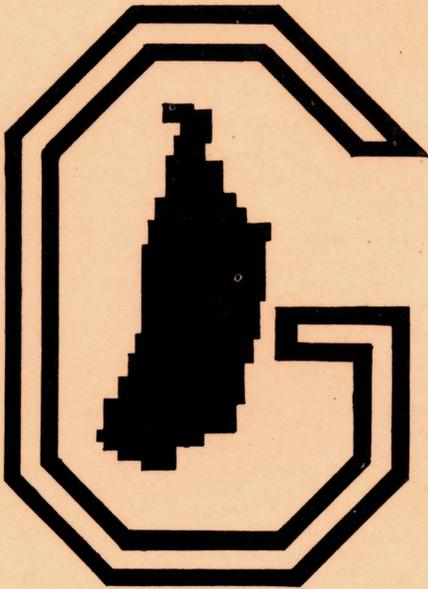


ISSN 0101-708X



UFG – IQG

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA

PUBLICAÇÃO SEMESTRAL — VOL. 3 N. 1-2 — JANEIRO/DEZEMBRO 1983

VOÇOROCAS:
ORIGEM E MÉTODOS DE CONTENÇÃO

J.M. FLEURY*

RESUMO

Voçorocas constituem um dos maiores problemas para a agricultura, como também para certas obras de engenharia, como rodovias. Seu crescimento rápido provoca efeitos danosos e grandes prejuízos. O autor deste tema em seus contatos frequentes com este tipo de erosão, observando os modos de ocorrências, sua progressão e efeitos, chegou nos seus trabalhos de consultoria e assessoria em projetos de obras rodoviárias, aos métodos de combate às voçorocas, aqui apresentados, através de meios simples e eficazes, como o caso das estacas transversais e o emprego de determinadas espécies vegetais de fixação natural do terreno, com seu crescimento rápido.

Sua observação o levou a concluir dados que evidenciam as origens e o desenvolvimento das voçorocas, com relação a diversos tipos e formas de terreno que são sempre os mais friáveis os mais atingidos e a observação de serem as voçorocas sempre o resultado dos efeitos de correntes turbulentas de água de enxurradas direcionadas, após chuvas torrenciais, muitas vezes auxiliadas pela ação de lençol freático, correntes estas com forças longitudinais e transversais.

INTRODUÇÃO

Todo e qualquer processo de desmatamento ou desnudação do solo para a ocupação agrícola, pecuária ou de obras civis, provoca

(*) Professor Titular do Dpt. de Geologia do IQG - UFGo. Consultor e Assessor Técnico de Geologia e Ecologia para Empresas e Particulares, através do seu escritório J.M. Fleury.

solo para a ocupação agrícola, pecuária ou de obras civís, provoca distúrbios no balanço do micro-clima da região com sérios reflexos para o lençol subterrâneos freático; para o solo agrícola; e mesmo para a economia da região, em última análise. Na América do Norte estes tipos de ocupação causaram, em algumas áreas, a formação de verdadeiros "badlands" ou terras inúteis ou estéreis. No Este da Europa e Sudoeste da Rússia, tem-se formados extensas estepes, que correspondem aos nossos campo-cerrados e campos brasileiros. Em Goiás na região de Cristalina o garimpo do Cristal de Rocha foi a causa do envorocamento de extensas áreas que tornaram-se verdadeiros "badlands".

Deixando o enfoque apenas para o tipo de erosão em voçorocas, que é o resultado do escoamento turbulento e direcionado das águas, de enxurradas (diferente do escoamento laminar) após chuvas torrenciais e tempestades, vamos evidenciar as causas e os efeitos deste tipo de erosão e os meios de combatê-los.

Em solos de climas tropicais as voçorocas são muito mais frequentes, em virtude das condições gerais estruturais destes solos, condicionadas na quase totalidades das vezes pelo conhecido processo de laterização.

TERMINOLOGIA E CONCEITUAÇÃO

Voçoroca também pode expressar como Vossoroca ou Boçoroca ou Bossoroca sendo esta última a forma oficial de língua portuguesa, no entanto, o termo já consagrado no uso técnico geológico geomorfológico é o primeiro. A palavra vem do tupí-guaraní, "ibi-çoroc" que corresponde a terra rasgada ou rasgão no solo.

De acordo com o Dicionário Geológico-geomorfológico, "voçoroca é uma escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, ocasionada pela erosão do lençol de escoamento superficial".

Uma melhor conceituação de voçoroca seria: Escavação ou rasgão natural nos solos, podendo atingir até o Horizonte C do regolito, às vezes com profundidade acentuadas, pela ação de água de enxurradas, de forma turbulenta e direcionada no terreno, com sedimentos em suspensão, advindas logo após chuvas torrenciais ou copiosas.

As voçorocas podem formar várias escavações mais ou menos paralelas, também denominadas de erosão linear (linear erosion). Aliás o termo voçoroca é brasileiro, sendo similar em inglês o "Linear Erosion".

OCORRENCIA

As voçorocas são mais frequentes em terrenos de características friáveis, predominantemente arenosos, areno-argilosos, areno-siltosos e siltosos, muito raramente em terrenos de características argilo-arenosas ou argilo-siltosas, devido a maior coesão dos grãos destes solos. São valetas estreitas, profundas, em forma de V, podendo atingir profundidades superiores a 30 metros. O comprimento é bastante variável, na maioria das vezes com algumas dezenas de metros e menos frequentes com centenas de metros. Podem se constituir numa única isolada ou várias em ramificações de tendências paralelas, podendo abranger áreas de alguns metros quadrados a vários hectares.

TIPOS

As voçorocas podem se classificar em vários tipos:

- a) - **Voçorocas mortas ou inativas**, são aquelas em que cessaram ou foram reduzidas ao mínimo, as causas da sua origem ou desenvolvimento, quer naturalmente, quer por controle através de métodos de combate. Este tipo pode ser reativado se o que bloqueiou a ação da água, for liberado.
- b) - **Voçoroca viva ou ativa**, em que se acha em franca progressão, com afundamento e alargamento da valeta, ou com um desses processos em progressão, isoladamente.
- c) - **Voçorocas isoladas**, quando se tem voçorocas separadas por largas faixas do terreno.
- d) - **Voçorocas múltiplas**, quando se tem várias voçorocas muito próximas entre si, de forma radial ou paralelas.
- e) - **Voçoroca seca**, quando a erosão não atinge o lençol freático, portanto não tem água permanente no fundo da valeta.
- f) - **Voçoroca úmida**, quando a erosão atinge o lençol freático.

tico mantendo um fluxo d'água permanente no fundo do valeta, ou um excesso de umidade permanente.

ORIGEM E DESENVOLVIMENTO.

As voçorocas são comuns em terrenos de regolito espesso, de constituição friável, portanto, de características arenosas, areno-argilosas, siltosas ou silto-arenosas, geralmente desprotegidos de vegetação arbustiva ou sub-arbustiva.

Elas são sempre o resultado de dois fatores principais : Chuvas torrenciais ou volumosas e concentração das águas de escoamento superficial em regime de turbulência. Durante e após estas chuvas, o volume de água de escoamento vai-se tornando aumentado e, convergindo-se para qualquer parte deprimida ou fendida no terreno, o faz em concentração turbulenta, provocando o arranque e o arraste de partículas do solo, as quais em suspensão atuam como ferramentas de desgaste, aumentando a força erosiva destas águas de forma progressiva e provocando o rasgo no terreno que tanto pode aumentar nos sentidos à montante e à jusante da corrente de turbulência, como transversal a ela, podendo atingir profundidades consideráveis, as vezes alcançando o lençol freático.

Uma voçoroca se desenvolve então a partir do momento da concentração de águas de enxurradas no terreno friável. As partes deprimidas do terreno para as quais podem convergir as águas de enxurradas podem ser velhos caminhos ou estradas; qualquer trabalho concentrado de limpeza de toda a cobertura vegetal do terreno, deixando-o totalmente desnudado; aração mal feita; caixa de empréstimos de rodovias; formigueiros; aberturas de caminhos ou estradas novas de fazendas; serviços de terraplenagem em geral; garimpos; áreas ocupadas temporariamente, como acampamentos; cortes em taludes naturais, etc.

Os casos de voçorocas de fendas no terreno são mais raros. Estas fendas podem ter duas origens: uma, por infiltração de água fácil e rápida em terrenos muito permeáveis, havendo uma saturação do solo e este se abre em fendas pela pressão da água de saturação; outra, seria o caso de recalques diferenciais naturais em terrenos de encostas.

O desenvolvimento da voçoroca implica em três forças: Uma principal, a força gravitacional, responsável pela direção da corrente turbulenta e duas outras, adicionais à força gravitacional que são:

- a) - a força de escoamento que é proporcional ao quadrado da velocidade de escoamento e é a responsável pela erosão no sentido vertical; e
- b) - a força interna da corrente, ou de expansão que provoca a erosão no sentido horizontal.

As condições em que podem ocorrer as voçorocas podem ser resumidas:

- 1) - Em regiões planas, quando as águas de enxurradas, encontram pequenas depressões no terreno, para onde se convergem tornando-se turbulentas:
- 2) - Nos terrenos inclinados, quando estas correntes tomam uma direção única e rapidamente.
- 3) - Quando o escoamento sobre o terreno de forma laminar encontra um obstáculo qualquer que tende a direcionar as águas de escoamento de forma turbulenta, por exemplo, um afloramento de rocha, um depósito de minério, uma pequena construção, cupinzeiros, etc.
- 4) - Quando as correntes turbulentas ficam com muito sedimento em suspensão, principalmente areias e cascalhos, os quais vão atuar como verdadeiras ferramentas de escavação.

Quando o processo de voçorocamento atinge o lençol freático, pode-se ter uma das formas mais tenebrosas de erosão no terreno. Além da ação das águas turbulentas das enxurradas, alia-se a ação de solapamento e de aprofundamento da valeta pelas águas do freático, quando estas são de volume apreciável. Quando a voçoroca atinge o lençol freático abre para estas águas uma zona de menor pressão e por isso elas jorram com certa força para dentro da valeta escavada, arrancando partículas do barranco, no local das surgências. Este processo de remoção contínua de partículas promove uma abertura de canais ou de galerias na direção da surgência até quando este solapamento provoque o desmoronamento ou deslizamento do material das paredes da valeta, de forma regressiva, ou seja, na direção da topografia ascendente do terreno.

Quando há formação de galerias pela ação do solapamento continuado das águas do freático, fluindo livremente para dentro da

voçoroca, há em consequência uma perda do suporte do material sobreposto a esta galeria e este tomba fragorosamente, provocando represamento da água que acha força suficiente para romper esta barreira o que quase sempre sucede com grande violência, arrastando o material tombado que se torna movediço, escoando-o com facilidade, formando águas turbulentas e saturadas material em suspensão, cujo efeito já referimos atrás. Após este processo, tudo se reinicia de novo, e assim sucessivamente. É preciso lembrar que este trabalho das águas do freático, se dá independentemente de se estar no período chuvoso ou no período seco, apenas que no período chuvoso a sua ação fica combinada e somada à ação das águas turbulentas das enxurradas.

OS EFEITOS DAS VOÇOROCAS

Normalmente os efeitos das voçorocas são desastrosos, quer se tratando de sua ação na agricultura ou na pecuária; quer em obras de engenharia com destaque para as rodovias, as quais são as mais prejudicadas por este tipo de erosão, em virtude dos serviços de terraplenagem executados aos lados, na obtenção de material para a construção de greides.

Na agricultura áreas extensas ficam impossibilitadas de aproveitamento provocando muitas vezes uma verdadeira divisão ou isolamento de glebas e na pecuária, além do estrago nas pastagens, ainda fica o perigo da queda de gado dentro das valetas das voçorocas, por desbarrancamentos quando este chega na borda da valeta.

OS MEIOS DE COMBATE

Combater ou eliminar a ação duma voçoroca pode parecer uma tarefa difícil no entanto, não o é. Basta que se tenha em mente o velho provérbio popular que "não se trabalha contra a água e sim sempre à seu favor", que torna facilitada a tarefa almejada. Por isso, muitos métodos convencionais empregados como: muros de pedra, muros de concreto; gabiões etc, não atingem seus objetivos porque eles represam a água turbulenta cuja força acaba por arrastar estes obstáculos, provocando maiores processos erosivos.

Para o combate à voçorocas temos de tomar três medidas sempre:

- a) Desviar, com todo o critério técnico, as águas turbulentas e direcionadas das cabeças das voçorocas. Para

isto deve-se contruir muretas simples ou cordão de terras, bem firmes nas cabeças das voçorocas, redirecionando as águas para as laterais de modo a fazê-las passar do regime turbulento para o laminar e isto se consegue, construindo dispersores d'água nas laterais de modo a espalhar as águas suavemente para fora do vale da voçoroca. (Fig.01)

- b) Executado o meio de combate acima resta a valeta provocada pela ação das águas turbulentas de enxurradas a qual sendo de tipo seco, deve ser assoreada pela a recomposição do terreno e o seu reaproveitamento natural. Pode-se aterrã-la trazendo material de fora daquele local, quando se quer uma rápida recomposição do terreno; ou utilizar o método muito simples das paliçadas ou estaqueamento transversal. Este método consiste na utilização de madeira verde ou seca do tipo "pau de escora" usada na construção civil ou bambús grossos, fazendo-se a cravação vertical de parede a parede da valeta no sentido transversal, de modo que as estacas fiquem bem juntas e de maneira a deixar passar livremente as águas, represando apenas os sedimentos grosseiros. Este estaqueamento deve ser feito de 5,0 em 5,0 metros para terrenos mais inclinados e de 10,0 em 10,0 metros para terrenos mais planos. Com este sistema o assoreamento da valeta será gradual e constante. (fig.02¹)
- c) Para o caso do fundo da voçoroca fôr de rocha alterada ou sã, mas do tipo seco, que impossibilite a cravação das estacas, estas deverão ser cravadas nas paredes do vale, em forma de "X" e para, vedar o fundo, as estacas verticais deverão ser amarradas verticalmente às cravadas em forma de "X" de modo a ficarem com os pés rentes ao fundo e para evitar escavações pela água por baixo, um pequeno aterramento nos pés delas deverá ser promovido. (Fig. 03)
- d) Para casos mais rebeldes da ação da água uma tela fina de plástico poderá ser afixada na parte inferior do estaqueamento até a uma altura de 1,0 a 1,50 metro. E pa

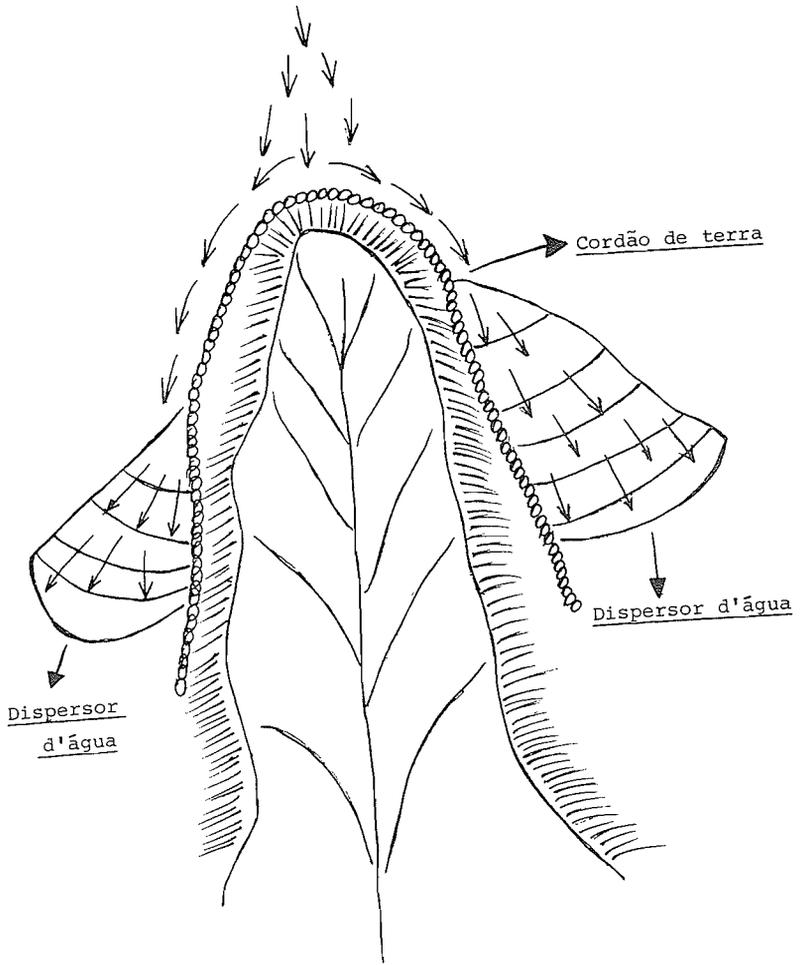


Figura 01

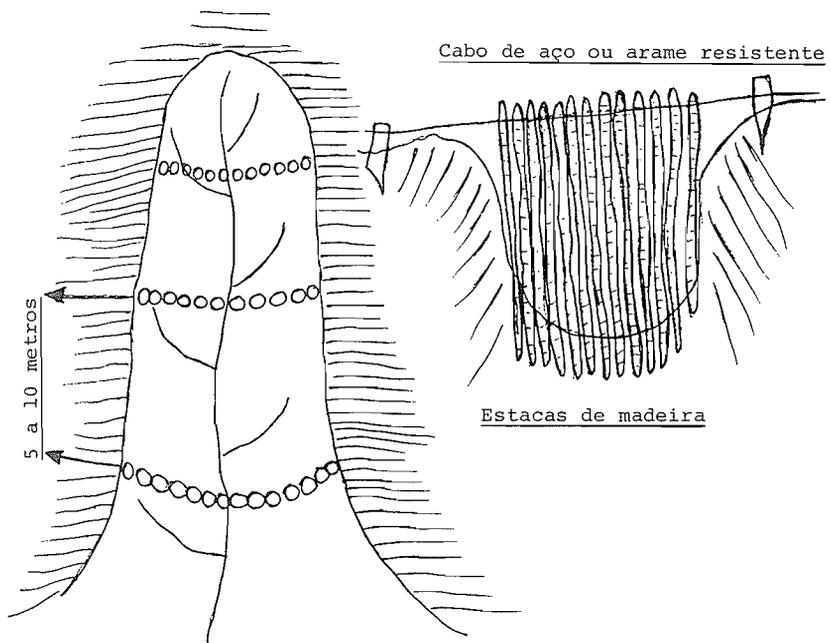


Figura 02

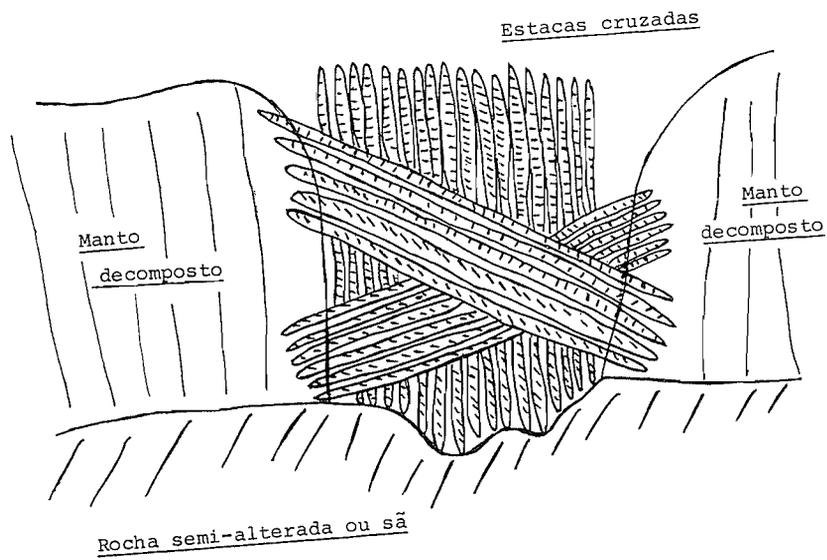


Figura 03

ra maior segurança do estaqueamento a sua parte superior, em valetas muito abertas deverá ter um cabo de aço ou similar da mesma resistência, com as pontas firmemente presas em estacas resistentes cravadas ao largo da valeta, de cada lado. (Fig. 02)

- e) Para o caso das voçorocas úmidas ou seja, que atingiu o lençol freático, portanto, com escoamento de água constante no seu fundo, há de se empregar o método "underflow" cego, de drenagem para as águas do freático e por cima, promover os processos já mencionados.

O método "underflow" cego, consiste na colocação duma camada de brita ou cascalho de tamanho 01 ou 02 no fundo da valeta para se permitir o escoamento da água do lençol, até uma altura de 0,50 metro. Por cima desta camada de material drenante, uma manta plástica fina de 0,5 a 1,0mm., e acima desta manta promover o aterramento total, para vales pouco profundo; e parcial, com o emprego dos métodos anteriores já mencionados, para valetas muito profundas.

Nestes casos, no fim da valeta, deve-se construir um dique de alvernaria com massa forte, com uma tubulação para saída da água drenada, água esta devido sua pureza, poderá ser perfeitamente aproveitada, para diversas finalidades. (Fig.04).

- f) No caso do aterramento total ou parcial da voçoroca, é recomendável o plantio de determinadas espécies vegetais, que tem o poder de absorver a água do terreno, ao mesmo tempo protegê-lo contra novas formas de erosão. Este plantio poderá ser efetivado, com vegetação arbustiva ou rasteira podendo-se utilizar as seguintes espécies:

VEGETAÇÃO ARBUSTIVA

Eucalipto Citriodora - Árvore grande, vistosa, elegante, atingindo até 32 metros de altura. Caule ereto e liso; flores numerosas e crescimento rápido de 12 a 13 metros em 4 anos. É uma das melhores espécies para dessecar terrenos brejosos, graças à extensão de suas raízes e sua notável força de absorção de água.

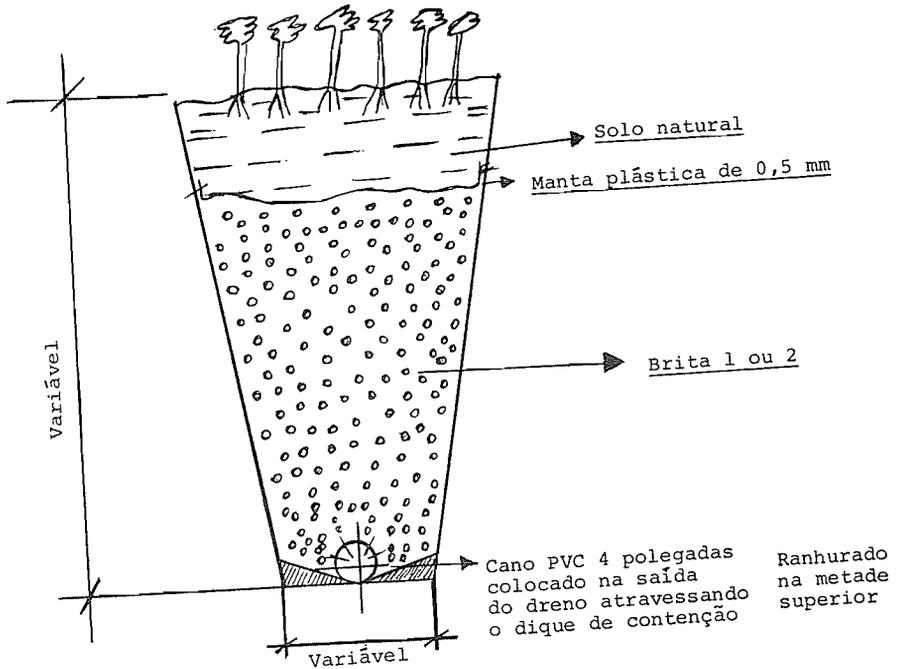


Figura 04

Eucalípto Acmenioides - Árvore alta e de tronco grosso com até 1 metro de diâmetro. Casca rugosa, fibrosa e resistente. Flores brancacenta, dispostas em umbelas axilares ou terminais. Recomenda-se para regiões litorâneas e tropicais para fixação de dunas. Cresce perfeitamente em terrenos úmidos até 20 metros em 4 anos.

VEGETAÇÃO RASTEIRA

Capim Amargoso (Elionorus Candidus) - Erva cespitosa e de colmos rígidos de até 90 cms. de altura. Espécie vigorosa e valiosa como fixadora de dunas e de qualquer terreno sujeito a erosão em consequência de torrentes. Sua expansão vegetativa permite a rápida formação de "manchas". Ocupando mesmo o primeiro lugar entre as vegetações das dunas gigantes do Rio Grande do Sul.

SINONIMOS - "Barba de Bode" e "Capim limão".

Capim Cabayú - (Axonorus compressus) - Erva perene e rasteira de colmos até 60 cms. de altura. Vegeta melhor em zonas quentes e de preferência em terrenos soltos e arenosos. Suporta ao frio e até geadas. Recomendada para fixação de dunas.

SINONIMOS - "Capim Nô"

Capim de Burro - (Cynodon dactylon) - Erva perene de rizoma rastejante muito comprido e duro, quase lenhoso e com raízes adventícias nos nós. Colmo florífero de 20 a 40 cms. primeira mente prostados, depois ereto. Deve ser considerada com uma magnífica espécie, talvez a mais recomendável para terrenos agrestes, por sua absoluta rusticidade porque seus rizomas subterrâneos enraizam fortemente e aprofundam no solo graças a água que armazenam resistindo as mais prolongadas secas. Aliás é uma planta indiferente à qualidade do terreno, adaptando-se perfeitamente aos terrenos po

bres e pedregosos, revestindo prontamente os rochedos. Oferece a utilíssima propriedade de consolidar os canais de irrigação, os atêrros e outros terrenos inclinados ps quais protege e defende das erosões, sendo para este fim uma das melhores gramíneas conhecidas.

SINÔNIMOS - "Capim da Cidade", "Capim Seda", "Grama", "Grama Comum", "Grama Fina", "Gramainha da Cidade", "Grama do Mato" e "Pé de Galinha".

Há uma infinita variedade a escolher que serviriam como complemento no combate à voçorocas.

BIBLIOGRAFIA

A.G. Roschke - Natural Resources and Development - nº15-1982

A.T. Guerra - Dicionário Geológico - Geomorfológico.

E. Pichler - Boçorocas - Boletim da S.B.G. nº 1 - 1953

IBGE - Geomorfologia do Brasil - 1973

J.M. Fleury - Relatórios Técnicos diversos

Boletim nº 40 - IAC - Os Solos do Estado de São Paulo.