



Centro Universitário de União da Vitória

União da Vitória | São Mateus do Sul | Paraná

Telefones: 42.3522.1837 | 42.3532.6154

[www.uniuv.edu.br](http://www.uniuv.edu.br)

# Manejo e Recuperação de Áreas Degradadas

APOSTILA  
Versão 2013

Prof. Peterson Jaeger

## Conteúdo

1. Introdução
2. Solos
3. Classificação de solos
4. Degradação do solo
5. Erosão laminar
6. Equação universal de perda de solos
7. Voçorocas
8. Recuperação e estabilização de voçorocas
9. Terraceamento
10. Controle e estabilização de dunas

# 1

## Introdução

O art. 225 da CF, diz que a recuperação das áreas degradadas, deve ser cobrada do empreendedor sob pena sofrer todas as sanções previstas no aparato jurídico.

**A degradação de uma área verifica-se quando** a vegetação e, por consequência, a fauna, são destruídas, removidas ou expulsas; a camada de solo fértil é perdida, removida ou coberta; a vazão e a qualidade ambiental dos corpos d'água superficiais e/ou subterrâneos são alterados.

O PRAD foi regulamentado pelo Decreto Federal nº 97.632/89, que dispôs em seu artigo 1º que os empreendimentos destinados à exploração de recursos minerais deveriam, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de **recuperação** de área degradada.

O Decreto nº 97.632/89 entende por *degradação* os "processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelo quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais" e o artigo 3º assevera que a *recuperação* "deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente".

*"Alterações adversas das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto estabelecidos em planejamento quanto os potenciais" (ABNT, 1989).*

**RESTAURAÇÃO ("restoration")**

*Reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção.*

**RECUPERAÇÃO ("reclamation")**

*Local alterado é trabalhado de modo que as condições ambientais acabem se situando próximas às condições anteriores à intervenção; ou seja, trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos atuantes.*

**REABILITAÇÃO ("rehabilitation")**

*Local alterado destinado a uma dada forma de uso de solo, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade.*

**REMEDIÇÃO ("remediation")**

*Ações e tecnologias que visam eliminar, neutralizar ou transformar contaminantes presentes em subsuperfície (solo e águas subterrâneas). Refere-se a áreas contaminadas.*

## 2

# Solos

### Definição:

Solo é um mineral não consolidado na superfície da terra que serve de ambiente natural para o desenvolvimento das plantas, influenciado por fatores genéticos e ambientais, como material de origem, topografia, clima e microorganismos, que se encarregam de formar o solo no decorrer de certo tempo.

INTEMPERISMO MECÂNICO é a forma mais comum de intemperismo, sendo causada pela aplicação de várias forças físicas, que causam a desintegração de rochas em pedaços menores. A característica principal deste tipo de intemperismo, é que nenhum dos componentes da rocha é decomposto quimicamente, não havendo, assim, decomposição. Ex. mudanças de temperatura;

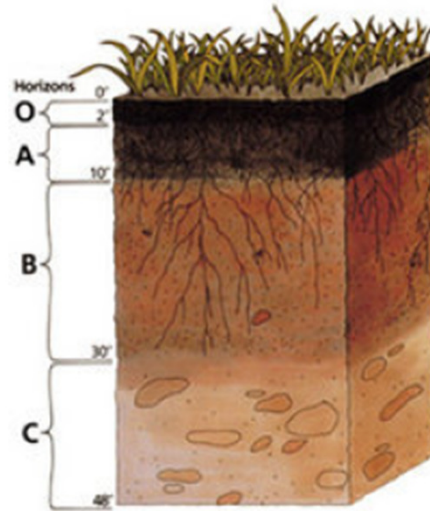
INTEMPERISMO QUÍMICO ocorre quando estratos geológicos são expostos a águas correntes com compostos que reagem com os componentes minerais das rochas e alteram significativamente sua constituição.

INTEMPERISMO BIOLÓGICO é caracterizado por rochas que perdem alguns de seus nutrientes essenciais para organismos vivos e plantas que crescem em sua superfície.



#### PERFIL DO SOLO

É a seção vertical, englobando a sucessão de horizontes ou camadas, desde o manto superficial de resíduos orgânicos até o material subjacente pouco ou nada transformado. Em um solo mineral maduro distinguem-se três horizontes: "A"; "B" e "C", existindo algumas sub-divisões, como Bw; Bi.



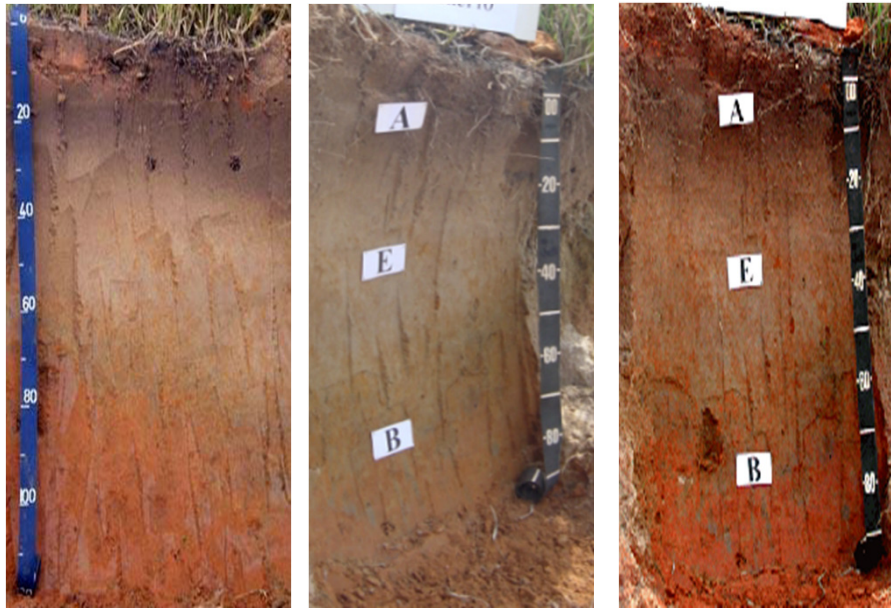
---

### 3

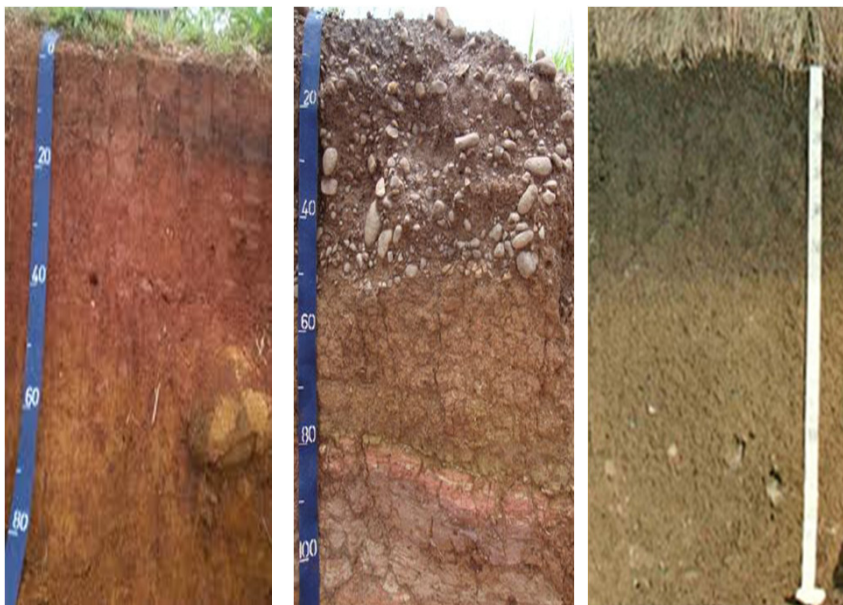
## Classificação de solos

---

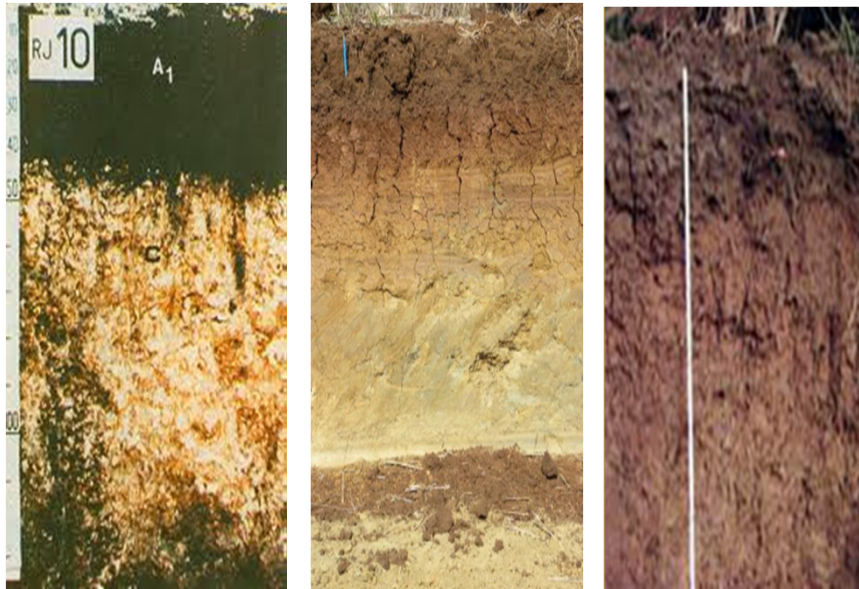
## ARGISSOLO



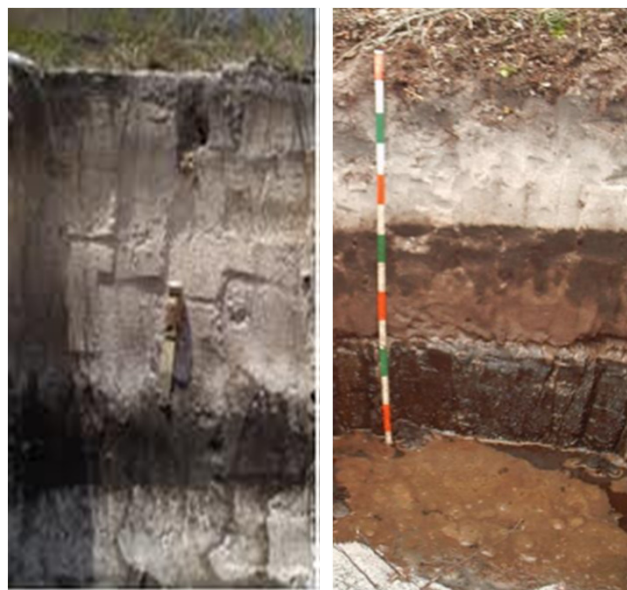
## CAMBISSOLO



## CHERNOSSOLO



## ESPODOSSOLO



## GLEISSOLO



## LATOSSOLO





## NITOSSOLO



## LUVISSOLO



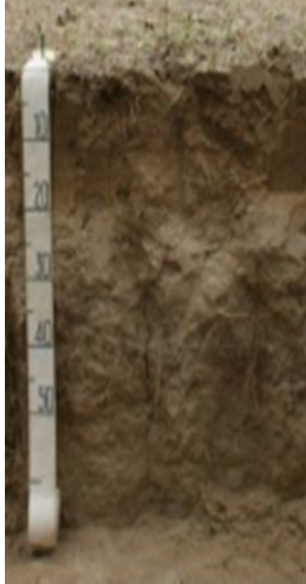
## NEOSSOLO



## ORGANOSSOLO



## PLANOSSOLO



## VERTISSOLO





## 4

### Degradação do solo

- Deterioração de suas propriedades edáficas.
- Causada, principalmente, pela erosão.
- Erosão – processo de desgaste e consequente modificação da superfície das terras, sendo influenciada pela água, vento, cobertura vegetal, topografia e tipo de solo.

- Causas da erosão
  
- Manejo inadequado dos recursos naturais
  - Desmatamentos
  - Queimadas
  - Preparo errado do solo
  - Cultivos intensivos
  - Ausência de planejamento do uso do solo
  
- Erosão geológica
  - processo natural, oriunda da atividade geológica (água, vento, gelo)
  
- Erosão antrópica
  - originada da interferência humana, intensificando (potencializando) a ação da água, do vento e do gelo sobre o solo

### Erosão hídrica

- Corresponde à ação da água sobre a superfície do solo promovendo três processos fundamentais:
  - Desagregação das partículas do solo
  - Transporte de partículas
  - Deposição de partículas

### Erosão eólica

- Consiste na ação do vento causando a desagregação de rochas e agregados do solo, seu transporte e deposição.



## 5

### Erosão laminar









---

## 6

### Equação universal de perdas de solo

---

- Permite estimar perdas médias anuais de partículas de solo/substrato por erosão laminar de uma área sob determinado manejo.
- Não se aplica à sulcos, ravinas ou voçorocas.

$$A = R . K . L . S . C . P$$

- A → perdas de substrato por erosão laminar (ton./ano)
- R → erosividades das chuvas
- K → erodibilidade do substrato
- L → comprimento de rampa (m)
- S → inclinação da rampa
- C → cobertura do terreno (%)
- P → medidas conservacionistas

## Erosividade das chuvas (R)

- Uma chuva erosiva é aquela cuja intensidade duração são capazes de provocar erosão.
- Geralmente, considera-se erosiva, a precipitação de 10mm ou mais, independente de sua duração.
- O valor numérico de R expressa o efeito erosivo do impacto das chuvas sobre a superfície do terreno e a quantidade de escoamento superficial esperado.

$$EI_{mensal} = 68,7 \left( \frac{r^2}{P} \right)^{0,85}$$

- $r \rightarrow$  precipitação média mensal <sub>(mm)</sub>
- $P \rightarrow$  precipitação média anual <sub>(mm)</sub>

$$R = \sum_1^{12} EI_{mensal}$$

Precipitação média mensal:

| Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 240 | 210 | 180 | 125 | 030 | 005 | 010 | 015 | 050 | 160 | 230 | 250 |

$$EI_{Jan} = 68,7 \left( \frac{240^2}{1505} \right)^{0,85} \quad EI_{Fev} = 68,7 \left( \frac{210^2}{1505} \right)^{0,85}$$

Erosividade mensal:

| Jan  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Out  | Nov  | Dez  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1522 | 1213 | 0933 | 0502 | 0045 | 0002 | 0007 | 0014 | 0106 | 0764 | 1416 | 1632 |

$$R = \sum_{1}^{12} EI_{mensal} \rightarrow R = 8154$$

## Erodibilidade do substrato (K)

- Relaciona-se à sua resistência ou susceptibilidade de ser erodido pelos fatores do intemperismo.
- É a taxa de perda do solo por unidade de erosividade da chuva para um local de referência, correspondente a um determinado solo e a uma área de encosta de comprimento igual a 22,1m e declive uniforme de 9%.
- A textura do solo define a maior parte deste fator.
- A elevação do teor de matéria orgânica até o limite de 4% reduz a erodibilidade do solo.

$$K = [2,1 \cdot 10^{-4} \times M^{1,14} \times (12 - a) + 3,25 \times (b - 2) + 2,5 \times (c - 3)] \cdot 0,001313$$

(% silte + % areia muito fina) · (100 - % argila)

Coefficiente relativo à estrutura do solo

% de matéria orgânica

Classe de permeabilidade

a = percentual de matéria orgânica no solo

b = estrutura do solo, adotar:

- 1 = grãos muito finos ( $\emptyset < 1\text{mm}$ )
- 2 = grãos finos ( $1\text{mm} < \emptyset < 2\text{mm}$ )
- 3 = grãos médios ( $2\text{mm} < \emptyset < 10\text{mm}$ )
- 4 = grãos grosseiros ( $\emptyset > 10\text{mm}$ )

c = permeabilidade do solo, adotar:

- 1 = muito rápida
- 2 = moderadamente rápida
- 3 = moderada
- 4 = moderadamente lenta
- 5 = lenta
- 6 = muito lenta

| Classe de erodibilidade | Valor de K  | Tipo de solo                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muita alta              | > 0,50      | Alúvios (30%)<br>Areias quartzozas (50%)                                                                                                                                                       |
| Alta                    | 0,35 – 0,50 | Podzol vermelho-amarelo (7%)<br>Planossolo (30%)<br>Glei pouco húmico (30%)<br>Laterita hidromórfica (20%)                                                                                     |
| Média                   | 0,25 – 0,35 | Podzol vermelho-amarelo (17%)<br>Cambissolo (50%)<br>Planossolo (70%)<br>Glei pouco húmico (50%)<br>Laterita hidromórfica (80%)                                                                |
| Baixa                   | 0,10 – 0,25 | Latossolo amarelo (12%)<br>Concrecionário laterítico (20%)<br>Latossolo vermelho-escuro (34%)<br>Podzol vermelho-amarelo (48%)<br>Cambissolo (50%)<br>Areias quartzozas (50%)<br>Alúvios (70%) |
| Muito baixa             | < 0,10      | Latossolo amarelo (88%)<br>Latossolo vermelho-escuro (66%)<br>Podzol vermelho-amarelo (28%)<br>Concrecionário laterítico (80%)<br>Podzol hidromórfico (100%)                                   |

*Deve-se multiplicar K por 0,1317*

Tabela 23.2 - Fator de erodibilidade K do solo (ton/MJ/ha)/(mm/h)

| Orde<br>m | Classe de textura         | Quantidade de<br>matéria orgânica |             |      |
|-----------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|------|
|           |                           | < 0,5%                            | 2%          | 4%   |
| 1         | Solo arenoso              | 0,07                              | 0,04        | 0,03 |
| 2         | Solo arenoso fino         | 0,21                              | 0,18        | 0,13 |
| 3         | Solo arenoso muito fino   | 0,55                              | 0,48        | 0,37 |
| 4         | Franco arenoso            | 0,16                              | 0,13        | 0,11 |
| 5         | Franco fino arenoso       | 0,32                              | 0,26        | 0,21 |
| 6         | Franco muito fino arenoso | 0,58                              | 0,50        | 0,40 |
| 7         | Franco arenoso            | 0,36                              | 0,32        | 0,25 |
| 8         | Franco arenoso fino       | 0,46                              | 0,40        | 0,32 |
| 9         | Franco arenoso muito fino | 0,62                              | 0,54        | 0,44 |
| 10        | Franco                    | 0,50                              | 0,45        | 0,38 |
| 11        | Franco siltoso            | 0,63                              | 0,55        | 0,44 |
| 12        | Silte                     | 0,79                              | 0,69        | 0,55 |
| 13        | Franco argilosa arenosa   | 0,36                              | 0,33        | 0,28 |
| 14        | Franco argiloso           | 0,37                              | 0,33        | 0,28 |
| 15        | Franco argiloso siltoso   | 0,49                              | 0,42        | 0,34 |
| 16        | Areia argilosa            | 0,20                              | 0,17        | 0,34 |
| 17        | Silte argiloso            | 0,33                              | 0,30        | 0,25 |
| 18        | Argila                    |                                   | 0,17 a 0,38 |      |

Fonte: Wanielista, 1978 in Mays, 2001



**Exemplo -** Calcular o fator de erodibilidade, sendo:

- a = 2,5
- b = 3,5
- c = 2,5
- % de argila=13%
- % silte + % areia muito fina= 36%

$$M = 36 \times (100 - 13) = 3132$$

$$K = [2,1 \cdot 10^{-4} \times 3132^{1,14} \times (12 - 2,5) + 3,25 \times (3,5 - 2) + 2,5 \times (2,5 - 3)] 0,001313$$

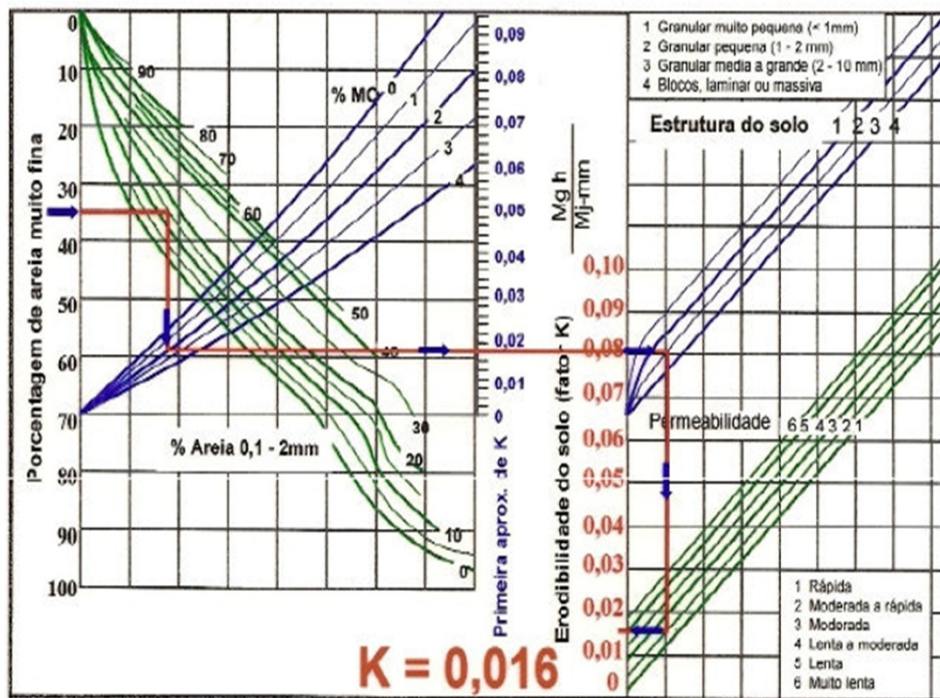
$$K = 0,03$$

## Exemplo 2

| Características    | Parâmetros                |
|--------------------|---------------------------|
| Silte e areia fina | 34%                       |
| Areia              | 20%                       |
| Matéria Orgânica   | 02%                       |
| Estrutura          | Granular – média a grande |
| Permeabilidade     | Moderada                  |

### Limites de Permeabilidade:

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Rápida: > 254 mm/h      | Mod. Rápida: 127-254 mm/h  |
| Moderada: 63,5-127 mm/h | Lenta a Mod.: 20-63,5 mm/h |
| Lenta: 5-20 mm/h        | Muito Lenta: < 5mm/h       |



## Fator topográfico (LS)

- fator topográfico (LS) combina dois fatores:
  - L função do comprimento da rampa e
  - S função da declividade média.
- O produto (LS), conforme Righetto, 1998 é fornecido pela Equação de Bertoni:

$$LS = 0,00984 \cdot S^{1,18} \cdot L^{0,63}$$

Declividade (%)

Comprimento de rampa (m)

Não há precisão nos cálculos quando a rampa tiver mais que 180 m ou quando a declividade da rampa for maior que 35%.

## Cobertura do terreno (C)

| Cobertura (%) | C    | Cobertura (%) | C    |
|---------------|------|---------------|------|
| 00            | 1,00 | 55            | 0,25 |
| 05            | 0,90 | 60            | 0,22 |
| 10            | 0,78 | 65            | 0,20 |
| 15            | 0,70 | 70            | 0,15 |
| 20            | 0,60 | 75            | 0,15 |
| 25            | 0,55 | 80            | 0,10 |
| 30            | 0,50 | 85            | 0,08 |
| 35            | 0,45 | 90            | 0,06 |
| 40            | 0,40 | 95            | 0,05 |
| 45            | 0,35 | 100           | 0,03 |
| 50            | 0,30 |               |      |

**Tabela 23.4 - Fator de práticas do uso da terra**

| Uso geral da terra                                                                                      | C      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Plantações                                                                                              | 0,080  |
| Florestas virgens (C tende a 0,001)                                                                     | 0,0001 |
| Pastagens                                                                                               | 0,010  |
| Vegetação natural                                                                                       | 0,100  |
| Florestas                                                                                               | 0,005  |
| Agricultura de Café                                                                                     | 0,200  |
| Terras urbanas                                                                                          | 0,010  |
| Área desnuda (C tende 1,00) e Outros                                                                    | 1,000  |
| Áreas Urbanas (Fernandes e Araújo XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Açude Acarape, Ceará) | 0,030  |
| Gramados (4,5 ton/ha x ano)                                                                             | 0,001  |

| Tipo de Cobertura do Solo  | Fator C (% de Recobrimento) |       |       |        |       |
|----------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|-------|
|                            | 0                           | 25    | 50    | 75     | 100   |
| Sem cobertura/solo desnudo | 1,00                        | –     | –     | –      | –     |
| Culturas agrícolas         | –                           | 0,500 | 0,250 | 0,100  | 0,050 |
| Pastagem e ervas-daninhas  | –                           | 0,450 | 0,200 | 0,090  | 0,010 |
| Arbustos                   | –                           | 0,400 | 0,180 | 0,090  | 0,005 |
| Árvores/reflorestamento    | –                           | 0,350 | 0,150 | 0,0080 | 0,003 |
| Floresta densa             | –                           | 0,280 | 0,100 | 0,050  | 0,001 |

WALKER, 2004

Tipos de recobrimento do solo e respectivos valores do fator C  
para áreas impactadas e degradadas

| Tipo                                        | Eficiência (%) | Fator C |
|---------------------------------------------|----------------|---------|
| Sem recobrimento do solo                    | 0              | 1,00    |
| Hidrossemeadura à base de 3t/ha de mulching | 15             | 0,85    |
| Hidrossemeadura à base de 6t/ha             | 30             | 0,70    |
| Grama em placas estaqueadas                 | 45             | 0,55    |
| Strawmulch à base de 5t/ha                  | 60             | 0,40    |
| Biomantas anterosivas de palha              | 70             | 0,30    |
| Biomantas anterosivas de fibra de coco      | 85             | 0,15    |
| Biomantas anterosivas tridimensionais       | 95             | 0,05    |

## Medidas conservacionistas (P)

**Tabela 23.6- Valores de P para alguns tipos de manejo do solo**

| Tipo de manejo                  | Inclinação do terreno (%) |        |         |         |
|---------------------------------|---------------------------|--------|---------|---------|
|                                 | 2 a 7                     | 8 a 12 | 13 a 18 | 19 a 24 |
| Plantio morro abaixo            | 1,0                       | 1,0    | 1,0     | 1,0     |
| Faixas niveladas                | 0,50                      | 0,60   | 0,80    | 0,90    |
| Cordões de vegetação permanente | 0,25                      | 0,30   | 0,40    | 0,45    |
| Terraceamento                   | 0,10                      | 0,12   | 0,16    | 0,18    |

Fonte: Righeto, 1998

**Tabela 23.5 - Fator de práticas contra erosão**

| Uso geral da terra | P   |
|--------------------|-----|
| Plantações         | 0,5 |
| Pastagens          | 1,0 |
| Florestas          | 1,0 |
| Terras urbanas     | 1,0 |
| Outros             | 1,3 |

Fonte: Wanielista, 1978 in Mays, 2001.

Fator P de práticas de cultivo

| Inclinação (%) | Tipo de cultivo |        |          |
|----------------|-----------------|--------|----------|
|                | Nível           | Faixas | Terraços |
| 2              | 0,60            | 0,30   | 0,12     |
| 5              | 0,50            | 0,25   | 0,10     |
| 10             | 0,60            | 0,30   | 0,12     |
| 15             | 0,70            | 0,35   | 0,14     |
| 20             | 0,80            | 0,40   | 0,16     |
| 30             | 0,90            | 0,45   | 0,18     |

### Interpratação da EUPS

| Nível de erosão | Perdas de solo/substrato |
|-----------------|--------------------------|
| Muito baixo     | < 6                      |
| Baixo           | 6 – 11                   |
| Moderado        | >11 – 22                 |
| Alto            | >22 – 33                 |
| Severo          | > 33                     |

Valores considerados toleráveis.

$$E_p = R \cdot K \cdot L \cdot S$$

*Potencial natural à erosão laminar*

| Dados preliminares      |                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| Precipitações mensais   | Estrutura do solo                       |
| % de silte + areia fina | Declividade                             |
| % de areia              | Comprimento de rampa                    |
| % argila                | % de cobertura do solo                  |
| Permeabilidade do solo  | Uso do solo e medidas conservacionistas |

## 7

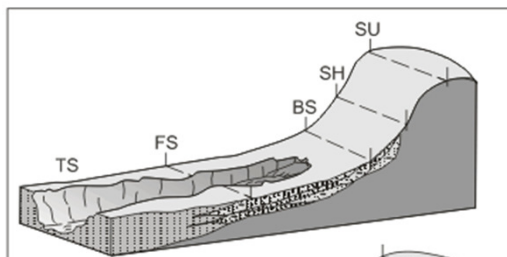
### Voçorocas

- Denomina-se “voçoroca” ao estágio mais avançado e complexo da erosão.
- Podem ser formas pela passagem gradual da erosão laminar para erosão em sulcos e ravinas, com dimensões aumentadas e mais profundas.
- Ou ainda, diretamente de um ponto de elevada concentração de águas sem a devida dissipação de energia.

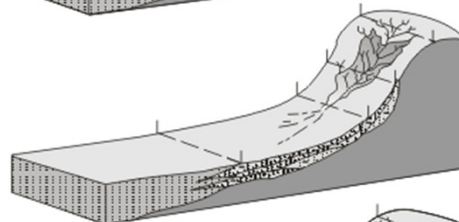


- A voçoroca é produto do processo erosivo que por vez é desencadeado pelos fatores controladores, sendo definida como uma incisão que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais, fundo plano, secção transversal em **U** e profundidade superior a 1,5 m, apresentando largura e comprimento superiores a 3m (VIEIRA, 2008).

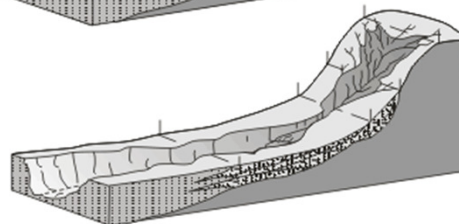
Conectada

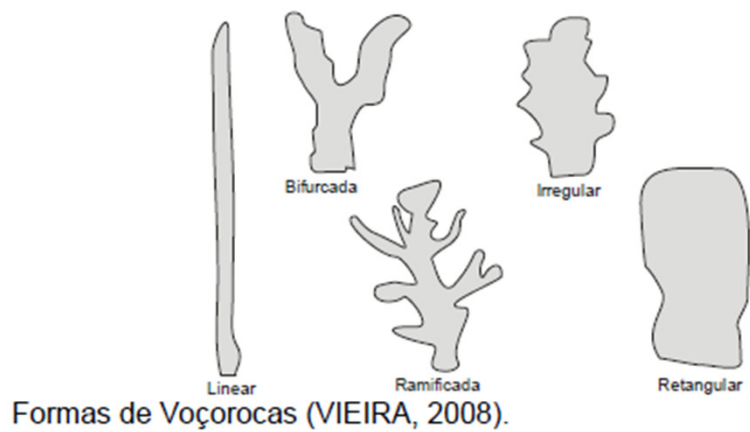


Desconectada



Integração dos  
dois tipos





- A presença de lençol freático, interceptado pela voçoroca, induz o aparecimento de surgências de água (minação):
  - Descalçamento
  - Solapamento

- Diferentes tipos de solos – aptidão de uso
- Cobertura do solo
- Topografia
- Características físicas, químicas, morfológicas e biológicas
- Profundidade do solo (principalmente do horizonte C).

### Quanto à profundidade

- Pequena
  - Menos de 2,5 m de profundidade
- Média
  - Entre 2,5 e 4,5 m de profundidade
- Grande
  - Maior que 4,5 m de profundidade

### Quanto à bacia de contribuição

- Pequena
  - Menor que 10 ha
- Média
  - Entre 10 e 50 ha
- Grande
  - Maior que 50 ha

### Quanto ao tamanho (m<sup>3</sup>)

| Ord. | Volume erodido                                   | Tamanho       |
|------|--------------------------------------------------|---------------|
| 01   | até 999 m <sup>3</sup>                           | Muito pequena |
| 02   | de 1.000 m <sup>3</sup> até 9.999 m <sup>3</sup> | Pequena       |
| 03   | entre 10.000 e 19.999 m <sup>3</sup>             | Média         |
| 04   | entre 20.000 e 40.000 m <sup>3</sup>             | Grande        |
| 05   | mais de 40.000 m <sup>3</sup>                    | Muito grande  |

\*Vieira e Albuquerque (2004).











## 8

# Recuperação e estabilização de voçorocas

- Isolamento da área de contribuição da formação da voçoroca
- Controle da erosão em toda bacia de contribuição
- Drenagem da água subterrânea
- Suavização dos taludes da voçoroca
- Construção de barreiras artificiais e/ou naturais
- Vegetação da voçoroca e área de contribuição
- Manutenção das estruturas de controle
- Medidas de prevenção
- Utilização de paliçadas
- Travesseiros ou almofadas
- Construção de terraços

- Objetivo:
  - Eliminar os fatores que estejam influenciando e contribuindo para a concentração da água na área de contribuição (bacia de captação) e paralisar o crescimento da voçoroca.
- Evitar :
  - acesso de animais ao local afetado;
  - o tráfego de máquinas e veículos nas áreas adjacentes;
  - a atividade agrícola sem práticas conservacionistas no entorno da voçoroca;
  - as atividades extrativistas (minerais e florestais);
  - a alocação inadequada de estradas e caminhos que direcionam a enxurrada para a voçoroca

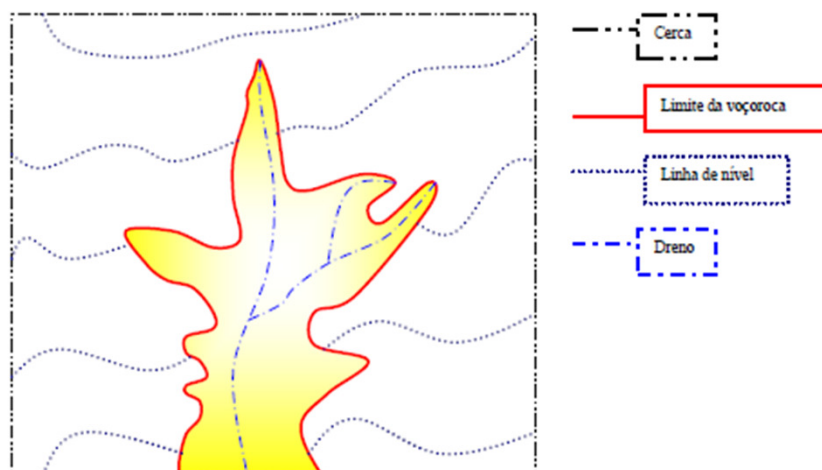


Fig. 5.5. Isolamento da área da voçoroca.

- Objetivo:
  - Executar práticas mecânicas e vegetativas tanto a montante como nas laterais da voçoroca para desviar a água que cai em seu interior.
- Medidas:
  - sistemas de terraceamento
  - canais escoadouros
  - Bacias de captação de água
  - plantio em nível
  - cobertura vegetal com espécies herbáceas
  - arbustivas e arbóreas
  - instalação de paliçadas de bambu e sacos de terra
  - implantação de cordões vegetados



Fig. 5.6. Bacia de Captação.

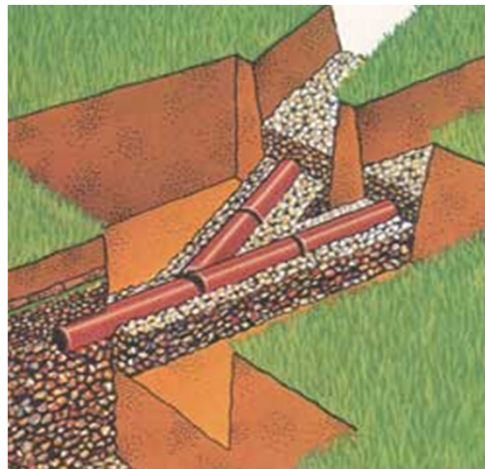


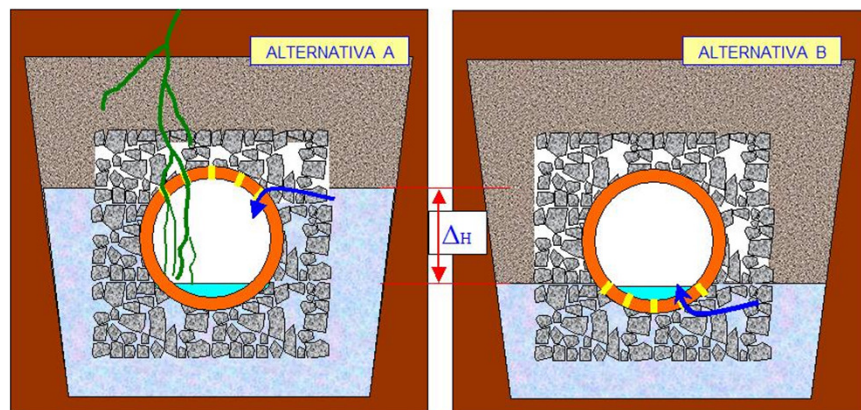
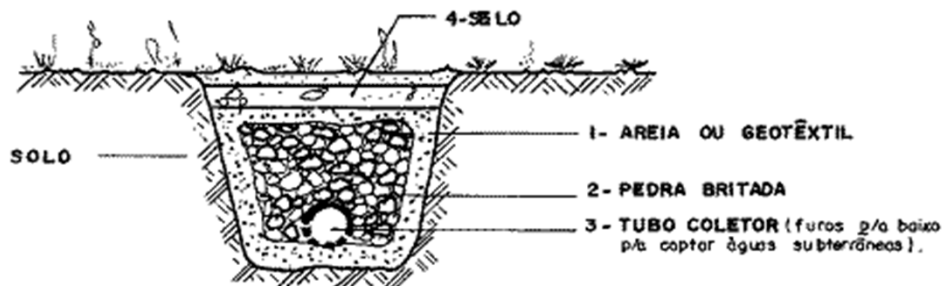
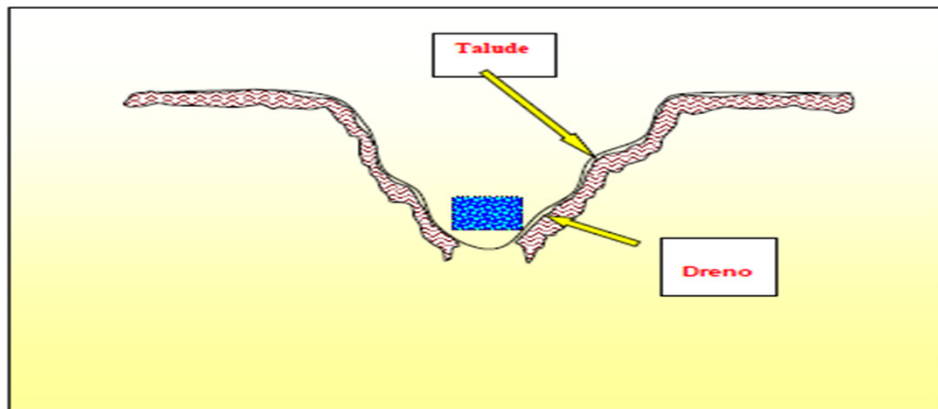
Vista aérea das estruturas "Bigode" e "Bacia de Captação"



- Objetivo:

- Captar água subterrânea e conduzi-la para fora da voçoroca até um leito de drenagem estável.





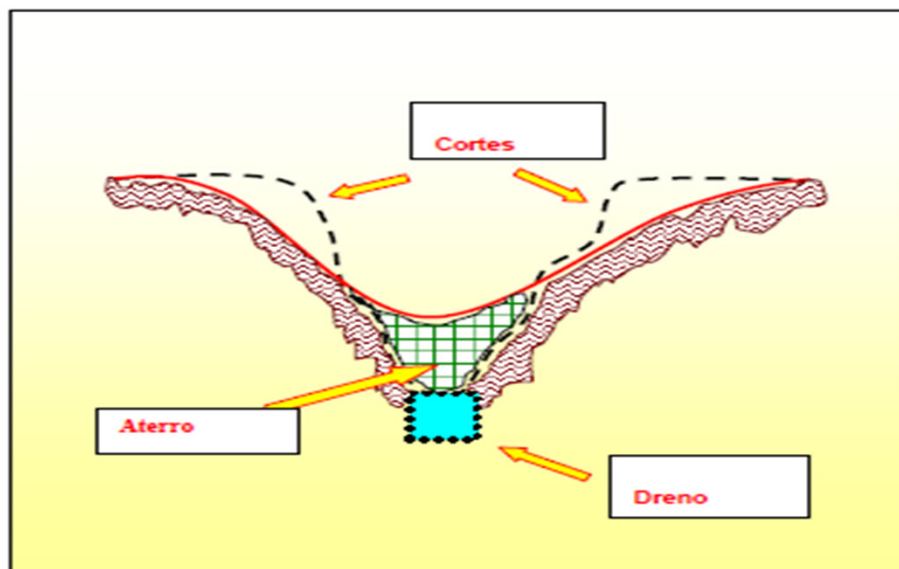


Fig. 5.10. Suavização dos taludes da voçoroca.



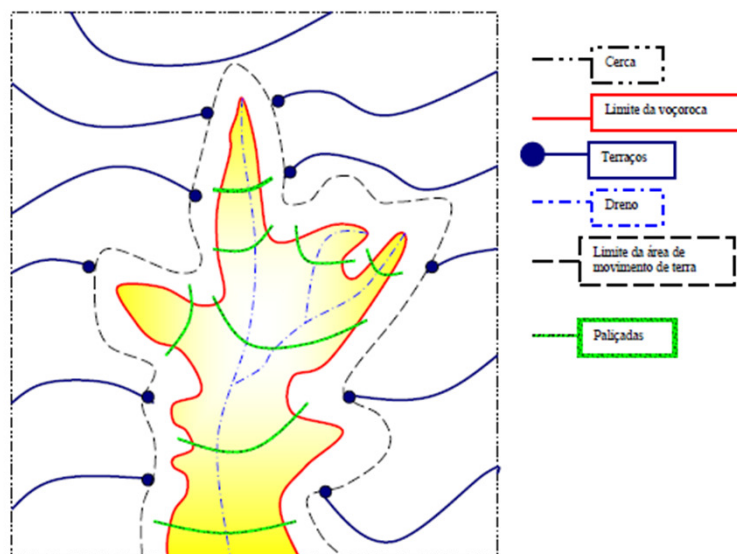
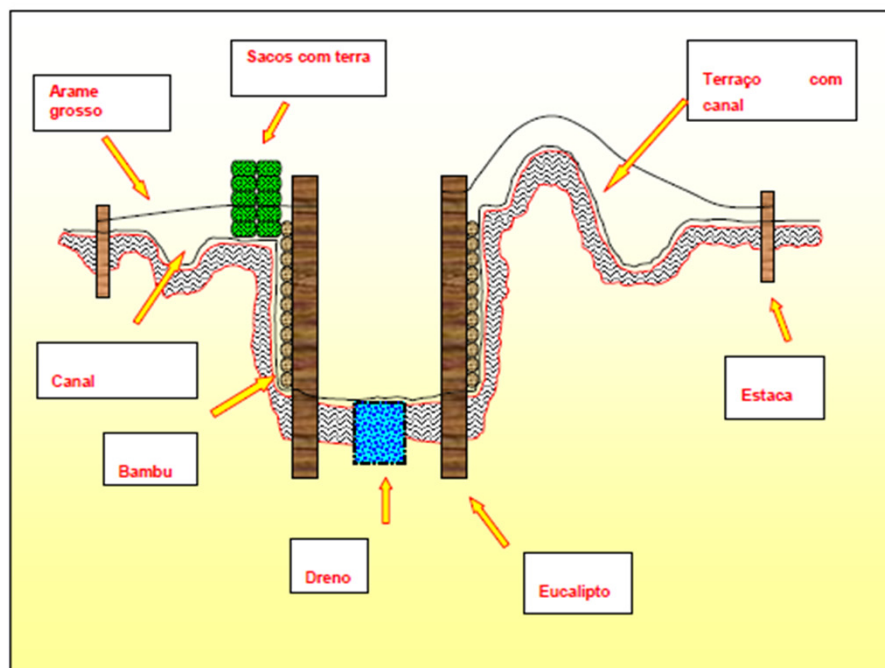


Fig. 5.11. Controle de erosão na bacia de captação.





## 9

### Terraceamento

- Terraços visam reduzir da velocidade da água das chuvas erosivas que escorrem sobre os terrenos.
- Método mecânico que visa parcelar o comprimento de rampa, reduzindo a velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial.

- Terraceamento indicado para terrenos com declividade entre 6 a 12%, podendo utilizar com declividades maiores;
- Fatores afetam:
  - Susceptibilidade do solo à erosão;
  - Intensidade de chuvas

**Deve estar associada à outras práticas conservacionistas:**

- Plantação em curva de nível
- Plantio em faixas de retenção
- Rotação de culturas
- Cordões vegetados
- Alternância da capinas
- Manutenção de cobertura morta

## Padrões de terraceamento

- Até 12% de declividade – terraço de base larga
- De 12 a 15% - terraço de base estreita
- Acima de 15% - terraço com faixas vivas

## Espaçamento entre terraços

- Depende de:
  - Características do solo
  - Topografia
  - Condições climáticas
  - Cultura a implantar
  - Sistema de cultivo
  - Disponibilidade de maquinário

- Declividade fator predominante para decisão da largura do terraço
- Declividades acima de 18% - indica-se o terraço de patamar
- Quantidade / intensidade / distribuição das chuvas
  - volume do deflúvio superficial
  - Importantes para o dimensionamento de terraços
    - Retenção e condução de água.

## Problemas comuns em terraços

- Terraço com uso isolado;
- Tabelas empíricas ou de outros países, desconsiderando as características dos solos.
- Tabelas não consideram a tipologia dos solos nem o sistema de preparo dos solos
- Construção com seção transversal menor que o necessário.

## Cálculo do espaçamento entre terraços

$$EV = 0,4518 \cdot K \cdot D^{0,58} \cdot \frac{(u + m)}{2}$$

- EV – espaçamento vertical entre terraços (m)
- K – índice variável para cada tipo de solo;
- D – declive do terreno (%)
- u – fator de uso do solo
- m – fator de manejo do solo

| K - Índice para cada tipo de solo |                                                          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Grupo de resistência              | A alto                                                   |
| Profundidade                      | Muito profundo (> 2m)<br>Profundo (1-2 m)                |
| Permeabilidade                    | Rápida/Rápida<br>Moderada/Rápida                         |
| Textura                           | Média/Media<br>Média argilosa<br>Média argilosa/Argilosa |
| Razão textural                    | < 1,2                                                    |
| Grupo de solos                    | LR; LE; LV; LH; Lea; Lva.                                |
| <b>Índice K</b>                   | <b>1,25</b>                                              |

| K - Índice para cada tipo de solo |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Grupo de resistência              | B moderado  |
| Profundidade                      |             |
| Permeabilidade                    |             |
| Textura                           |             |
| Razão textural                    |             |
| Grupo de solos                    |             |
| <b>Índice K</b>                   | <b>1,10</b> |

| K - Índice para cada tipo de solo |            |
|-----------------------------------|------------|
| Grupo de resistência              | C baixo    |
| Profundidade                      |            |
| Permeabilidade                    |            |
| Textura                           |            |
| Razão textural                    |            |
| Grupo de solos                    |            |
| <b>Índice K</b>                   | <b>0,9</b> |



| K - Índice para cada tipo de solo |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Grupo de resistência              | D muito baixo |
| Profundidade                      |               |
| Permeabilidade                    |               |
| Textura                           |               |
| Razão textural                    |               |
| Grupo de solos                    |               |
| <b>Índice K</b>                   | <b>0,75</b>   |

## U – fator de uso do solo

| Grupo | Cultura                                                                                                          | índice |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Feijão, mandioca, mamona                                                                                         | 0,50   |
| 2     | Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol, fumo                                                           | 0,75   |
| 3     | Soja, batatinha, melancia, abóbora, melão e leguminosas para adubação verde                                      | 1,00   |
| 4     | Milho, sorgo, cana de açúcar, trigo aveia e centeio, cevada, outras culturas de inverno, culturas de ciclo curto | 1,25   |
| 5     | Banana, café, citros e frutíferas permanentes,                                                                   | 1,50   |
| 7     | Pastagens e capineiras                                                                                           | 1,75   |
| 8     | Reflorestamento, cacau e seringueira                                                                             | 2,00   |

## m – preparo do solo

| Primário                         | Secundário                                                                  | Restos                       | índice |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|
| Grade aradora<br>Enxada rotativa | Grade niveladora                                                            | Incorporados ou<br>queimados | 0,50   |
| Grade de disco<br>Aiveca         | Grade niveladora                                                            | Incorporados ou<br>queimados | 0,75   |
| Grade leve                       | Grade niveladora                                                            | Parcialmente<br>incorporados | 1,00   |
| Arado escarificador              | Grade niveladora                                                            | Parcialmente<br>incorporados | 1,50   |
| Inexistente                      | Plantio sem<br>revolvimento do solo,<br>roçadeira/ rolo-faca,<br>herbicidas | Superfície do terreno        | 2,00   |

## Espaçamento horizontal

$$EH = \frac{(100 \cdot EV)}{D}$$

---

# 10

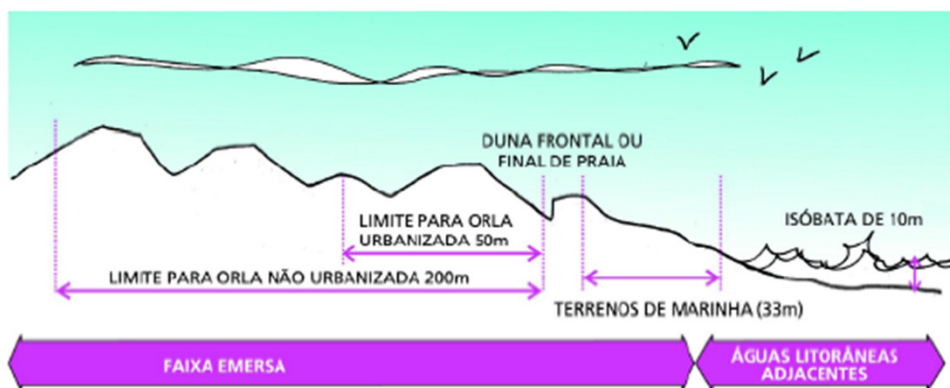
## Controle e estabilização de dunas

---

A zona costeira brasileira é definida na Lei 7.661 de 16 de maio de 1988 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), como sendo “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”. Trata-se, portanto, da borda oceânica das massas continentais e das grandes ilhas, que se apresenta como área de influência conjunta de processos marinhos e terrestres, gerando ambientes com características específicas e identidade própria (MMA/SQA, 2002a).

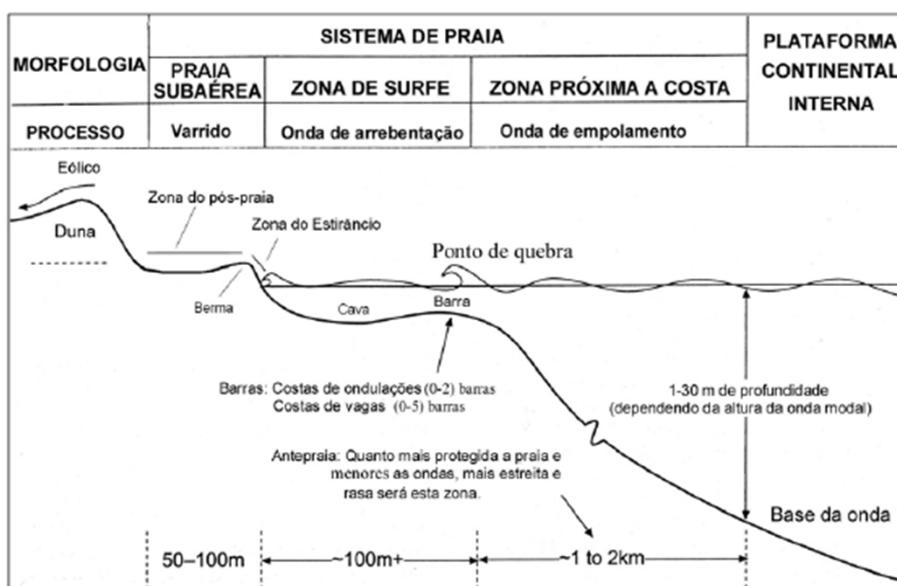
No Brasil, a zona costeira se estende, na sua porção terrestre, por mais de 8.698 km sobre uma área de aproximadamente 388.000 km<sup>2</sup>, abrangendo uma parte terrestre com 17 estados e mais de 400 municípios, distribuídos do norte equatorial ao sul temperado do País e uma área marinha, que corresponde ao mar territorial brasileiro, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha de costa (MMA/SQA, 2002a; Cicin-Sain e Knecht, 1998).

Inserida na Zona Costeira a orla marítima pode ser definida como unidade geográfica inclusa na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e do mar. Esse ambiente caracteriza-se pelo equilíbrio morfodinâmico, no qual interagem fenômenos terrestres e marinhos, sendo os processos geológicos e oceanográficos os elementos básicos de conformação dos principais tipos de orla, como: costas rochosas; falésias; praias arenosas; praias de seixos; planícies lamosas; manguezais; e formações recifais. A estes fatores se associam condicionantes geográficos como o clima, a orografia e a hidrografia (MMA/SQA, 2002b) (FIG. 1).



A zona costeira é um ambiente de transição ecológica, a qual desempenha importante função de ligação e de trocas entre os ecossistemas terrestres e marinhos. Abriga diversos ecossistemas como florestas tropicais, manguezais, recifes de corais, sistema de dunas, entre outros, os quais proporcionam o habitat para muitas espécies e servindo como defesas naturais contra tempestades, inundações e erosões.

O princípio básico no manejo de dunas é a manutenção de uma satisfatória cobertura vegetal sobre a duna frontal para evitar a fuga das areias para o interior do continente e a sua desvinculação do sistema praial (Soil Conservation Service, 1986).



Dunas costeiras são feições naturais da maioria das praias arenosas, desde condições climáticas tropicais até polares. São constituídas por grandes acumulações de sedimento, com forma, tamanho e orientação particulares para cada local, em função do perfil de praia, da orientação da costa, da direção e velocidade dos ventos dominantes, granulometria e tipo de vegetação presente (Packham e Willis, 1997).

#### **Dunas frontais incipientes**

Dunas frontais incipientes ou dunas embrionárias são acúmulos de areia recém desenvolvidos dentro de comunidades pioneiras de plantas. Elas podem ser formadas pela deposição de areia em agrupamentos vegetais ou plantas individuais.

Existem três modos de colonização do pós-praia por plantas pioneiras (Cordazzo e Davy, 1999): a) regeneração vegetativa dos fragmentos e amontoados de vegetação trazidos pelas tempestades; b) comunidades de plantas originadas por sementes, e c) crescimento lateral, no sentido do mar, dos rizomas e estolões das plantas originárias de dunas frontais estabilizadas.

#### **Duna frontal estabilizada**

Dunas frontais são cristas de dunas paralelas à costa, convexas, simétricas ou não, formadas no pós-praia superior por deposição de areias eólicas no interior de vegetação (Hesp, 1999). As dunas frontais estabilizadas desenvolvem-se a partir de dunas incipientes, sendo comum conterem uma grande complexidade morfológica, tanto em altura como na largura, em função da variação na densidade ou distribuição das plantas e suprimento de areia (Carter, 1988; Carter e Wilson, 1990). Estas ocupam posições mais importantes no lado marinho.

### Bacia de deflação eólica (*blowouts*)

Uma das feições erosivas mais comuns nos sistemas de dunas são os corredores de deflação eólica formados a partir de buracos e brechas existentes na duna frontal. O vento através destas aberturas aumenta a sua velocidade de fluxo retirando areia e desta forma provoca a deflação da superfície da duna (EPA, 2007b).

Embora exista nas dunas costeiras uma larga variedade de *blowouts* com diferentes morfologia, tamanho e localização, identifica-se pelo menos dois tipos definidos por Cooper (1967): A) tipo prato raso (*Saucer blowouts*), iniciam por cima de cristas amplas de dunas e apresentam formas de pratos semicirculares; B) tipo cavidade alongada (*Trough blowouts*), iniciam na face inclinada da duna frontal e são geralmente mais alongados, com deflação mais profunda do assoalho da bacia e com a parede lateral mais escarpada.

### Dunas parabólicas

Uma vez iniciados, os *blowouts* estes podem se tornar mais vastos e a alongada bacia de deflação evoluir para uma duna parabólica, cuja porção terminal, à sotavento, apresenta cristas de arraste alongadas, em forma de U, lençol arenoso ou campo de duna (Hesp and Hyde, 1996) (FIG. 6).

Quando não existe a presença de vegetação, ou esta é escassa, pode ser encontrada uma variedade de dunas típicas de desertos, incluindo dunas barcanas, transversas e campos de dunas transgressivas ativas. Estas dunas móveis podem encontrar-se em processo de formação e/ou transporte.



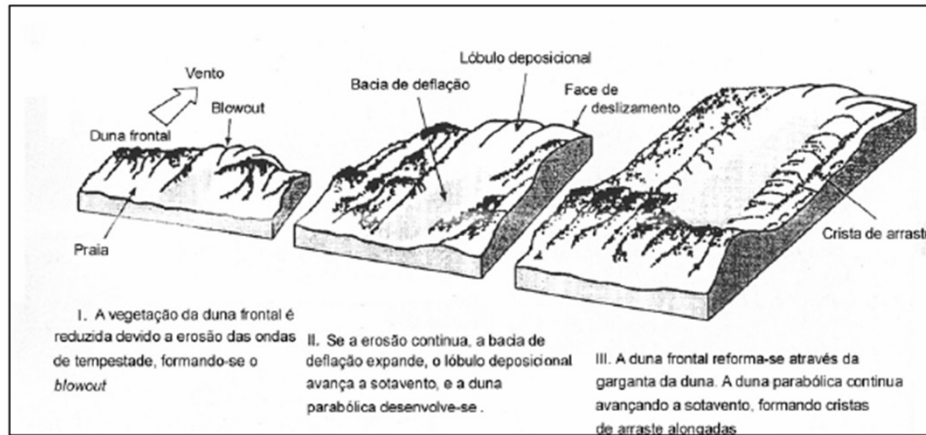
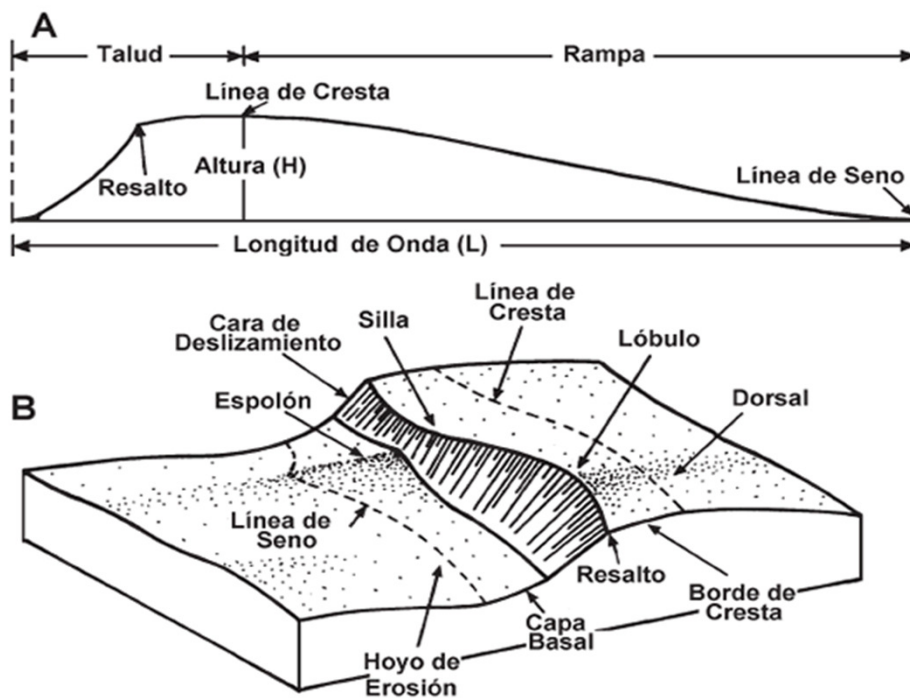
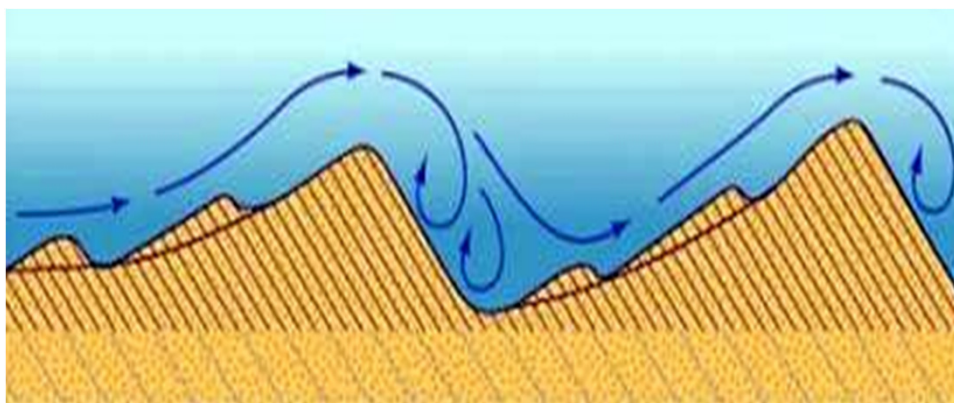
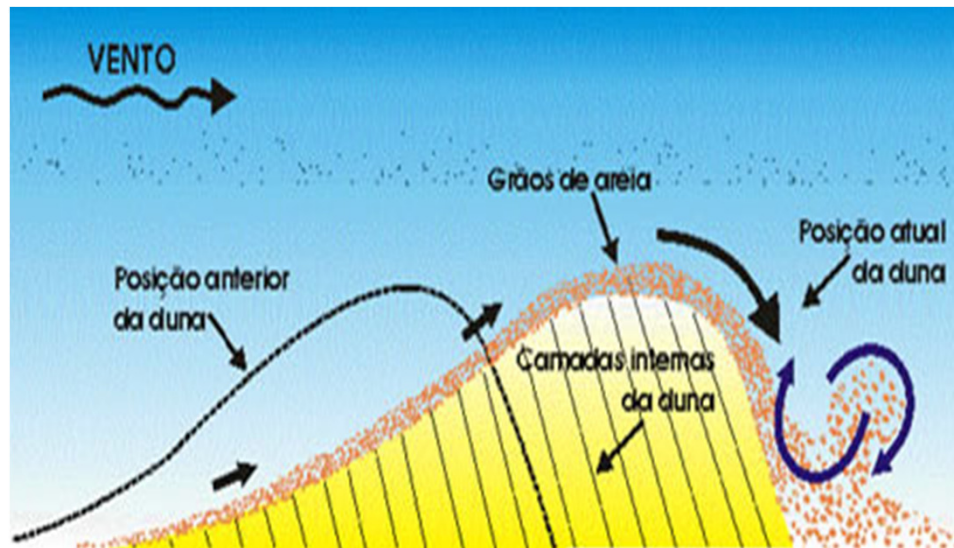


FIGURA 6 - Origem e desenvolvimento de uma duna parabólica, segundo Hesp (1999).





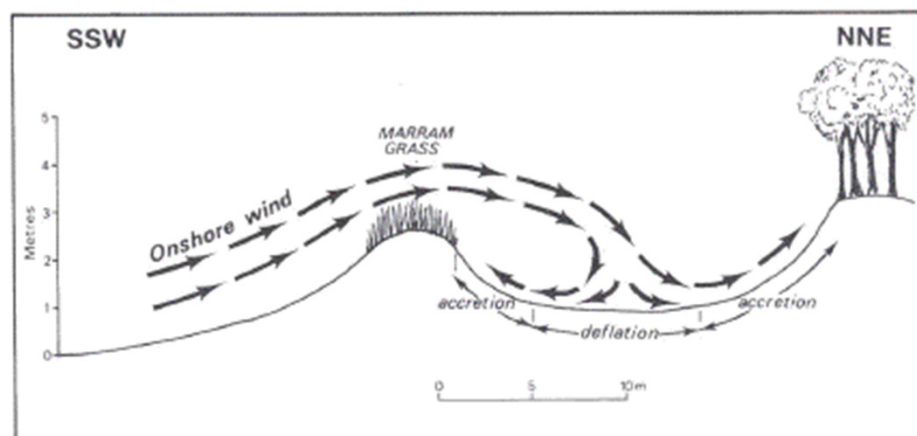
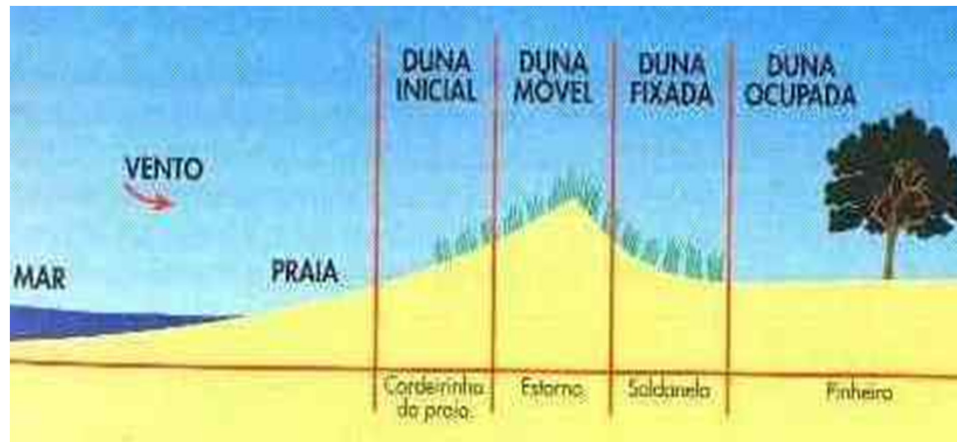
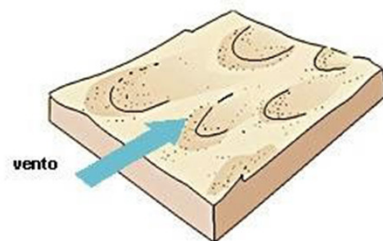
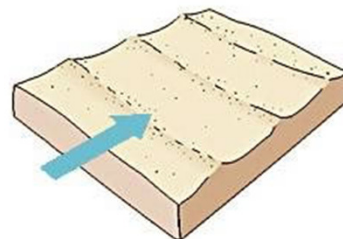


Figure 7.3 Onshore wind flowing over a grassy foredune develops eddies which may contribute to the shaping of the backing wall. Pattern determined by observing the flow of smoke from a fire on the beach.

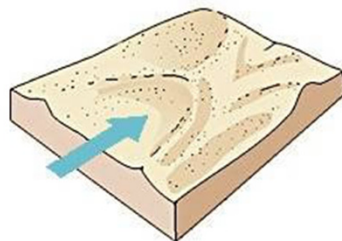
*Extraído de E. Bird, 2001*



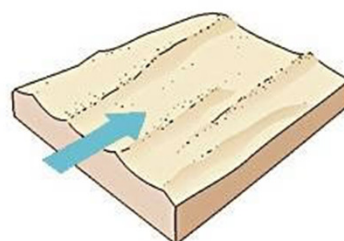
"Barchanes"



Transversa



Parabólica

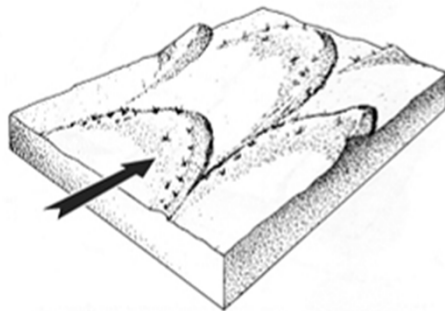


Longitudinal





BLOWOUT DUNES



PARABOLIC DUNES











Capítulo baseado em:

Portz, Luana Carla

Contribuição para o estudo do manejo de dunas: caso das praias de Osório e Xangri-Lá, litoral norte do Rio Grande do Sul. / Luana Carla Portz – Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2008. [128f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS – BR, 2008.