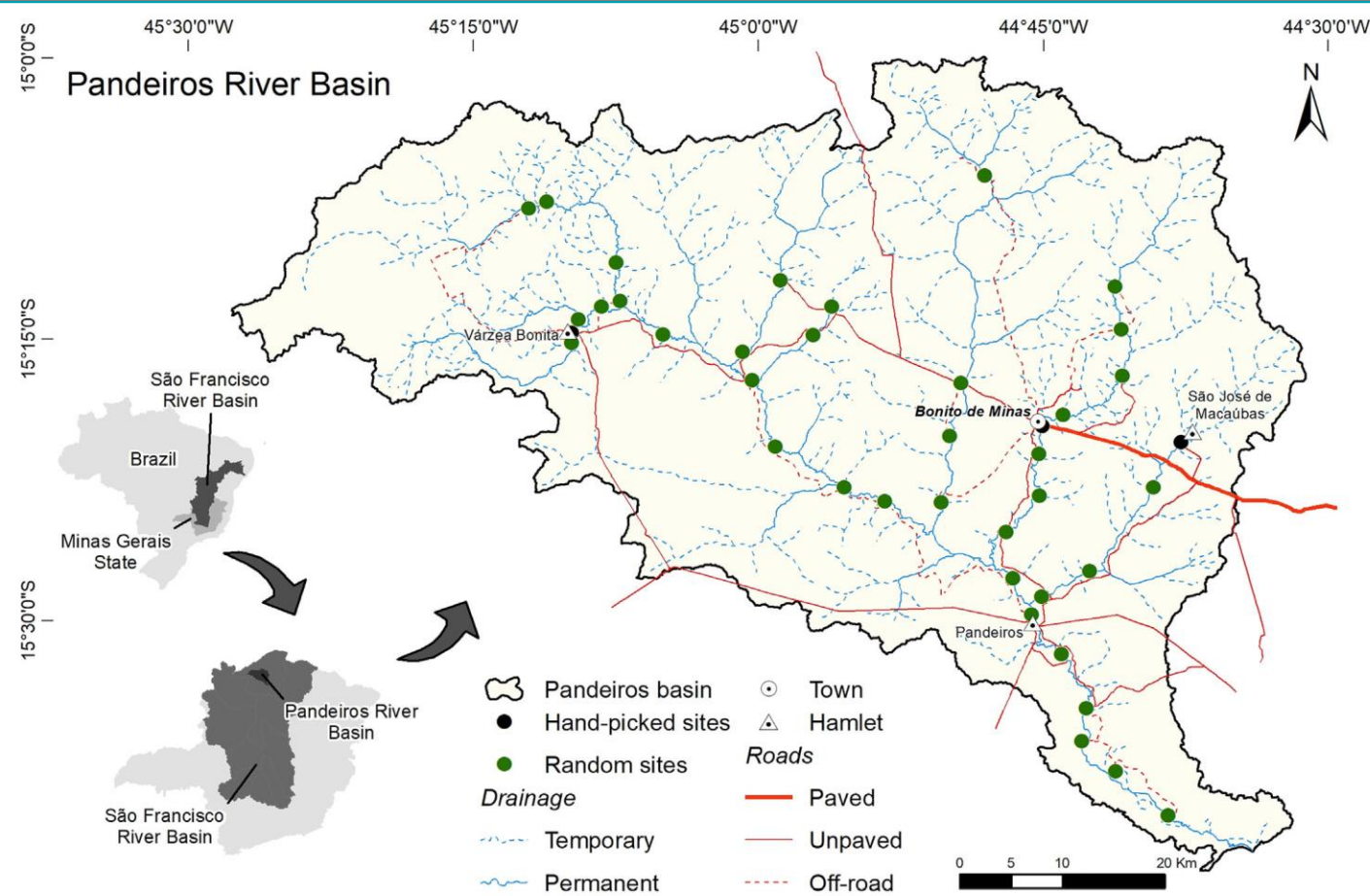


Fig. 3. Site cumulative distribution frequency and classification of environmental fragility index (EFI) scores across 111 catchments. Number of sites in parentheses.



Accepted: 15 April 2021

WILEY

FIGURE 1 Location of sample sites in the Pandeiros River basin, Minas Gerais [Color figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com)]

Major risks to aquatic biotic condition in a Neotropical Savanna River basin

Isabela Martins¹ | Diego Rodrigues Macedo² | Robert Mason Hughes^{3,4} | Marcos Callisto¹

- Avaliação do impacto de estressores antropogênicos sobre comunidades aquáticas
- Amostragem espacialmente balanceada, que permite inferir a “extensão” dos estressores

Hàbitats Físico

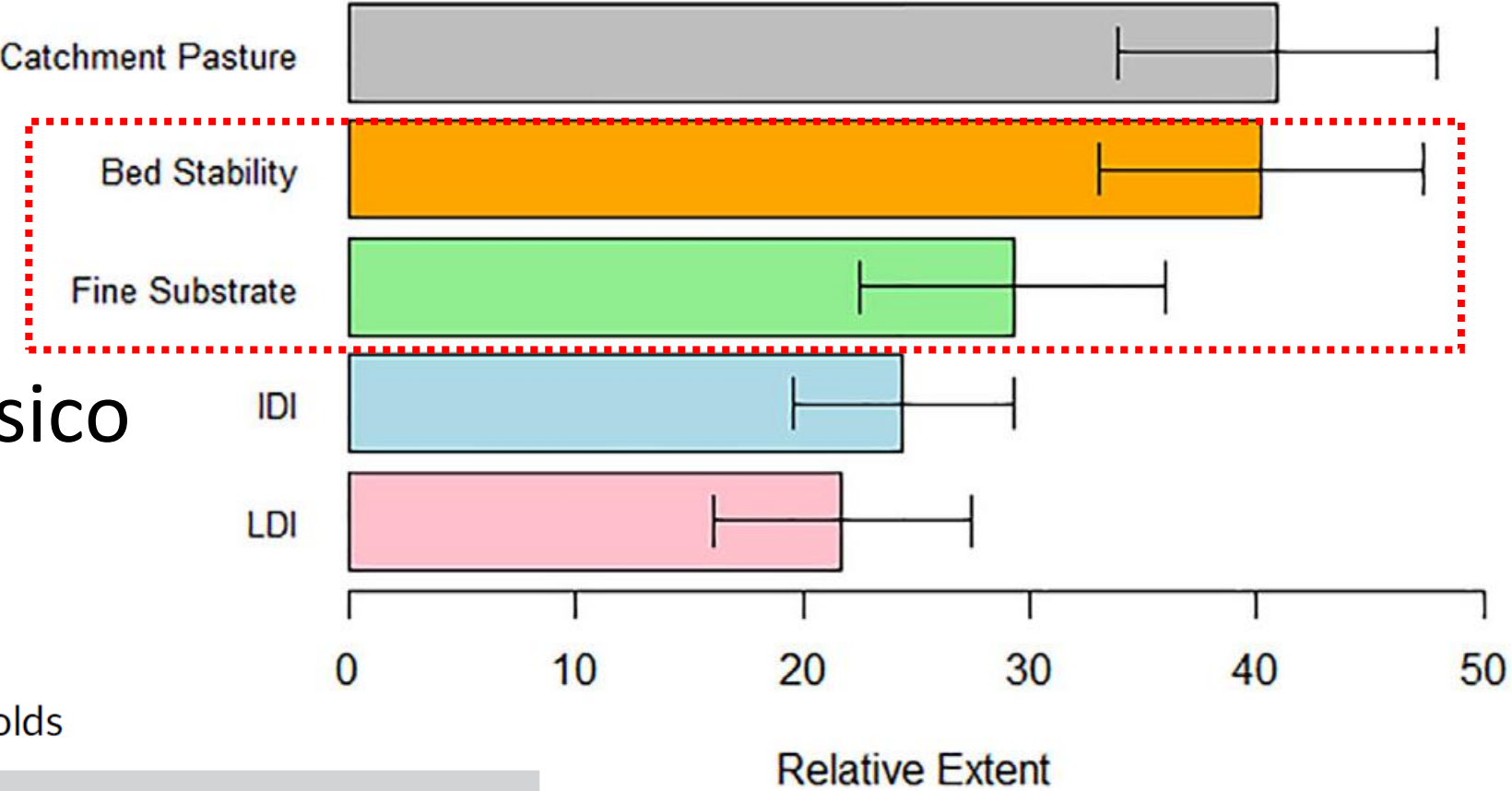


TABLE 2 Disturbance metric thresholds

	Good	Not-good
% Fines (substrates <16 mm)	≤93	>93
Local disturbance index (LDI)	≤1	>1
Bed stability	≥−1.5	<−1.5
% Pasture (in the total watershed)	≤40%	>40%
Integrated disturbance index (IDI)	≤0.23	>0.23

Referencias

- Clifford et al, 2006. Physical habitat, eco-hydraulics and river design: a review and re-evaluation of some popular concepts and methods. *Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 16: 389–408
- Hughes, R. M.; Kaufmann, P. R. & Weber, M. H., 2011. National and regional comparisons between Strahler order and stream size. *Journal of the North American Benthological Society*, 30(1): 103–121
- Kaufmann et al, 1999. Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams. EPA/620/R-99/003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.)
- Kaufmann, P. R.; Faustini, J. M.; Larsen, D. P. & Shirazi, M. A., 2008. A roughness-corrected index of relative bed stability for regional stream surveys. *Geomorphology*, 99(1–4): 150–170
- Kaufmann, P. R.; Larsen, D. P. & Faustini, J. M., 2009. Bed stability and sedimentation associated with human disturbances in Pacific Northwest streams. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 45(2): 434–459
- Macedo, D. R.; Hughes, R. M.; Kaufmann, P. R. & Callisto, M., 2018. Development and validation of an environmental fragility index (EFI) for the neotropical savannah biome. *Science of The Total Environment*, 635: 1267–1279
- Macedo, D. R.; Hughes, R. M.; Ligeiro, R.; Ferreira, W. R.; Castro, M. A.; Junqueira, N. T.; Oliveira, D. R.; Firmiano, K. R.; Kaufmann, P. R.; Pompeu, P. S. & Callisto, M., 2014. The relative influence of catchment and site variables on fish and macroinvertebrate richness in Cerrado biome streams. *Landscape Ecology*, 29(6): 1001–1016
- Martins, I.; Macedo, D. R.; Hughes, R. M. & Callisto, M., 2021. Major risks to aquatic biotic condition in a Neotropical Savanna River basin. *River Research and Applications*, (October 2020): rra.3801, ISSN: 1535-1459
- Thomson et al, 2001. Geomorphological framework for river characterization and habitat assessment. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 11: 373–389