



**UNIDADES MORFOLÓGICAS DE CANAL EM DRENAGENS DE BAIXA
ORDEM NO PLANALTO BASÁLTICO DA BACIA DO PARANÁ: CÓRREGO
GUAVIRÁ, MARECHAL CÂNDIDO RONDON (PR).**

Oscar V. Q. FERNANDEZ

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Marechal C. Rondon
– Colegiado do curso de Geografia - Rua Pernambuco, 1777 – Marechal Cândido Rondon
(PR) – 85960-000 – E-mail: fernandez@unioeste.br

Marcos Alexandre ARNDT

Acadêmico do curso de geografia – Unioeste – Campus de Marechal Cândido Rondon.

Palavras chave: Morfologia de leito; Canais de baixa ordem; Marechal Cândido Rondon
Eixo Temático: Geomorfologia em áreas urbanas.

INTRODUÇÃO

As características físicas e ecológicas dos cursos fluviais ao longo do perfil longitudinal podem ser classificadas em categorias de acordo com as escalas espaciais consideradas. Em cada escala, as feições devem ser ordenadas em grupos tendo como base suas similaridades (Allen, 1968; Frissel et al., 1986; van Niekerk et al., 1995; Rowntree & Wadeson, 1997).

Como exemplo, pode ser citada a classificação de van Niekerk *et al.* (1995) que agrupa hierarquicamente os segmentos dos canais fluviais nas seguintes categorias: unidade morfológica de canal, tipo de canal, trecho, macro-trecho, zona, sistema fluvial e bacia hidrográfica. A *unidade morfológica de canal* representa *micro-habitat* no leito fluvial cujos comprimentos podem variar de 0,1 a 1 vezes a largura do canal ativo. A associação espacial de unidades morfológicas de canal forma o *tipo de canal*, que podem ter comprimentos entre 1 a 10 vezes a largura do canal ativo. Por sua vez, um *trecho*, incorpora diversos tipos de canal e seu comprimento pode variar de 100 a 1000 vezes a largura do canal ativo. A largura do canal ativo é representada pela vazão que tem uma frequência maior de recorrência, ou seja, aquela vazão que ocorre pelo menos 1 ou 2 por ano (Wood-smith, 1996). O *macro-trecho* reúne trechos com características geológicas, hidrológicas, sedimentológicas e botânicas similares. O afloramento de diversos tipos de



rochas delimita segmentos do canal com gradientes diferentes denominadas *zonas*. A categoria *sistema fluvial* incorpora a extensão total do canal fluvial incluindo todas as zonas. A categoria *bacia* abrange as áreas restantes da bacia hidrográfica que contribui com água e sedimentos para o sistema fluvial.

Quando o leito do córrego é analisado na escala de *tipo de canal*, podem ser reconhecidas diversas unidades morfológicas de canal, de acordo com as características morfológicas e hidráulicas do córrego. Estudando os leitos de córregos nas regiões montanhosas no Estado de Oregon, EUA, Grant *et al.* (1990) definiram quatro unidades: soleiras, depressões, corredeiras (ou rápidos) e cascatas. Cada unidade possui diferentes características morfológicas, hidráulicas e sedimentológicas (Figura 1 e tabela 1).

As soleiras são segmentos do talvegue topograficamente elevados e fluxo convergente, com material de fundo formado por sedimentos grossos (grânulos e seixos) e gradiente da lâmina d'água entre 2 e 4 %. As depressões são trechos de leito caracterizados pelo aprofundamento do canal, formando um *habitat* diferenciado pela baixa velocidade da corrente, fluxo divergente, o material do leito é constituído por sedimentos arenosos e lamosos e, gradiente da lâmina d'água inferior a média do trecho. A gênese desta unidade é variada, podendo se formar a partir da remoção do leito (rochoso ou aluvial) pela turbulência gerada à jusante de obstáculos presentes no canal (afloramento de rochas, quedas d'água ou barragem formado pelo acúmulo natural de troncos) (Figura 1).

Tanto nas soleiras como nas depressões não ocorrem fluxos supercríticos ou são insignificantes. O número de Froude (*Fr*) é um parâmetro hidráulico adimensional que discrimina a velocidade do fluxo em subcrítico (tranquilo) quando $Fr < 1$ e supercrítico (rápido) quando $Fr > 1$. *Fr* é calculado pela equação:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot Z}} \quad (1)$$

onde *v* é a velocidade média do fluxo (m), *g* aceleração da gravidade (m/s^2) e *Z* profundidade média do fluxo(m).

As corredeiras ou rápidos são feições semelhantes às soleiras, das que diferem pelas seguintes particularidades: 1) a porcentagem de fluxo supercrítico é maior (15-50 %) e 2) apresenta blocos e matacoes dispostos em fileiras aproximadamente perpendiculares ao canal e expostos em períodos de seca (Figura 1). Nesta figura, extraída de Church (1992, p.130), foi adicionado o perfil longitudinal e o aspecto em planta de uma corredeira.



As cascatas são feições com maior declividade, na qual o fluxo circula entre blocos e matacoes que formam estruturas semelhantes a degraus, separados por pequenas depressões. O comprimento destas depressões é menor do que a largura do canal ativo. A cascata apresenta áreas com mais que 50 % de fluxo supercrítico (Figura 1).

Características	Depressão	Soleira	Corredeira	Cascata
Comprimento da unidade em relação a largura do canal ativo	1,0	1,35	2,4	1,6
Declividade (m/m)	0,005	0,011	0,029	0,055
Predominância do fluxo supercrítico (%)	0 – 5	5 – 15	15 – 20	50 – 100
Rugosidade relativa (D_{84}/R)	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0	0,5 – 1,5	1,0 - 2,0
Padrão do fluxo	Divergente	Divergente	Retilíneo	Convergente

Tabela 1: Valores médios das variáveis morfológicas e hidráulicas nas unidades morfológicas de canal medidas nos córregos Pete e Lookout, Oregon, EUA (Grant *et al.*, 1990). Observação: R =raio hidráulico.

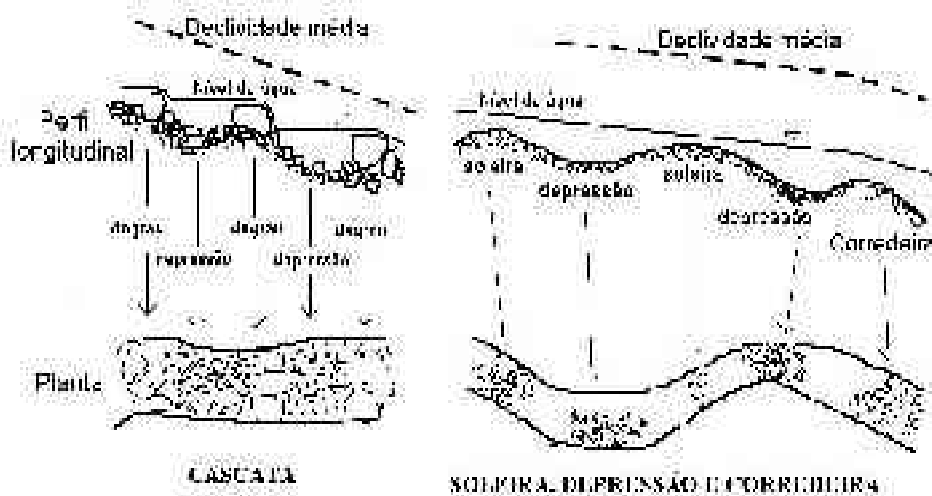


Figura 1: Esquema do perfil longitudinal e planta de *tipos de canal* (Modificada de Church, 1992).

OBJETIVO E ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho visa descrever sucintamente, através desenhos esquemáticos, unidades morfológicas de canal observadas no trecho superior do córrego Guavirá, um curso fluvial de segunda ordem (Classificação de Strahler) localizada no município de Marechal C. Rondon, região oeste do Paraná (Figura 2). Para complementar as descrições



esquemáticas das unidades morfológicas de canal (Figuras 3, 4 e 5), foi escolhida um exemplo de cada unidade e nela foram levantadas as características morfológicas básicas do fluxo (largura, profundidade, declividade). A largura foi medida com trena, a profundidade com régua e a declividade do fluxo foi obtida empregando técnica de levantamento topográfico (nivelamento geométrico).

O trecho do córrego em estudo abarca desde a nascente até uma distância de 5 km. O clima da região é do tipo Cfa (classificação climática de Köppen), subtropical, úmido, mesotérmico, com precipitação média anual de 1.600 a 1.700 mm (IAPAR, 1994). No trecho do córrego em estudo, aflora no leito o substrato rochoso, constituído por rochas basálticas da Formação Serra Geral, de idade eojurássica-neocretácea (Rocha-Campos *et al.*, 1988). Somente em alguns segmentos do canal, o leito é constituído de material aluvial.

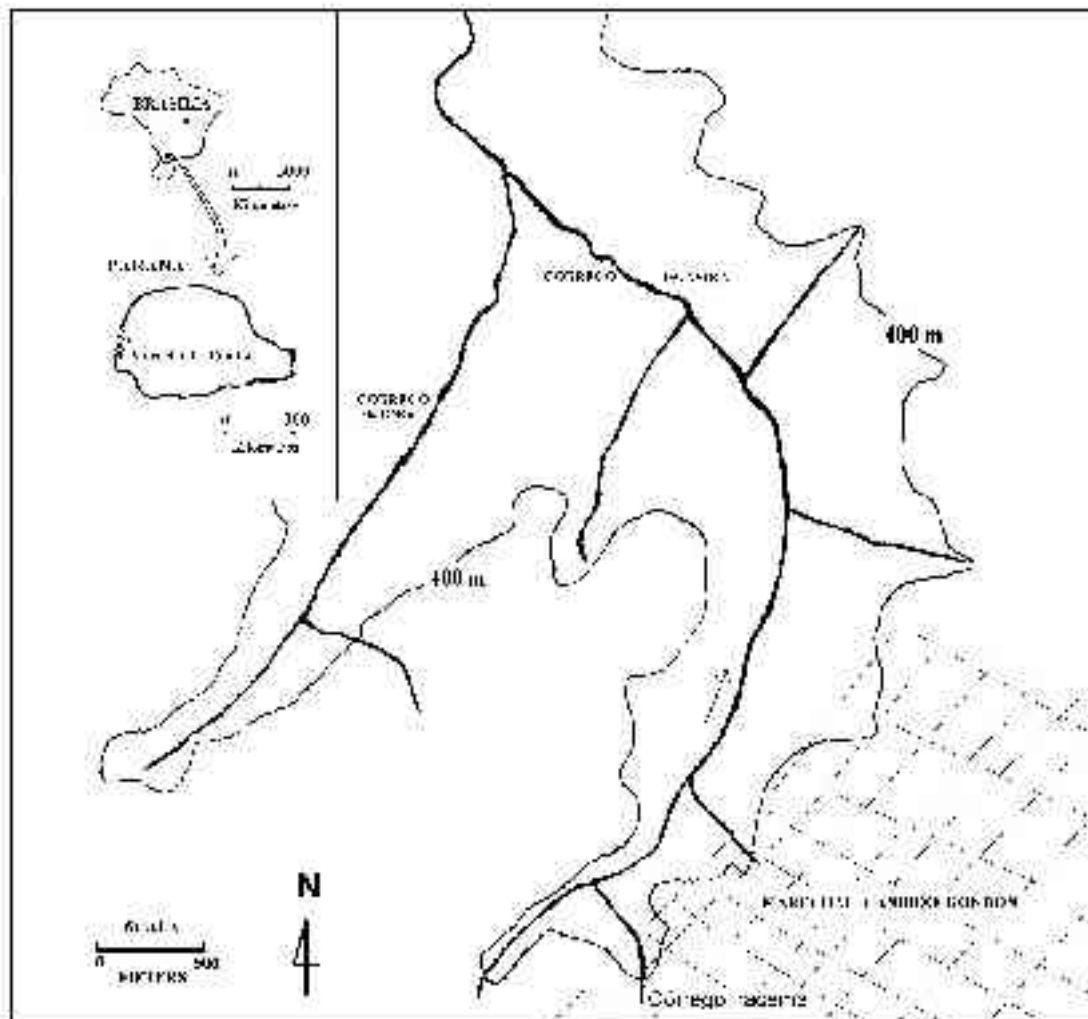




Figura 2: Localização do córrego Guavirá, porção noroeste da sede urbana de Marechal Cândido Rondon, PR.

DESCRIÇÃO DE UNIDADES MORFOLÓGICAS DE CANAL IDENTIFICADAS NO CÓRREGO GUA VIRÁ.

No córrego Guavirá, no seu trecho superior, foram observadas diferentes unidades morfológicas de canal, as quais são descritas a seguir.

QUEDAS D'ÁGUA

O rebaixamento do leito nos trechos superiores dos córregos provoca o afloramento da rocha basáltica no canal. A estrutura de cada derrame basáltico é constituída por uma camada basal vítrea, uma faixa com diáclases horizontais, uma zona com diáclases verticais e a última camada é constituída por vesículas vazias ou preenchidas por zeólitas ou ágata (Leinz & Amaral, 1989, p. 290). Quando o córrego corta o derrame na faixa com diáclases verticais, o fluxo remove blocos de rocha, que são separados seguindo os planos das fraturas, o que permite a evolução vertical da parede da cachoeira (Figura 3A).

Na tabela 2 mostram-se as características morfológicas de duas seqüências de quedas d'água e as depressões a elas associadas. Ambas as seqüências estão localizadas no córrego Iracema, próximo da confluência com o Guavirá (Figura 2), sendo que a seqüência menor de quedas é a unidade situada a montante.

	Seqüência menor	Seqüência maior
Número de quedas	4	3
Extensão longitudinal da seqüência (m)	30	27
Profundidade média das depressões (m)	0,24	0,73
Distância entre depressões (m)	6,5	13,4
Altura média das quedas (m)	0,4	1,8
Declividade total da seqüência (m/m)	0,065	0,189

Tabela 2: Variáveis morfológicas do canal medidas em duas seqüências de quedas d'água e depressões associadas.

DEPRESSÕES EM ROCHA

Quando o leito do canal é rebaixado e atinge camadas de basalto com diáclases horizontais, tem início a evolução de depressões no leito rochoso. A figura 3B sugere uma



seqüência de depressões separadas por níveis sobressalentes de rocha. A forma, distribuição espacial e profundidade das depressões são variadas. Na tabela 3 retrata os dados morfológicos de uma seqüência de depressões em rocha observadas no córrego Guavirá. A seqüência descrita possui duas depressões bem desenvolvidas. Cabe ressaltar que os leitos das depressões estão desprovidos de material aluvial.

Número de depressões (m)	2
Extensão longitudinal (m)	18
Largura média das depressões (m)	3,4
Profundidade média (m)	0,59
Distância entre depressões (m)	9,5
Declividade (m/m)	0,017

Tabela 3: Variáveis morfológicas do canal numa unidade de depressões em rochas:

CORREDEIRA EM ROCHA

Em outros locais onde afloram rochas basálticas, o leito apresenta uma morfologia caracterizada pela regularidade da superfície, sem a presença de depressões, com baixa declividade e profundidade homogênea do fluxo. Protuberâncias lineares descontínuas, denominadas de cristas, interrompem a topografia plana do leito (Figura 3C). As cristas são formadas por fraturas na preenchidas de materiais mais resistentes. A tabela 4 exhibe variáveis morfológicas medidas numa corredeira em rocha.

Extensão longitudinal (m)	19
Profundidade média do fluxo (m)	0,15
Largura do fluxo (m)	3,30
Declividade (m/m)	0,0071

Tabela 4: Variáveis morfológicas do canal numa corredeira em rocha.

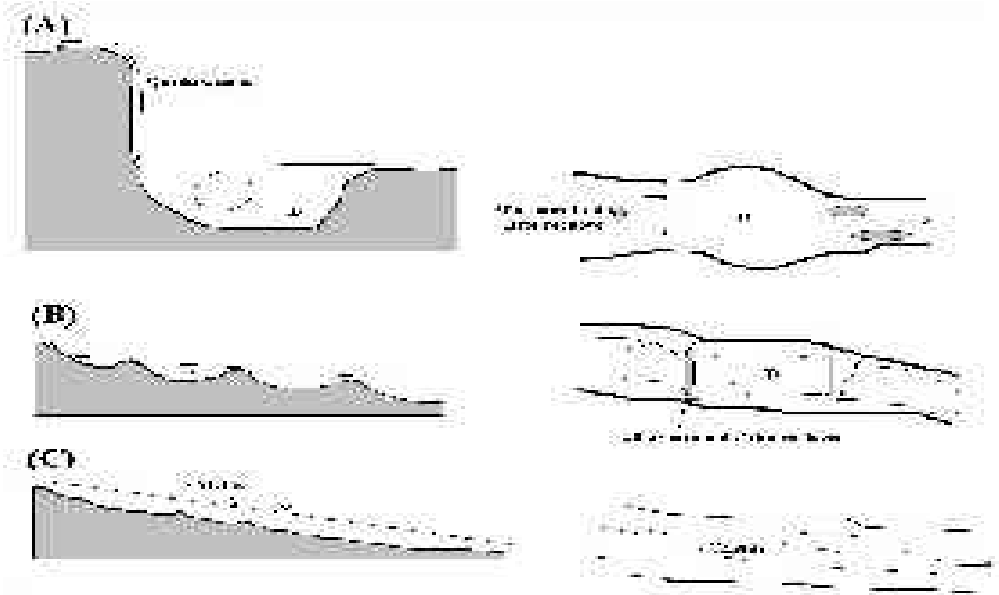


Figura 3: Perfil longitudinal e o traçado em planta de quedas d'água (A), depressões em rocha (B) e corredeira em rochas (C).

DEPRESSÃO FORMADA POR BARRAGEM DE MATERIAIS RUDÁCEOS

As depressões também podem ser formadas pelo acúmulo de sedimentos rudáceos (blocos e matacoes) que formam barragens naturais nos trechos sinuosos (Figura 4A). Estas unidades são encontradas nas áreas de cabeceira do córrego, onde a forte declividade permite a remoção de sedimentos rudáceos nos dias chuvosos que são depositados nas curvas. A tabela 5 mostra os dados morfológicos coletados em duas unidades de depressões por barragem observadas no córrego Guavirá. Estas depressões são as mais extensas identificadas.

	Unidade A	Unidade B
Extensão longitudinal (m)	10,5	12,75
Largura do fluxo (m)	2,4	2,65
Profundidade do fluxo (m)	0,43	0,65
Declividade (m/m)	~	0,015

Tabela 5: Variáveis morfológicas do canal em duas unidades de depressão por barragem.

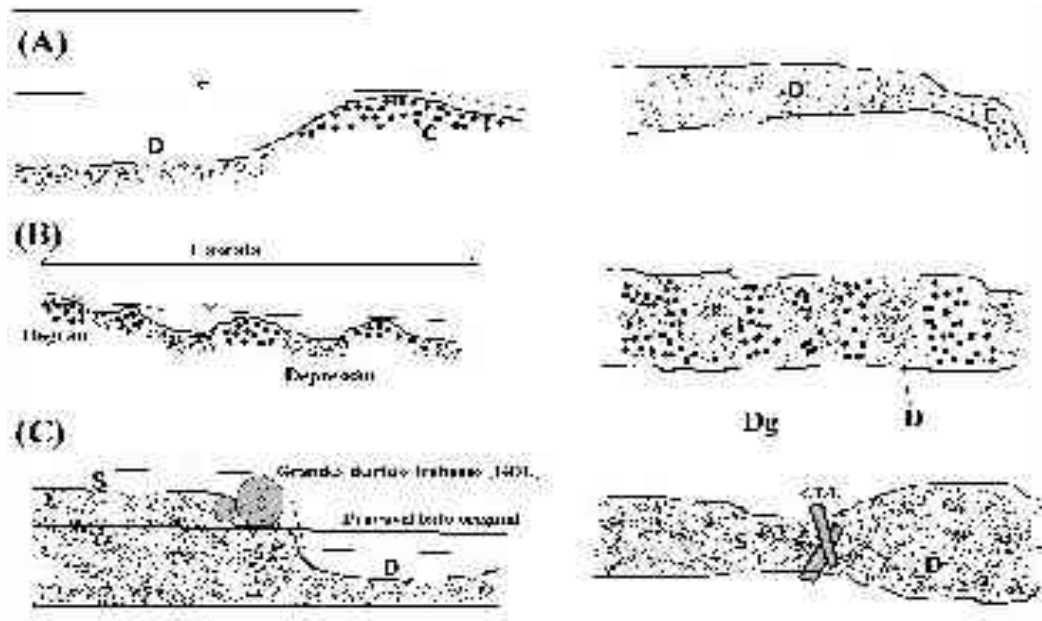


Figura 4: Perfil longitudinal e planta de depressão formada por barragem de materiais rudáceos (A), cascata (B) e unidade soleira-depressão formada por barragem de GDL (Grandes detritos lenhosos) (C).

Símbolos: S = soleira, D = depressão, Dg = degrau e C = corredeira.

CASCATAS

As cascatas são unidades morfológicas de canal descritas por vários autores entre eles Grant *et al* (1990) e Chuch (1992) e consistem numa sucessão de degraus e pequenas depressões (Figura 4B). Os degraus são formados pelo acúmulo de blocos e matacoes depositados pelo fluxo em fileiras perpendiculares a direção da corrente. Entre um degrau e outro existem pequenas depressões. A tabela 6 revela informações morfológicas de duas cascatas escolhidas no trecho superior do córrego Guavirá.

	Unidade A	Unidade B
Extensão longitudinal (m)	23,5	62,4
Largura média das depressões (m)	3,0	2,42
Profundidade média das depressões (m)	0,25	0,32
Distancia média entre as depressões (m)	3,8	10,3
Declividade da cascata (m)	0,025	0,022

Tabela 6: Variáveis morfológicas do canal em duas cascatas.

UNIDADE SOLEIRA-DEPRESSÃO FORMADA POR BARRAGEM DE GRANDES DETRITOS LENHOSOS (GDL).

A erosão das margens derruba árvores que crescem próximo aos barrancos. Os troncos e galhos resultantes são transportados pelo fluxo e posteriormente depositados no



leito do canal. O acúmulo de detritos lenhosos forma barragens, que retêm grandes quantidades de sedimentos formando soleiras. O fluxo que passa pela barragem cria um fluxo com regime turbulento que escava o leito, formando uma depressão (Figura 4C). Esta unidade é comum no córrego Guavirá. A tabela 7 mostra os resultados das medições da morfologia do canal realizada numa destas feições. A espessura do material depositado na soleira foi estimada em 0,98 m. Esta informação indica a importância destas feições na retenção dos sedimentos de fundo nas bacias hidrográficas, impedindo a migração de uma grande quantidade de sedimentos para fora da bacia.

Distância soleira-depressão (m)	10
Profundidade do fluxo na depressão (m)	0,93
Largura do canal na depressão (m)	4,90
Profundidade do fluxo na soleira (m)	21,5
Largura do canal na soleira (m)	4,0
Declividade do nível d'água soleira-depressão (m)	0,037

Tabela 7: Características morfológicas de uma unidade soleira-depressão formada por barragem de GDL no córrego Guavirá.

DEPRESSÃO EM CURVA DE MEANDRO

Esta unidade ocorre em setores do canal onde o regolito é profundo. Essas situações são encontradas em pontos distantes da nascente. A figura 5 mostra o perfil longitudinal e traçado do canal associado a esta unidade morfológica de canal. Na tabela 8, são registradas a largura e a profundidade do fluxo na depressão e nas soleiras situadas a monte e a jusante da depressão. As características morfológicas, hidráulicas e sedimentológicas desta unidade foram estudadas por Fernandez & Soares (2002) e Fernandez *et al.* (2002).

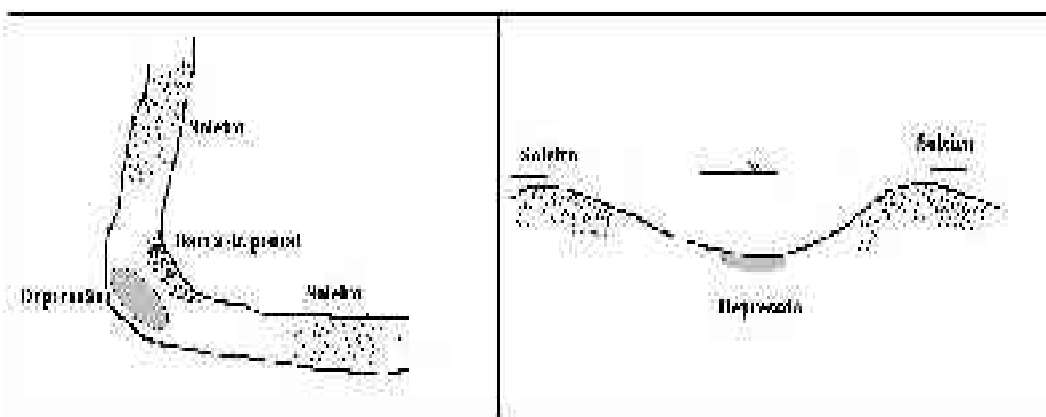


Figura 5: Perfil longitudinal e perspectiva em planta de uma depressão formada em curva de meandro.



Distância soleira (montante)-soleira (jusante) (m)	27
Profundidade do fluxo na soleira a montante	0,125
Largura do fluxo na soleira a montante	3,50
Largura do fluxo na depressão (m)	4,30
Profundidade do fluxo na depressão (m)	0,83
Profundidade do fluxo na soleira a jusante	0,13
Largura do fluxo na soleira a jusante	3,24
Declividade soleira (montante)-soleira (jusante) (m)	0,0029

Tabela 8: Características morfológicas de uma depressão em curva de meandro ladeada por soleiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho relata os resultados de observações preliminares realizadas em unidades morfológicas de canal, identificadas no trecho superior do córrego Guavirá. O trecho estudado do córrego constitui exemplo de um curso fluvial alterado por processos de urbanização. A definição da distribuição espacial e da estabilidade destas feições é essencial na avaliação qualitativa e quantitativa da saúde dos cursos d'água. Estudos posteriores mais detalhados sobre a morfologia e as condições hidráulicas de cada feição irá fornecer a atual condição de alteração física e ecológica do córrego Guavirá e outros cursos d'água afetados pelo crescimento da cidade de Marechal Cândido Rondon.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.R.L. (1968) The nature and origin of bed-form hierarchies. *Sedimentology*, 10: 161-182.
- CHURCH, M. (1992) Channel morphology and typology. In: *The rivers handbook: hydrological and ecological principles*. C. Callow and G. Petts (Eds.). Oxford. Basil Blackwell, p. 126-143.
- FERNANDEZ, O.V.Q. & SOARES, R. (2002) Características geométricas, hidráulicas e sedimentológicas de soleiras e depressões no córrego Guavirá, Mal. C. Rondon, PR. In: 5º Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, IPT, São Paulo, Anais, p. 159-167.
- FERNANDEZ, O.V.Q.; SANDER, C. & REBELATTO, G. (2002) Sequência de soleiras e depressões no córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 3 (1):49-57.



- FRISSEL, C.A.; LISS, W.J.; WARREN, C.E. & HURLEY, M.D. (1986) A hierarchical framework for stream classification viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10: 199-214.
- GRANT, G.E.; SWANSON, F. & WOLMAN, M.G. (1990) Pattern and origin of stepped-bed morphology in high-gradient streams, Western Cascades, Oregon. *Geological Society of America Bulletin*, 102: 340-352.
- IAPAR - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (1994) *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*, Curitiba (PR), 49 p.
- LEINZ, V. & AMARAL, S.E. (1989) *Geologia Geral*. São Paulo, Editora Nacional, 399 p.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; SONOKI, H.M. & SONOKI, I.K. (1988) Age of the Parana Flood volcanism. In: Piccirilo, E.M. & Melfi, A.J. (Eds.) *The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin*. Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, p. 1-15
- ROWNTREE, K.M. & WADESON, R.A. (1997) A hierarchical model for the assessment of instream flow requirements. *Geoöko Plus*, 4: 85-100.
- VAN NIEKERK, A. W.; HERITAGE, G.L. & MOON, B.P. (1995) River classification for management: the geomorphology of the Sabie river in the eastern Transvaal. *South African Geographical Journal* 77: 68-76.
- WOOD-SMITH, R. (1996) Multivariate geomorphic analysis of forest streams: implications for assessment of land use impacts on channel condition. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 377-393.