

# **Parâmetros Básicos de Bacias Hidrográficas - Inferências**

**Maurício R. Fernandes**

Engenheiro Agrônomo, Msc

Coordenador Técnico Estadual de Manejo de Bacias Hidrográficas

Emater-MG - e-mail : [mrfernandes8656@gmail.com](mailto:mrfernandes8656@gmail.com)

**Larissa M. Manzalli de Souza**

Estudante Estagiária em Engenharia Ambiental

**Janeiro/2013**

# **PARÂMETROS BÁSICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – INFERÊNCIAS**

**Maurício R. Fernandes  
Larissa M. Manzalli de Souza**

## **INTRODUÇÃO:**

O uso dos recursos naturais, sem o conhecimento e observância de suas interações, vem potencializando impactos ambientais negativos nos ambientes rurais e urbanos.

Os principais componentes das bacias hidrográficas - solo, água, vegetação e fauna - coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e àquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais - bacias/sub-bacias hidrográficas, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Assim, pode-se determinar com razoável consistência prioridades nas intervenções técnicas para correção, mitigação e, sobretudo, prevenção de impactos ambientais negativos que ocorram nas bacias/sub-bacias hidrográficas.

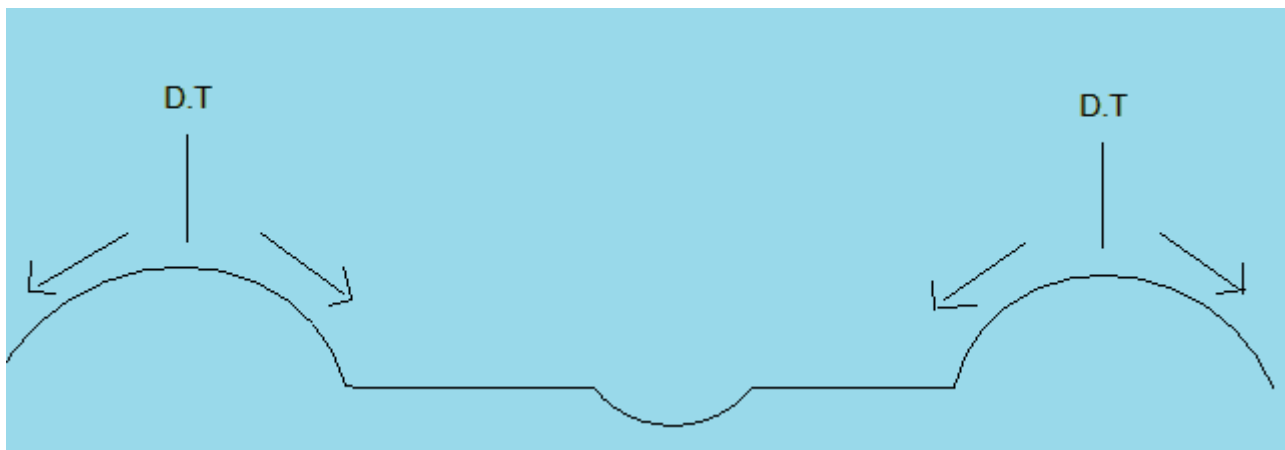
## **1 - DIVISORES DE ÁGUA**

Os divisores de água determinam os limites do compartimento geográfico bacia hidrográfica e delimitam a área coletora de chuvas.

Consideram-se dois tipos de divisores de água a seguir comentados;

### **1.1 - Divisores Topográficos**

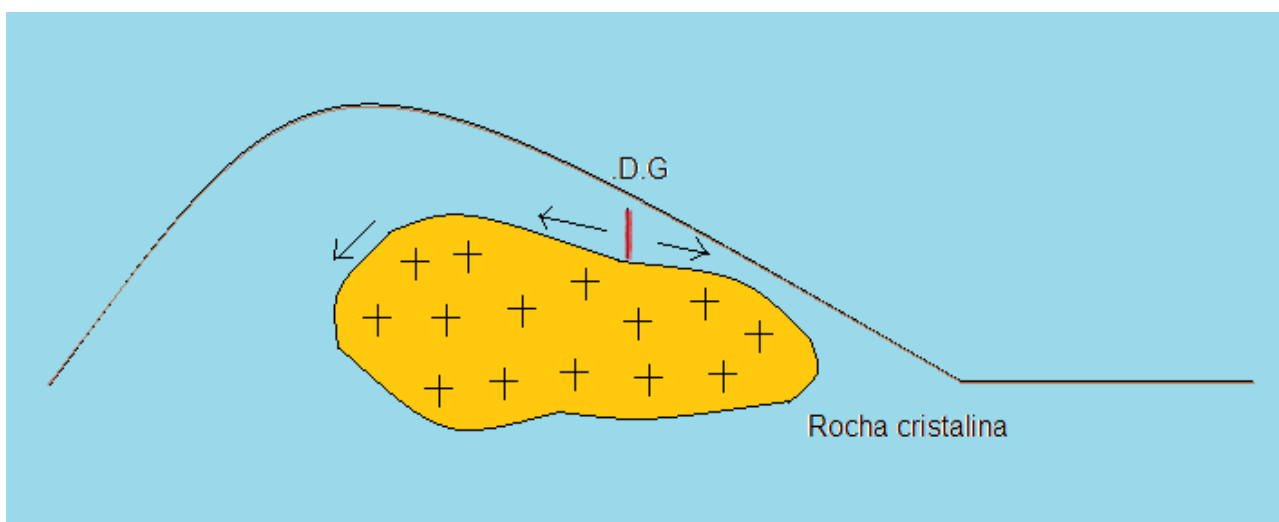
Referem-se aos limites superficiais onde o escoamento superficial das águas pluviais se inicia (Fig.01) Pela facilidade de delimitação, tanto em cartas quanto em campo, são os normalmente utilizados em trabalhos de delimitações e caracterizações de bacias hidrográficas. Ocupam normalmente as cotas superiores da paisagem (FIG. 1).



**Figura 01 – Divisor de águas topográfico**

## 1.2 - Divisores Geológicos

O arcabouço geológico subsuperficial condiciona divisores de água em maiores profundidades e, normalmente, não coincidem com os divisores topográficos (Fig. 02). A identificação e delimitação destes divisores requerem estudos hidrogeológicos complexos (FIG. 2).



**Figura 02 – Divisor de águas geológico**

## 2 - HIERARQUIA FLUVIAL

O sistema hidrológico superficial obedece a uma hierarquia que norteia estratégias para manejo integrado de sub-bacias hidrográficas. Esta hierarquia fundamenta-se nas relações de cursos d'água considerados principais e seus respectivos contribuintes.

Esta hierarquia é internalizada pela população, especialmente rural, através da seguinte linha hierárquica:

Córrego □ Riacho □ Ribeirão □ Rio

Tecnicamente, esta hierarquização classifica os cursos d'água em ordens, conforme proposição de Sthaler adaptada neste trabalho.

Com esta adaptação, consideram-se cursos d'água de primeira ordem àqueles que não possuem afluentes. Por sua vez, aqueles que recebem um ou mais cursos d'água de Primeira ordem são considerados como de Segunda ordem e assim por diante. A figura 3 ilustra esta metodologia.

A principal orientação desta hierarquia fluvial refere-se ao norteamento de ações efetivas para manejo integrado de bacias hidrográficas.

Considerando-se que um curso d'água de ordem superior é formado pelo conjunto de contribuintes de ordem hierarquicamente inferior, as medidas de manejo integrado devem se iniciar nas bacias hidrográficas destes últimos. Além de maior coerência na fixação de prioridades a participação dos habitantes/usuários é mais efetiva.

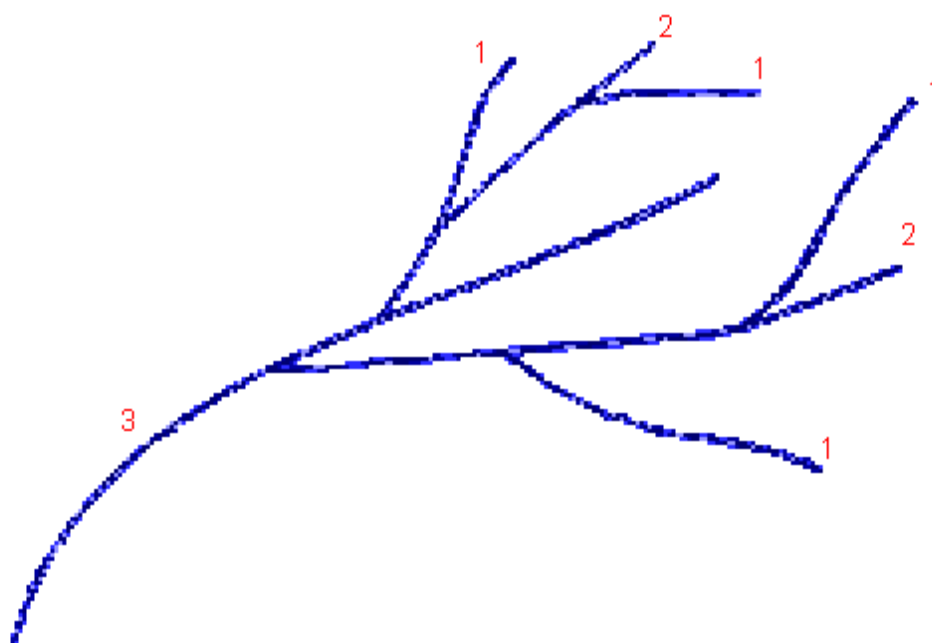


Figura 3 – Hierarquia Fluvial adaptado por Fernandes

### 3 – NASCENTES

Entende-se como nascentes a surgência (afioramento) de aquíferos em geral o aquífero freático.

Usualmente as nascentes de cursos d'água são entendidas, de forma restrita, como surgências pontuais de aquíferos (minas). Desconsideram-se, muitas vezes, as áreas de recarga dos aquíferos que garantem as respectivas vazões.

Esta modalidade de nascentes (minas) ocorre geralmente em vertentes côncavas, em fundos de vales e na interface solo/rocha.

As nascentes devem ser entendidas como surgências de aquíferos mantidos pela respectiva recarga com águas pluviais. Portanto trata-se de um sistema natural.

**Caracterizam-se como áreas naturais de recarga aquelas que apresentem as seguintes condições gerais:**

**Relevo facilitador do processo de infiltração das águas pluviais;  
Solos permeáveis sobrepostos a camadas impermeáveis (aquíferos freáticos);  
Porosidade das rochas (aquífero em meio granular);  
Fraturas das rochas (aquíferos em meios fraturados).**

**Ao longo das calhas fluviais os aquíferos freáticos abastecem o fluxo hídrico dos cursos d'água. Aos brejos denominam-se nascentes difusas com distribuição caótica das surgências apresentando um ambiente de solos encharcados (hidromórficos).**

#### **4 – DENSIDADE DE DRENAGEM**

**Refere-se à relação entre comprimento (Km) de todos os cursos d'água e a área (Km<sup>2</sup>) da bacia hidrográfica em questão.**

**A densidade de drenagem permite as seguintes inferências:**

**Relevo:**

**Quanto maior a densidade de drenagem de determinada área, mais acidentada é a respectiva área podendo, por consequência, condicionar os respectivos usos e ocupações em especial para atividades agrosilvipastoris.**

#### **Características fundiárias**

**Em áreas com baixas densidades de drenagens, a dificuldade em parcelamentos de terras decorre das maiores distâncias entre cursos d'água. Esta situação é característica em superfícies tabulares e onduladas, vulgarmente denominadas de chapadas, onde é notória a predominância de médias e grandes propriedades rurais.**

**Ao contrário, em áreas de elevadas densidades de drenagens, as facilidades para parcelamentos favorecem a ocorrência de pequenas propriedades rurais, como acontece na região leste de Minas Gerais.**

**Esta última condição leva à tendência de maior densidade demográfica e, por consequência, maiores possibilidades de poluição hídrica em regiões de elevada densidade demográfica.**

#### **5– GRADIENTE DE CANAL FLUVIAL**

**Refere-se ao declive de trechos de cursos d'água, medidos em metros de desnível por quilômetro de extensão de trecho.**

O gradiente de canal influi na energia de fluxo do escoamento fluvial uma vez que esta é função, além da massa (M), do quadrado da velocidade de escoamento ( $E=MV^2$ ). Por sua vez, a velocidade (V) de fluxo fluvial é função do gradiente de canal.

O gradiente de canal influi nos processos de aporte / deposição de sedimentos e na natureza dos sedimentos (seixos, areia, silte e argila) transportados e/ou depositados.

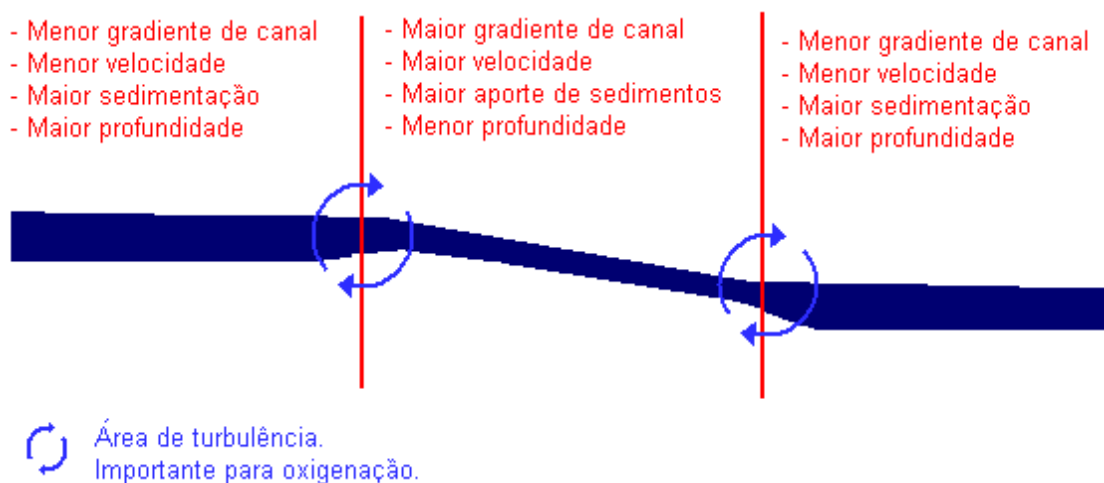


Figura 4 – variação de gradiente de canal em um rio

Por outro lado, os cursos d'água de elevados gradientes de canal, com fluxo em leito rochoso, propiciam a oxigenação das águas, através do cascadeamento, beneficiando os cursos d'água dos quais são contribuintes.

O gradiente de canal altera-se no trajeto dos cursos d'água, em função de descontinuidade geológica e morfológica do leito.

Nos trechos de menores gradientes de canal as calhas são profundas enquanto nos trechos de maiores gradientes apresentam-se corredeiras em leitos rochosos e rasos levando à turbulência do fluxo. Estas alterações refletem em alternância de processos de transporte e deposição de sedimentos.

## 6 – PADRÕES DE DRENAGEM

A forma de distribuição de drenagens superficiais permitem importantes inferências geomorfológicas. As principais conformações de drenagens superficiais observadas em Minas Gerais são:

Dendrídicas (dendros, do grego, árvore)

Apresentam-se semelhantes a ramificações arbóreas (Fig 5). Esta morfologia é a

mais expressiva em Minas Gerais, sobretudo nas regiões mais acidentadas com embasamento cristalino (granito/gnaiss).  
Revelam interflúvios constituídos por colinas.

### Radiais

As linhas de drenagens se distribuem radialmente ao centro da unidade de paisagem.

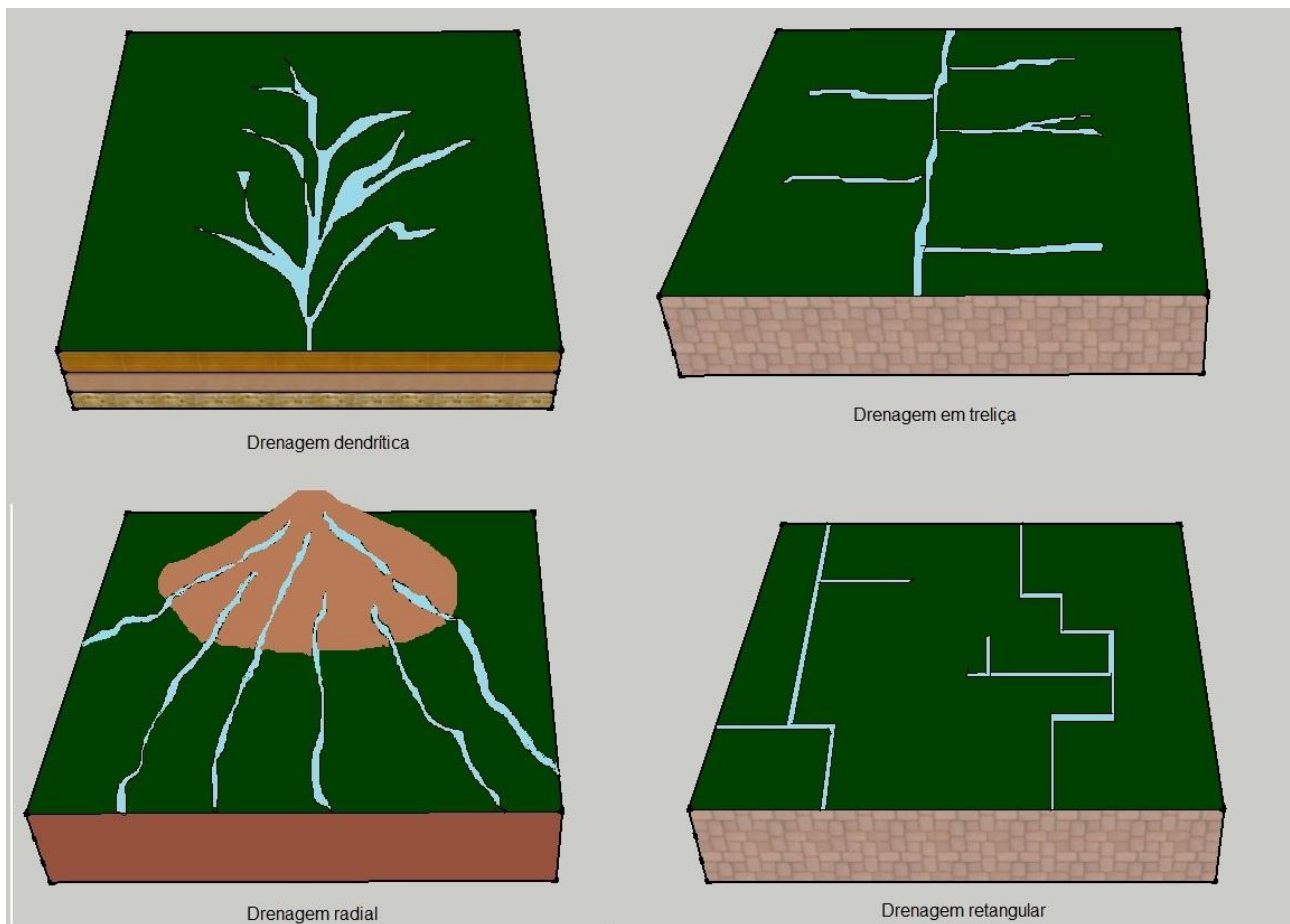


Figura 5 – Padrões de drenagem

### 7- COEFICIENTE DE SINUOSIDADE

A sinuosidade refere-se ao trajeto em curvas (meandros) dos cursos d'água mais desenvolvidos enquanto os cursos d'água juvenis apresentam trajetos próximos do retilíneo.

A sinuosidade pode ser estimadas através do coeficiente de sinuosidade obtido pela seguinte relação:

$$Cs = L/l, \text{ onde}$$

L = comprimento do leito menor considerando-se as curvas em determinado trecho;  
l = comprimento retilíneo do trecho em questão.

Assim, um coeficiente de sinuosidade igual a 01 (um) indica um leito com trajeto completamente retilíneo uma vez que  $L = l$ .

Por outro lado, quanto mais afastado de 01 for este coeficiente mais sinuoso é o trajeto deste curso d'água no trecho específico. A sinuosidade refere-se aos meandros dos cursos d'água permitindo inferir suas inserções em planícies fluviais. Cursos d'água com trajeto retilíneo se desenvolvem em vales fechados com elevado gradiente de canal e, por consequência, forte energia de fluxo de escoamento.

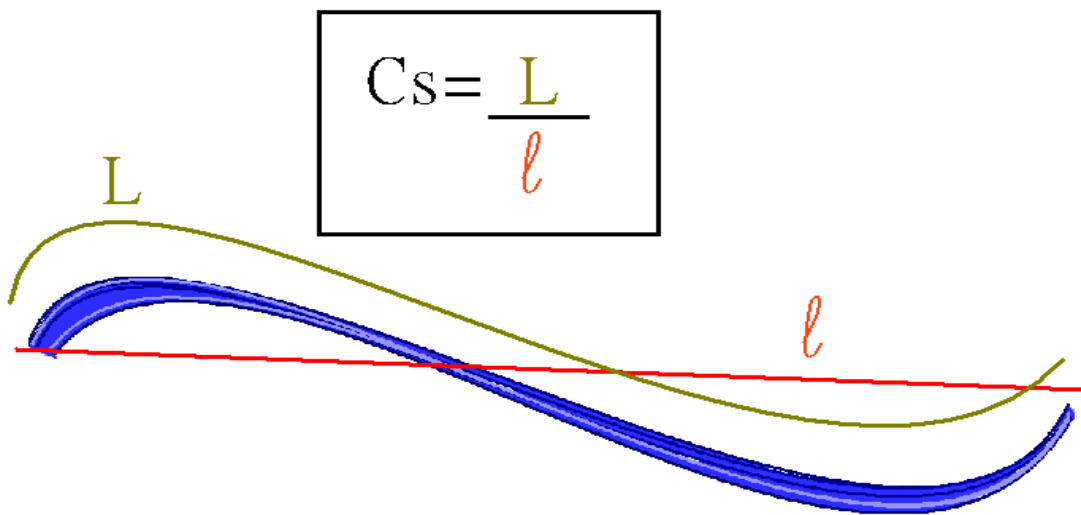


Figura 6 – Coeficiente de Sinuosidade



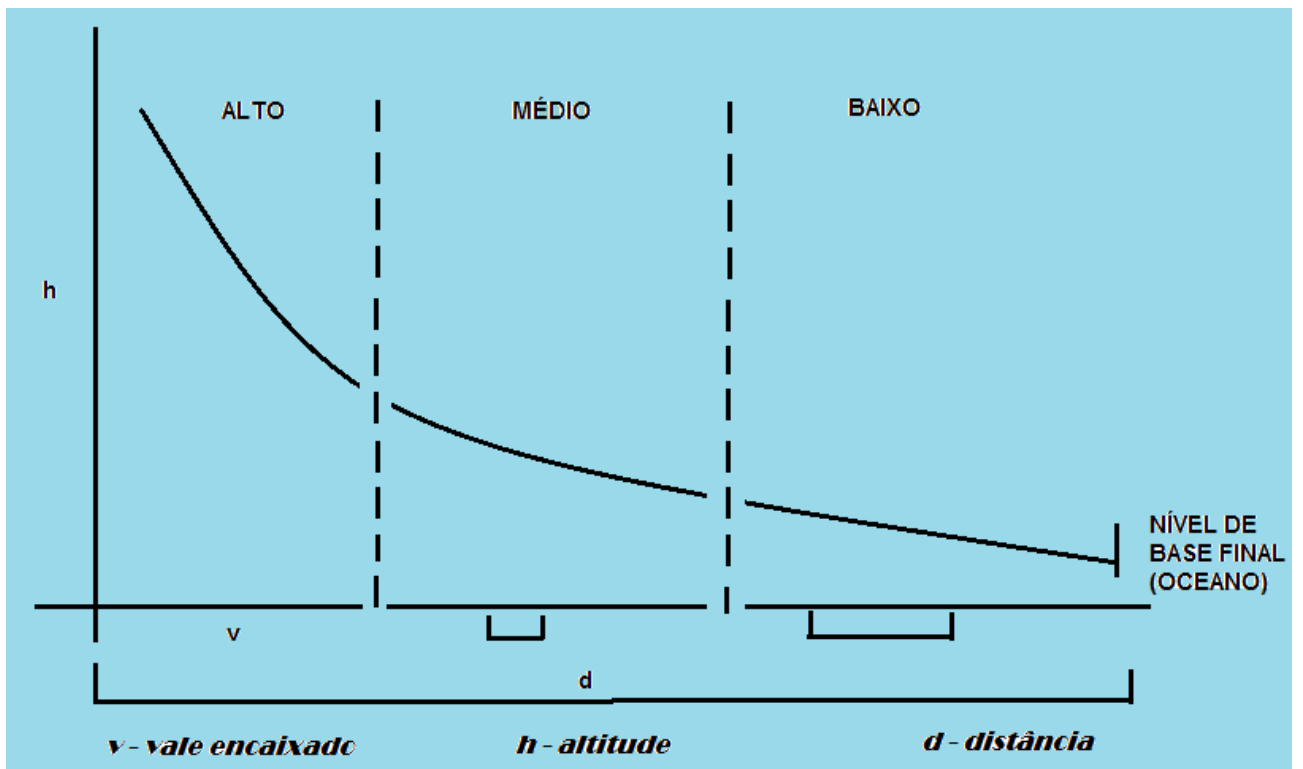


Figura 7 - Perfil longitudinal de um rio

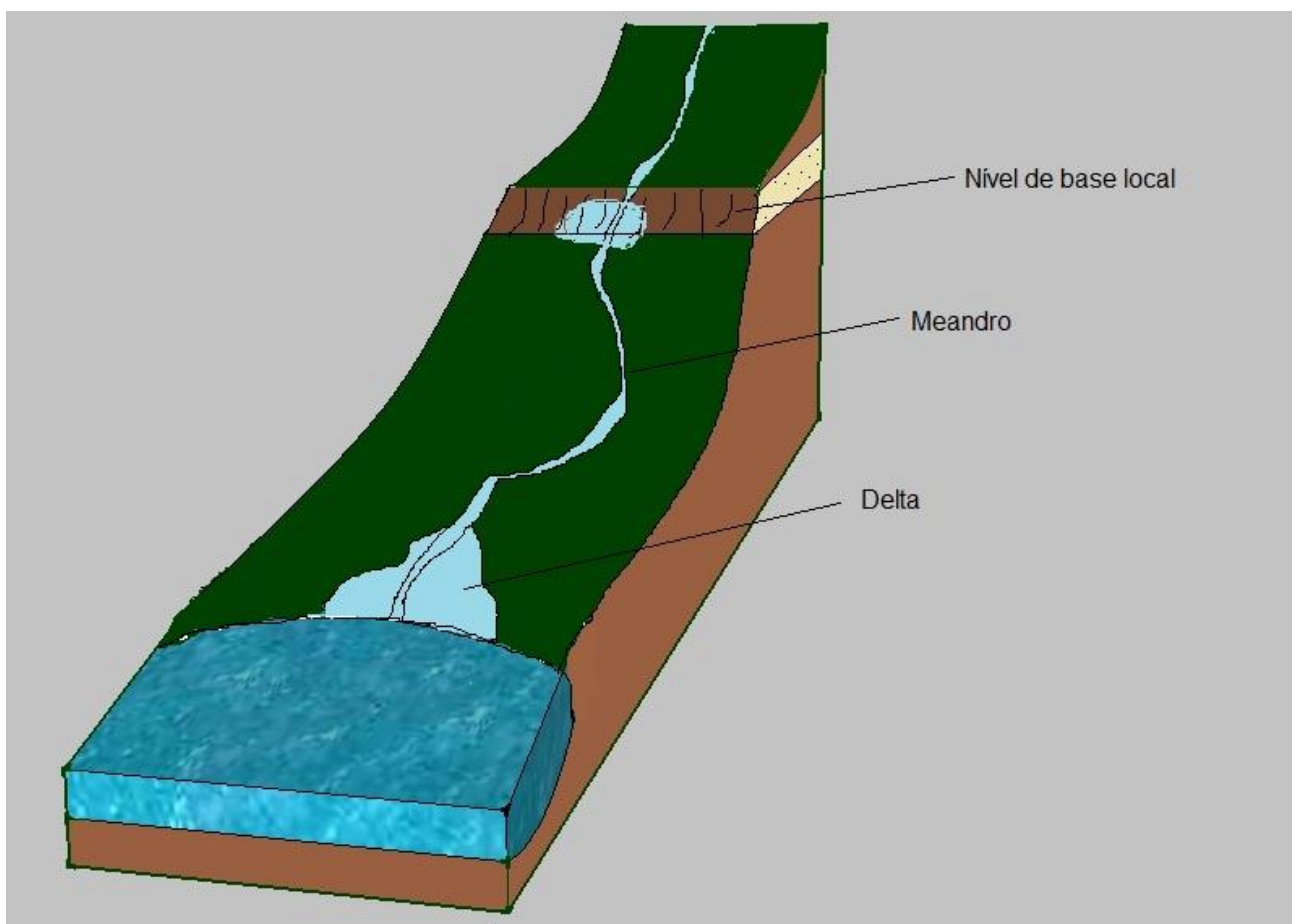


Figura 8 – Bloco diagrama

## 8 – MORFOLOGIA DE LEITO FLUVIAL

O formato do leito menor dos cursos d'água é adaptado ao tipo predominante de carga transportada pelos cursos d'água (BLOOM, 1988) conforme descrito a seguir:

Calhas largas e rasas são adaptadas ao transporte de cargas de fundo como os seixos rolados;

Calhas profundas e relativamente estreitas são adaptadas ao transporte de cargas em suspensão tais como sedimentos de natureza coloidal (argilas e húmus).

## 9 – LEITOS MAIOR E MENOR

Ao leito onde normalmente o curso d'água flui denomina-se leito menor ou calha. Por ocasião das cheias, as águas expandem lateralmente para a planície fluvial (várzea) sendo esta unidade de paisagem denominada de leito maior ou planície de inundação.

Assim, torna-se contra indicado o estabelecimento de núcleos urbanos, construção de residências e benfeitorias rurais nesta unidades de paisagens .Caso contrário, riscos de vida e patrimoniais são notórios. Catástrofes decorrentes de inundações têm sido comum em Minas Gerais em cidades cuja expansão urbana ocorreu em planícies de inundações de rios, a exemplo dos rios Sapucaí, Verde, Doce e Muriaé (FIG.3).

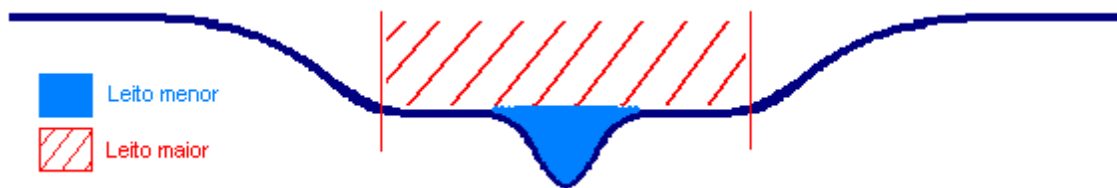


Figura 9 – Leito maior/ Leito menor

Importante ressaltar que as inundações são processos naturais que propiciam a gênese (formação) dos solos aluviais, atualmente denominados NEOSSOLOS FLÚVICOS, na maioria dos casos, com aptidão para produção de cereais e hortaliças. Entretanto a ocupação desordenada das unidades de paisagens no espaço urbano tem elevado a incidência de inundações.

## 10 – PERFIL DE DESENVOLVIMENTO FLUVIAL E MORFOLOGIA DE VALES

O perfil da Figura 3 ilustra a dinâmica fluvial vertical de um rio desde seus altos trechos até a respectiva foz, conforme a análise seguinte.

Os altos trechos, vulgarmente denominados de “cabeceiras”, caracterizam-se por apresentarem elevados gradientes de canais (vide item 5) e fluxos em vales encaixados

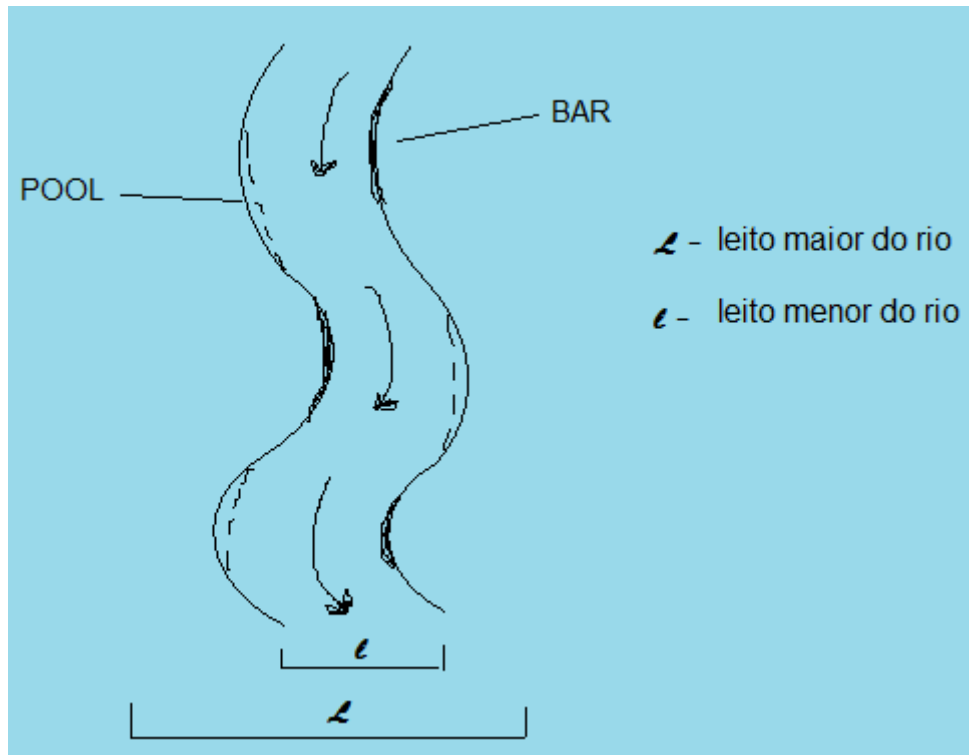


Figura 10 – Morfologia de meandro

(vales em V) com expressiva energia do fluxo potencializando a capacidade de geração e competência de transporte de sedimentos incluindo-se seixos.

Em geral fluem em leitos rochosos propiciando a formação de turbulência resultando na oxigenação das águas. Os coeficientes de sinuosidade ( $C_s$ ) aproximam-se de 01, ou seja, tendem ao padrão de drenagem retilíneo (vide item 6).

O médio trecho caracteriza-se pela redução gradativa do gradiente de Canal e, por consequência, a competência de transporte de sedimentos grosseiros (seixos). Os vales tornam-se abertos (vales em U) apresentando planícies fluviais e meandros.

O baixo trecho caracteriza-se pela proximidade da foz e pela máxima redução do gradiente de canal. A deposição de sedimentos é acentuada e, a espessura do manto de sedimentos, leva à formação de deltas e estuários.

## 11 - DINÂMICA FLUVIAL HORIZONTAL

A dinâmica fluvial dos cursos d'água sinuosos (meandros) gera a formação de trechos de calhas côncavas e convexas.

Nos trechos côncavos o processo de erosão de margens (erosão fluvial) é intenso gerando sedimentos, nos trechos côncavos, que depositam nos trechos convexas. Tecnicamente os trechos côncavos são denominados “pool” e os convexas “bar” (FIG.4).

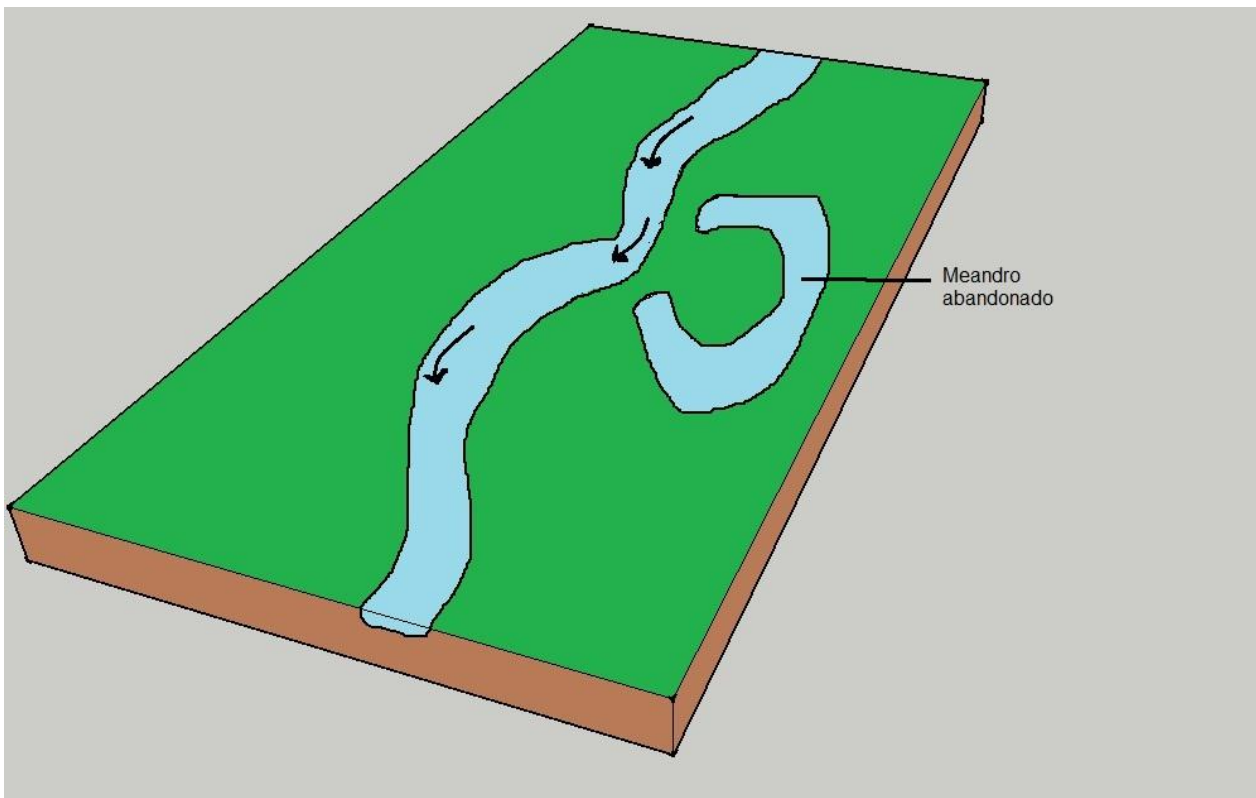


Figura 11 - Meandro abandonado.

### Trechos côncavos

A concavidade é decorrente do impacto do fluxo nas margens, promovendo erosão fluvial e produção de sedimentos. A erosão fluvial decorrente do impacto direto do fluxo fluvial gera sedimentos, e aprofundam os leitos menores nestes trechos sendo denominados de pool.

## **Trechos convexos**

Os sedimentos de granulação grosseira (arenosos), gerados nos trechos côncavos, são depositados nos trechos convexos formando uma espécie de praia (bar).tornando a profundidade menor na convexidade interna do meandro.

## **Meandros “abandonados”**

Na dinâmica fluvial pode ocorrer alteração do trajeto da calha com “abandono” de trechos de meandros. Estes meandros abandonados, inseridos no leito maior dos cursos d’água, podem se transformar em lagoas marginais, perenes ou temporárias, de fundamental importância ecológica sobretudo para a ictiofauna (Fig. 11).

## **12 – REGIME DE FLUXO FLUVIAL**

Os cursos d’água podem ser classificados pela constância do escoamento em suas respectivas calhas (leitos menores),conforme a seguir discriminado:

### **Perenes**

Fluxo permanente mesmo que nas estações de estiagens apresentem forte redução de vazões.

Para a condição de permanência do fluxo, mesmo nas estiagens rigorosas, é necessário que o nível do aquífero freático, na respectiva bacia hidrográfica, encontre-se superior ao fundo da respectiva calha fluvial.

Na estação de estiagem, o fluxo é mantido tanto pela contribuição dos afluentes quanto pelo aquífero freático ao longo da calha. Já nas estações úmidas, o volume do fluxo é bruscamente elevado pela contribuição do escoamento superficial nas vertentes.

Em determinada bacia hidrográfica, diferenças significativas entre vazões máximas e mínimas são indicativas de excesso de escoamento superficial de águas pluviais, podendo ser consequências de condições naturais (arcabouço geomorfológico, cobertura vegetal nativa) ou indução por atividades antrópicas (ocupação urbana, industrial e rural).

### **Intermitentes ou temporários**

O fluxo dos cursos d’água é interrompido em certos períodos do ano. Em casos de leitos com profundo manto arenoso, o fluxo hídrico pode ocorrer na subsuperfície. A intermitência geralmente ocorre quando o nível do aquífero se encontra abaixo do fundo da calha do curso d’água.

### **Efêmeros**

Denominam-se cursos d’água efêmeros aqueles cujo fluxo hídrico ocorre durante as chuvas e/ou poucas horas após estes eventos. Normalmente fluem nos

talvegues de ravinas (grotas) distribuídas em vertentes.

Apesar da curta duração destes fluxos, as águas pluviais podem ser aproveitadas e direcionadas aos aquíferos freáticos através da implantação de bolsões captadores das águas pluviais em trechos finais destas grotas.

### **13 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Parâmetros de fácil obtenção, relacionados com a dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas, permitem inferências importantes para proposições de manejo integrado daqueles compartimentos geográficos.

Dentre estas inferências destacam-se:

- Feições de relevo e unidades de paisagens predominantes;
- Características fundiárias predominantes;
- Densidade demográfica e potencialidade para poluição hídrica;
- Áreas de riscos de inundações;
- Potencialidades para implantação de sistemas de irrigação e de atividades agrosilvipastoris;
- Locais adequados para implantação de barragens e respectivos reservatórios;
- Estabelecimento de rede de amostragens de água para monitoramento;
- Grau de competência de transporte de sedimentos.

### **14 – Bibliografia recomendada**

**BLOOM, ARTHUR L. Superfície da Terra . Tradução e Comentários de Setembrino Petri e Reinholt Ellert. Editora Edgard Blucher São Paulo, 1988.184p.**

**FERNANDES, M. R. e SILVA, J. C. Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias - Belo Horizonte: EMATER-MG. 1994. 24p.**

**FERNANDES, M. R. Controle Integrado de Erosão Hídrica: Proposta estratégica para Minas Gerais. IN: AÇÃO AMBIENTAL. UFV. Viçosa (MG).1998.**

**FERNANDES, M. R. & BAMBERG, S. M. – Estratificação de Ambientes para Gestão Ambiental. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte (MG). V30, N252. Pág.07 – 16. Set/Out.2009;**

**FERNANDES, M. R. – Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas – Fundamentos e Aplicações. Belo Horizonte.2010;**