



CAMINHOS PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

PRINCÍPIOS CONSERVACIONISTAS
PARA O PEQUENO PRODUTOR RURAL

Um novo caminho

Saber conviver pressupõe, obrigatoriamente, aprender sobre o outro e enxergá-lo de forma ampla e realista. Não é diferente na convivência da população com o Semiárido nordestino. É preciso aprendizado, pé no chão, ou melhor, na terra, experiência de vida e um novo olhar, que passa pela adoção de tecnologias sociais e técnicas conservacionistas.

Para equilibrar a alternância de extremos hídricos da região (secas e enchentes), a solução mais viável ecológica, social e economicamente correta é, sem dúvida, a adoção, por parte dos produtores rurais, agricultores familiares e assentados, das esquecidas técnicas conservacionistas. É olhar o passado para caminhar para o futuro.

É necessária uma nova estratégia para as zonas semiáridas dos sertões Brasileiro: capacitar os próprios agricultores familiares e assentados rurais, a partir de suas lideranças, para que possam adotar, em suas terras, sistema agrosilvopastoril sustentáveis que promovam um desenvolvimento ecologicamente correto, tornando seus lotes produtivos e fixadores.

Nessa nova estratégia, na qual os próprios camponeses são os agentes multiplicadores de práticas conservacionistas, um dos fatores básicos é a confecção e o manejo de instrumentos rústicos, capazes de substituírem os caros e sofisticados instrumentos topográficos.

Com o objetivo de colaborar para a preservação do meio ambiente procurando difundir boas práticas para uma convivência sustentável com a semiaridez que promovam a segurança alimentar, hídrica, energética e conservem as paisagens a Fundação Araripe e o Ministério do Meio Ambiente com apoio do Fundo Clima e da Editora IABS publicam o livro “Caminhos para a agricultura sustentável: princípios conservacionistas para o pequeno produtor rural”, de Geraldo Barreto e Osani Godoy.

Esta publicação é destinada aos técnicos (de todas as profissões) que atuam no sertão, desprovidos de meios, vencendo todas as dificuldades e sem acesso à literatura especializada sobre Conservação do Solo e da Água.

Nesta obra, estão detalhadas as seguintes tecnologias: Uso do Clinômetro, Nivelador de Alvo, Barramento Base Zero e Técnicas de Conservação do Solo e da Água. Esperamos que o produtor possa aumentar sua produção e sua renda.



CAMINHOS PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

PRINCÍPIOS CONSERVACIONISTAS
PARA O PEQUENO PRODUTOR RURAL

República Federativa do Brasil

Presidenta: Dilma Rousseff

Ministério do Meio Ambiente

Ministra: Izabella Mônica Vieira Teixeira

Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável - SEDR

Secretário: Carlos Mário Guedes de Guedes

Departamento de Combate à Desertificação

Diretor: Francisco Carneiro Barreto Campello

Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental

Secretário: Carlos Augusto Klink

Fundo Nacional sobre Mudança do Clima

Gerente: Marcos Estevan Del Prette

Fundação para o Desenvolvimento Sustentável do Araripe

Secretário-Geral da Fundação Araripe: Pierre Maurice Gervaiseau

COLABORAÇÃO /PARCEIROS:

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO)

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS)

EQUIPE TÉCNICA:

Jaime Camps Saiz **(DCD-SEDR-MMA)**

João Savio Padilha de Castro **(DCD-SEDR-MMA)**

Luciana Hemétrio Valadares **(DCD-SEDR-MMA)**

Marcos Oliveira Santana **(DCD-SEDR-MMA)**

Michelle de Rezende Souza **(IICA)**

Myrce Millene Silva **(DCD-SEDR-MMA)**

Ricardo Henrique Padilha de Castro **(DCD-SEDR-MMA)**

Rodrigo Oliveira Silva **(DCD-SEDR-MMA)**

Valdeide Barbosa de Santana **(DCD-SEDR-MMA)**

Vânia Apolônio de Trajano **(IICA)**

Fabio Teixeira de Souza **(IBAMA-PE)**

EQUIPE TÉCNICA: FUNDAÇÃO ARARIPE

Maria do Rosário Pinheiro - Presidente da Fundação

Bruna Vieira de Souza

Francisco das Chagas Vieira Salles

Francisco José

Lucia Maria de Araújo

Magno Antônio Amaro da Costa Ramos Feitosa

Maria do Carmo Bezerra

Francisco José de Souza Nunes



CAMINHOS PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

PRINCÍPIOS CONSERVACIONISTAS PARA O PEQUENO PRODUTOR RURAL

GERALDO BARRETO
OSANI GODOY

BRASÍLIA | 2015



APOIO



REALIZAÇÃO



Ministério do
Meio Ambiente



Coordenação editorial

Marta Moraes

Revisão ortográfica

Stela Máris Zica

Editoração

Editora IABS

Fotos

Arquivo Pessoal dos autores

Arquivo Ibama

Arquivo MMA

Divulgação Araripe

Fábio Teixeira

João Vital

Caminhos para a agricultura sustentável: princípios conservacionistas para o pequeno produtor rural. Geraldo Barreto e Osani Godoy (Autores). Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2015.

ISBN 978-85-64478-51-0

240 p.

1. Técnicas conservacionistas. 2. Convivência com o Semiárido.
3. Conservação do solo e da água I. Título. II. Autores III. Editora IABS.

CDU: 502/504

556

7.02

SUMÁRIO

PREFÁCIO	9
APRESENTAÇÃO FUNDAÇÃO ARARIPE	11
INTRODUÇÃO	13
AGRADECIMENTOS	15

CAPÍTULO I

1 CAUSAS DO EMPOBRECIMENTO DO SOLO	17
2 EQUILÍBRIO NATURAL	17
3 DESEQUILÍBRIO PROVOCADO PELO HOMEM	18
4 A EROÇÃO ANTRÓPICA OU ACELERADA	19
5 FATORES DA EROÇÃO	21
6 CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS	23
7 CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL QUANTO À PROTEÇÃO DAS TERRAS	24
8 COMBATE AO EMPOBRECIMENTO DO SOLO	25
9 MANEJO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	41
ANEXO I – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	45

CAPÍTULO II

1 HISTÓRICO	61
2 IMPORTÂNCIA	61
3 DESCRIÇÃO DO APARELHO	62
4 MANEJO DO APARELHO	62
5 TEORIA	64
6 CONSTRUÇÃO DO APARELHO	65

7	MANEJO DO PERPENDÍCULO	67
8	ADAPTAÇÃO DO PERPENDÍCULO AO NOVO CÓDIGO FLORESTAL.....	68
9	A UTILIZAÇÃO DO PERPENDÍCULO NO LEVANTAMENTO DE PERFIL TOPOGRÁFICO....	70
10	PLANTAS DE PERFIS	76
11	MONTAGEM ARTESANAL DO CLINÔMETRO PR.FA	77
	ANEXO – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	79

CAPÍTULO III

1	HISTÓRICO.....	87
2	IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA.....	88
3	DESCRIÇÃO DO APARELHO.....	89
4	MANEJO DO APARELHO.....	91
5	VANTAGENS DO NIVELADOR DE ALVO SOBRE OS DEMAIS INSTRUMENTOS CONGÊNERES NA IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS DO SOLO E DA ÁGUA	101
6	MONTAGEM ARTESANAL DO NIVELADOR E DA MIRA DE ALVO	103
	ANEXO – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	109

CAPÍTULO IV

1	HISTÓRICO.....	125
2	IMPORTÂNCIA	126
3	CONCEITO	126
4	LOCAÇÃO DAS CURVAS DE NÍVEL.....	126
5	CULTIVO EM CONTORNO.....	128
	5.1 Fileiras paralelas à nivelada básica superior	133
	5.2 Fileiras paralelas à nivelada básica inferior	134
	5.3 Fileiras paralelas à nivelada básica superior e fileiras paralelas à nivelada básica inferior.....	134
6	ENCORDOAMENTO DO MATO	135
7	CARREADORES EM CONTORNO	138
8	FAIXAS DE VEGETAÇÃO PERMANENTE.....	141

9	TERRAÇOS DE ABSORÇÃO	145
10	MURETAS DE PEDRA EM CONTORNO	152
11	BENEFÍCIOS OBTIDOS COM ALGUMAS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS	153
12	COMENTÁRIOS SOBRE FAIXAS DE VEGETAÇÃO PERMANENTE	154
13	EXEMPLO DO CÁLCULO DA “PROPORÇÃO RELATIVA DO CONTROLE DE EROÇÃO OBTIDO COM A PRÁTICA DE ENCORDOAMENTO”	155
	ANEXO – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	157

CAPÍTULO V

	INTRODUÇÃO.....	165
1	REGIME HIDROLÓGICO DO SEMIÁRIDO	166
2	MELHORIA DO REGIME DOS CURSOS DE ÁGUA.....	166
3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS BARRAGENS BASE ZERO – BBZS.....	168
4	FINALIDADES DO SISTEMA BBZ.....	169
5	MARCAÇÃO DA OBRA.....	170
6	CONSTRUÇÃO DA OBRA	172
7	COMENTÁRIOS	175
8	MARCAÇÃO SIMPLIFICADA DA OBRA EM NÍVEL DE PEQUENO PRODUTOR RURAL.....	180
9	CÁLCULO DOS VOLUMES DOS MATERIAIS	183
10	ORÇAMENTO	185
11	GEOMETRIA DO ARCO ROMANO	185
12	EXERCÍCIO	186
13	OUTRA ALTERNATIVA	189
14	AS BBZS E O CONTROLE DAS VOÇOROCAS	190
15	A ESCOLHA DO LOCAL DE UMA BBZ	194
16	O REMONTE DA BBZ, FACE AO ATERRAMENTO DE SUA VAZANTE E A RELOCAÇÃO DO CENTRO GEOMÉTRICO DA OBRA	192
	ANEXO I – PLANTAS	195
	ANEXO II – PLANILHAS.....	199
	ANEXO III – DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	203

PREFÁCIO

O livro “Caminhos para a Agricultura Sustentável: princípios conservacionistas para o pequeno produtor rural”, retrata o esforço do Ministério do Meio Ambiente para assegurar um processo de institucionalidade que promova uma mudança de paradigma e possibilite a implementação de ações adaptadas à seca, para uma convivência sustentável com a semiaridez, que sejam estruturantes e alcancem o efetivo combate à desertificação.

O livro vem somar-se aos esforços de uma “Pátria Educadora” colaborando para promover a superação da pobreza, assegurar alimento, água e energia para todos por meio da conservação e do uso sustentável dos solos e das paisagens. Mais do que isso, ajuda a compreender os processos naturais de formação e estabilização da capacidade de carga dos ecossistemas, de modo a intervir com o conhecimento suficiente para recuperar, conservar e, eventualmente, incrementar as condições de uso sustentável dos recursos naturais, e usá-los, em escala necessária para se alcançar os ODS, no cenário de sinergia entre as Convenções do Rio e diante da imperativa demanda por alimento, água e energia no mundo.

A publicação congrega esforços para uma transição ecológica de produção, para uma ação de convivência sustentável com a semiaridez e o combate à desertificação. É provocativa no sentido de trazer o homem

do campo para o papel de protagonista desse processo e empoderá-lo no nível da autonomia econômica e da soberania política.

As atividades agrícolas são a segunda maior fonte de emissão de dióxido de carbono, por outro lado, as boas práticas de manejo e conservação de solos possibilitam a fixação de até 30% de carbono no solo.

É preciso promover processos de formação técnica que possibilitem a difusão das boas práticas de produção “adaptadas” à seca para uma convivência sustentável com a semiaridez. Nesse sentido, o livro “Caminhos para uma Agricultura Sustentável” é uma ferramenta para uma institucionalização dos conhecimentos, base para os processos transformadores.

Francisco Gaetani

Secretário-executivo do Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Carlos Guedes

Secretário de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR/MMA)

Francisco Campello

Diretor de Combate à Desertificação (DCD/SEDR/MMA)

APRESENTAÇÃO | FUNDAÇÃO ARARIPE

O Brasil é uma nação jovem e, por ser um país continental, de uma diversidade extrema, tem sido muito afetado pelas transformações pelas quais a Terra tem passado nas últimas décadas. Observando o interior do Nordeste, nesse contexto ele aparece marcado pela coexistência de formas anteriores de organização de sua sociedade, de novas formas de trabalho e de instituições recentes em fase de estruturação, que precisam, acima de tudo, quebrar paradigmas e avançar rumo ao desenvolvimento sustentável.

A Fundação Araripe é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip), apartidária, sem fins lucrativos, criada em 2000 com o objetivo de possibilitar a participação do conjunto da população nas decisões públicas com vistas ao desenvolvimento regional. Ela procura dar contribuições para a transformação do interior do Nordeste em vários planos: (1) na proteção dos recursos naturais regionais e das paisagens; (2) na integração das massas humanas das zonas rurais e do entorno das cidades na vida da sociedade nordestina; (3) na descentralização da gestão das instituições públicas; (4) no desenvolvimento da educação, da saúde, da agricultura familiar, da circulação da informação científica e técnica da vida social e cultural nesse interior do Nordeste. Concretamente, a

Fundação Araripe envolveu-se na criação da APA Chapada do Araripe, na criação do Comitê da Bacia do Rio Salgado, no fortalecimento técnico das prefeituras da região na área da saúde ambiental, no desenvolvimento da cidadania em vários municípios (dos estados do Ceará e Pernambuco), na promoção do manejo florestal regional, na assistência técnica ao município de Irauçuba (CE), ameaçado pela seca, na luta pela sustentabilidade do Polo Gesseiro de Pernambuco, entre outras operações e debates. Embora não disponha de recursos financeiros próprios, a Fundação Araripe busca alternativas de parcerias por meio de editais públicos para desenvolver suas operações.

A presente publicação inscreve-se nos esforços para o desenvolvimento dos processos de formação técnica em direção aos agricultores multiplicadores e aos quadros profissionais dessa área.

Pierre Gervaiseau

Secretário-Geral da Fundação Araripe

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista conservacionista, o Brasil apresenta um quadro de desafios. Nas empresas agropecuárias, voltadas para a exportação, detentoras de grandes áreas, com capacidade de investimentos, acesso a tecnologias e a incentivos oficiais, adotam-se práticas conservacionistas sofisticadas.

Nos assentamentos agrários e na agricultura familiar, com máxima mão de obra e mínimo capital (salvo honrosas exceções), infelizmente, as práticas conservacionistas são inexistentes, face a fatores sociais, políticos, econômicos e assistenciais.

Na agricultura familiar e assentamentos rurais, que correspondem à 70% do abastecimento de gêneros alimentares no Brasil, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o sistema produtivo que impera é, ainda, o do tempo da colonização: o sistema da agricultura itinerante. Desmatamento, queimada, cultivo por alguns anos e abandono da gleba esgotada e reinício deste ciclo degradante e desertificante em gleba próxima.

Se esse sistema era tolerável na época da colonização, com muita terra disponível para pouca gente, hoje é inaceitável, pois existe pouca terra para muita gente; “gente campesina”.

Essa pouca terra ocupada pelo campesinato – à custa de muita “luta,” – está se exaurindo, se degradando e/ou se desertificando. Incapaz de fixar os seus assentados em condições dignas, por falta de práticas conservacionistas, pois os órgãos públicos de assistência técnica federais, estaduais e municipais não têm condições materiais e funcionais de atendê-los a contento, salvo honrosas exceções.

É lamentável ver a terra tão duramente conquistada pelo campesinato, perder a batalha interna contra a erosão, a degradação e a desertificação e, inexoravelmente, resultar em um novo e paradoxal êxodo rural: “o êxodo dos assentados e agricultores familiares”.

É necessária outra estratégia: capacitar os próprios agricultores familiares e assentados rurais, a partir de suas lideranças, a adotarem em suas terras sistema agrosilvopastoris de desenvolvimento sustentável e ecologicamente corretos, para tornar seus lotes produtivos e fixadores.

Nessa nova estratégia, na qual os próprios camponeses são os agentes multiplicadores de práticas conservacionistas, um dos fatores básicos é a confecção e manejo de instrumentos rústicos, capazes de substituírem os caros e sofisticados instrumentos topográficos e seus operadores elitistas, principalmente o “nivelador de alvo” em substituição ao “nível ótico” e o “perpendículo” em lugar do “clinômetro ótico”, ou seja, busca-se a opção pela “tecnologia social”.

Quando todo agricultor familiar e assentado dispuser e souber manejar corretamente esses instrumentos, a batalha contra a erosão, degradação e desertificação estará vitoriosa, e eles e suas famílias fixados definitivamente em suas glebas, com padrão de vida digno.

Geraldo Barreto

Osani Godoy

Autores

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de Renato Freitas e Margarete Mendes, respectivamente gerente e secretária da Cooperativa de Energia e Desenvolvimento do Litoral de Pernambuco (Cerlit), nos trabalhos fotográficos, digitação e manipulação do programa “AutoCAD”, para a realização deste livro.



NOÇÕES BÁSICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NOS ASSENTAMENTOS AGRÁRIOS E NA AGRICULTURA FAMILIAR NA BIORREGIÃO DO ARARIPE

1 CAUSAS DO EMPOBRECIMENTO DO SOLO

Os solos empobrecem devido a quatro causas:

- Nutrição das Plantas;
- Combustão da Matéria Orgânica;
- Lixiviação;
- Erosão.

2 EQUILÍBRIO NATURAL

A natureza, sem a interferência do homem, apresenta um admirável equilíbrio dinâmico, em que através de processos de reciclagem contínuo, das quatro causas do empobrecimento, a fertilidade do solo permanece estável e, às vezes, até eleva-se.

Através das raízes, as plantas retiram do solo os nutrientes, sob forma de seiva bruta, que ascende às folhas verdes e, sob a energia solar, é transformada em seiva orgânica (elaborada) que alimenta todas as suas células.

Essas células, em curto ou longo prazo, retornam ao solo, através dos tecidos mortos: folhas, flores, frutos, ramos e troncos, que são mineralizados pela ação dos microrganismos, voltando assim à forma de nutrientes. Nada é exportado, tudo o que a vegetação retira do solo a ele retorna, diretamente como restos vegetais, e, indiretamente, pela atividade dos animais.

A combustão da matéria orgânica, pela temperatura e radiação solar, é prontamente compensada pela decomposição dos tecidos mortos da vegetação, que chega até superar esse déficit, elevando o teor de matéria orgânica do solo.

Lixiviação – processo em que os nutrientes das camadas superiores do solo são dissolvidos e carregados para as camadas mais profundas, porém ocorre uma compensação pela extração, através das longas raízes das árvores e arbustos, dos nutrientes profundos que vão nutrir as células vegetais e retornar posteriormente à camada superficial do solo, sob a forma de restos vegetais, folhas, flores, ramos e troncos – os animais também participam dessas reações de equilíbrio –, onde serão novamente mineralizados.

A erosão – arraste das partículas do solo pela água e pelo vento – é anulada pela ação da vegetação que trava o solo, aglutina suas partículas, cria obstáculos ao escoamento acelerado das águas, aumenta a sua infiltração, impede o impacto direto das gotas de chuva e freia a ação dos ventos.

No equilíbrio natural, a única erosão existente é a geológica, em que as forças destrutivas do solo estão em equilíbrio com as forças construtivas. Esse tipo de erosão é que modelou o relevo das terras, fez os vales dos rios, os baixios, os morros e colinas, as chapadas, os tabuleiros, os pés de serra; seus efeitos são medidos em séculos, em uma geração passam despercebidos.

3 DESEQUILÍBRIO PROVOCADO PELO HOMEM

O admirável equilíbrio dinâmico é quebrado pela ação do homem, com suas atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

Os nutrientes do solo não são mais reciclados no local, mas, sim, exportados na forma de produtos: agrícolas (milho, feijão, arroz, mandioca, etc.), pecuários (leite, queijo, carnes, couros, etc.) ou florestais (estacas, lenha, carvão, etc.).

A combustão da matéria orgânica é acelerada pela sua exposição direta ao sol, e a sua renovação é interrompida ou reduzida, pois não há mais retorno dos restos vegetais – ou quando retornam é em quantidade reduzida.

A lixiviação aumenta, pois o solo cultivado fica exposto à chuva, e não há mais raízes profundas das árvores para ascenderem os nutrientes das camadas profundas para a camada superficial.

A erosão se instala. Os solos desnudos e mobilizados pelo arado e grades são facilmente desagregados e carreados pelas chuvas e pelos ventos.

Pela ação do homem, os processos naturais de reciclagem dos nutrientes, da matéria orgânica e da proteção do solo contra a erosão são fragilizados, gerando o empobrecimento gradativo das terras e o comprometimento dos recursos hídricos com todo o seu trágico cortejo:

- Desvalorização das terras;
- Queda da produtividade rural;
- Êxodo rural;
- Empobrecimento rural;
- Enchentes devastadoras e assoreamento dos cursos de água, açudes e barragens;
- Secamento das fontes, nascentes e olhos-d'água;
- Degradação e/ou desertificação.

Resumidamente, segundo Quintiliano Marques, gerando “a instabilidade econômica e social e comprometendo o patrimônio e a segurança da coletividade”.

4 EROSÃO ANTRÓPICA OU ACELERADA

A erosão provocada pelo homem, ou erosão antrópica, é a maior e supera a somatória das outras três causas do empobrecimento dos solos, razão pela qual será estudada com mais detalhes a seguir.

A erosão antrópica pode ser definida como o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo – pela água e pelo vento – provocado pela interferência do homem na natureza.

“A erosão resulta, fundamentalmente, de uma inadequada relação entre o solo e o homem” (SUAREZ DE CASTRO).

Quanto ao agente, a erosão antrópica classifica-se em eólica e hídrica.

4.1 EÓLICA

Provocada pelo vento, ocorre nas regiões de solos desnudos, relativamente planos, ressequidos, sujeitos a ventos quentes, secos e fortes, como no “Raso da Catarina”, no sertão norte da Bahia; em Pernambuco, no sertão do São Francisco, entre Petrolândia e Petrolina, e no topo da Chapada do Araripe, notadamente na “Serra” das Torres, em Araripina.

4.2 HÍDRICA

Provocada pelas águas, ocorre em todas as regiões, tanto úmidas como áridas, já que o início da curta estação chuvosa do sertão caracteriza-se por violentos temporais, com o solo despido de vegetação herbácea e a arbustiva/arbórea quase desfolhada – só garrancheira, que quase nada o protege. A erosão hídrica, quanto à forma, classifica-se em:

4.2.1 Laminar

Quando as partículas do solo são desagregadas e arrastadas em camadas mais ou menos uniformes; geralmente na fase inicial passa despercebida. É a forma de erosão que causa maiores prejuízos.

4.2.2 Sulcos

Quando as partículas são desagregadas e arrastadas, concentradas em pequenas canaletas, acompanhando o maior declive do terreno.

A tendência desses sulcos é se agruparem, formando uma rede de drenagem superficial, que vai se ramificando e se aprofundando, degradando totalmente o terreno, deixando-o seco e impróprio para o cultivo, pois quase toda a chuva se perde através da rede de sulcos.

4.2.3 Voçorocas* ou Carcavas

Como o nome de origem tupi indica, são grandes valas abertas no terreno pelas águas das enxurradas, com profundidade e largura consideráveis, como consequência da desagregação e arraste de grandes massas de solo.

Ressalta-se que essas formas de erosão hídrica são etapas de um único processo de perda de solo e de água, ou seja, a erosão inicia-se como **laminar**, desgastando as camadas superficiais do terreno; pouco a pouco, concentra-se nos **sulcos**, que vão se agrupando nas linhas de drenagem maiores, resultando nas **voçorocas**.

4.2.4 Subterrâneas

Quando as camadas profundas do subsolo ou da “rocha *mater*” são carreadas por fluxo subterrâneo, criando um “vazio ou caverna” no seu interior, fazendo aluir o seu “teto” e criando “crateras” na superfície do terreno. Muitos autores não consideram um processo erosivo, apenas um fenômeno geológico.

4.2.5 Desbarrancamento

Quando grandes massas de solo se desprendem das encostas das colinas ou montanhas, face à desestabilização de seus sopés, geralmente por fatores antrópicos, causando grandes tragédias, como perdas humanas, em propriedades e no ambiente.

5 FATORES DA EROSÃO

A degradação das partículas do solo e seu arraste pelas águas escoantes só se processam depois que o escoamento das águas ultrapassa uma determinada velocidade denominada “velocidade crítica”, quando se inicia o processo erosivo, ou seja, as partículas do solo estão retidas

* Palavra de origem tupi-guarani – valados das chuvas

com uma determinada “força de coesão”, que será anulada quando a velocidade do escoamento adquirir uma força viva, a ela superior.

A força de retenção das partículas é função das características do solo. Todas as práticas conservacionistas de combate à erosão baseiam-se em manter o escoamento das águas abaixo da “velocidade crítica” que varia em função das características de cada solo.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO SOLO

A força com que as partículas do solo estão retidas é função da composição, textura, estrutura e permeabilidade. Nos solos arenosos as partículas do solo estão fracamente retidas e sua “velocidade crítica” é baixa (0,5 m/s), ao passo que nos argilosos a retenção é forte e a “velocidade crítica” é elevada (1,2 m/s).

5.2 COBERTURA VEGETAL

A cobertura vegetal é um dos fatores mais importantes no processo erosivo, como atesta o Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Perdas de solo e água em função da cobertura

COBERTURA	SOLO t/ha/ANO	ÁGUA (%) CHUVA
Mata	0,002	1,2
Pastagem	1,000	1,4
Cafezal	1,900	1,6
Algodão	34,000	6,1

Fonte: IAC 1949

Obs.: Infelizmente as pesquisas não envolvem os solos total ou parcialmente ausentes de vegetação, como nas terras tradicionalmente agricultadas ou com cobertura de caatinga desfolhada, no início da estação chuvosa – característica do Semiárido Nordestino e onde as perdas de solo e água são alarmantes, sendo as principais causas de desertificação da região.

5.3 RELEVO DO TERRENO

A topografia ou relevo das terras tem uma influência enorme na tendência à erosão: nos solos planos ela é nula; moderada nos ondulados e intensa nos montanhosos. No relevo distingue-se:

5.3.1 Declive

A velocidade de escoamento é diretamente proporcional à declividade ou à inclinação.

5.3.2 Comprimento da rampa

O escoamento superficial obedece à lei do movimento uniformemente acelerado, a exemplo de uma bola em uma ladeira abaixo; quanto maior o percurso, maior a sua velocidade. Assim, nas mesmas condições de solo, cobertura e declive, quanto maior a rampa, maior será a possibilidade de erosão.

5.4 CLIMA

O regime das chuvas atua decisivamente no processo erosivo. Um regime bem distribuído de chuvas ao longo de todo o ano, com baixa intensidade e longa duração, tem um efeito suave sobre a erosão, como no Rio Grande do Sul; ao passo que as chuvas concentradas numa única e breve estação, com chuvas torrenciais e breves, os “*Torós*”, como na Biorregião do Araripe, têm um efeito devastador sobre a erosão. Assim, paradoxalmente, em regiões como Ouricuri (PE), com 500 mm anuais de chuva, o processo erosivo é muito mais intenso do que em Livramento (RS) com 2.000 mm anuais de chuva.

6 CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

O **Solo**, a **Água**, o **Ar**, a **Flora** e a **Fauna** são os cinco recursos naturais renováveis; deles dependem a sobrevivência da humanidade e de nossa civilização. É preciso saber usar esses recursos com sabedoria, a fim de

permitir que a natureza possa reciclá-los continuamente, ou seja, explorá-los de maneira sustentável.

“A meta da conservação não é proteger os recursos naturais renováveis, como um fim em si mesmo, senão a de assegurar a melhor utilização deles de maneira a usá-los sem destruí-los” (WELLS, 1948).

7 CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL QUANTO À PROTEÇÃO DAS TERRAS

Como vimos no Quadro 1, a cobertura vegetal exerce um papel fundamental nas perdas de solo e água pela erosão hídrica. O Quadro 2, abaixo, classifica a cobertura quanto à proteção das terras, baseado no trabalho de Suarez de Castro.

Quadro 2 – Classificação das coberturas vegetais quanto à proteção das terras

NOTA	PROTEÇÃO	COBERTURA
10	Máxima	Mata
08	Ótima	Pastagens, culturas sombreadas (café, cacau, etc.)
06	Boa	Culturas permanentes arbustivas ou arbóreas
04	Razoável	Culturas semipermanentes
02	Sofrível	Culturas temporárias adensadas (trigo, centeio, aveia)
00	Mínima	Culturas temporárias no limpo (algodão, milho, mandioca)

Fonte: Suarez de Castro – Conservación de Suelos – Madrid 1956

8 COMBATE AO EMPOBRECIMENTO DO SOLO

As técnicas de combate ao empobrecimento do solo são denominadas de práticas conservacionistas e, de acordo com sua natureza, são classificadas em: práticas edáficas, vegetativas ou mecânicas.

8.1 PRÁTICAS EDÁFICAS

As práticas edáficas visam à melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. As principais são:

- Destinação das glebas em função da capacidade do uso das terras;
- Adubação orgânica;
- Adubação química;
- Rotação das culturas;
- Controle das queimadas;
- Correção da acidez ou alcalinidade
- Pousio.

8.1.1 Destinação das glebas em função da capacidade do uso das terras ou vocação natural das glebas

De todas as práticas conservacionistas, quer edáficas, vegetativas ou mecânicas, a destinação das glebas de acordo com sua capacidade de uso é a mais importante. É de fato a base da conservação do solo e da água. Se em uma região todas as propriedades utilizarem suas terras em função da sua capacidade de uso – sem as demais práticas conservacionistas – considera-se que se fez quase tudo em matéria de conservação; por outro lado, se utilizar-se todas as demais práticas sem esta, considera-se que nada foi feito.

Todas as terras têm uma vocação natural para uso, isto é, uma utilização sustentável em função das características do solo, topografia e clima. As terras altamente sujeitas à erosão e/ou altamente degradadas só podem ser destinadas às matas e aos reflorestamentos; as terras livres de erosão e/ou degradação, aos cultivos em limpo, como milho, algodão e mandioca, conforme o Quadro 2.

Vale ressaltar que nada impede de se reflorestar ou implantar pastagens em terras livres de erosão; **porém o inverso não é permitido**, ou seja, não se pode utilizar uma terra altamente sujeita à erosão para cultivos limpos de milho, algodão e mandioca.

Internacionalmente adota-se a classificação de Norton, do Serviço de Conservação do Solo dos EUA, de capacidade de uso das terras. Consideram-se as terras em três grupos e oito classes, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Capacidade de uso das terras segundo Norton

GRUPOS:

Estão estabelecidos com base na maior ou menor intensidade de uso da terra, representados da seguinte forma:

A – Terras cultiváveis;

B – Terras para pastagem e/ou reflorestamento;

C – Terras apropriadas para proteção de flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água.

CLASSES:

A classificação Norton, universalmente aceita, compreende as oito classes de capacidade de uso (abaixo), agrupando terras com limitações de uso e/ou riscos de degradação do solo semelhantes:

A – TERRAS CULTIVÁVEIS

Classe I – Terras cultiváveis aparentemente sem problemas especiais de conservação do solo.

Classe II – Terras cultiváveis com problemas simples de conservação.

Classe III – Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação.

Classe IV – Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.

B – TERRAS CULTIVÁVEIS APENAS EM CASOS ESPECIAIS DE ALGUMAS CULTURAS PERMANENTES E ADAPTADAS, EM GERAL PARA PASTAGEM OU REFLORESTAMENTO

Classe V – Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral para pastagem ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação.

Classe VI – Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral para pastagem ou reflorestamento, com problemas simples de conservação.

Classe VII – Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral para pastagem ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação.

C – TERRAS IMPRÓPRIAS PARA VEGETAÇÃO PRODUTIVA E PRÓPRIAS PARA PROTEÇÃO DE FAUNA SILVESTRE, RECREAÇÃO OU PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

Classe VIII – Terras impróprias para culturas, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo da fauna silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

Obs.: As classes, por sua vez, estão subdivididas em quatro subclasses que, no que lhe diz respeito, estão divididas em várias unidades, de modo que só um pedólogo especializado tem condições de fazer um levantamento completo que, além de trabalhoso, é demorado e oneroso.

Inegavelmente, a classificação de Norton é excelente, porém, na região semiárida e nas suas condições, fica restrita a grandes projetos financiados ou empresas agrícolas, posto que necessita de plantas planialtimétricas, levantamentos pedológicos, levantamento e planejamento conservacionista, que fogem às posses da grande maioria dos produtores rurais dos assentamentos agrários, bem como da agricultura familiar.

Para essa região recomenda-se a classificação da capacidade de uso mais simplificada, ao nível de produtor rural, constante no Quadro 4, que possibilita a ocupação das diversas glebas da propriedade, em bases conservacionistas, bem como do manejo de pequenas bacias hidrográficas, de uma forma racional e prática.

Quadro 4 – Destinação das terras em função da sua capacidade de uso ou vocação natural

Nº Ord.	Susceptibilidade à erosão e/ou degradação atual do solo	Destinação das glebas
01	Alta	Florestas ou reflorestamento
02	Forte	Florestas, reflorestamento, pastagens, culturas sombreadas
03	Moderada	Florestas, reflorestamento, pastagens, culturas sombreadas, permanentes arbustivas ou arbóreas
04	Pouca	Florestas, reflorestamento, pastagens, culturas sombreadas, culturas permanentes arbustivas ou arbóreas, culturas semipermanentes, culturas temporárias adensadas.
05	Ausente	Florestas, reflorestamento, pastagens, culturas sombreadas, culturas permanentes arbustivas ou arbóreas, culturas semipermanentes, culturas temporárias adensadas e culturas temporárias limpas.

Fonte: Suarez de Castro

Os quadros 1, 2 e 4 seguem uma sequência lógica, como se pode observar, de modo que ao mapear a destinação das diversas glebas da propriedade, em função da capacidade de uso do solo, convém ao técnico consultá-los com frequência.

A destinação das glebas pode ser assim, decidida no próprio local, por técnico ou produtor rural esclarecido, por meio de uma vistoria detalhada da propriedade, onde se verifica as características de cada gleba de terra: solo, topografia, cobertura, clima, vocação natural, tendência regional, tipo de exploração, demanda do mercado, etc.

O ideal é o técnico portar um clinômetro a fim de medir os diversos declives das glebas e um trado ou “enxadeco” para colher dados do solo. Na falta de uma planta topográfica, registrar os dados do levantamento em um simples “croqui” e no escritório mapear a destinação de cada gleba.

Além das recomendações acima comentadas, pelo novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a destinação das glebas tem que obedecer às normas do Quadro 5 (abaixo), bem como preservar e/ou reflorestar as matas ciliares, o entorno dos “corpos de água”, das nascentes, as bordas das chapadas, grutas e sítios históricos e, no Nordeste, destinar 20% da área do imóvel rural como Reserva Legal – geralmente as glebas mais susceptíveis à erosão e/ou degradação atual do solo. Os escritores do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) distribuem gratuitamente, aos produtores rurais, exemplares do novo Código Florestal.

Quadro 5 – Uso legal das terras, em função de sua declividade, segundo o novo Código Florestal – Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012

DECLIVE	USO LEGAL
GRAUS°	•
Menor de 25°	Sem restrições
Maior de 25° e menor de 45°	Com restrições
Igual ou maior que 45°	Área de preservação permanente

Fonte: Novo Código Florestal –MMA.

8.1.2 Adubação orgânica

Como vimos no item 3, nos processos agrícolas a matéria orgânica do solo é rapidamente destruída, sendo necessária a sua reposição artificial através de estrume de curral, composto orgânico, torta de filtro de usina açucareira, etc. Uma incorporação leve é na base de 10 t/ha/ano e uma maciça é de 30 t/ha/ano. Infelizmente é pouco praticado devido ao regime pecuário semiextensivo, a reduzida prática da produção do composto e a limitações econômicas. É ainda praticado em culturas irrigadas de alto rendimento, como cebola, tomate e fruticultura.

8.1.3 Adubação química

No item 3 verificamos que grandes quantidades de nutrientes do solo são exportadas através de produtos agrícolas, pecuários e florestais, empobrecendo os solos em relação a nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, entre outros, sendo necessária a sua reposição. A adubação química é uma prática onerosa e de certo risco. Deve ser feita baseada em análise química de amostras do solo em laboratório conceituado e obedecendo às suas recomendações. Muitas vezes a relação custo/benefício é negativa.

8.1.4 Rotação das culturas

Desde os primórdios da agricultura, tem se observado que o cultivo contínuo de uma mesma espécie vegetal em uma mesma gleba de terra tende ao decréscimo de sua produtividade, tendo-se aventado as mais diversas teorias para justificar esse fato incontestável.

Uma das práticas mais antigas é a de se cultivar sequencialmente diferentes espécies vegetais em uma mesma gleba de terra. Nessa região, essa prática tem pouco uso devido ao hábito da consorciação das culturas: mandioca, milho, feijão, abóbora, maxixe, algodão, gergelim, entre outras, tudo misturado. A moderna agricultura aprova essa consorciação heterogênea dos pontos de vista econômico, nutricional, fitossanitário e ecológico, praticada intuitivamente pelos *caboclos*.

8.1.5 Controle das queimadas

Vide melhoramento das pastagens.

8.1.6 Correção da acidez ou alcalinidade

A excessiva acidez do solo (pH baixo) é uma das limitações dos terrenos do topo da Chapada do Araripe. A maioria das plantas cultivadas tem uma faixa de tolerância à acidez, fora da qual a sua produtividade é comprometida, bem como muitos nutrientes do solo tornam-se inassimiláveis fora dessa faixa. A acidez do solo é corrigida pela incorporação de calcário finamente moído e distribuído “a voleio”, quer por máquinas especiais, quer manualmente. A incorporação do calcário ou “calagem” é uma prática barata, de excelentes resultados e retorno rápido. Deve ser feita baseada em amostra de solo em laboratório conceituado e obedecer às recomendações das quantidades, parcelamento das aplicações e prazos. Na Biorregião do Araripe, devido ao “Polo Gesseiro”, essa prática torna-se economicamente viável.

A excessiva alcalinidade dos solos (pH alto) também é uma das limitações da produtividade de alguns solos do sertão, como aluviões e colúvios salinos. A correção da alcalinidade é feita através de incorporação de gesso finamente moído, enxofre ou ácido sulfúrico diluído. A gessagem deve ser baseada em análises de solos por laboratório conceituado e obedecer às suas recomendações técnicas.

8.1.7 Pousio

A técnica do pousio ou descanso da terra já era praticada na Mesopotâmia, Egito, China e Oriente Médio. No Talmud, livro sagrado dos Judeus, já havia a prescrição do ano sabático. Após seis anos de cultivo a terra fica em repouso – pousio – durante um ano. O pousio é praticado tradicionalmente nas terras do topo da Chapada do Araripe e da Serra do Inácio. Após quatro ou cinco anos de cultivo de mandioca consorciado ao feijão de corda, a terra fica se “encapoeirando” durante dois ou três anos. O pousio é, nesse caso, uma rotação de cultura com capoeira. É também praticada em pés de serras e no sertão.

8.2 PRÁTICAS VEGETATIVAS

Nas práticas vegetativas utilizam-se plantas a fim de melhorar as condições do solo e controlar a erosão.

As práticas vegetativas mais utilizadas são:

- Melhoria das pastagens;
- Reflorestamento;
- Sombreamento;
- Adubação verde;
- Faixas de vegetação permanente;
- Alternância das limpas;
- Ceifa do mato.

8.2.1 Melhoria das pastagens

Embora as pastagens sejam a segunda melhor proteção contra as perdas de solo e água – só superada pela mata (vide Quadro 1), é necessário, assim mesmo, obedecer a uma série de cuidados a fim de proteger o solo contra a erosão, controlar o escoamento das águas e obter lucros compensadores com os pastos.

8.2.1.1 Pastagens cultivadas

Na Biorregião do Araripe predominam as pastagens cultivadas de capim *andropogom*, *braquiária* e *bufell*, respectivamente no Ceará, Pernambuco e Piauí.

A formação das pastagens, em sua maioria, é efetuada por meio de parceria com caboclos, barateando, assim, os custos da sua implantação. O proprietário cede uma gleba de terra bruta ao caboclo que a desmata, encoivara, queima* e a utiliza em seu proveito por alguns anos com lavoura de subsistência, com a obrigação de deixar a pastagem implantada. Ao esgotar-se o prazo do contrato verbal, que coincide com o declínio da produtividade da terra,

* A maléfica prática da “queimada” deve ser substituída pela prática do encordoamento do mato.

sendo a semente por conta do proprietário. Ultimamente, com a redução das terras ociosas, esse binômio sequencial “agricultura familiar itinerante e pastagens cultivadas permanentes”, tem diminuído sensivelmente seu ritmo. Muitos empresários preferem implantar diretamente suas pastagens, com recursos próprios e alta tecnologia, prejudicando uma grande parcela dos “sem-terra” e eliminando uma singular e tradicional forma de parceria agrícola.

As principais melhorias das pastagens cultivadas são:

A – CAPACIDADE DE SUPORTE

A capacidade de suporte é calculada em função da necessidade nutricional do animal e da exploração sustentável da pastagem, isto é, usando-a de modo a permitir sua natural renovação. Nas pastagens cultivadas da região do Araripe é de uma Unidade Animal ha/ano, ou seja, de um bovino adulto, ou oito ovinos adultos ou ainda de oito caprinos adultos por hectare, permanentes no pasto o ano inteiro. Como é tradicional a transmutação dos rebanhos do topo da Chapada para os pés de Serra e sertão e vice-versa – a retirada ou “despastamento” é usual às combinações constantes do Quadro 6.

Quadro 6 – Capacidade de suporte das pastagens cultivadas da Biorregião do Araripe e suas possíveis combinações

Nº Ord.	Bovino adulto	Ovino/Caprino adulto	Período pastejo Mês
01	1	8	12
02	2	16	6
03	4	32	3

Fonte: Fundação Araripe – Crato (CE).

A conservação das pastagens exige que jamais seja ultrapassada a capacidade de suporte, sobre pena de sua degradação e/ou desertificação.

B – SOMBREAMENTO

Na formação das pastagens cultivadas deve-se evitar a eliminação total da vegetação nativa, exigindo-se manter de forma seletiva e dispersa

pelo menos 30% dela, a fim de formar-se um pasto sombreado que, segundo levantamento do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPTSA – Embrapa), tem a mesma capacidade de suporte das pastagens descampadas, além de oferecer sombra para o rebanho e contribuir para o equilíbrio do meio ambiente. Deve-se considerar também que os rebanhos aproveitem as ramas de muitas espécies, como juazeiro, mororó, jurema, quebra-faca, favela, entre outras. Além do “conforto dos rebanhos” produzido pelo sombreamento que, segundo a Embrapa Cerrado, propicia até 20% de aumento da produtividade na arroubação e/ou na produção leiteira.

C – CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS OU TÓXICAS

Periódica e imediatamente após a retirada dos rebanhos, deve-se bater os pastos e eliminar as plantas invasoras ou tóxicas, a fim de evitar a competição com as forrageiras, ou acidentes com intoxicação dos animais. As plantas tóxicas mais comuns no Araripe são: maniçoba, mamona, tingui, erva-de-bicho, etc. Elas devem ser erradicadas, encoivadas e queimadas. Tem-se utilizado herbicidas e arbusticidas, o que suscita protestos dos ambientalistas.

D – CONTROLE DAS QUEIMADAS

A queima dos pastos é uma herança cultural do caboclo, bem como dos pastores portugueses e espanhóis. Ainda hoje é praticada na Serra da Estrela e nos Pirineus, no fim do outono, para rebrotamento na primavera. É uma prática controvertida, defendida por poucos técnicos, tolerada por uma grande maioria e condenada por outros com argumentos, pesquisas e exemplos, de modo a não permitir uma conclusão definitiva.

Não havendo consenso, recomenda-se uma posição conciliatória. A queimada em situações de grande necessidade, e obedecendo às normas do Código Florestal e Posturas Municipais, a fim de evitar o mal maior, que são os incêndios florestais, centenas de vezes pior do que a própria queimada em si e geralmente causados por queimadas malconduzidas.

E – ADUBAÇÃO QUÍMICA

O pastejo exporta uma grande quantidade de nutrientes do solo na forma de leite ou dos próprios animais negociados, posto que seus tecidos, órgãos, músculos, esqueletos, entre outros, foram formados à custa dos minerais do terreno. Assim, para equilibrar esse saque de nutrientes, necessita-se de uma adubação química de reposição, o que, infelizmente, não é usual entre nós, devido a fatores culturais e econômicos (vide item 8.1.3).

F - CORREÇÃO DA ACIDEZ OU ALCALINIDADE DO SOLO (pH)

A correção da acidez ou alcalinidade dos pastos é uma prática pouco onerosa, de excelentes resultados em curto prazo, porém, infelizmente, pouco praticada nos assentamentos agrários e o mesmo para a agricultura familiar (vide item 8.1.6).

G – ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Como em quase todo o Brasil, no Araripe a única adubação orgânica nas pastagens de pisoteio é a praticada pelos próprios animais no campo, através de seus dejetos, reservando-se o estrume de curral para as capineiras de corte, ao contrário da Europa, onde os pastos recebem pesadas adubações orgânicas. Isso é devido às grandes dimensões de nossos pastos, à ausência de produção do composto orgânico e ao regime de criação semiextensivo dos rebanhos.

8.2.1.2 Pastagens nativas

As pastagens nativas do Araripe compõem-se das Caatingas, Carrascos e Cerrados – associação heterogênea de ervas, arbustos e árvores, adaptadas ao Semiárido – caracterizados pela alternância de abundância de forragens no curto período chuvoso e extrema penúria na longa estação marcada pela estiagem.

As principais melhorias indicadas são:

H – CAPACIDADE DE SUPORTE

A capacidade de suporte é baixíssima: 0,1 UA/ha/ano, ou seja, são necessários 10 ha para um bovino adulto, ou oito caprinos adultos ou oito ovinos adultos, durante todo o ano, ou as combinações proporcionalmente possíveis, semelhante ao Quadro 6.

I – SOMBREAMENTO

Nos pastos nativos da região já existe um percentual razoável de árvores de folhagem perene que dão excelentes sombras, como juazeiro, baraúna, jatobá, oiticica, que servem de “malhadores” para os animais se abrigarem da canícula, do sol a pino, e que muito contribuem para a sanidade e o conforto dos rebanhos. As áreas de sombra ou “malhadas” devem ser limpas, destocadas e todos os buracos existentes tapados, a fim de evitar acidentes traumáticos ou mordedura de cobras (vide item 8.2.1.1 – B).

J – RALEAMENTO

O raleamento consiste em se reduzir a densidade da vegetação arbórea/arbustiva, pela eliminação seletiva das espécies não forrageiras, de modo a permitir a “saída” do pasto herbáceo e aumentar a massa de “rama” das espécies forrageiras. Segundo o professor João Ambrósio – uma das principais autoridades no assunto – o raleamento ideal corresponde a uma densidade aproximada de 200 árvores/ha*, ou espaçamento de 7 m x 7 m. Essa técnica é denominada “Savanização da Caatinga” – termo criado em alusão ao típico bioma africano, que consta da eliminação das espécies tóxicas, invasoras e de baixo valor forrageiro. Após retirar a madeira para traves (linhas), mourões, estacas, varas e lenhas, o restolho deve ser “pinicado” a facão e foice e arrumado em “leiras”, afastadas entre si cerca de 20 passadas, em linhas retas nas áreas planas e em contorno (curva de nível) nas áreas declivosas, ou seja: enleiramento do mato (vide itens 5.0 e 5.1). Entretanto, nas áreas declivosas, o afastamento entre leiras deve obedecer aos valores da Tabela 1 do capítulo “Uso da Curva de Nível na Conservação do Solo e da Água nos Assentamentos Agrários e na Agricultura Familiar deste livro, dos mesmos autores.

Para mais detalhes, consultar os trabalhos e publicações do professor João Ambrósio de Araújo Filho.

K – REBAIXAMENTO

Essa técnica consiste em se podar as espécies forrageiras ao nível da cabeça dos animais pastejantes, de modo a induzir a produção incrementada de “rama”, totalmente aproveitada pelos rebanhos. Essa técnica geralmente é associada à do raleamento (subitem “J”).

L – ENRIQUECIMENTO

Introdução de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, nativas ou exóticas, tolerantes às secas, como capim *buffel*, andropogon, braquiária, camaratuba, carqueja, algaroba, leucena, etc.

M – ELIMINAÇÃO DAS QUEIMADAS

Se as queimadas nas pastagens cultivadas têm seus grupos de defensores e tolerantes, a queima das pastagens nativas, no Araripe, é condenada de forma severa e unânime por todos os técnicos, já que na verdade é um incêndio florestal que mata definitivamente a vegetação arbustiva e arbórea, não permitindo o seu brotamento, ao contrário das pastagens cultivadas, cujo rebrotamento é até incrementado.

Considerando-se que a maior parte dos recursos forrageiros dos pastos nativos da região é representada pelas “ramas” – folhagens de arbustos e árvores –, a maléfica prática das queimadas propicia a degradação e/ou desertificação da região, pois a parcela de forrageiras herbáceas, além do seu baixo percentual, é efêmera – só sobrevivendo no início da estação chuvosa (vide item 8.2.1.1 – B).

N – ADUBAÇÃO QUÍMICA

Considerando-se o regime semiextensivo de criação da região e as grandes extensões dos pastos, a adubação química destes torna-se inviável economicamente.

O – ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Inviável, pelas mesmas razões do subitem “N”.

P – CORREÇÃO DA REAÇÃO DO SOLO (pH)

Inviável, pelas mesmas razões do subitem “N”.

8.2.2 Reflorestamento

O reflorestamento é o cultivo de espécies florestais nativas ou exóticas. É uma das práticas de melhores resultados, pois sendo a floresta a melhor cobertura, no que concerne às perdas de solo e água (vide Quadro 1), ainda tem o grande mérito de restabelecer o equilíbrio dinâmico natural, quebrado pela interferência do homem (vide item 2). Embora o reflorestamento possa ser implantado em todas as classes de terras (vide Quadro 4), geralmente destina-se às glebas de alta e forte susceptibilidade à erosão ou degradação atual para o reflorestamento (Nº Ord. 01 e 02 Quadro 4). Convém lembrar que na Biorregião do Araripe, como em toda a Região Nordeste, o Código Florestal exige que 20% da área dos imóveis rurais seja ocupada por matas nativas ou reflorestadas, incluindo as encostas com mais de 100% de declividade, bordas das chapadas, etc., conforme item 8.1.1.

8.2.3 Sombreamento

É a técnica de consorciar culturas perenes arbustivas com árvores de grande porte, sombra rala, de preferência *leguminosa* para enriquecimento do solo com nitrogênio. Como podemos verificar no Quadro 2, a proteção é ótima, nota 8, pois é um tipo de cobertura que mais se assemelha à floresta, muito empregado em plantações de café e cacau, na Zona da Mata de Pernambuco e Bahia. No topo da Chapada do Araripe ainda se encontram velhos cafezais domésticos sombreados com cajueiros.

8.2.4 Adubação verde

É a técnica de se incorporar ao solo, massa foliar de plantas adensadas, preferencialmente leguminosas, para enriquecê-lo de matéria orgânica. As espécies mais utilizadas são mucuna, lab-lab, feijão-de-porco, crotalária, etc. A sua incorporação ao solo deve ser feita durante a sua floração, quando o rendimento em conversão de matéria orgânica é máximo. É uma prática pouco praticada no Araripe (PE).

8.2.5 Faixas de vegetação permanente

Vide capítulo deste livro, “Uso da Curva de Nível na Conservação do Solo e da Água nos Assentamentos Rurais e na Agricultura Familiar”, dos mesmos autores.

8.2.6 Alternância das limpas

Essa técnica só se aplica nos cultivos em contorno ou curva de nível. Consiste em limpar, alternadamente, o mato das ruas entre as carreiras das plantas, de modo a frear o escoamento das águas e não permitir alcançar a velocidade crítica, onde começaria o processo erosivo. É uma prática excelente e barata, pois não há nenhum gasto com ela. Vulgarmente é denominada “limpa de rua sim, rua não”. Com essa prática, as perdas de solo pela erosão apresentam uma diminuição de 50%, e as perdas de água uma diminuição de 26%, conforme pesquisa do IAC/São Paulo (1949).

8.2.7 Ceifa ou roço do mato

Essa prática consiste em se “roçar” o mato em vez de limpar o terreno com enxada ou usar o arado, grade ou cultivador. No roço só a parte aérea do mato é cortada, formando uma camada protetora ao solo, ficando intactos seus colos e raízes, que freiam o escoamento da água, não permitindo atingir a “velocidade crítica”, inibindo a erosão. Além disso, enriquecem o solo de matéria orgânica e o protegem da ação esterilizante da radiação solar. O roço pode ser mecanizado, acoplado-se

a roçadeira à tomada de força do trator, ou de forma manual, com estrovinga ou roçadeira. Com a adoção dessa prática, há uma redução de 92% nas perdas de solo e de 45% nas perdas de água, segundo o IAC/São Paulo (1949).

8.3 PRÁTICAS MECÂNICAS

São as práticas de controle da erosão através de estruturas, desde as mais reduzidas, como o cultivo em contorno, até as grandes como os terraços. As mais recomendadas para a Biorregião do Araripe, são:

- Cultivo em contorno;
- Encordoamento do mato em contorno;
- Terraços em contorno;
- Carreadores em contorno;
- Muretas de pedra em contorno;
- Estabilização das voçorocas (carcavas ou ravinas).

Os cinco primeiros itens acima estão detalhados no capítulo deste livro “Uso da Curva de Nível na Conservação do Solo e da Água nos Assentamentos Rurais e na Agricultura Familiar”, dos mesmos autores.

8.3.1 – Estabilização das voçorocas (carcavas ou ravinas)

As voçorocas, como visto no item 4.2.3, são grandes valados abertos pelas enxurradas descontroladas. São o clímax do processo erosivo, cujo início é a erosão laminar, concentrando-se na erosão em sulcos e culminando com as voçorocas – transformando férteis terras agrícolas em áreas improdutivas, degradadas e desertificadas.

O controle das voçorocas compreende:

- Considerar como área de preservação provisória – do início ao seu término – as margens das carcavas, com largura mínima de 2,5 vezes a sua profundidade;

- Construção de barramentos contínuos, ao longo de todo o “talveg” das voçorocas – em alvenaria de pedra seca (barragens de pedras secas), sacaria com barro ou pau a pique – formando uma sucessão de degraus, tal que o coroamento de qualquer barramento seja nivelado com o sopé do barramento a montante. A construção da série de diques deve iniciar-se pela cabeceira da carcava e prosseguir no sentido do fluxo. Recomenda-se que as alturas dos diques não excedam $\frac{1}{4}$ da profundidade das voçorocas e, à medida que vão se aterrando, vão sendo remontadas suas alturas e suas “saias” – até a cicatrização do terreno. Recomenda-se que, mesmo depois da cicatrização do terreno, o mesmo continue como área de preservação provisória;
- Despejo de todo tipo de restolho das culturas, roço de mato, ramadas, poda de árvores, pausada, entre outras, ao longo da carcava, entre os diques, a fim de retardar o fluxo erosivo.

Com essas medidas, pouco a pouco a enxurrada vai depositando os seus sólidos em suspensão – argila, limo e areia –, aterrando a voçoroca, cujos níveis dos barramentos têm de ser paulatinamente remontados até a cicatrização final do terreno.

Ressalte-se que as voçorocas são o clímax do processo erosivo e seu controle preventivo reside nas práticas conservacionistas da erosão laminar e em sulcos.

9 MANEJO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Muito embora a propriedade seja uma unidade administrativamente autônoma – gerenciada por seu(s) dono(s) –, do ponto de vista hidrológico, não passa de uma célula de um órgão maior que é a bacia hidrográfica. Se as células estão saudias, todo o organismo é sadio; assim é necessário que todas as propriedades de uma bacia sejam planejadas em bases conservacionistas, para que toda a bacia seja conservada.

O conceito de bacia hidrográfica é intuitivo para os caboclos, que sabiamente a denominam de águas pendentes. Assim, durante uma chuva forte e prolongada, as áreas das quais escoam as águas para uma mesma saída, pertencem a uma mesma bacia.

A bacia hidrográfica é uma unidade hidrológica, pois nela se processa a reciclagem das águas. A linha divisória das águas pendentes é chamada divisor de água, acompanhando sempre o espinhaço das serras, o topo das chapadas, os altos dos morros e espigões. Por exemplo, a Chapada do Araripe é o divisor de água das três grandes bacias do Nordeste, como mostra o Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 – Bacias do Nordeste divididas pela Chapada do Araripe

Vertente	Bacia	Estado
Norte	Jaguaribe	Ceará
Sul	São Francisco	Pernambuco
Oeste	Parnaíba	Piauí e Maranhão

Fonte: Fundação Araripe – Crato (CE)

As bacias são classificadas em micro, mini, pequenas, médias e grandes bacias. A reunião de várias microbacias que tributam uma bacia maior forma uma minibacia e assim, sucessivamente, até as grandes bacias.

A ocupação das glebas de terras, em função da capacidade de uso do solo e demais práticas conservacionistas recomendadas, não deve ficar restrita a uma única propriedade isolada, pois os benefícios serão muito limitados. É necessário também que os seus vizinhos adiram a essas práticas até que toda a pequena bacia esteja sendo manejada em bases conservacionistas. Esse mesmo programa será ampliado para as pequenas bacias de um mesmo sistema até as grandes bacias.

Nas bacias manejadas em bases conservacionistas, a erosão é controlada, as enchentes e inundações desaparecem, as nascentes e olhos-d'água

ressurgem, os riachos efêmeros tornam-se perenes, os assoreamentos dos açudes e cursos de água cessam, as terras voltam à antiga fertilidade, há estabilidade social e econômica, a vida ressurgem.

A nova legislação prevê a criação, em cada bacia, de um Comitê Gestor dos Recursos Hídricos, com representantes dos usuários, das autoridades e da sociedade civil organizada, a fim de traçar diretrizes, estabelecer normas de uso e redimir conflitos de interesses. É necessária uma campanha esclarecedora e participativa para a comunidade, para democratizar o uso da água e o respeito à Natureza.

ANEXO

DOCUMENTÁRIO
FOTOGRAFICO



Fotos 1 e 2 – Erosão laminar severa e generalizada – fase inicial do processo erosivo – assentamento agrário 10 de abril em Crato (CE). Observe que as camadas das superfícies e mais produtivas já foram carregadas, como atestam os números e característicos “patamares desérticos” mostrando também as trilhas compactadas de animais



Foto 3 – Erosão em sulcos – fase intermediária do processo erosivo – assentamento agrário 10 de abril em Crato (CE). Observe o sulco principal já bastante desenvolvido e em seu entorno a intensa e generalizada erosão laminar, como atestam os inúmeros e característicos “patamares desérticos”.

Foto 4 – Erosão em voçoroca – fase final do processo erosivo. Sítio Baixa Funda – Lagoa Grande (PE). Entre os inúmeros malefícios conhecidos das voçorocas um passa geralmente despercebido: o ressecamento das terras agrícolas face ao seu papel de drenagem profunda, fator altamente negativista no Semiárido Nordeste. Observa-se, no seu entorno, a severa e generalizada erosão laminar, como atestam os inúmeros e característicos “patamares desérticos”. O sistema BBZ – em barramento contínuo – é o método mais eficiente no controle da erosão em voçoroca.



Foto 5 – Erosão por desbarrancamento no assentamento agrário 10 de abril em Crato (CE). Grande massa de solo desprendida da encosta – em face de desestabilização de seu sopé – pelo desmatamento e queimadas sucessivas.

Foto 6 – Encosta totalmente desmatada (brocada) e pronta para a queimada no assentamento agrário 10 de abril em Crato (CE). Prática tradicional no Nordeste, no processo de “agricultura itinerante”. Após alguns anos de cultivo, com a queda da fertilidade, é abandonada para “encapoeirar-se” e novas áreas são incorporadas pelo mesmo processo, cujo inevitável desfecho é a desertificação.

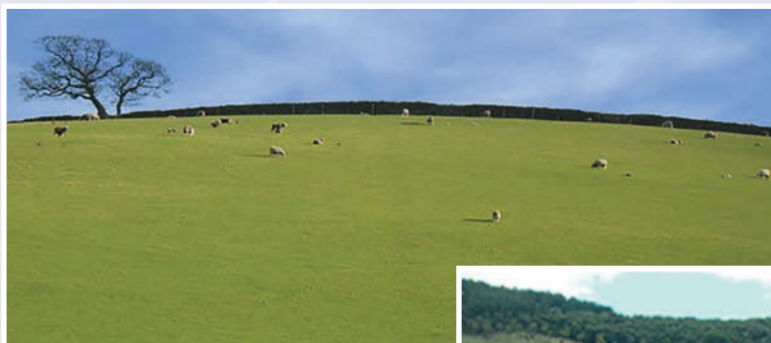




Fotos 7 e 8 – A prática da queimada do mato “brocado” – após a retirada das “linhas”, “enchamés”, “morões”, estacas, varas e lenha –, infelizmente, ainda é uma prática tradicional no Semiárido, herança de nossos avoengos indígenas, deixando o solo totalmente desnudo, sujeito à erosão e ao ressecamento, cujo destino inevitável é a desertificação. Essa prática prejudicial tem de ser substituída pela prática conservacionista do “encordoamento do mato” ou “barreiras mortas”, a exemplo da Faz. N^o. Sr^o. do Rosário da agroindústria Peixe, em seus 3000 ha, em Pesqueira, e do “Eng. Novo do Muro”, em seus 500 ha, em Carpina, ambos em Pernambuco.

Fotos 9 e 10 – As florestas são a cobertura vegetal de máxima proteção contra a erosão, mantendo a fertilidade do solo e até elevando-a. As glebas com alta suscetibilidade à erosão ou degradação atual devem ser florestadas. Pelo novo Código Florestal, serão 20% da área total do imóvel rural, no Nordeste, bem como as encostas com declive igual ou superior à 45° (100%), o entorno das nascentes, corpos de água, grutas, sítios ecológicos e margens de riachos e rios (matas ciliares).





Fotos 11 e 12 – As pastagens adensadas de pisoteio são coberturas vegetais de boa proteção contra a erosão – desde que bem manejadas. Capacidade de suporte, rotação de pastos, pousio, locação racional das aguadas, controle das queimadas, sombreamento despersivo, entre outras são indicadas, preferencialmente, para glebas com forte ou moderada suscetibilidade à erosão ou degradação atual.



Fotos 13 e 14 – As culturas perenes, como bananeiras, laranjeiras, mangueiras e videiras são coberturas vegetais de média proteção do solo contra a erosão – desde que combinadas com outras práticas conservacionistas. São indicadas preferencialmente para as glebas de suscetibilidade à erosão ou degradação atual de moderada a ausente.



Fotos 15 e 16 – As culturas temporárias, como milho, mandioca, feijão, sorgo e algodão, que requerem mobilização do solo e “limpas” frequentes, são as coberturas vegetais mais vulneráveis à erosão do solo, razão pela qual são indicadas apenas para glebas de suscetibilidade praticamente nula à erosão e/ou degradação atual.

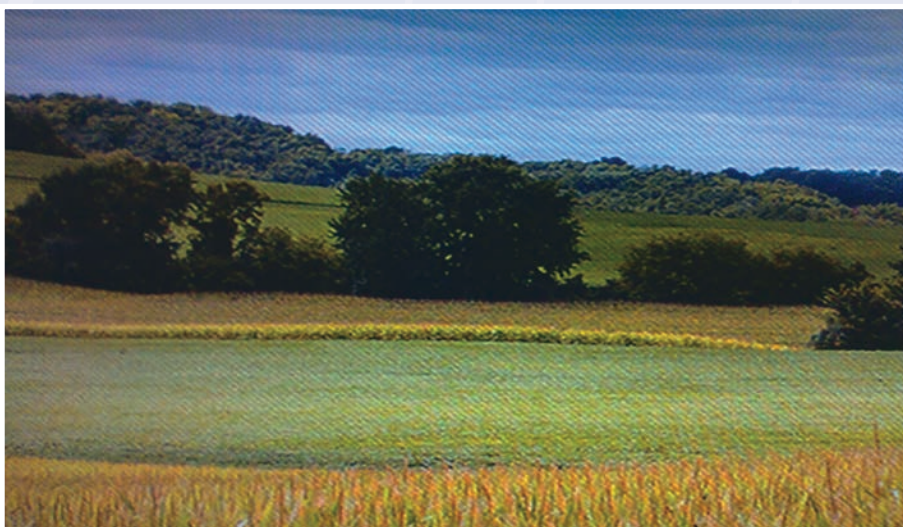


Foto 17 – Destinação das glebas em função da capacidade de uso das terras ou “utilização sustentável”. Na fazenda retratada acima, a utilização das diversas glebas destinada em função de sua “vocação natural” ou “utiliza o sustentável”:

- As áreas planas ocupadas com cultivo de cereais que exigem mobiliza o do solo e “limpas” frequentes;
- As áreas onduladas ocupadas com pastagens adensadas de pisoteio;
- As áreas montanhosas com florestas nativas e/ou cultivadas.

Observa-se a mata ciliar, às margens do riacho, conforme o novo Código Florestal.



Foto 18 – Faixa de vegetação permanente ou “barreira viva”. Faixa de vegetação herbácea – capim murumbu – implantada em contorno, servindo de nivelada básica para cultivos anuais em contorno. Muitos técnicos, como os autores, consideram as “barreiras vivas” um substituto mais ecológico, econômico e seguro que o terraceamento.

Foto 19 – Faixa de vegetação permanente ou “barreira viva”. Faixa de vegetação arbustiva/arbórea nativa – propositalmente preservada em contorno – servindo de nivelada básica para as fileiras das culturas temporárias. Muitos técnicos, como os autores, consideram as “barreiras vivas” um substituto mais ecológico, econômico e seguro que o terraceamento.



Foto 20 – Encordoamento do mato ou “barreiras mortas”. Área com culturas temporárias em contorno, tendo como “niveladas básicas” cordões em contorno originados pela “maravalha” – restos da cobertura vegetal resultantes da limpeza da gleba – prática conservacionista conhecida como “encordoamento do mato” ou “barreiras mortas”.



Foto 21 – Canavial cultivado em contorno (curva de nível) em Igarassu (PE). Observe os carregadores principais em curva de nível e os secundários em “grega”. O cultivo em contorno é uma prática conservacionista tradicional e secular, desde a época colonial, na zona canavieira nordestina, introduzido pelos colonizadores portugueses que, por sua vez, a herdou da cultura árabe. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratamentos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.
Crédito da foto: Folha de Pernambuco



Foto 22 – Cultivo de arroz irrigado em tabuleiros, em curva de nível, no Vietnã. O cultivo em contorno é uma prática conservacionista milenar no Sudeste Asiático. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratamentos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.
Crédito da foto: National Geographic

Foto 23 – Cultivo de arroz irrigado em tabuleiros, em curva de nível, no Vietnã. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratamentos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.
Crédito da foto: National Geographic





Foto 24 – Cultivo de vinhedos em terraços nivelados no Vale do Douro, Portugal. Observe os carregadores principais em nível e os secundários em “grega”. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.
Crédito da foto: Jornal do Commercio – PE



Foto 25 – Cultivo de vinhedos em terraços nivelados no Vale do Douro, Portugal. O cultivo em contorno é uma prática conservacionista milenar introduzida na Península Ibérica pelos conquistadores árabes. Observe os carregadores principais em nível e os secundários em “grega”. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.
Crédito da foto: Jornal do Commercio – PE.



Fotos 26 e 27 – Construção mecânica de terraço tipo “mangum” – terraço de base larga, com dois canais paralelos – a montante e a jusante do camalhão central. Esse tipo de terraço é indicado para as terras agrícolas de suave declive.



Foto 28 – Terraceamento tipo “mangum” – retratado nas fotos 26 e 27 – em fase final de conclusão. Esse tipo de terraceamento permite o cultivo, no seu camalhão, de algumas culturas, para maior aproveitamento da área.

Foto 29 – Terraço tipo “nichols”, recém-construído mecanicamente. Terraço de base larga com único canal a montante do camalhão. Esse tipo de terraço é indicado para as terras agrícolas de declive mais acentuado.

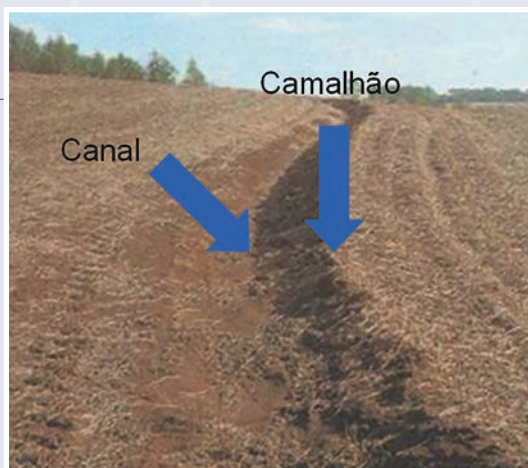


Foto 30 – Calagem/gessagem mecânica, para correção de solo e fertilização. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 31 – Caminhão caçamba descarregando compostagem no solo. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

Foto 32 – Nódulos de bactérias nitrificantes, em raízes de leguminosas. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Cultivo de feijão-de-porco

Fotos 33 e 34 – Adubação verde. Cultivo de mucuna e de feijão-de-porco para posterior incorporação de matéria orgânica ao solo. Essa incorporação deve ocorrer na época da floração, quando, além de maior massa, contém maiores teores de nitrogênio assimiláveis. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Cultivo de mucuna

Foto 35 – Cultivo em contorno de cro-talária para adubação e incorporação de matéria orgânica ao solo na zona canavieira de Pernambuco. Objetivando o futuro desenvolvimento do canavial, a ser semeado nos sulcos. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 36 – Destinação das glebas em função da capacidade de uso das terras – mata nativa, reflorestamento, pastagens e cultura de limpo. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

Foto 37 – Pousio em faixa de contorno com alternância de cobertura vegetal – faixas claras, cultivo de tomate, faixas escuras capoeira. Faz. N^o. Sr^o. do Rosário – indústria Peixe – Pesqueira. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 38 – Ceifa mecânica do mato em bananeiral. Com a adoção dessa prática, há uma redução de 92% e 45% nas perdas de solo e água, respectivamente. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 39 – Barreiras vivas de capim murumbu servindo de NBs (niveladas básicas) em milharal em contorno, método das fileiras paralelas às niveladas básicas inferiores. IPA – Glória do Goitá (PE)

Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

Foto 40 – Barreiras vivas de capim murumbu, servindo de NBs (niveladas básicas) em milharal em contorno, método das fileiras paralelas às niveladas básicas inferiores. Observe no esquema o acúmulo de sedimento a montante das barreiras. IPA – Glória do Goitá (PE)

Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 41 – Barreiras vivas de palma forrageira adensada. Observe-se o acúmulo de sedimento a montante das barreiras. IPA – São Bento do Una (PE)

Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE





Foto 42 – Carreadores em contorno servindo de NB para cafezal. Observe a cobertura morta do mato roçado. IPA – São Bento do Una (PE)
Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

Foto 43 – Em primeiro plano, terraços servindo de NB para plantio de trigo em contorno. Observe o açude abastecido pela drenagem do sistema de terraço. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 44 – Terraceamento tipo mangum, servindo de NB para plantio em contorno no método de fileiras paralelas às NBs superiores e inferiores. Observe na parte central a formação de mindinhas. Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

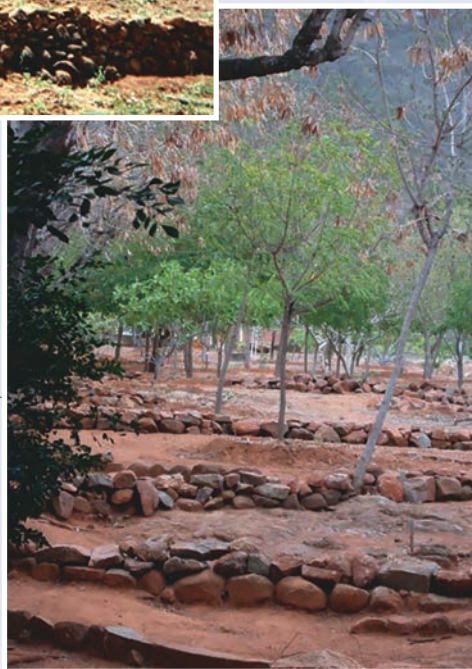


Foto 45 – Encordoamento do mato.
Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE



Foto 46 – Mureta de pedra em contorno, Triunfo (PE).
Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE

Foto 47 – Mureta de pedra em Serra Talhada (PE).
Crédito da foto: Profa. Izabel Galindo, UFRPE





USO DO CLINÔMETRO RÚSTICO – PERPENDÍCULO – NA MEDIÇÃO DA DECLIVIDADE DAS TERRAS

1 HISTÓRICO

O perpendículo já era utilizado pelos povos antigos, como os mesopotâmicos, egípcios e chineses, para medição da declividade das terras, rampas de estradas e edificações. Foi largamente empregado na Idade Média, inclusive na topografia subterrânea, nas minas.

2 IMPORTÂNCIA

A determinação da declividade das terras é um dos fatores básicos nos inventários, planejamentos e práticas conservacionistas, contudo, pouco utilizada, visto que os clinômetros de precisão são caros e importados. Daí a grande importância dos clinômetros rústicos ou perpendículos, de baixo custo e com vantagem de poderem ser utilizados por qualquer agricultor esclarecido, devido à sua simplicidade operacional. Com o novo Código Florestal, o clinômetro tornou-se indispensável não só para técnicos como, também, para os agricultores.

3 DESCRIÇÃO DO APARELHO

O perpendicular consta, basicamente, de um semicírculo, em cujo centro está fixado um fio de prumo, e cujo limbo graduado tem origem (marca zero) na perpendicular baixada no seu centro. Assim, estando o fio de prumo na marca "zero", o seu diâmetro estará, forçosamente, em horizontal. O limbo é dividido em graus, de 0° a 45°, ou em porcentagens, de 0% a 100%.

As dimensões do perpendicular são arbitrárias, porém, um raio entre 10 cm e 15 cm alia a precisão da leitura à efetividade do manuseio do aparelho.

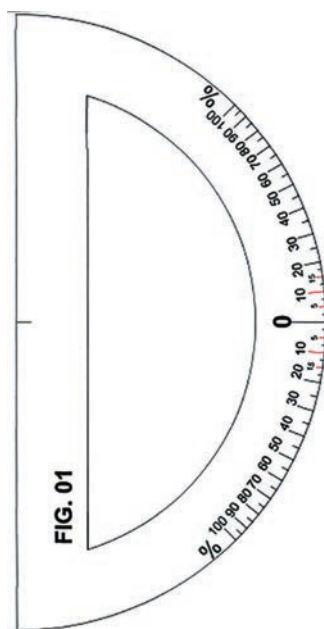


Figura 1

4 MANEJO DO APARELHO

Em um local plano, o operador deverá ajustar uma “referência” horizontal ao nível **de seus olhos**. Essa “referência” pode ser de preferência um alvo alvirrubro, móvel ao longo de uma régua, que pode ser imobilizado por

um parafuso de “porca borboleta”. Esse conjunto é chamado de “mira de alvo”. Na falta da mira de alvo, o operador pode improvisar uma tira de pano, ou cruzeta em uma base vertical, ou ainda utilizar os olhos do operador ao nível de uma parte anatômica do seu auxiliar (ver fotos A, B e C a seguir).

FOTOS MOSTRANDO COMO AJUSTAR UMA “REFERÊNCIA” DE ACORDO COM A ALTURA DO OPERADOR



A – Com a “mira de alvo”.



B – Com uma “cruzeta” ou uma “tira de pano” em uma base vertical qualquer.



C – Com uma parte anatômica do auxiliar.

Seu auxiliar deve se deslocar, rampa acima ou abaixo, na linha de maior pendente, para o ponto desejado, transportando a “mira de alvo” ou a “referência”. O operador visará o alvo, mirando pelo diâmetro do perpendicular e, depois de estabilizado (“serenado”), o fio de prumo é fixado pelo dedo do operador, que fará a leitura no limbo (ver fotos de 2.1 a 4.1).

5 TEORIA

Seja o operador, estacionado no ponto A visando, com o perpendicular, o alvo estacionado no ponto B. Como o alvo está ao nível dos olhos do operador, a visada A1B1 será por construção, paralela à rampa AB.

Seja B2, a projeção ortogonal do ponto B, na horizontal, passando pelo ponto A. A declividade I da rampa AB é por definição:

$$I = \frac{BB_2}{AB_2} = \frac{D_v}{D_h} = \frac{\text{Sen } \alpha}{\text{cos } \alpha} = T_g \alpha$$

I = Declividade

D_v = Distância vertical entre os pontos A e B

D_h = Distância horizontal entre os pontos A e B.

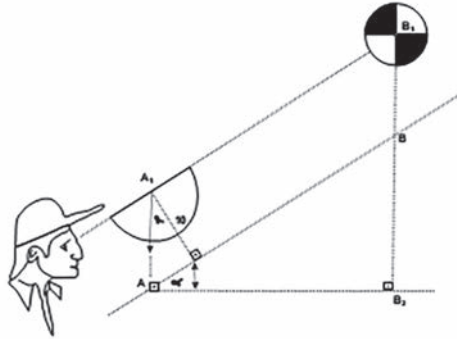


Figura 2 – O ângulo α , lido no limbo do perpendicular, é igual ao ângulo α , da rampa, visto que seus lados são perpendiculares entre si.

Ora, nessas medidas, o ângulo medido no perpendicular é igual ao ângulo α , por construção, visto que seus lados são perpendiculares entre si.

Assim, por exemplo: se o ângulo medido no perpendicular for de 14° , a declividade corresponde a 24,933%, aproximadamente 25%, visto que:

$25\% = 25/100 = 0,25$, ora, o valor da tangente 0,25 corresponde ao ângulo de 14° .

Como é norma na *literatura conservacionista* expressar as declividades em porcentagens, é bem mais prático dividir o limbo diretamente em porcentagens, conforme veremos no próximo item.

6 CONSTRUÇÃO DO APARELHO

- Trace com compasso e régua um semicírculo;
- Trace o raio perpendicular ao diâmetro marcando, na periferia, a marca zero do limbo;
- Com transferidor, concêntrico ao semicírculo, a partir da marca zero, trace na periferia os ângulos correspondentes às declividades nos dois quadrantes, conforme Tabela 1. Assim, por exemplo, para se marcar no limbo o valor de 25%, aplica-se o transferidor

concêntrico ao semicírculo, com o seu zero coincidindo com o zero do limbo e abre-se para a esquerda e para a direita o ângulo de 14°, como foi explicado no item 5;

- Fixe o fio de prumo no centro do semicírculo, deixando o pião afastado, no mínimo, 5 cm de sua borda externa.

Obs.: O fio de prumo referido é aquele utilizado em aparelhos topográficos, como teodolito e nível de luneta, facilmente adquiridos nas casas do ramo, porém, podem ser fabricados por qualquer torneiro mecânico, ou ainda substituídos por um pião e enfiadora de brinquedo. Aconselha-se a desenhar o aparelho em uma cartolina e depois colar em um compensado. Uma versão mais sofisticada utiliza uma placa metálica, plástica ou acrílica, com as divisões do limbo gravadas. Modelos mais sofisticados dispõem de massa e alça de mira, para maior precisão nas visadas.

A fim de facilitar o desenho do clinômetro, após o item 8 deste capítulo constam impressos os limbos de um clinômetro, nas proporções corretas e prontas para serem recortadas e coladas nos dois lados de uma tábua de 10 mm a 15 mm de espessura, serrada com o mesmo perfil do desenho.

Tabela 1 – Correspondência entre declividade, em %, e ângulo formado com a horizontal

%	Graus	%	Graus	%	Graus
0	0	20	11,3	65	33,0
2	1,14	25	14	70	35,0
2,5	1,4	30	16,7	75	37,0
5	2,9	35	19,3	80	38,6
7,5	4,3	40	21,8	85	40,4
10	5,7	45	24,2	90	42,0
12,5	7,1	50	26,6	95	43,5
15	8,5	55	28,8	100	45,0
17,5	9,92	60	31,0		

7 MANEJO DO PERPENDÍCULO

O operador visa, pelo diâmetro do perpendículo, o centro do alvo previamente ajustado à altura de seus olhos (ver fotos 3.1 e 3.2) e fixa com um dedo o fio de prumo, lendo no limbo o ângulo ou a porcentagem de inclinação da rampa (ver foto 4.1).

Ressalta-se que tanto o operador quanto a mira de alvo devem permanecer na vertical.

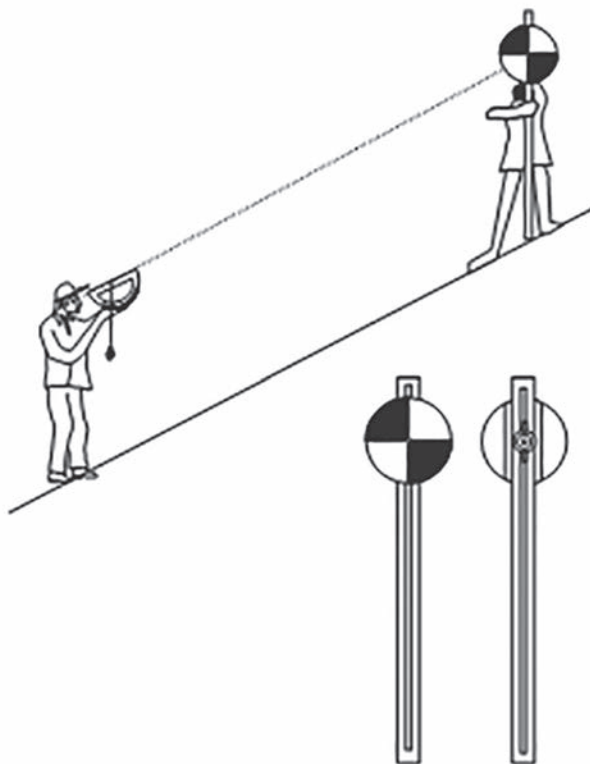


Figura 3 – Mira de alvo – Observa-se o disco alvirrubro, correção ao longo do rasgo da régua para a sua ajustagem à altura dos olhos do operador, e o seu parafuso com porca borboleta para sua fixação.




8 ADAPTAÇÃO DO PERPENDÍCULO AO NOVO CÓDIGO FLORESTAL – LEI 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012

Atendendo às exigências do novo Código Florestal Brasileiro, no que se refere ao uso legal das terras, em função de sua declividade (Tabela 2), a Fundação Araripe adaptou um novo limbo, em graus, concêntrico ao já existente nos modelos tradicionais em %, conforme Figura 4. Essa adaptação permite a própria e imediata demarcação, no campo, das faixas de uso legal do solo, sem consulta à Tabela 1, não só por técnicos como, também, pelos próprios agricultores – popularizando e barateando a aplicação do novo Código, ou seja, tecnologia social de baixo custo (Figura 4).

Tabela 2 – Uso legal das terras, em função de sua declividade, segundo o novo Código Florestal.

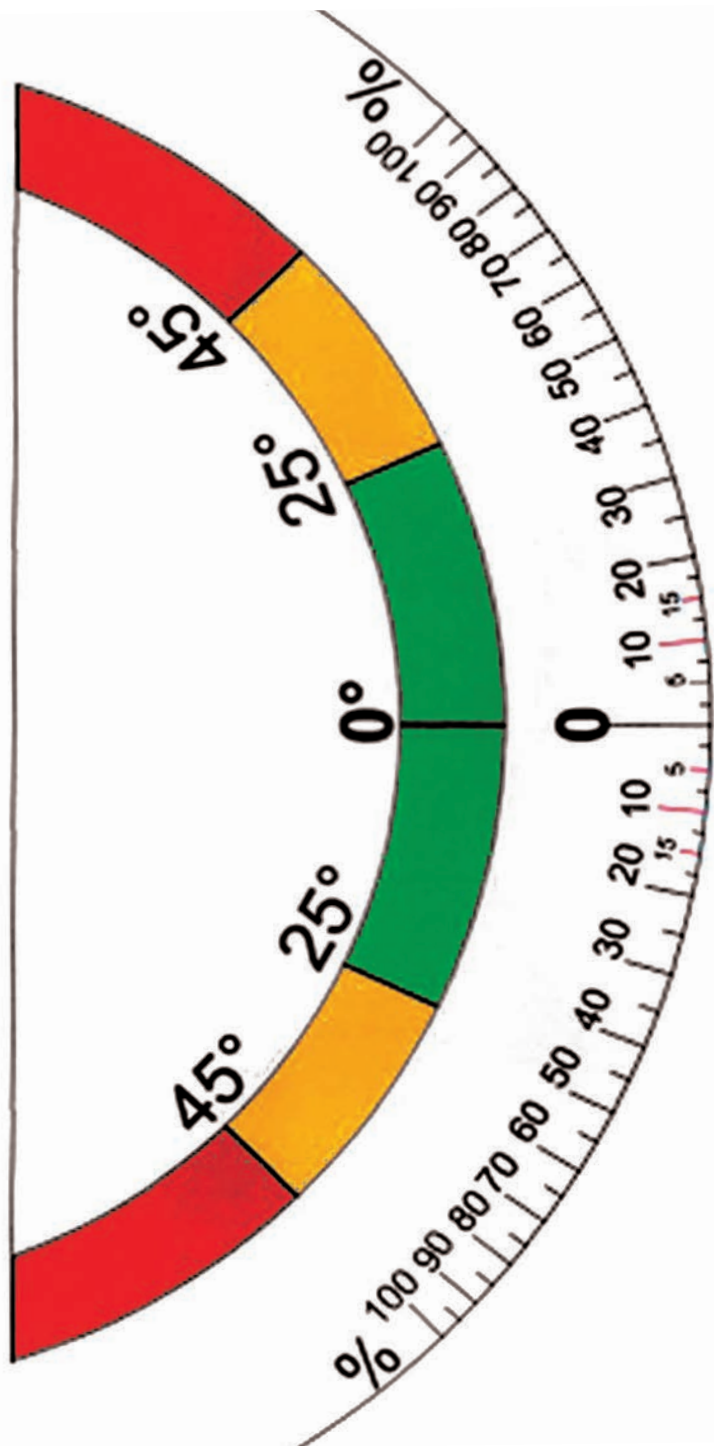
Declive	Uso Legal
Graus°	-
Menor de 25°	Sem restrições
Maior de 25° e menor de 45°	Com restrições
Igual ou maior que 45°	Área de Preservação Permanente

Tabela 3 – Uso das terras de acordo com sua declividade segundo o novo Código Florestal

Declive	Uso Legal	
Graus°	-	
Menor de 25°	Sem restrições	
Maior de 25° e menor de 45°	Com restrições	
Igual ou maior que 45°	Área de Preservação Permanente (APP)	

*Perpendículo MOD. πR.FA em homenagem ao Dr. Pierre Maurice Gervaiseau

FIG. 04



A fim de facilitar os trabalhos, a Tabela 2 consta dos novos modelos dos clinômetros na face oposta aos dois limbos graduados. Esse novo modelo, adaptado pela Fundação Araripe, foi batizado de **π R.FA** em justa homenagem ao idealizador, criador, fundador e atual presidente da Fundação Araripe, Dr. Pierre Maurice Gervaiseau.

9 A UTILIZAÇÃO DO PERPENDÍCULO NO LEVANTAMENTO DE PERFIL TOPOGRÁFICO

9.1 GENERALIDADES

Às vezes, a simples determinação das declividades das rampas não é o bastante, sendo necessário o levantamento do perfil topográfico, como é o caso de instalações hidráulicas, eletrificação rural, de estradas, observância do Código Florestal, etc.

9.2 CONCEITO DE PERFIL TOPOGRÁFICO

É a figura resultante da intercepção da superfície do terreno, por um Plano Vertical e Perpendicular ao Plano Topográfico, e Plano Horizontal, cuja cota é a média das cotas dos mares. Um conceito mais simplista seria o de um morro cortado verticalmente e visto de lado ou de perfil, daí o seu nome.

9.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

- O operador determina por três balizas – ou outro método qualquer – um alinhamento do trecho em estudo, através de uma série de piquetes: 0, 1, 2, 3, 4,...N, localizados nos pontos de variação da declividade ou rampas (Ver Figura 5 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo).
- O operador, estacionado no Piquete Zero (P.0), localiza o seu auxiliar, que carrega a sua Referência de nível (Foto 3.0), localizado no Piquete 1(P.1), determinando a primeira declividade ou rampa, e

medindo com trena a distância horizontal entre os dois piquetes. Recomenda-se utilizar três auxiliares, portando três balizas, lembrando-se de manejar sempre a trena nivelada. A mensuração da declividade e da distância horizontal será registrada nas colunas (b) e (c) da Caderneta de Campo, do Quadro 1, abaixo. O operador repetirá esse procedimento até o último piquete.

Quadro 1 – Caderneta de Campo para levantamento de perfil topográfico

PIQUETES	DECLIVE	DISTÂNCIA HORIZONTAL	DISTÂNCIA VERTICAL	DISTÂNCIA NO TERRENO	OBS
-	%	m	m	m	
0→1	-	-	-	-	
1→2	-	-	-	-	
2→3	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
N-1→N	_____	_____	_____	_____	
	Σ	-	-	-	
a	b	c	d	e	f

9.4 CÁLCULO DA DISTÂNCIA VERTICAL E DA DISTÂNCIA NO TERRENO, NA CADERNETA DE CAMPO – Quadro 1

- As distâncias verticais, entre piquetes, coluna (d), serão calculadas, popularmente, por meio de “regras de três”, com os valores das colunas (b) e (c), conforme exemplo prático do item 9.6, ou por meio de métodos trigonométricos, para o pessoal de nível técnico, já que a declividade corresponde à tangente do vértice (item 5, Figura 2).
- As distâncias no terreno, coluna (e), serão calculadas popularmente, por meio do Teorema de Pitágoras, conforme exemplo prático do item 9.6, já que toda calculadora eletrônica escolar extrai a raiz quadrada, ou por métodos trigonométricos, para o pessoal de nível técnico, conforme comentário acima.

Quadro 2 – Levantamento topográfico da adutora do Sítio Redenção – Igarassu/PE

PIQUETES	I	DISTÂNCIA HORIZONTAL	DISTÂNCIA VERTICAL	DISTÂNCIA NO TERRENO	OBS.
-	%	m	m	m	-
0→1	(+) 12	210	-	-	SUBIDA; RIACHO
1→2	(+) 15	49	-	-	SUBIDA
2→3	(+) 20	80	-	-	SUBIDA
3→4	0	200	-	-	PLANO
4→5	(-) 19	30	-	-	DESCIDA
5→6	(-) 10	25	-	-	DESCIDA; TANQUE
a	b	c	d	e	f

Obs.: Os valores dos acíves (subidas) são positivos (+) e os dos declives (descidas) são negativos (-). Só os dados das três primeiras colunas são levantados no campo; os demais, calculados depois, no escritório. Este se resume a uma mesa e a uma calculadora escolar.

9.5 DESENHO DO PERFIL

9.5.1 Método dos Triângulos Retângulos

Desenhe em papel milimetrado ou quadriculado, de preferência, o perfil com os dados da Caderneta de Campo, do Quadro 1, na escala de sua conveniência, sendo as declividades das rampas determinadas por uma série de triângulos retângulos cujos vértices são os piquetes do alinhamento; seus catetos adjacentes (base), as distâncias horizontais entre piquetes; seus catetos opostos (alturas), as verticais; e suas hipotenusas (lados inclinados), as distâncias no terreno entre piquetes, (Figura 6 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo), ou seja:

- + Vértices → Piquetes
- + D_h = Catetos adjacentes (Bases) → Distâncias horizontais
- + D_v = Catetos opostos (Alturas) → Distâncias verticais
- + D_t = Hipotenusa (Lados Inclinados) → Distâncias no terreno

Pelo Teorema de Pitágoras, temos:

$$Dt^2 = Dh^2 + Dv^2, \quad \text{donde: } Dt = \sqrt{Dh^2 + Dv^2}.$$

9.5.2 Método das Coordenadas Cartesianas

Em um Sistema Cartesiano Ortogonal, cuja origem é o ponto do Piquete Zero (P.0), as abscissas (eixo x), as distâncias horizontais dos piquetes ao ponto de origem, e as ordenadas (eixo y), as distâncias verticais dos piquetes, são pontos de origem. A linha, definida por esse conjunto de pontos traduz o perfil do terreno. No exemplo prático do item 9.6, o Piquete Um (P.1) terá as coordenadas: X1, = 210 m; Y1, = 25,20 m ou P1 (210,00; 25,20) conforme Quadro 3, porém, o próximo piquete, (P.2), terá as coordenadas P.2 (259,00; 32,55), pois a distância horizontal dele à origem será seu valor acrescido do valor de P.1, ou seja: 259,00 = 210,00 + 49,00, e a distância vertical dele à origem será o seu valor acrescido do valor do de P.1, ou seja: 32,55 = 25,20 + 32,55. Com igual raciocínio, montamos o Quadro 4, no item 9.6.

Quadro 3 – Cálculo das coordenadas cartesianas do perfil da adutora do Sítio Redenção – Igarassu/PE

PIQUETE EIXO	P.0 m	P.1 m	P.2 m	P.3 m	P.4 m	P.5 m	P.6 m
X ABSCISSAS	0	210,00	259,00	339,00	539,00	569,00	594,00
Y ORDENADAS	0	25,20	32,55	48,55	48,55	42,85	40,35

Desenho do Perfil – Trace em papel milimetrado ou quadriculado, de preferência, um Sistema Cartesiano e, em escala de sua preferência, utilizando os dados das abscissas e ordenadas do Quadro 3, plote (marque) os pontos dos piquetes conforme Figura 7, do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo. A linha definida pelos pontos plotados (assinalados) traduz o perfil do terreno.

9.6 EXEMPLO PRÁTICO

Preencher a Caderneta de Campo, do Quadro 2, e traçar o perfil da Adutora do Sítio Redenção, em Igarassu/PE.

9.6.1 Cálculo da Distância Vertical (Desnível) entre os piquetes

Como já foi exposto (item 9.4), será calculado por “regra de três”, com os valores das colunas (b) e (c), como se segue:

Desnível entre o Piquete Zero (P.0) e o Piquete Um (P.1). “Se a declividade é 12%, em 100 m horizontais subirá 12 m, logo, em 210 m horizontais subirá X”, ou: 100 m sobe 12 m, em 210 m subirá X”.

100 m – 12 m

210 m – X, donde $X = \frac{210 \text{ m} \times 12 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 25,20 \text{ m}$; valor este a ser lançado na Caderneta de Campo que, por razões didáticas, reproduzimos no Quadro 5 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo. Igual procedimento para os demais piquetes.

Quadro 4 – Cálculo das distâncias verticais e no terreno entre piquetes

PIQUETES	I	DISTÂNCIA HORIZONTAL	DISTÂNCIA VERTICAL	DISTÂNCIA NO TERRENO	OBS
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
-	%	m	m	m	-
0→1	(+) 12	210,00	(+) 25,20	211,51	SUBIDA (+); RIACHO
1→2	(+) 15	49,00	(+) 7,35	49,55	SUBIDA (+)
2→3	(+) 20	80,00	(+) 16,00	81,58	SUBIDA (+)
3→4	0	200,00	(+) 0,00	200,00	PLANO
4→5	(-) 19	30,00	(-) 5,70	30,54	DESCIDA (-)
5→6	(-) 10	25,00	(-) 2,50	25,12	DESCIDA (-); TANQUE
Σ	-	594,00	40,35	598,30	-

9.6.2 Cálculo da Distância no Terreno entre piquetes

Como já foi exposto (item 9.4), será calculado pelo Teorema de Pitágoras: “O quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos Catetos”, onde:

Hipotenusa = distância no terreno entre piquetes.....= Dt

Cateto adjacente = distância horizontal entre piquetes.....= Dh

Cateto oposto = distância vertical entre piquetes.....= Dv

ou: $Dt^2 = Dh^2 + Dv^2$, donde $Dt = \sqrt{Dh^2 + Dv^2}$.

Assim, no exemplo prático do item 9.6, o cálculo da distância do terreno entre o Piquete Zero (P.0) e o Piquete Um (P.1) seria:

$$Dt^2 = (210 \text{ m})^2 + (25,20 \text{ m})^2 = 44.100 \text{ m}^2 + 635,04 \text{ m}^2$$

$$Dt^2 = 44.735,04 \text{ m}^2, \text{ onde:}$$

$Dt = \sqrt{44.735,04 \text{ m}^2} = 211,51 \text{ m}$, valor este a ser lançado na coluna (c) do Quadro 4. Esse procedimento será repetido até o último trecho dos piquetes e seus valores lançados na Caderneta de Campo, na coluna (c).

9.6.3 Desenho do Perfil – Método dos Triângulos Retângulos

- Marque o ponto correspondente ao Piquete Zero (P.0), no papel milimetrado ou quadriculado, de preferência, conforme Figura 5 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo; e, por ele, trace um segmento horizontal de 10 cm = 100 mm; em cuja extremidade, trace um segmento vertical de 1,2 cm = 12 mm; trace uma reta inclinada unindo o P.0 ao topo do segmento vertical. A inclinação dessa reta é por construção de 12%, já que 12 mm verticais correspondem a 100 mm horizontais, ou $12 \text{ mm} \div 100 \text{ mm} = 12\%$, valor da coluna do Quadro 2.
- Marque na linha inclinada (Hipotenusa do Triângulo) a distância no terreno de 211,51 m, conforme coluna (c) do Quadro 4, de acordo com a escala adotada, no caso da Figura 5, de 1:1.000. Ou

seja, 211,51 cm, o ponto P.1, fica perfeitamente localizado por coordenadas vetoriais: Ângulo e Distância (Figura 5 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo).

- A partir do ponto 1, repete-se o procedimento para P.2, com o mesmo segmento de 100 mm, porém, o segmento vertical. Agora será de 15 mm, já que a declividade é 15%, conforme coluna (b), Quadros 2 e 4. Repete-se esse procedimento até o último piquete, conforme Figura 6 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo.

9.6.4 Desenho do Perfil – Método das Coordenadas Cartesianas

Vide item 9.5.2 e Figura 7 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo.

Observações:

- O Perfil Topográfico pode ser:

Normal – Quando as distâncias verticais e horizontais no desenho obedecem à mesma escala e representam o relevo natural do terreno, como nas Figuras 5 e 7 do item Plantas de Perfis, que se encontra em anexo.

Alteado – Quando as distâncias verticais obedecem a uma escala menor que as horizontais, ou seja, os desníveis são acerbados. Muito utilizado em cortes, nos mapas geográficos, para ressaltar detalhes de altitudes.

- Utilizou-se, neste livro, ponto e piquete como sinônimos, em virtude do piquete ser a materialização do Ponto Topográfico.

10 PLANTAS DE PERFIS

Veja em anexo ao final deste livro.

11 MONTAGEM ARTESANAL DO CLINÔMETRO πR.FA

A fim de difundir e popularizar a utilização do clinômetro, em obediência ao novo Código Florestal e principalmente ao uso sustentável dos recursos naturais renováveis, os autores se propõem a facultar, a todos que tiverem acesso a esse livro, a confeccionarem, com recursos próprios, seus instrumentos, conforme instruções abaixo:

Instruções para fabricação artesanal do Clinômetro πR.FA:

1. Tirar cópias coloridas, com as dimensões originais, da Figura 4 e Tabela 3 do item 8 deste capítulo e recortar as duas figuras;
2. Recortar em madeira compensada ou chapa de fibra de madeira de média densidade (MDF) ou de alta densidade (HDF), de 1,0 cm de espessura, um semicírculo de raio de 13 cm igual ao da Figura 4, e mostrado nas fotos 1.3, 1.4, 4.1 e 4.2. O mais indicado é o de alta densidade;
3. Colar as duas cópias recortadas, na frente e no verso do molde de madeira, conforme fotos acima referidas;
4. *Perfurar o centro do semicírculo e fixar o fio e o pião, conforme fotos citadas acima na instrução 2.

O perpendicular está pronto. Bom proveito!

***Observações:** O orifício no centro do semicírculo, trespassado pelo fio de prumo, deve ser inclinado 45°, de modo que, na face da Figura 4, se origina na sua aresta e na contraface um pouco abaixo de sua aresta, onde se dá o nó para sua fixação, conforme fotos 1.3, 1.4, 4.1 e 4.2.

ANEXO

DOCUMENTÁRIO
FOTOGRAFICO

Foto 1 – Dois modelos de clinômetros confeccionados pela Fundação Araripe, com raio de 13 cm em duas posições



1.1 – Modelo 1999 – lado do limbo graduado em porcentagem (%).



1.2 – Modelo 1999 – lado reverso.



1.3 – Modelo π R.FA 2013 – Lado do limbo periférico em porcentagem (%) e do limbo interno em faixas de uso permitido em graus($^{\circ}$). Mostrando também o fio saindo da aresta do diâmetro do aparelho.



1.4 – Modelo π R.FA 2013 – Lado reverso, uso das terras de acordo com o novo Código Florestal. Mostrando também o orifício abaixo do diâmetro do aparelho, para que o fio receba o nó, trespasse a madeira e saia no outro lado.

Foto 2 – Três maneiras de ajustar a referência de nível – em terreno nivelado – à altura dos olhos do operador



2.1 – Mira de Alvo



2.2 – Cruzeta improvisada



2.3 – Detalhe anatômico do auxiliar, no caso, as sobrancelhas

Foto 3 – Disposição do auxiliar e do operador na medição da declividade do terreno

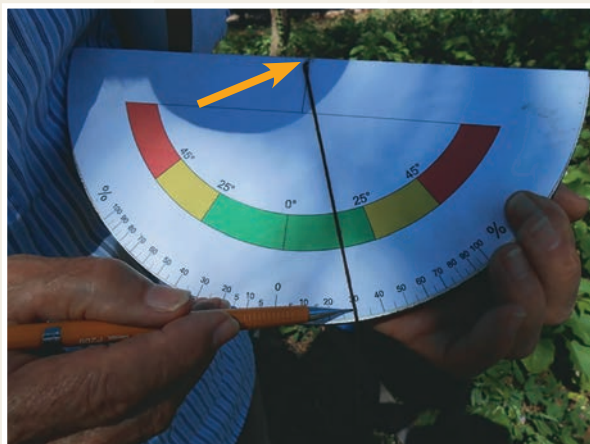


3.1 – Em active

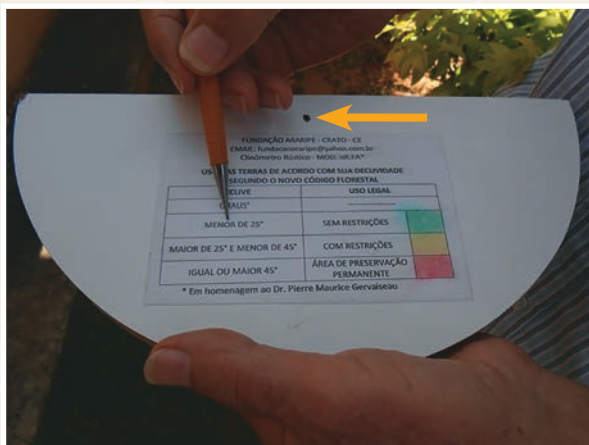


3.2 – Em declive

Foto 4 – Detalhe da Foto 3.2



4.1 – O fio de prumo indica uma declividade de 30% no limbo periférico e, no limbo interno, situa-se na faixa verde, valor inferior a 25° que corresponde ao uso legal “SEM RESTRIÇÕES”. Observa-se também a saída do fio de prumo exatamente na aresta do diâmetro do aparelho.



4.2 – Lado reverso da Foto 4.1, mostrando detalhe do uso das terras – menor que 25° “SEM RESTRIÇÕES”. Observa-se também o nó e o orifício de entrada do fio de prumo, abaixo da aresta do diâmetro do semicírculo.



O NIVELADOR DE ALVO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL – TECNOLOGIA SOCIAL DE BAIXO CUSTO PARA PRODUTORES RURAIS

1 HISTÓRICO

O nivelador de alvo já era utilizado pelos povos antigos que dominaram a tecnologia da fabricação de tubos de vidro. Foi o precursor dos atuais níveis topográficos de lunetas, sendo utilizado no traçado de canais e estradas, além da construção civil, militar e em levantamentos altimétricos. Os niveladores de alvo primitivos constavam de um tubo de vidro transparente em formato de “U”, com as extremidades abertas, fixado pelo ramo horizontal ao topo de uma régua. O tubo era preenchido com água colorida de modo que o operador tirasse uma visada em nível pelos seus dois meniscos. O aparelho era pouco prático, sujeito a frequentes perdas de água ou quebra do tubo de vidro. Com o advento dos níveis de pedreiro, seu uso generalizou-se, só sendo recentemente suplantado pelos modernos níveis topográficos de luneta (ver foto a seguir).



NIVELADOR PRIMITIVO

Utilizado pelos povos da Antiguidade na Mesopotâmia, Egito, Índia e China.

Consta basicamente de um tubo transparente em forma de “U”, cheio de água colorida, montado em uma armação de madeira em formato de “T”. O operador faz as visadas niveladas através dos meniscos nos dois “braços” do tubo em “U”.

Observe as rolhas com os seus suspiros (agulhas de injeção), para evitar vazamento e permitir o equilíbrio da pressão atmosférica nos dois “braços” do tubo.

2 IMPORTÂNCIA PARA A AGRICULTURA

O nivelador de alvo é um instrumento de grande utilidade em diversas atividades agrícolas, principalmente nas práticas de conservação do solo e da água e na irrigação, tais como curvas de nível, terraceamento, sulcos em contorno, cultura em faixa, canais escoadouros, canais de irrigação, drenagem e carreadores. Devido à sua simplicidade, rusticidade e baixo custo, pode ser fabricado por qualquer carpinteiro, sendo seus componentes encontrados em todas as vilas e localidades. Tem ainda a grande vantagem de poder ser operado por qualquer agricultor que tenha participado de um treinamento simples.

O nivelador de alvo executa as mesmas tarefas dos instrumentos “pé de galinha” e do nível de mangueira com a vantagem de maior precisão. Cada ponto nivelado independe do anterior, apresenta melhoria considerável na sua operacionalidade e pode operar em áreas de Caatinga, capoeira e mesmo em mata rala.

O nivelador de alvo atualmente é um instrumento indispensável ao produtor rural, face às exigências legais do Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012). Considerando-se a dificuldade de manuseio e aquisição de equipamentos tecnológicos sofisticados, pela maioria dos produtores rurais, ou a contratação de profissionais especializados para serviços topográficos, pois o nivelador pode ser operado por qualquer produtor rural, levando-se em consideração que os caboclos são inteligentes e ativos, a exemplo dos ótimos mecânicos, tratoristas, marceneiros, pedreiros e

ferreiros por esse sertão afora. Entre as várias práticas agrícolas executadas com ajuda desses instrumentos, enumeramos as descritas no Quadro 1, apresentado a seguir. A operacionalidade de cada uma dessas técnicas está descrita detalhadamente nos Informativos da Fundação Araripe, no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Principais técnicas agrícolas executadas com a ajuda do nivelador de alvo

Técnicas
Locação (marcação) de curvas de nível e niveladas básicas
Locação de curva com pendente
Nivelamento simples entre dois pontos
Nivelamento composto entre dois pontos
Nivelamento de canais e estradas
Locação (marcação) de canais de irrigação
Locação (marcação) de canais de drenagem
Locação (marcação) de estradas e carreadores
Levantamento planialtimétrico básico para projeto de açudagem
Construção de açudes de terra e/ou alvenaria de pedra
Locação e construção de Barragens Base Zero – BBZ

3 DESCRIÇÃO DO APARELHO

O nivelador de alvo consta basicamente de uma régua vertical, com altura aproximada do queixo do operador, em cujo topo está fixada uma travessa perpendicular, formando um “T”, que serve de apoio a um “nível de pedreiro”. Por cima da bolha indicadora de nível, um espelho inclinado de 45°, fixado ao seu suporte por duas peças laterais à régua, de modo a permitir a colocação ou retirada do “nível de pedreiro” com segurança e comodidade, além de um afastamento entre o espelho e o “nível de pedreiro” para permitir a visada pelo operador (Figura 1).

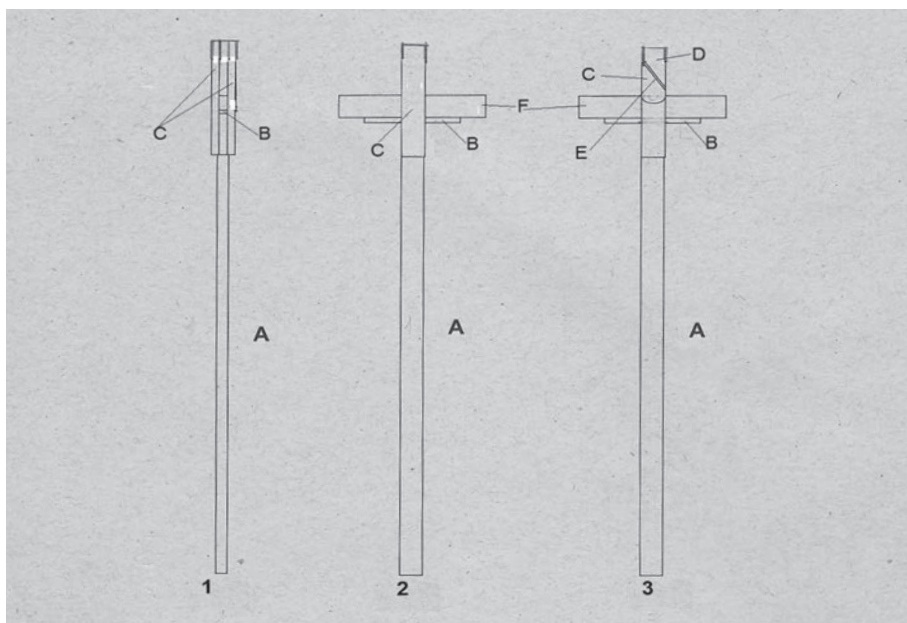


Figura 1 – Nivelador de alvo (medidas em cm) – ver item 6

- 1 – Vista de frente observando o espelho pela “quina” do espelho
- 2 – Vista de lado
- 3 – Vista do lado sem a peça lateral que fixa o suporte do espelho
- A – Régua 145 cm x 6 cm x 2 cm (Pé)
- B – Apoio do “nível de pedreiro” 35 cm x 2 cm x 1 cm (Cruzeta)
- C – Peça lateral de fixação do suporte do espelho 3 cm x 6 cm x 2 cm (Orelhas)
- D – Suporte do espelho em formato prisma trapezoidal 12 cm x 6 cm x 6 cm x 2 cm (Trapézio)
- E – Espelho retangular – 8,5 cm x 2,0 cm x qualquer espessura
- F – “Nível de pedreiro”(qualquer comprimento); quanto maior, mais precisas as visadas. Utiliza-se o de 40 cm, largura máxima de 2 cm para encaixar no seu apoio B (Cruzeta) rasgo da cruzeta, e altura máxima de 6,5 cm afim de não obstruir o vão das visadas.

O nivelador de alvo opera sempre acompanhado da mira de alvo que consta de um alvo alvirrubro, corrediço ao longo de uma régua com um parafuso de borboleta para sua fixação. Nas costas da régua, uma escala – geralmente uma fita métrica – permite ao auxiliar anotar, em caderneta, a leitura do alvo, tendo como referencial o centro do parafuso. As dimensões do nivelador de alvo e da mira de alvo são arbitrárias. Recomenda-se, contudo, adotar as dimensões aproximadas das figuras 1 e 2 (ver item 6).

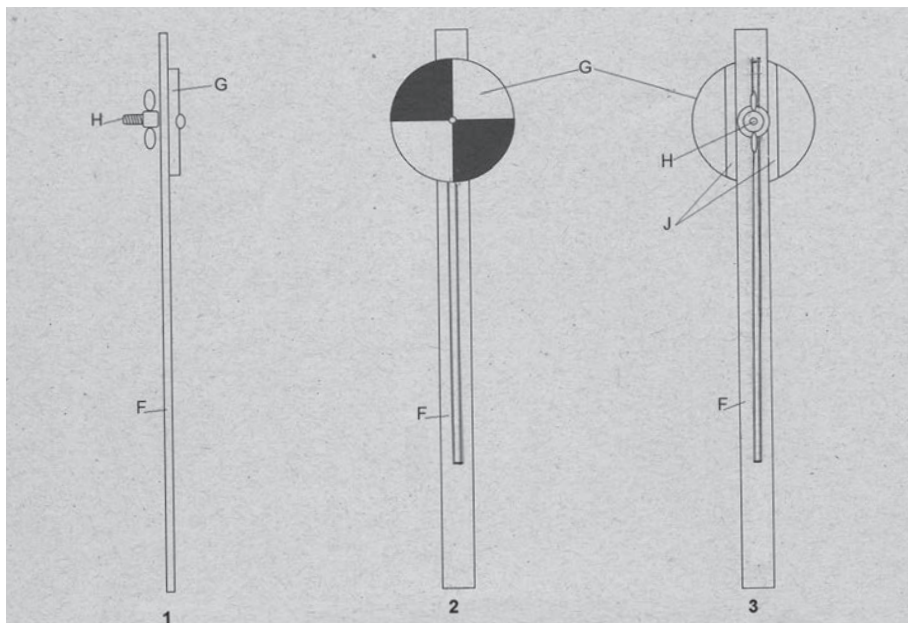


Figura 2 – Mira de alvo (medida em cm)

- 1 – Vista lateral de quina
- 2 – Vista de frente
- 3 – Vista de trás, costa

F – Régua 200 cm x 6 cm x cm. Observa-se o rasgo central com 150 cm x 1 cm e a escala impressa atrás.

G – Alvo circular alvirrubro \varnothing 40 cm x 1 cm de espessura. Observa-se o parafuso H com arruela e porca borboleta I para sua fixação ao longo da mira e as guias laterais J para evitar que o disco gire. Observe

no detalhe da foto as guias laterais, a trena ou fita métrica e o centro do parafuso no centímetro 0 (zero) da fita coincidindo com o início do rasgo na régua.



4 MANEJO DO APARELHO

Em um ponto conveniente crava-se no solo um piquete, de modo que seu topo fique cerca de 1 cm acima do terreno, apoiando nele a soleira da régua. O operador centra a bolha de nível, refletida no espelho, corrigindo a verticalidade da régua e, simultaneamente, fará as visadas ar-stando com a face superior do “nível de pedreiro”. Nessas condições todas

as visadas situam-se no mesmo plano horizontal ao nível dos olhos do operador. Diz-se que o aparelho está estacionado. (Figura 3)

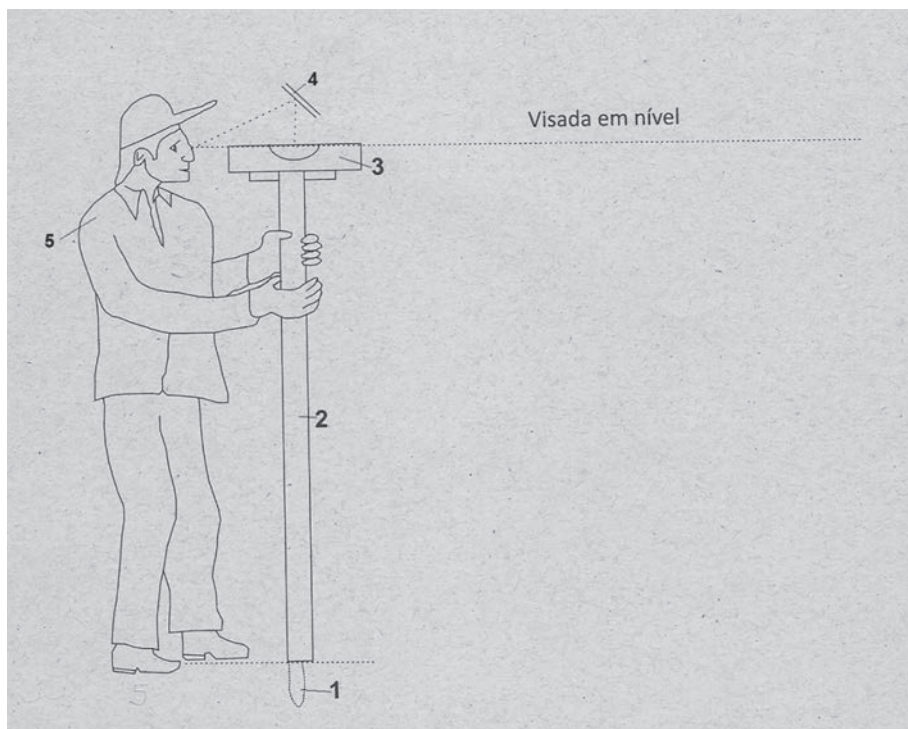


Figura 3 – Estacionamento do nivelador de alvo (esquema). Apoiando o aparelho em um piquete, o operador centra a bolha do “nível de pedreiro” observando-a através do espelho.

- 1 – Piquete ou Torno
- 2 – Régua
- 3 – “Nível de Pedreiro”
- 4 – Espelho x 45°
- 5 – Operador

4.1 LOCAÇÃO (MARCAÇÃO) DE CURVAS DE NÍVEL

Após estacionar o aparelho, conforme item 4, o operador instrui o seu auxiliar a localizar a mira de alvo no ponto inicial da curva de nível – assinada por um piquete “P0” – e a regular o alvo ao nível de sua visada. Fixado

o alvo pelo aperto da porca de borboleta, o auxiliar desloca-se cerca de dez a 20 passos à frente, conduzindo a mira, com o alvo fixado, rampa acima ou abaixo, ao comando do operador, até que o centro do alvo se enquadre na sua visada. Nesse ponto o ajudante crava o piquete seguinte “P1” da curva e repete a operação até que surja algum obstáculo, ou as visadas fiquem muito distantes. É a ocasião da mudança do aparelho. O operador muda o aparelho estacionando mais à frente, em um ponto de sua conveniência, conforme item 4, e faz nova visada a ré para a mira de alvo no último piquete localizado. Logicamente, como a altura instrumental modificou-se, o operador comandará o seu auxiliar para ajustar novamente o alvo à altura da visada atual e procederá como já foi descrito anteriormente.

Como os piquetes localizados estão em nível, a distância entre eles é arbitrária, recomendando-se, na prática, uma distância de dez a 20 passos. No entanto, nos contornos de grotas e espigões os espaçamentos entre piquetes deverão ser menores.

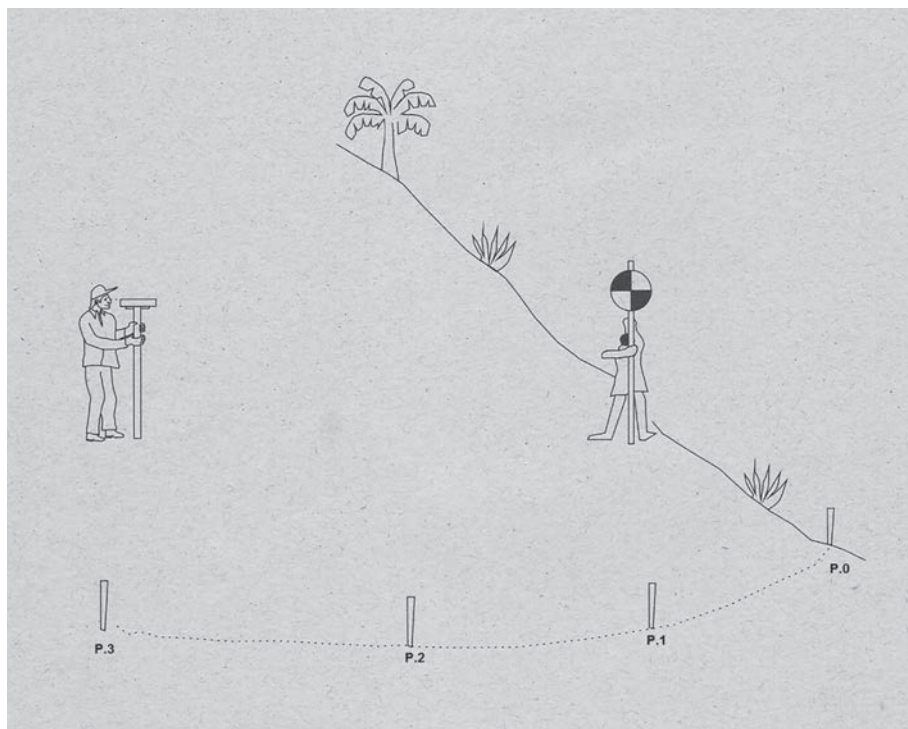


Figura 4 – Localização de curvas de nível

O operador estaciona o aparelho em um ponto conveniente, visa a ré, a mira de alvo, no piquete inicial P0 e comanda o ajuste do alvo à sua visada nivelada. Fixando o alvo à altura da visada, o auxiliar desloca-se para frente (dez a 20 passos) e, carregando a mira, desce ou sobe a ladeira, até que o centro do alvo se enquadre na visada do operador. O piquete seguinte será batido ao pé da mira e terá, forçosamente, a mesma cota do primeiro piquete. Os demais piquetes serão posicionados com o mesmo procedimento. Como a curva é em nível, o espaçamento entre piquetes pode variar. Observa-se, mais abaixo, a curva de nível já posicionada.

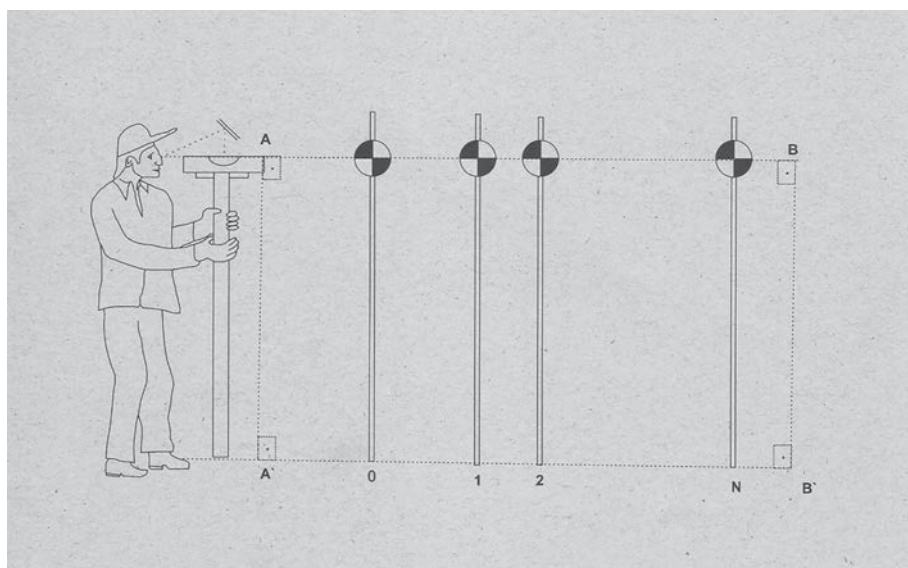


Figura 5 – Locação de curvas de nível. Apoiado o nivelador em um piquete rente ao solo, o operador visa, simultaneamente, o centro da mira enquanto mantém a bolha centralizada. Todos os pontos estarão em nível.

A distância entre os piquetes pode variar, porém, a altura do alvo permanece constante. Os pontos 0, 1, 2,...N têm a mesma cota, posto que, por construção, situam-se em um plano nivelado e paralelo ao plano nivelado à altura dos olhos do operador. A visada AB é nivelada, por construção, à altura do alvo $BB' = AA'$ é constante, logo a figura $ABB'A'$ é, por construção, um retângulo e, conseqüentemente, os pontos 0, 1, 2,...N estão contidos na nivelada $A'B'$, paralela à nivelada AB.

4.2 LOCAÇÃO (MARCAÇÃO) DE CURVAS COM PENDENTE

Nesse caso, os piquetes, forçosamente, serão equiespaçados, geralmente 10m. O operador procederá como no item 4.1, porém, o auxiliar terá de ajustar a altura do alvo, a cada nova visada, correspondente à pendente (inclinação ou gradiente) desejada.

Assim, por exemplo, adotando-se o equiespaçamento entre piquete de 10m e desejando uma pendente de 2‰ (2:1000). Após a visada de ré, no piquete inicial “P0”, o auxiliar alteará o alvo em 2 cm, afim de que a soleira da régua desça, relativamente, este acréscimo para obter a pendente desejada, posto que:

$$\text{Distância vertical} = D_v = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Distância horizontal} = D_h = 10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$$

$$\text{Pendente} = i = \frac{D_v}{D_h} = \frac{2 \text{ cm}}{1000 \text{ cm}} = 0,002 = 2\text{‰} \text{ (adimensional)}$$

A fim de manter os piquetes equiespaçados, utiliza-se uma corda, corrente ou arame, de comprimento desejado, com duas argolas nas extremidades – uma abraça o piquete anterior; a outra o pé da mira de alvo. O auxiliar se deslocará, com a corrente retesada, ao comando do operador, rampa acima ou rampa abaixo ao longo de um arco, cujo raio é corrente, até que o operador enquadre o centro na sua visada.

Nesse ponto, o operador bate um novo piquete, “P1”, repetindo a mesma operação até que surja algum obstáculo, ou as visadas fiquem muito distantes, necessitando da mudança do aparelho, procedimento que será a repetição do já descrito no item 4.1.

O procedimento acima descrito refere-se à locação da curva de pendente com fluxo, no sentido do caminho do auxiliar, isto é, do inicial “P0” para o último piquete “Pn”. No entanto, muitas vezes é necessário localizar a linha com fluxo inverso, isto é, com queda do último para o piquete inicial “P0”, bastando para isso que o auxiliar, em vez de altear o alvo correspondente à pendente desejada, como já foi explicado, rebaixe o alvo ao mesmo valor, fazendo com que a soleira da mira de alvo se eleve, relativamente, durante as visadas (Figura 7).

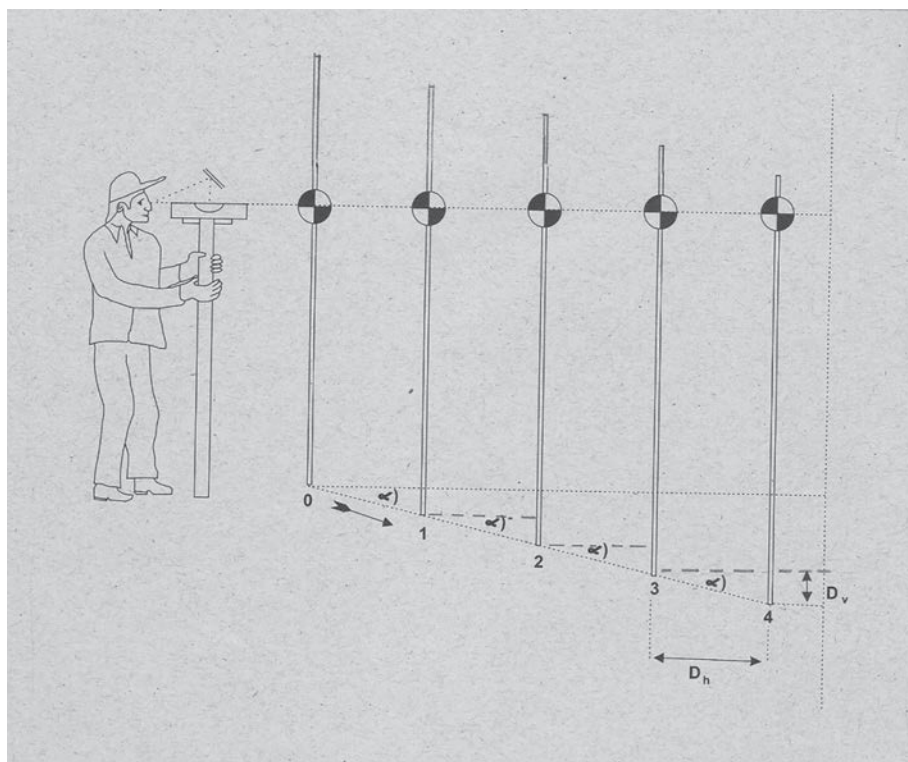


Figura 6 – Locação da linha de pendente com fluxo a favor do sentido do caminhamento dos piquetes

Os piquetes são, obrigatoriamente, equiespaçados, ou seja, a distância entre eles é constante. A cada nova locação de piquete, o alvo é elevado o correspondente à pendente desejada, isto é, relativamente, a soleira da mira é rebaixada em relação ao nível da visada nivelada. Nessas condições, a distância vertical e horizontal, entre dois piquetes sucessivos, por construção, é constante, logo, os pontos 0, 1, 2, 3 e 4 pertencem à mesma reta inclinada, que forma com a horizontal o ângulo (alfa), cuja tangente é a declividade desejada.

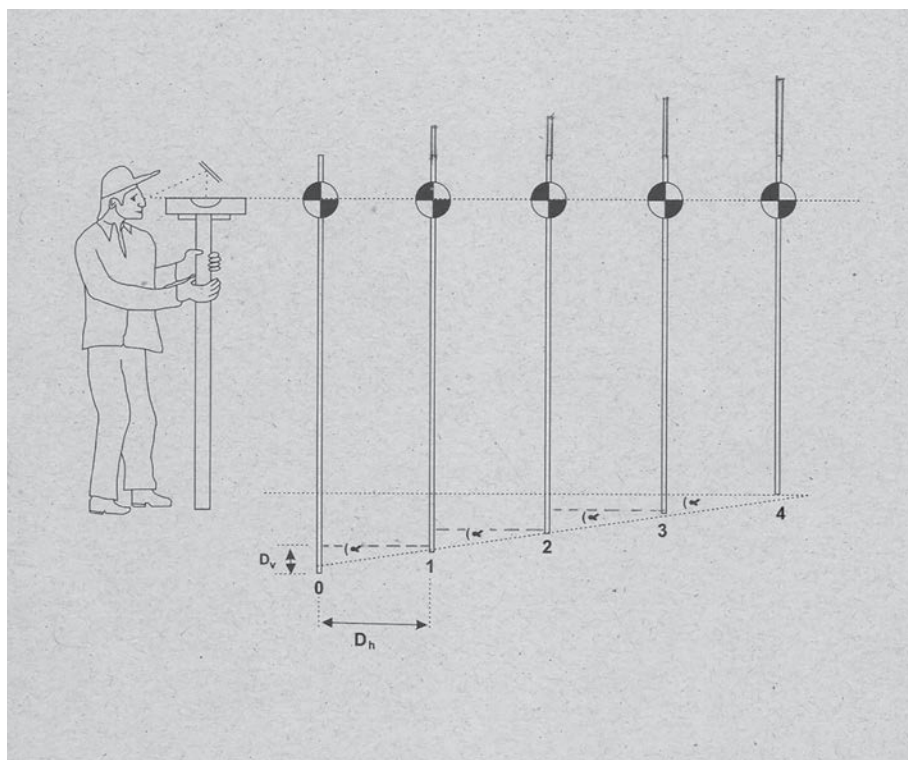


Figura 07 – Localização da linha de pendente com fluxo contrário ao caminhamento dos piquetes.

Os piquetes são, obrigatoriamente, equiespaçados, ou seja, a distância entre eles é constante. A cada nova localização de piquete, o alvo é rebaixado o correspondente à pendente desejada, isto é, relativamente, a soleira da mira é elevada em relação ao nível da visada nivelada. Nessas condições, a distância vertical e horizontal, entre dois piquetes sucessivos, por construção, é constante. Logo, os pontos 0, 1, 2, 3 e 4 pertencem à mesma reta inclinada, que forma com a horizontal o ângulo (alfa), cuja tangente é a declividade desejada.

4.3 NIVELAMENTO SIMPLES ENTRE OS PONTOS “A” E “B” DO TERRENO

O operador estaciona o aparelho, conforme item 4, visando a ré o ponto “A” e comandando o seu auxiliar para o ajustamento do alvo, ao nível de sua visada. Ocasão em que o auxiliar anota na caderneta a altura do alvo, lida na escala detrás da régua. Após o auxiliar situar a mira de alvo no ponto “B”, regulando novamente a altura do alvo de acordo com o comando do operador, até que o alvo seja enquadrado na visada do operador, ocasião em que o auxiliar anota a nova altura do alvo lida na escala detrás da mira. A diferença entre as duas alturas do alvo é o desnível entre os dois pontos.

Para melhor operacionalidade, geralmente o operador estaciona o aparelho no ponto “C”, entre os dois pontos “A” e “B”, de modo que na visada a ré, ponto «A», o alvo esteja na parte baixa da mira e na visada de avante, ponto “B”, na parte alta da mira.

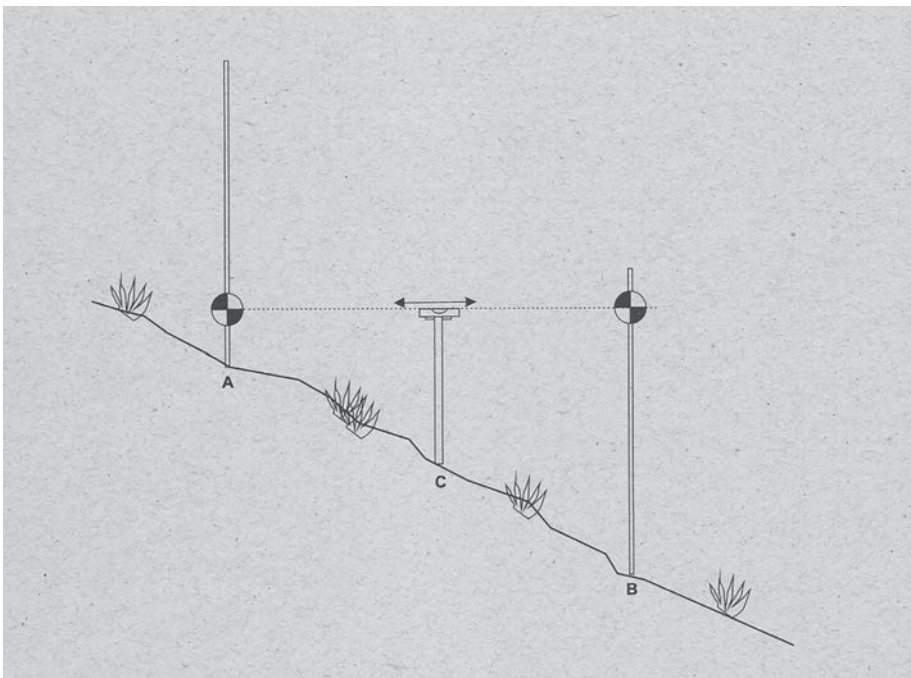


Figura 8 – Nivelamento simples

O desnível entre os pontos “A” e “B” é reduzido, permitindo o nivelamento com uma única visada nivelada. O operador estaciona o nivelador no ponto “C”, de sua conveniência, entre os pontos “A” e “B”. O auxiliar situa a mira no ponto “A” e, sob o comando do operador, ajusta o centro do alvo à sua visada nivelada, anotando sua leitura na escala, nas costas da mira, tendo por referencial o centro do parafuso de fixação. Depois, muda a mira para o ponto “B” e repete a operação acima referida. A diferença entre as duas leituras é o desnível entre os dois pontos.

4.4 NIVELAMENTO COMPOSTO ENTRE OS PONTOS “A” E “B”

Quando é impossível com uma única visada nivelada determinar o desnível entre os pontos “A” e “B”, recorre-se ao nivelamento composto, isto é, determina-se o desnível entre vários pontos intermediários, como descrito no item 4.3. A somatória dos desníveis parciais entre os pontos intermediários corresponde ao desnível entre o ponto “A” e “B” (Figura 9).

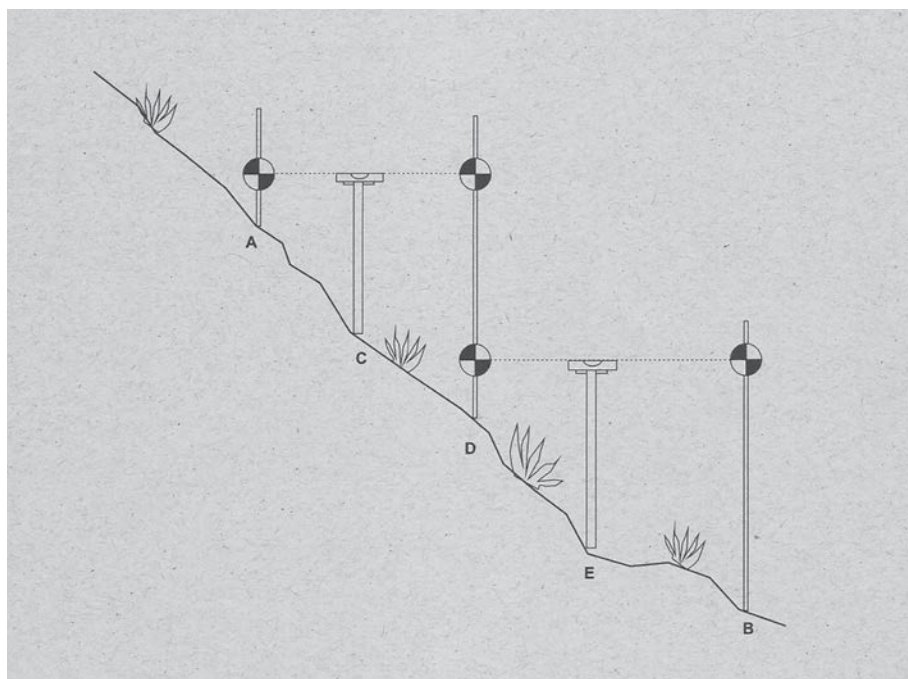


Figura 9 – Nivelamento composto

O desnível entre “A” e “B” é exagerado, impedindo o nivelamento simples com uma única visada. Utiliza-se, nesse caso, o ponto intermediário “D”, entre os pontos “A” e “B”. O operador estaciona o nivelador no ponto “C”, entre os pontos “A” e “D”, e, procedendo como já foi descrito no nivelamento simples, determina o desnível entre os pontos “A” e “D”. Depois, muda o aparelho para o ponto “E”, entre os pontos “D” e “B”, e procede como já foi descrito no nivelamento simples, determinando o desnível entre os pontos “D” e “B”. Como o desnível entre os pontos “A” e “B” é muito exagerado, há necessidade de se estabelecer vários pontos intermediários. A somatória dos desníveis dos pontos intermediários será o desnível entre “A” e “B”.

4.5 NIVELAMENTO DE CANAIS E ESTRADAS

As curvas de nível e curvas com pendentes, descritas nos itens 4.1 e 4.2 caracterizam-se por seus pontos (representados no terreno pelos piquetes) situarem-se sempre na superfície do solo, isto é, “na flor do chão”. Por isso elas têm sempre um traçado coleante ou serpenteante.

Embora alguns canais e estradas sejam localizados como curvas com pendentes (traçado coleante ou serpenteante), sempre à superfície do solo, o mais usual em irrigação e estradas é um traçado com vários trechos retilíneos (com aterro e o desmonte) interligados por trechos curvilíneos, onde também haverá aterro ou desmonte. O nivelador de alvo pode ser usado também para o nivelamento desses canais e estradas, tanto nos trechos retos quanto nos trechos curvos.

4.5.1 Nivelamento de canais de pequeno porte

O operador marcará no terreno o traçado do canal por meio de piquetes equidistantes, de 10 m a 20 m nos trechos retos. Nos trechos curvos, essa distância será reduzida para 2 m a 4 m. Estacionará o aparelho em um ponto conveniente, conforme item 4, e visará a ré o topo de uma estaca no piquete inicial “P0”, que estará na cota inicial do canal ou estrada. Logo a seguir visará o seguinte piquete “P1”, sendo a altura do alvo ajustado à pendente escolhida, como já foi descrito no item 4.2.

O porta-mira, no piquete “P1”, ao comando do operador, levantará ou baixará a mira, continuando o alvo imóvel, até que ele seja enquadrado na visada do operador. A altura da soleira da mira de alvo indica a cota do canal. Caso a soleira esteja acima do piquete, deve-se bater uma estaca de modo que, apoiada a soleira da mira no seu topo, o alvo se enquadre na visada, ou seja, o topo da estaca indica a altura do aterro do canal ou estrada.

Na situação inversa, em que para enquadrar o alvo seja preciso abrir uma cova, o fundo desta indica a profundidade do corte do terreno. Nesse caso, convém bater um piquete de modo que seu topo fique nivelado com o fundo da cova.

5 VANTAGENS DO NIVELADOR DE ALVO SOBRE OS DEMAIS INSTRUMENTOS CONGÊNERES NA IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS DO SOLO E DA ÁGUA

As vantagens do nivelador de alvo sobre os demais instrumentos congêneres, nível de luneta, “pé de galinha” e nível de mangueira, são de caráter econômico e operacional, conforme Quadro 2.

Ressaltando-se que só o nivelador de alvo é capaz de operar em terreno com cobertura vegetal de Caatinga e/ou capoeira, os demais congêneres só operam em cobertura vegetal rasteira ou “descampados”. Daí sua grande vantagem ecológica: permitir nas áreas de Caatinga ou capoeira local previamente as faixas de proteção de vegetação nativas, em contorno, antes do desmatamento ou “broca”, conforme o Informativo 3 da Fundação Araripe (item 8, dos mesmos autores), descrito a seguir:

“Diversos profissionais, como os autores, preferem marcaras curvas de nível, no terreno ainda capoeirado ou ematado, antes do desbravamento ou “broca”, o que é relativamente fácil com nível de alvo”. Na broca da mata ou capoeira, respeitam-se as faixas de vegetação nativa, ao longo das curvas de nível, com largura mínima de 2m, de modo a obter as faixas de vegetação permanente pela própria natureza.

Quadro 2 – Método de locação de curvas de nível e com pendente e suas características operacionais

Nº ORD.	APARELHO	ORIGEM/ CUSTO	PRECISÃO	OPERADOR	AUXILIAR(ES)	OPERAÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE PIQUETES (m)	OBS.
01	Nível de luneta e mira falante	Importado Muito Alto	Máxima	Engenheiro ou Topógrafo	Porta-mira e Piqueteiro	Rápida e Fácil	10 - 20	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros ficam isolados e são facilmente corrigidos. Só operam em áreas descampadas.
02	Nivelador de alvo e mira de alvo	Carpintaria Muito Baixo	Boa	Trabalhador Rural	Porta-mira e Piqueteiro	Rápida e Fácil	10 - 20	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros ficam isolados e são facilmente corrigidos. Operam em áreas descampadas, com Caatinga e capoeiras.
03	Pé de Galinha	Carpintaria Muito Baixo	Razoável	Trabalhador Rural	Piqueteiro	Lenta e Trabalhosa	2	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros se acumulam não podendo ser corrigidos. Só operam em áreas descampadas.
04	Nível de Mangueira	Carpintaria Muito Baixo	Razoável	Trabalhador Rural	Piqueteiro	Lenta e Trabalhosa	10	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros se acumulam não podendo ser corrigidos. Só operam em áreas descampadas.

Essa modalidade é recomendada principalmente para o Nordeste, considerando-se que o solo recém-desbravado, ainda sem a proteção das faixas de vegetação ou das fileiras das plantas, é presa fácil da erosão provocada pelas “trovoadas” que antecedem a estação chuvosa, durante a qual se pode plantar as faixas de vegetação e as carreiras da lavouras.

Depois que as carreiras das plantas estiverem desenvolvidas, e passado o período crítico das trovoadas, as faixas de vegetação nativa podem ser, paulatinamente, substituídas pelas tradicionais gramíneas recomendadas. No entanto, é muito mais ecológico permanecer a faixa de vegetação nativa que, inclusive, pode ser contabilizada como Reserva Florestal Legal da propriedade que, no Nordeste, é de 20% da área do imóvel rural.

Esse método é ainda mais facilmente aplicado quando a cobertura vegetal é herbácea.

6 MONTAGEM ARTESANAL DO NIVELADOR E DA MIRA DE ALVO

A fim de difundir e popularizar a utilização do nivelador e da mira de alvo, em obediência ao novo Código Florestal e principalmente levando-se em consideração o uso sustentável dos recursos naturais renováveis, os autores se propõem a facultar, a todos que tiverem acesso a este informativo, a confeccionarem, com recursos próprios, seus instrumentos, conforme instruções abaixo:

6.1 NIVELADOR DE ALVO

6.1.1 Peças: confeccione ou encomende a uma carpintaria as seguintes peças:

A – Uma régua com 145 cm x 6 cm x 2 cm (Pé);

B – Uma tábua com 35 cm x 2 cm x 1 cm (Cruzeta);

C – Duas tábuas com 30 cm x 6 cm x 1 cm (Orelhas);

D – Um prisma trapezoidal com 12 cm x 6 cm x 6 cm e 2 cm de espessura (Trapézio);

E – Um espelho com 8,5 cm x 2 cm e de qualquer espessura.

6.1.2 Montagem (Veja fotos de 10.0 a 10.6)

- Fixe, no topo da régua “A”, a cruzeta “B”, de modo que sua largura “case” com a espessura da régua, formando um “T” de braços iguais;
- Fixe, na lateral da régua “A” e a 7 cm do seu topo, a orelha esquerda “C”, de modo que as duas larguras se “casem”;
- Fixe, no topo da orelha esquerda “C”, o trapézio “D”, de modo que as suas larguras se “casem” e os seus topos se nivelem;
- Fixe o espelho “E” no lado inclinado (chanfrado) do trapézio “D”;
- Fixe, na outra lateral da régua “A” e a 7 cm do seu topo, a orelha direita “C”, de modo que as suas larguras se “casem” e seus topos se nivelem.

A montagem do nivelador de alvo está concluída. Encaixe o “nível de pedreiro” em seu suporte e bom proveito.

Obs.: Nesse modelo o “nível de pedreiro” deve obedecer às seguintes restrições:

- Comprimento: Sem restrição, quanto maior, melhor para avisada;
- Largura: Não exceder 2 cm, afim de encaixar em seu suporte;
- Altura: Não exceder 6,5 cm, afim de não obturar o vão da visada do operador.

A altura da régua deve se ajustar à altura do seu operador; recomenda-se 145 cm por se ajustar à altura média dos caboclos da região. Uma regra prática é que a altura da régua corresponda à do queixo do seu operador.

Na fixação das peças pode-se empregar cola e preguinhos, ou melhor, parafuso de fenda, com a vantagem de serem facilmente montados e/ou desmontados, tanto para seu transporte como, também, para demonstração prática.

6.2 MIRA DE ALVO

6.2.1 Peças: confeccione ou encomende a uma carpintaria as seguintes peças:

F – Uma régua com 200 cm x 6 cm x 2 cm, tendo um rasgo, ao longo de seu eixo longitudinal, com 150 cm e 1 cm de largura – por onde correrá o parafuso do alvo – iniciando-se a 12 cm do seu topo;

G – Um disco com 20 cm de raio e 1 cm de espessura, o alvo, com uma das faces pintada, quatro quadrantes alternados alvirrubros, tendo no centro um furo de 5mm;

H – Um parafuso Francês ϕ (bitola) 5 mm x 65 mm, com arruela e porca borboleta;

I – Uma fita métrica de costureira de 150 cm;

J – Dois guias de madeira de 30 cm x 1 cm x 1 cm.

6.2.2 Montagem

- Fixe a fita métrica “I” ao longo do rasgo da régua “F”, de modo que seu início “case” com o início do rasgo (Fotos: 4.1, 4.3, 4.5, 4.6, 8.2 e 8.3);

- Do lado oposto da régua “F”, fixe o alvo “G”, (Foto 4.4) com o parafuso Francês “H” e, atrás, a arruela e porca borboleta (Fotos: 4.1, 4.5; 4.6, 8.2 e 8.3);
- Fixe às duas pequenas tábuas dois guias de madeira “J”, na parte traseira do alvo, de modo que o mesmo possa correr ao longo da régua sem girar (Fotos: 4.5, 4.6, 8.2 e 8.3).

Obs.:

- O parafuso Francês tem a cabeça abaulada por cima e quadrada embaixo, de modo a aprisioná-lo na madeira, evitando que ele gire ao se apertar a porca borboleta.
- Havendo dificuldade de fazer o rasgo longitudinal na régua “F”, deve-se substituir por duas réguas geminadas, afastadas entre si por um calço com 12 cm x 1 cm x 2 cm, no topo, e um calço com 50 cm x 1 cm x 2 cm, na soleira.

A mira de alvo está pronta. Bom proveito.

ANEXO

**DOCUMENTÁRIO
FOTOGRAFICO**

Fotos 1.0 – Nivelador de alvo, sem o “nível de pedreiro”, visto em três posições



Foto 1.1 – Lado



Foto 1.2 – Frente



Foto 1.3 – Atrás

Fotos 2.0 – “Nível de pedreiro” em duas posições



Foto 2.1 – Lado

Foto 2.2 – Deitado



Fotos 3.0 – Nivelador de alvo em três posições com o “nível de pedreiro”



Foto 3.1 – Lado:
operador mirando



Foto 3.2 – Frente: observe a bolha refletida no espelho



Foto 3.3 – Atrás: observe a abertura para permitir a visada

Fotos 4.0 – Mira de alvo em seis posições



Foto 4.1 – Lado



Foto 4.2 – Frente



Foto 4.3 – Atrás

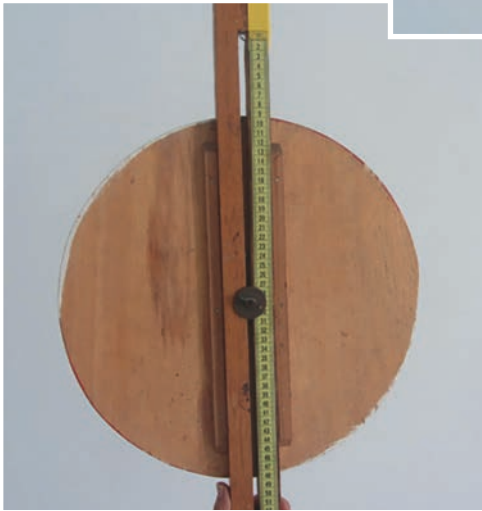


Foto 4.4 – Frente: detalhe do alvo no topo da mira.

Foto 4.5 – Parte de trás, detalhe do alvo no topo da mira. Observa-se o centro do parafuso nonumeral zero da escala, o rasgo da tupa no eixo vertical da régua e as duas guias laterais.



Foto 4.6 – Detalhe do alvo em 29 cm, na escala traseira, sendo o referencial o centro do parafuso. Observa-se o rasgo da tupa, no eixo vertical da régua e as duas guias do disco.



Fotos 5.0 – Operação do nivelador de alvo



Foto 5.1 – Nivelador de alvo estacionado. Observa-se o operador tirando uma visada nivelada para a mira de alvo, pela face superior do “nível de pedreiro”, confirmada pela centralização da bolha deste, refletida no espelho, inclinado 45°.



Foto 5.2 – Detalhe da centralização da bolha do “nível de pedreiro”, refletida no espelho (ver Foto 5.1)



Foto 5.3 – O porta-mira, sob o comando do operador do nível de alvo, ajusta o disco alvirrubro à visada nivelada, no caso presente, rebaixando o alvo até que seu diâmetro se ajuste à visada nivelada. A Foto é didática, na prática a distância entre o nivelador e a mira é sempre muito maior.

Foto 6.0 – Nivelamento simples entre os pontos “A” e “B”



Foto 6.1 – Com o nivelador estacionado em um ponto de sua conveniência, o operador comanda o porta-mira, localizado no ponto “A”, para ajustar o alvo à sua visada nivelada. O porta-mira anota em caderneta a leitura na escala atrás da mira. A seguir, o porta-mira desloca-se para o ponto “B” e repete a operação acima. O desnível entre o ponto “A” e “B” corresponde à diferença entre as leituras na escala atrás da mira.

Fotos 7.0 – Locação (marcação) de curva de nível



Foto 7.1 – Porta-mira posicionado no piquete inicial da curva, “P0”. Nivelador estacionado em um ponto de conveniência do operador, que comanda o porta-mira a ajustar e fixar o alvo à sua visada nivelada.



Foto 7.2 – Porta-mira deslocando-se, ao longo do contorno do terreno, cerca de dez passos, para marcação do próximo piquete da curva de nível, “P1”.

Foto 7.3 – Locação do próximo piquete da curva de nível, “P1”. O porta-mira, com o alvo anteriormente fixado, sobe ou desce a encosta até o operador enquadrar o alvo. Ao fundo se vê um balizeiro posicionado no piquete inicial, “P0”, e, à esquerda, o operador com o nível de alvo estacionado.



Foto 7.4 – Marcação do piquete da curva de nível, “P1”. Após o operador enquadrar o alvo, na sua visada nivelada, o auxiliar bate o piquete ao pé da mira. Nessas condições os dois piquetes têm a mesma cota. Como a curva é em nível, a distância entre piquetes pode variar. À direita, o operador com o nivelador de alvo estacionado.

Foto 7.5 – Marcação do piquete da curva de nível, “P2”. O porta-mira, com o alvo anteriormente fixado, sobe ou desce a encosta até o operador enquadrar o alvo.

Ao fundo se vê dois balizeiros posicionados nos piquetes “P0” e “P1” e o operador com o nivelador de alvo estacionado à esquerda. (Foto .35)



Fotos 8.0 – Locação de curva com pente de 2:1000, com fluxo a favor do sentido do caminhamento dos piquetes



Foto 8.1 – Porta-mira posicionado no piquete inicial da curva, “P0”. Nivelador estacionado em um ponto de conveniência do operador, que comanda o porta-mira a ajustar e fixar o alvo à sua visada nivelada.

Foto 8.2 – Leitura, na escala atrás da mira, da posição do alvo no piquete inicial, “P0”. No presente caso, 30 cm.





Foto 8.3 – Ajustamento da posição do alvo para locação do próximo piquete, “P1”, com pendente de 2:1000. No presente caso, o alvo sobe 2cm, para leitura 28cm, na escala atrás da mira. Vide observação na próxima página.



Foto 8.4 – Marcação do próximo piquete da curva com pendente, “P1”. Porta-mira tendo como raio uma trena de 10 m, cujo centro é o balizeiro no piquete inicial, “P0”, sobe ou desce a encosta ao comando do operador até enquadrar o alvo na sua visada nivelada. Em “A”, operador com o nivelador estacionado. Nessa situação a soleira da mira tem uma cota de 2cm menor do que a cota do piquete inicial, “P0”, ou seja, uma queda de 2cm, correspondente à pendente de 2:1000:
 $10\text{m} = 1000\text{cm}$
 $2\text{cm} : 1000\text{cm} = 0,002$ ou 2:1000.

OBSERVAÇÕES:

1 – Na marcação da curva de nível (Foto 7.0), a altura do disco na mira é constante, e a distância entre os piquetes pode variar. Ao passo que, na marcação da curva com pendente, a altura do disco na mira, forçosamente, tem de ser ajustada piquete a piquete, porém, a distância entre piquetes permanece constante.

2 – A marcação dos demais piquetes, na curva com pendente (Foto 8.0), obedecerá à mesma metodologia, lembrando que o alvo da mira terá de ser ajustado em 2 cm para cada piquete seguinte, a fim de manter a pendente estabelecida de 2:1000.

3 – No caso presente (Fotos 8.2 e 8.3) o “zero” da escala coincide com o topo da mira. Assim, ao ajustar o disco na escala, no valor de 30cm para 28cm, na realidade o disco subiu 2cm de altura e, conseqüentemente, a soleira da mira desceu 2 cm em relação à visada nivelada, ou seja, a cota do piquete “P1” é 2cm inferior à do piquete inicial “P0”.

4 – A numeração dos piquetes obedece ao mesmo critério da régua escolar: a origem da escala é o traço zero (0); o primeiro segmento, um (1); o segundo, dois (2); o terceiro, três (3); etc.

5 – Por definição, “piquete” é a materialização do ponto topográfico. Por tradição, nas questões teóricas usa-se o termo “ponto”; e “piquete” nas práticas de campo.

Fotos 9.0 – Peças componentes do nivelador de alvo

Fotos 9.1 e 9.2 – Conjunto geral das peças desmontadas, vistas de dois ângulos

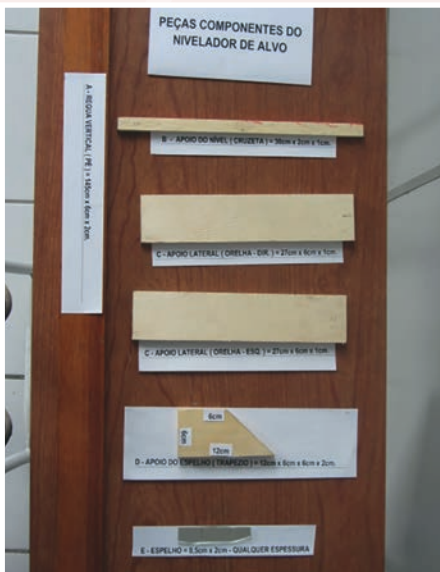


Foto 9.1

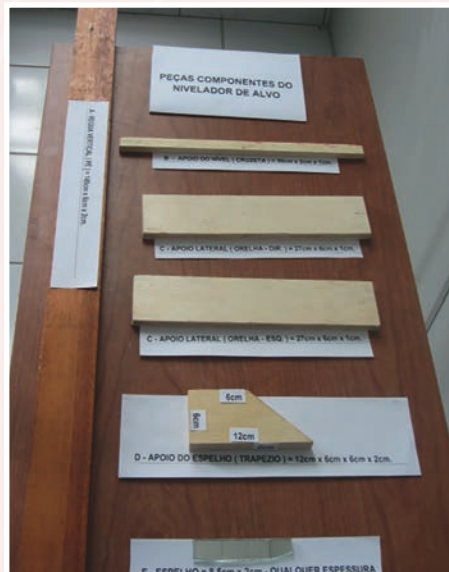


Foto 9.2



Foto 9.3 – Detalhe individual

A – Régua vertical (pé) 145 cm x 6 cm x 2 cm. Observe o consultor da Fundação Araripe, Geraldo Barreto, medindo a altura da régua “A” com a trena.

Foto 9.4 – Detalhe individual

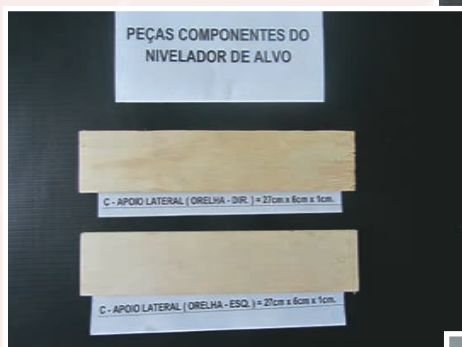
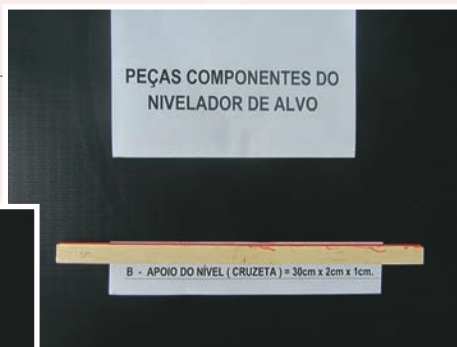


Foto 9.5 – Detalhe individual

Foto 9.6 – Detalhe individual – visto de cima

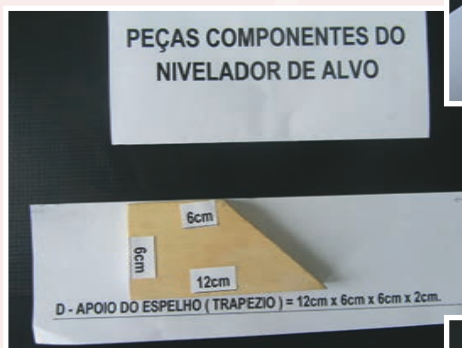
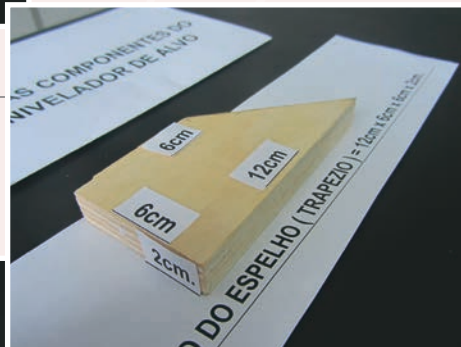
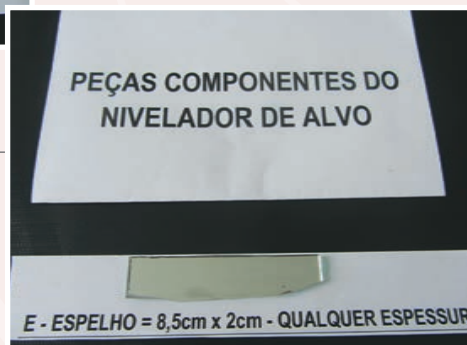


Foto 9.7 – Detalhe individual – visto em perspectiva

Foto 9.8 – Detalhe individual



Fotos 10.0 – Montagem do nivelador de alvo pelo consultor da Fundação Araripe, Geraldo Barreto.



Foto 10.1– Fixando a cruzeta “B” no topo da régua “A”, de modo que a sua largura, “case” com a espessura da régua, formando um “T” de braços iguais.



Foto 10.2– Fixando na lateral da régua “A”, e a 7 cm do seu topo, a orelha esquerda “C”, de modo que as duas larguras se “casem”.



Foto 10.3– Fixando no topo da orelha esquerda “C”, o trapézio “D”, de modo que as suas larguras se “casem” e os seus topos se nivelem



Foto 10.4– Fixando o espelho “E” no lado inclinado (chanfrado) do trapézio “D”.



Foto 10.5– Fixando, na outra lateral da régua “A” e a 7 cm de seu topo, a orelha direita “C”, de modo que as suas larguras se “casem” e seus topos se nivelem.

Foto 10.6 – Montagem do nivelador de alvo concluída. Bom proveito! Na fixação das peças pode-se empregar cola e preguinhos, ou melhor, parafuso defenda, com a vantagem de serem facilmente montados e/ou desmontados, tanto para o transporte como também para demonstrações práticas.



Fotos 11.0 – Evolução do nivelador de alvo ao longo dos tempos



Foto 11.1 – Nivelador primitivo. Utilizado pelos povos da Antiguidade, na Mesopotâmia, Egito, Índia e China. Consta basicamente de um tubo transparente em forma de “U”, cheio de água colorida, montado em uma armação de madeira em formato de “T”. O operador faz as visadas niveladas, através dos meniscos, nos dois “braços” do tubo em “U”. Observam-se as rolhas com os seus suspiros, para evitar vazamento e permitir o equilíbrio da pressão atmosférica nos dois “braços” do tubo.



Foto 11.2 – Detalhe do nivelador primitivo. Nesta reconstituição utilizou-se uma mangueira plástica “cristal” $\phi 1,4$ mm x 1 m e rolhas de cortiça perfuradas por uma agulha hipodérmica (injeção), para os “suspiros”. Esse modelo foi utilizado durante toda a Antiguidade e na Idade Média até o surgimento do “nível de pedreiro” que, pela sua praticabilidade, desbancou o antecessor.

Consta basicamente de um tubo transparente em forma de “U”, cheio de água colorida, montado em uma armação de madeira em formato de “T”. O operador faz as visadas niveladas, através dos meniscos, nos dois “braços” do tubo em “U”.

Observam-se as rolhas com os seus suspiros, para evitar vazamento e permitir o equilíbrio da pressão atmosférica nos dois “braços” do tubo.

Foto 11.3 – Modelo sofisticado de nivelador de alvo, projetado e construído em 2010, pelo topógrafo e desenhista técnico José Carlos de Lima, ex-funcionário da Fundação Araripe e atualmente lotado no Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará, Crato (CE). Toda a estrutura do modelo é em perfil de alumínio, o “nível de pedreiro” mede 72 cm, possui alça de mira circular e espelho basculante.



Foto 11.4 – Detalhe do nivelador de alvo da Foto 11.3. Observa-se o perfil de alumínio de sua estrutura, a alça circular de mira e o espelho basculante. Nesse modelo, o nivelador de alvo chegou ao clímax de evolução.



USO DA CURVA DE NÍVEL NA CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NOS ASSENTAMENTOS AGRÁRIOS E NA AGRICULTURA FAMILIAR

IV

1 HISTÓRICO

A curva de nível, na conservação do solo e da água, já era utilizada pelas antigas civilizações do Velho Mundo, como Mesopotâmia, Egito, China, e também no Novo Mundo: Astecas, Maias e Incas. No Nordeste do Brasil, desde os tempos da colonização em Triunfo (PE) e Princesa Isabel (PB), utiliza-se, tradicionalmente, as cercas de pedra seca em nível para retenção do solo e da água nas íngremes encostas da Serra da Borborema. Mais recentemente, na década de 1940, a região cafeeira do agreste meridional (Bezerros, Gravatá, Garanhuns, Brejão, Canhotinho, Bonito) e o polo tomateiro de Pesqueira, ambos em Pernambuco, adotaram os plantios em curva de nível.

Todos os campos de cooperação e demonstração instalados nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, entre 1971-76, pelo Instituto de Fomento ao Algodão e Oleaginosas do Ministério da Agricultura (Infaol-MA), foram em curva de nível.

2 IMPORTÂNCIA

A curva de nível é a base da maioria das práticas mecânicas de conservação do solo e da água, tais como:

- Cultivo em contorno;
- Encordoamento do mato;
- Carreadores em contorno;
- Faixas de vegetação permanente;
- Terraços em contorno;
- Mureta de pedras em contorno.

3 CONCEITO

A definição topográfica da curva de nível é de **uma linha cujos pontos têm a mesma cota**, isto é, uma linha em nível, sem subida ou descida. O exemplo clássico da curva de nível é a linha-d'água de um açude, lagoa ou lago. A curva de nível acompanha o modelado do terreno sempre à flor do chão, sem cortes ou aterros, em um traçado coleante ou serpenteante.

4 LOCAÇÃO DAS CURVAS DE NÍVEL

A locação ou marcação das curvas de nível é efetuada de quatro maneiras conforme Quadro 1, apresentado abaixo, cuja análise conclui que, para as nossas atuais condições, o melhor método é o nivelador de alvo e mira de alvo, descrito no capítulo “O nivelador de alvo e sua contribuição para a agricultura sustentável – Tecnologia social de baixo custo ao nível de produtor rural”.

Quadro 1 – Métodos de locação de curvas de nível e com pendente e suas características operacionais

Nº ORD.	APARELHO	ORIGEM/ CUSTO	PRECISÃO	OPERADOR	AUXILIAR (ES)	OPERAÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE PIQUETES (m)	OBS.:
01	Nível de luneta e mira falante	Importado Muito Alto	Máxima	Engenheiro ou Topógrafo	Porta-mira e Piqueteiro	Rápida e Fácil	10 - 20	Cada ponto nivelado independe do anterior; os erros ficam isolados e são facilmente corrigidos. Só operam em áreas descampadas.
02	Nivelador de alvo e mira de alvo	Carpintaria Muito Baixo	Boa	Trabalhador Rural	Porta-mira e Piqueteiro	Rápida e Fácil	10 - 20	Cada ponto nivelado independe do anterior; os erros ficam isolados e são facilmente corrigidos. Operam em áreas descampadas, com Caatinga e capoeira.
03	Pé de Galinha	Carpintaria Muito Baixo	Razoável	Trabalhador Rural	Piqueteiro	Lenta e Trabalhosa	2	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros se acumulam não podendo ser corrigidos. Só operam em áreas descampadas.
04	Nível de Mangueira	Carpintaria Muito Baixo	Razoável	Trabalhador Rural	Piqueteiro	Lenta e Trabalhosa	10	Cada ponto nivelado depende do anterior; os erros se acumulam não podendo ser corrigidos. Só operam em áreas descampadas.

5 CULTIVO EM CONTORNO

É uma das práticas conservacionistas mais eficientes e baratas, popularmente denominada “Plantio Contra as Águas”. Compreende as operações de preparo do solo: aração e gradeamento; o plantio e tratos culturais; limpas e escarificações, aproximadamente em nível. Não é necessário que todas as fileiras das plantas sejam em nível – o que é humanamente impossível. É suficiente que sejam paralelas a algumas curvas de nível, marcadas no terreno, que servem de guias e, por isso, denominadas “Niveladas Básicas” ou “Niveladas Mestras”. As Niveladas Básicas (NB) são marcadas no terreno do alto para baixo e a distância ou espaçamento máximo – quanto mais íngreme o terreno, mais próximas – conforme Tabela 1 e exemplo da Figura 1.

Tabela 1 – Espaçamento horizontal entre Niveladas Básicas (NB) de acordo com a declividade

DECLIVE %	DISTÂNCIA HORIZONTAL (m)	DECLIVE %	DISTÂNCIA HORIZONTAL (m)
Até 1,0	60	8,1 – 10,0	35
1,1 – 3,0	50	10,1 – 12,0	30
3,1 – 5,0	45	Maior 12,0	20
5,1 – 8,0	40	-	-

FONTE: Métodos de combate à erosão: Correa, Altir
Observa-se que quanto menor a declividade do terreno, maior o espaço entre as Niveladas Básicas.

Ressalta-se que o cultivo em contorno obrigatoriamente está associado às práticas conservacionistas de encordoamento do mato, carreadores, faixas de vegetação permanente, terraços e mureta de pedra.

Ressalta-se que o valor da declividade, na primeira coluna da Tabela 1, refere-se à média dos declives ao longo da NB-01, e nunca a média dos declives ao longo de todo o perfil do terreno.

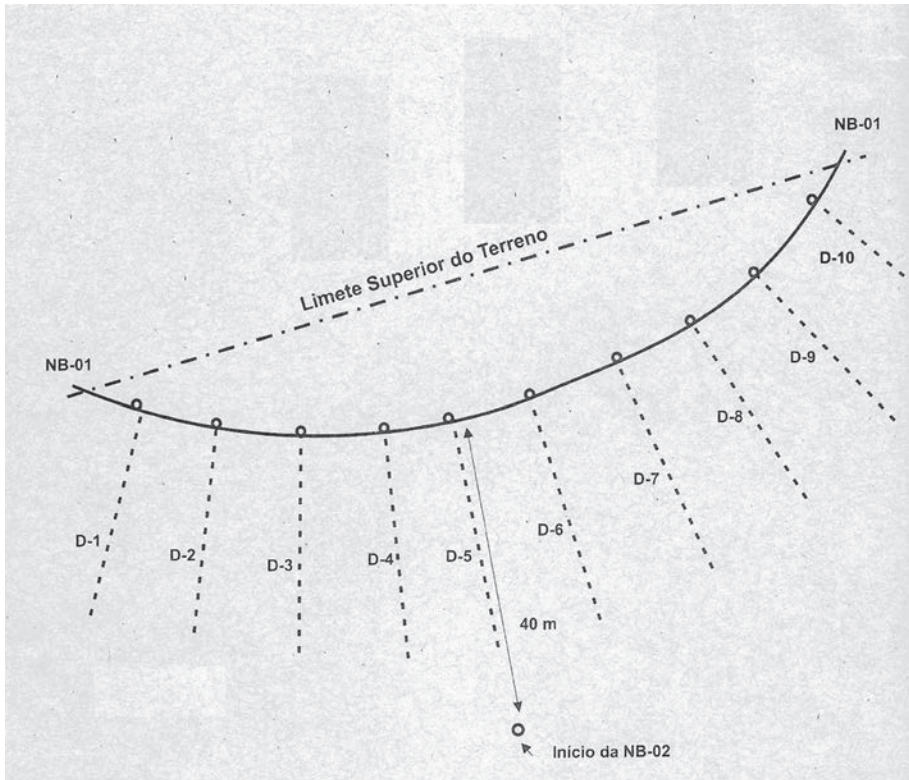


Figura 1 – Exemplo de marcação de Niveladas Básicas (NB). Na parte mais alta do terreno, o operador marca a primeira das niveladas básicas (NB-01), com uma série de piquetes nivelados. Depois, com o auxílio de um clinômetro, ao longo da NB-01, determina-se a declividade de várias rampas abaixo. No exemplo acima, foram marcadas dez rampas: de D-1 a D-10. Com o valor da média dos declives (5,3%) entra-se na primeira coluna da Tabela 1 e determina-se a distância horizontal (40 m) da próxima nivelada básica, ou seja, NB-02, que deverá ser medida em um dos declives que mais se aproxima do valor da média (5,0).

Para isso, depois de localizar a 1ª NB – no alto e dentro dos limites do terreno – o operador irá tirar várias declividades, com o clinômetro* ao longo da NB-01, para a parte inferior e calculará a sua média aritmética (5,3%). Com esse valor entrará na primeira coluna da Tabela 1 e achará na segunda coluna a distância horizontal (40 m), para marcar a próxima nivelada básica NB-02. Idêntico procedimento para as demais. Ressalta-se que a distância horizontal deverá ser marcada na rampa a declividade que mais se aproximar da média encontrada (5%).

Tabela 2 – Declividades medidas ao longo da NB-01

DECLIVE	VALOR %	DECLIVE	VALOR %
D - 1	5	D - 6	4
D - 2	6	D - 7	5
D - 3	4	D - 8	7
D - 4	6	D - 9	6
D - 5	5	D - 10	5

Média Aritmética: 5,3%, valor este situado entre 5,1 - 8,0, na 1ª coluna da Tabela 1, que corresponde a 40 m de distância horizontal, da próxima nivelada básica, na 2ª coluna, da mesma tabela. Essa distância de 40 m será medida ao longo dos declives: D-1 ou D-5, ou D-7 ou D-10, pois todos eles têm o valor de 5% muito próximo da média 5,3%. Após marcar NB-02, deve-se proceder de modo idêntico para marcar a NB-03, e assim por diante até o fim do terreno, na parte inferior.

Pelas normas conservacionistas, o cultivo em contorno é obrigatório para todas as terras com agricultura, exceto as totalmente planas, como as do topo das “Serras” do Araripe, do Inácio e Dois Irmãos, etc. Para as terras com agricultura de declive até 2,5%, o cultivo em contorno é a única prática conservacionista de natureza mecânica obrigatória; para declives maiores serão associadas outras práticas mecânicas mais complexas como será apresentado adiante.

Muitos caboclos são contrários ao cultivo em contorno, pois alegam, aliás, com razão, que é mais difícil “limpar o mato” em contorno, pois, ao apoiar o gume da enxada no chão, o cabo da mesma fica “atravessado” em relação ao prumo dos seus corpos. Contudo, considerando-se os grandes benefícios decorrentes da adoção do método, ele terá que ser forçosamente adotado, nem que para isso seja necessário arcar-se com ágio na diária ou na empreitada por tarefa.

O cultivo em contorno é a prática mecânica de conservação do solo e da água mais barata, menos trabalhosa e de melhores resultados para as terras de agricultura. Seus custos limitam-se à marcação das niveladas

* Ver capítulo “Uso do clinômetro rústico – perpendicular – na determinação da declividade das terras”.

básicas, pois as operações de preparo do solo, plantio e limpas são mais econômicas do que o plantio a favor das águas, já que as máquinas agrícolas motorizadas ou com tração animal trabalham aproximadamente em nível, poupando energia e tempo. Ressalta-se, contudo, que nas limpas com a enxada, nos terrenos muito declivosos, os custos são ligeiramente superiores, como referido no parágrafo anterior.

O solo cultivado em contorno apresenta uma miríade de miniobstáculos ao livre escoamento das águas, retardando o seu fluxo e aumentando bastante a sua infiltração, reduzindo as perdas de água e solo, como atesta a Tabela 3, descrita abaixo. A quantidade de obstáculos ao fluxo é representada pelas leiras, sulcos, restos do mato, entre as “ruas”, e caules e raízes, nas fileiras de plantas, todos, aproximadamente em nível, funcionam como uma imensa rede de minúsculas “barragens”, segurando o solo e as águas da chuva.

Tabela 3 – Perdas de solo e água, terras cultivadas em contorno e a favor das águas

Cultivo	Perda do solo t/ha/ano	Perda da água % Chuva por ano
(Tradicional) a favor das águas	3,16	4,02
(Em contorno) contra as águas	1,24	2,52

Fonte: Instituto de Pesquisa Agronômica – IPA-PE – 1978

A Tabela 3 atesta que o cultivo em contorno perde cerca de 2,5 vezes menos solo e 1,6 vez menos água do que o cultivo tradicional “ladeira abaixo”. Ou seja, só com a adoção do cultivo em contorno o agricultor contabiliza a mais 60% da chuva em sua lavoura, o que é importantíssimo para o Semiárido.

Resultados ainda mais expressivos foram obtidos pelo conceituado Instituto Agronômico de Campinas (IAC), como atesta a Figura 2, onde o cultivo em contorno perde duas vezes menos solo e 2,3 vezes menos água do que o cultivo tradicional “ladeira abaixo”. Ou seja, só com a adoção do cultivo em contorno o agricultor contabiliza mais de 100% da chuva em sua lavoura, o que é fundamental para o agreste e o sertão, que têm na sua baixa pluviosidade o fator limitante de sua produtividade.

EFEITO DA DIREÇÃO DE FILEIRAS EM CULTURAS ANUAIS SOBRE AS PERDAS POR EROSÃO

MÉDIAS ANUAIS NA BASE DE 1300 MILÍMETROS DE CHUVAS PARA AS CULTURAS DE MILHO E ALGODÃO. E PARA OS TRÊS GRANDES TIPOS DE SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO (ARENÓSA, MASSAPÉ E RÔXA), DECLIVES ENTRE 6,3 E 10,8%, DADOS PRELIMINARES DA SECÇÃO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, ATÉ 1948/49 (*).

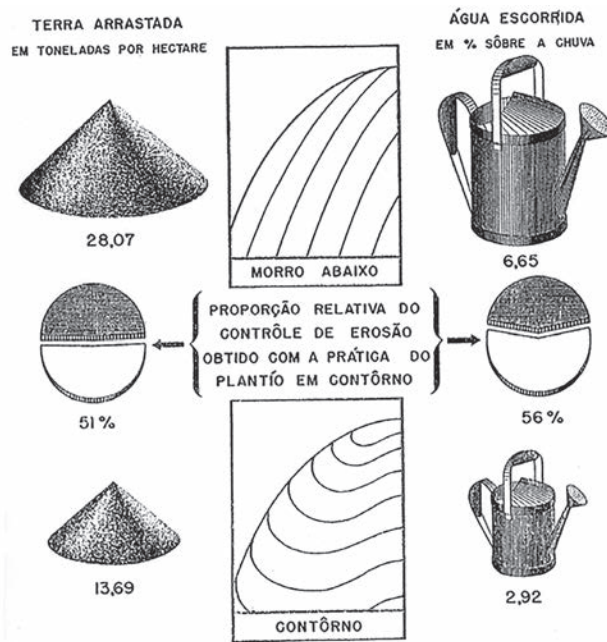


Figura 2 – Efeito da direção de fileiras em culturas anuais sobre as perdas por erosão

(*) MARQUES, GROHMANN, BERTONI e ALENCAR. Relatório da secção de Conservação do Solo em 1948/49.

Marcadas as niveladas básicas no terreno, o preparo do solo é efetuado com as máquinas trabalhando, paralelamente a elas, de modo que as leiras e sulcos do arado e grade funcionem como obstáculos ao livre escoamento das águas, como já mencionado anteriormente.

Após o preparo do solo, o plantio também é efetuado paralelamente às niveladas básicas, a fim de que as fileiras de plantas também funcionem como barreiras ao escoamento das águas. Para isso, utiliza-se um dos três métodos a seguir:

5.1 FILEIRAS PARALELAS À NIVELADA BÁSICA SUPERIOR

Nesse método, as linhas “mortas” ou “mindinhas” – aquelas que perderam a horizontalidade e adquiriram ligeira inclinação – concentram-se, imediatamente, acima da nivelada básica inferior, sendo, por essa razão, mais indicado para as regiões de maior intensidade pluviométrica e/ou solos de baixa permeabilidade (Figura 3).

SISTEMAS DE TERRAÇO DAS RUAS EM CONTOURNO EM QUE AS PARALELAS FICAM PARA UM ÚNICO LADO DAS LINHAS NIVELADAS BÁSICAS.

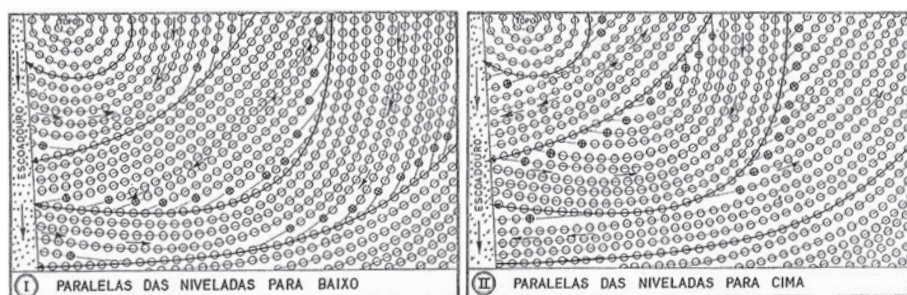


Figura 3 – Sistemas de terraço das ruas em contorno em que as paralelas ficam para um único lado das linhas niveladas básicas.

Fonte: Quintiliano Marques (IAC – São Paulo) – Conservação do Solo em Cafezal.

Esse método é indicado para o Nordeste do Brasil, sujeito a chuvas de alta intensidade e curta duração, os “torós”, resultando um regime pluviométrico paradoxal: chuvas de alta intensidade e baixa pluviosidade.

Ressalta-se que, mesmo adotando o método das fileiras paralelas à NB superior, na área entre o limite superior do terreno e a NB-1 (Figura 1, citada acima), caso seja cultivado, as fileiras serão paralelas à NB-01, ou seja: paralelas à NB inferior. Muitos agricultores reservam essa área para mata ou pasto adensado.

5.2 FILEIRAS PARALELAS À NIVELADA BÁSICA INFERIOR

Nesse método, as linhas “mortas” ou “mindinhas” concentram-se, imediatamente, acima da nivelada básica superior, sendo, por essa razão, mais indicado para as regiões de menor intensidade pluviométrica e/ou solos de permeabilidade alta (Figura 3, citada acima).

5.3 FILEIRAS PARALELAS À NIVELADA BÁSICA SUPERIOR E FILEIRAS PARALELAS À NIVELADA BÁSICA INFERIOR

Nesse método, as linhas “mortas” ou “mindinhas” concentram-se na faixa central, entre as niveladas básicas superior e inferior, sendo indicado para as regiões de pluviosidade média e solos de permeabilidade média. É o método mais trabalhoso e, por isso, pouco usado (Figura 4).

Nos plantios mecanizados, a maioria das máquinas possui um “risca-dor lateral”, de modo que enquanto planta uma fileira ou fileiras, marcam a próxima. Nos plantios manuais, que requerem comandos à enxada ou com plantadeiras “tico-tico”, as fileiras são marcadas “a olho” paralelas às niveladas básicas. Dessa forma, os caboclos usam sua *expertise*, de modo a manter fileiras sempre paralelas.

SISTEMAS DE TERRAÇO DAS RUAS EM CONTORNO EM QUE AS PARALELAS FICAM PARA AMBOS OS LADOS DAS LINHAS NIVELADAS BÁSICAS.

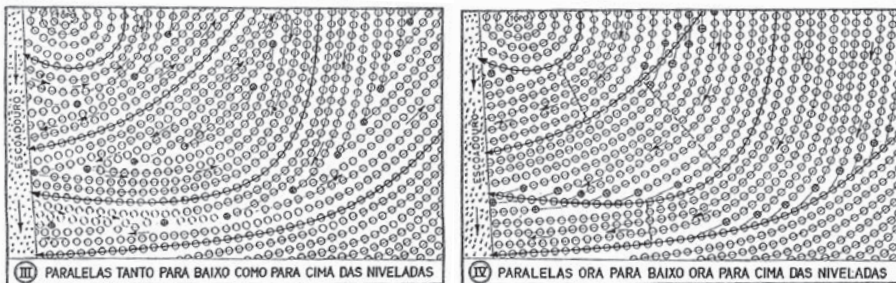


Figura 4 – Sistemas de terraço das ruas em contorno em que as paralelas ficam para ambos os lados das linhas niveladas básicas.

Fonte: Do mesmo autor.

6 ENCORDOAMENTO DO MATO

O encordoamento do mato é uma prática eficiente e barata, consistindo em arrumar o mato roçado em uma série de “rolos” em nível, formando barreiras para frear a velocidade do escoamento, reduzindo as perdas de solo e água. Ela é usada tanto para o “mato fino” roçado como também para o “mato grosso”, que é embolado ladeira abaixo – quer por forcados, forquilhas ou levas, manualmente, quer por lâmina ou ancinho mecânico – e arrumado em curva de nível. O espaçamento máximo entre os encordoamentos corresponde à Tabela 1, porém, é muito usual espaçamentos menores para reduzir a operação. O encordoamento do mato é sempre associado ao plantio em contorno, potencializando os seus benefícios.

Na prática, após o roço da vegetação, deixa-se o mato “murchar” para facilitar a operação, marcam-se as niveladas básicas e “enrola-se” o “mato murcho” depositando-o ao longo das curvas de nível previamente marcadas, ou seja, se a massa do mato e a distância entre as curvas de nível permitirem. Se a massa do mato e a distância entre as curvas forem exageradas, deve-se construir um ou mais cordões de mato intermediários entre duas niveladas básicas.

Vistas de longe se assemelham a uma série de “cordas” estendidas no terreno em contorno, daí o seu nome: encordoamento.

Os benefícios advindos da adoção do encordoamento do mato são resultantes de:

- As massas mortas do mato em contorno funcionam como uma série de barreiras, diminuindo a velocidade da enxurrada, reduzindo o seu poder erosivo e aumentando a infiltração da água no solo;
- Com a arrumação do mato em cordões, elimina-se a tradicional e nefasta prática das queimadas;
- As faixas do terreno ocupadas pelas “cordas” de mato enriquecem, com o passar do tempo – o húmus – pela decomposição da massa morta, e pelas partículas de argila e limo, filtradas da

enxurrada e por elas retidas. Ocasão em que se deslocam os próximos encordoamentos para outra faixa, imediatamente a ela abaixo, e se cultiva a antiga faixa com excelentes resultados;

- As massas mortas do mato, em contorno, funcionam como verdadeiros filtros, retendo as partículas de solo, carregada pela enxurrada, só permitindo passar lentamente, a água límpida;
- Experimentos conduzidos pelo IAC em cafezal, conforme Figura 5, demonstram que a perda de solo é 1,4 vez menor nas plantações com encordoamento do mato. Paradoxalmente, reduzindo o efeito sobre as perdas de água.

Muito embora o encordoamento do mato tenha sido desenvolvido como uma prática mecânica de controle da erosão, ela também é praticada nos terrenos planos, como o topo da Serra do Araripe, pelos benefícios advindos dos dois últimos itens acima citados com uma particularidade: as “cordas” de mato se dispõem em linhas retas, geralmente, formando um reticulado.

A prática do encordoamento do mato é recomendada nas “brocas” (desbravamentos) da vegetação arbustiva, arbórea, nos “roços” da capoeira arbustiva e até mesmo nas limpas da vegetação herbácea. Caso a lavoura já esteja implantada, o mato é encordado entre as “ruas” ou junto às carreiras de plantas.

Ressalta-se que o encordoamento do mato está sempre associado à prática do cultivo em contorno e, em muitas ocasiões, os próprios cordões servem de niveladas básicas.

EFEITO DO ENCORDOAMENTO DO MATO EM CONTORNO EM CAFEZAL SOBRE AS PERDAS POR EROSÃO.

MÉDIA ANUAIS NA BASE DE 1.300 MILÍMETRO DE CHUVA PARA OS TRÊS GRANDES TIPOS DE SOLO NO ESTADO DE SÃO PAULO (ARENOSA, MASSAPÉ E ROXA), EM DECLIVES ENTRE 6,5 E 10%. DADOS PRELIMINARES DA SECÇÃO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, ATÉ 1948/49 (*).

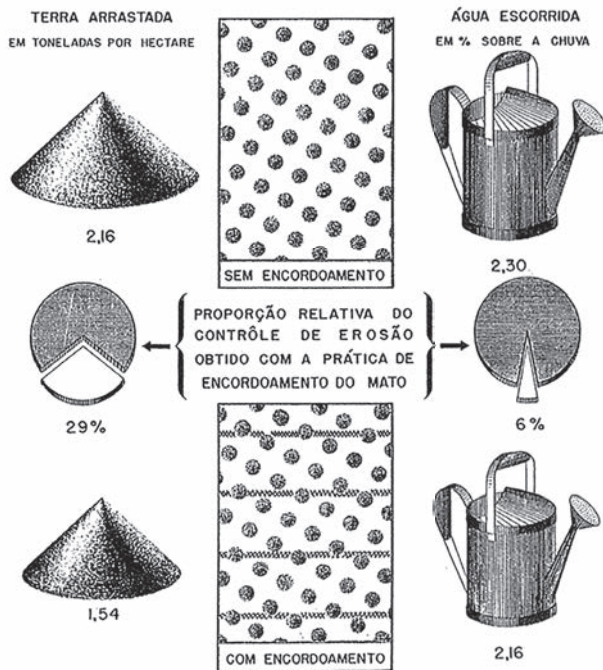


Figura 5 – Efeito do encordoamento do mato em contorno, em cafezal sobre as perdas por erosão.

(*) MARQUES, GROHMANN, BERTONI e ALENCAR. Relatório da seção de Conservação do Solo em 1948/49.

7 CARREADORES EM CONTORNO

Carreadores são as estradas de serviços nas plantações, necessárias para o trânsito de veículos, máquinas, animais e trabalhadores nas fainas agrícolas.

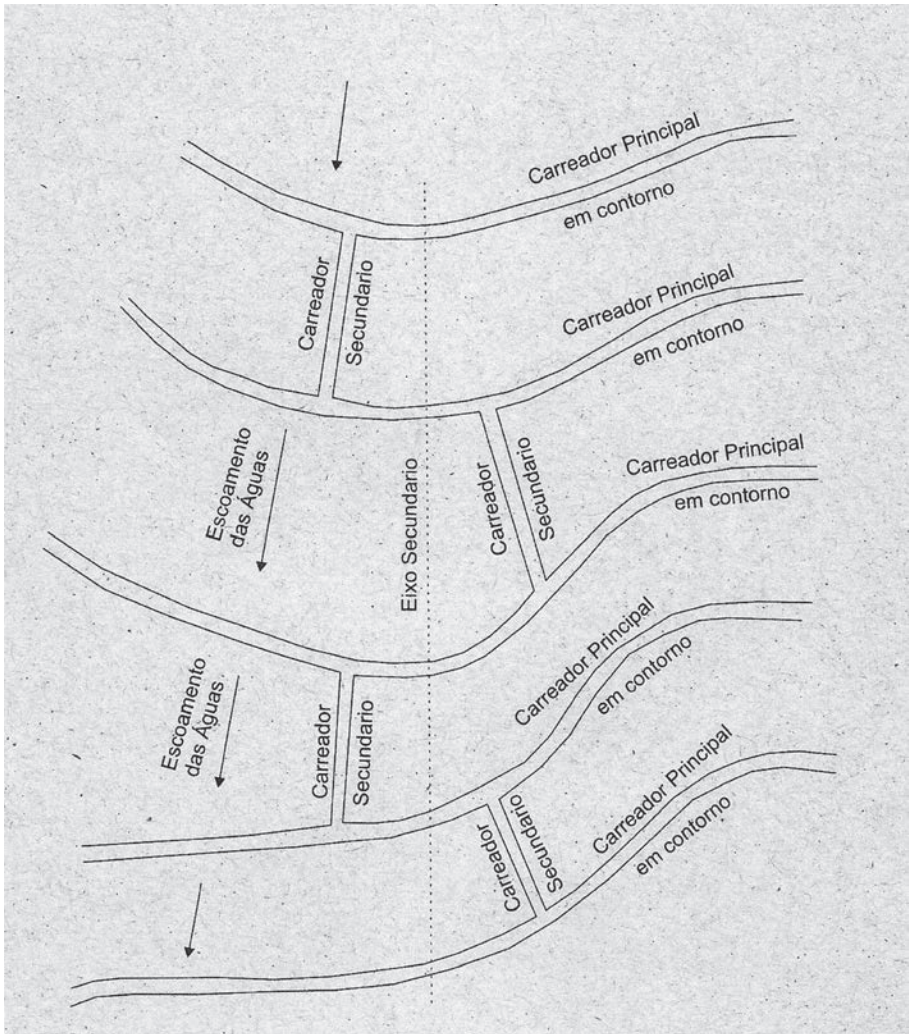


Figura 6 – Traçado dos carreadores segundo as normas conservacionistas

Os carregadores principais são localizados em curva de nível, acompanhando o contorno do terreno. Os carregadores secundários – interligando os principais – são localizados, aproximadamente, em esquadro com os principais, porém, em traçado de “grega”, a fim de reduzir o poder erosivo das águas.

As normas conservacionistas exigem que os traçados dos carregadores principais sejam em contorno, porque o seu traçado a favor das águas favorece em muito o processo erosivo.

Os carregadores principais são localizados em curva de nível, espaçados entre si, entre 100 m a 150 m, e a interligação entre eles deve ser feita por carregadores secundários, que devem ser localizados ao longo dos espigões ou grotas, onde as pendentes são mais suaves, conforme Figura 7.

COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO DOS CARREGADORES EM CAFEZAL

DISPOSIÇÃO EM ESQUADRO E DISPOSIÇÃO EM CONTORNO

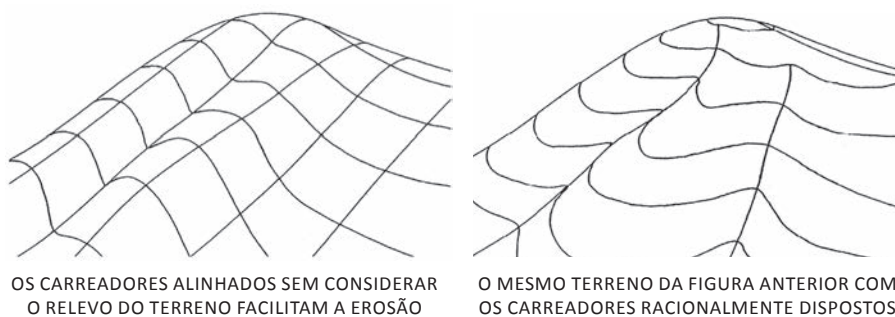


Figura 7: Comparação entre os sistemas de disposição dos carregadores em cafezal.

Fonte: Quintiliano Marques (IAC-São Paulo) – Conservação do Solo em Cafezal.

No caso de ser necessário localizar carregadores secundários ao longo da maior pendente, ou seja, normais, aos em contorno, o seu traçado deve ser em “grega”, conforme Figura 6 (representada acima), a fim de amortecer a velocidade das águas, pelo anteparo dos carregadores em nível.

Os carregadores em nível, ao contrário do que se pratica, devem apresentar plataformas vegetadas, com queda de 2‰ (dois por mil) para o lado

do aterro. Não devem ter a valeta junto ao corte e devem ser protegidas em ambos os lados por um renque de vegetação, conforme modelo sul-africano (Figura 8). Tal disposição permite que a água da chuva nela recolhida seja dispersa uniformemente, sem apresentar pontos de concentração de enxurrada. Periodicamente, roça-se a vegetação da plataforma, com estrovinga manual ou roçadeira mecânica, porém, jamais com enxada ou grade, ou dependendo da agricultura praticada, o seu controle é realizado pastoreando-se animais herbívoros, como carneiros, cabras, cavalos e bois.

Vale destacar que os carregadores em contorno estão sempre associados à prática do cultivo em contorno e, em muitas ocasiões, os próprios carregadores servem de niveladas básicas.

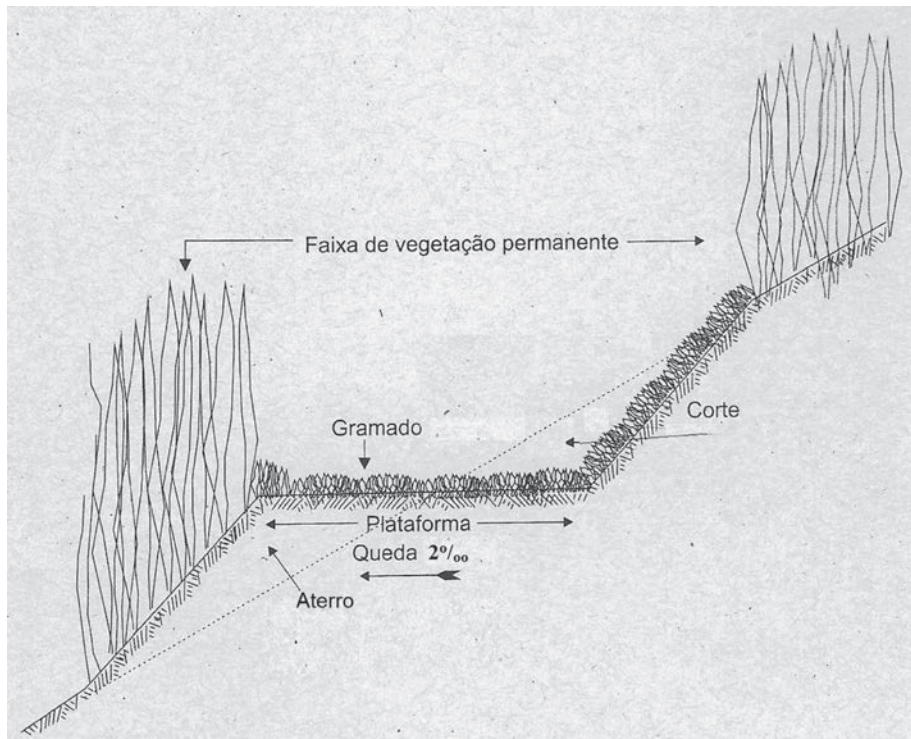


Figura 8 – Corte de um carregador em contorno (modelo sul-africano)

A largura do carregador é em função dos veículos que nele trafegam. A plataforma apresenta uma queda de 1% no sentido do aterro, é vegetada

com gramíneas densas, de pequeno porte, resistentes à seca e ao pisoteio. O excesso da enxurrada nela acumulada é disperso uniformemente, ao longo do carreador, formando um lençol de água delgado e de fluxo lento, sem poder erosivo.

8 FAIXAS DE VEGETAÇÃO PERMANENTE

Chamadas também de renque de vegetação cerrada ou barreiras vivas. Consistem em uma série de faixas de plantas perenes dispostas em curva de nível e espaçadas entre si oferecendo obstáculos à enxurrada – de modo a jamais permitir que as águas escoadas atinjam a velocidade crítica – capaz de provocar erosão.

Utilizam-se, geralmente, gramíneas perenes, densas, de crescimento rápido, rústicas, de raízes fartas, resistentes à seca e com algum aproveitamento econômico. Sua largura varia entre 1 m a 3 m, porém, alguns técnicos, como os do Departamento de Engenharia e Mecânica Agrícola de São Paulo indicam de 2 m a 5 m. O espaçamento entre elas é em função do tipo de solo e do declive, como atesta a Tabela 4, baseado nos experimentos do IAC (em 1972).

Tabela 4 – Espaçamento vertical e horizontal entre as faixas de vegetação permanente ou terraços para dois tipos de solo.

Declive (%)	Terra Arenosa		Terra Argilosa	
	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)
1	0,38	37,75	0,43	43,10
2	0,56	28,20	0,64	32,20
3	0,71	23,20	0,82	27,20
4	0,84	21,10	0,96	24,10
5	0,96	19,20	1,10	21,95
6	1,07	17,80	1,22	20,30
7	1,17	16,65	1,33	19,05
8	1,26	15,75	1,44	18,00

Declive (%)	Terra Arenosa		Terra Argilosa	
	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)
9	1,35	15,00	1,54	17,15
10	1,43	14,35	1,64	16,40
12	1,60	13,30	1,82	15,20
14	1,74	12,45	1,99	14,20
16	1,89	11,80	2,15	13,45
18	2,02	11,20	2,30	12,80
20	2,14	10,70	2,45	12,25

EV (Espaçamento Vertical) – EH (Espaçamento Horizontal).

Fonte: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC – São Paulo (1972)

Muitos técnicos preferem calcular o espaçamento por meio de fórmulas empíricas como a de Bentley, do Departamento de Agricultura dos EUA:

$$E_v = T + SD$$

$$E_H = E_v \div D \text{ onde;}$$

E_v = Espaçamento Vertical entre faixas – cm

E_H = Espaçamento Horizontal entre faixas – m

D - Declive - % Valor Absoluto

T - Parâmetro Edáfico - Adimensional – Tabela 5

S - Parâmetro Edáfico - Adimensional – Tabela 5

Tabela 5 – Valores dos parâmetros edáficos da fórmula de Bentley para dois tipos de solo.

Tipo de solo	T	S
ARENOSO	55	8
ARGILOSO	60	9

Fonte: Quintiliano Marques – IAC/São Paulo.

Ressalta-se que as faixas de vegetação permanente estão sempre associadas à prática do cultivo em contorno e, em muitas ocasiões, as próprias faixas servem de niveladas básicas.

Exemplo: Calcular o espaçamento vertical e horizontal entre as faixas de vegetação permanente para um solo arenoso com declive de 6%, pela fórmula de Bentley.

Consultando-se a Tabela 5, temos:

$T = 55$; $S = 8$; $D = 6$ (valor absoluto), logo:

$E_v = T + SD = 55 + 8 \times 6 = 103 \text{ cm} = 1,03 \text{ m}$

$E_h = E_v : D = 103 : 6 = 17,17 \text{ m}$

Ressalta-se que na fórmula empírica, o valor do espaçamento vertical é expresso em centímetros, o do horizontal em metros e o da declividade em termos absolutos, isto é, no exemplo, em vez de $6\% = 6/100$, entra, apenas, com 6 (valor absoluto).

Resultado semelhante se obtém consultando-se a Tabela 4, ou seja:

$E_v = 1,07 \text{ m}$; $E_h = 17,80 \text{ m}$

O erro absoluto entre os valores calculados e tabelados são, respectivamente, 1,9% e 1,8% para o espaçamento vertical e horizontal, ambos inferiores a 5% do valor do erro tolerado, como se segue:

$$|EI| = (G1 - G2) : (G1 + G2)$$

|EI| = Erro Absoluto

G1 - Valor Tabelado

G2 - Valor Calculado

$$|EI| = (1,7 - 1,03) : (1,07 + 1,03) = 0,019 = 1,9\% - \text{vertical}$$

$$|EI| = (17,80 - 17,17) : (17,80 + 17,17) = 0,018 = 1,8\% - \text{horizontal}$$

Como o valor do erro é absoluto, os valores de G1 e G2 podem ser invertidos que o resultado será sempre o mesmo.

Vale ressaltar que na determinação da declividade e na marcação da distância ou espaçamento horizontal, deve-se proceder como já foi descrito na marcação das niveladas básicas, item 5.

As faixas de vegetação funcionam de modo semelhante ao encordoamento do mato, filtrando as partículas do solo, trazidas pela enxurrada, de modo que, com o passar do tempo, o material acumulado ao longo da faixa, forma um aterro, transformando-o em um terraço de base estreita.

Muitos técnicos consideram as faixas permanentes como uma maneira barata, prática e eficiente de se construir – contando com a própria natureza – um sistema de terraceamento em nível, em longo prazo. Esse procedimento é usual na Venezuela e na Colômbia.

Uma grande vantagem das faixas de vegetação permanente é sua segurança em relação ao terraceamento, sempre passível de transbordar durante um temporal anormal, provocando um rompimento em série no sistema de proteção pela concentração da enxurrada em um único local e a instalação de “vossorocas” ou “carcavas” no terreno, além dos prejuízos na lavoura. Muitas vezes, mesmo durante um temporal normal, os terraços estouram devido aos buracos de formigas, tatus ou roedores, sendo difícil a identificação e o reparo.

Nas terras protegidas por um sistema de faixa de vegetação permanente, ocorrendo um temporal anormal, a enxurrada excessiva flui, uniformemente ao longo da faixa, formando um lençol de água, e nunca concentrando-se em um único local. Por essas razões muitos técnicos preferem as faixas de vegetação aos terraços.

Diversos profissionais, como os autores, preferem marcar as curvas de nível, no terreno ainda capoeirado ou ematado, antes do desbravamento ou “broca”, o que é relativamente fácil com o nível de alvo. Na broca da mata ou capoeira, respeitam-se faixas da vegetação nativa, ao longo das curvas de nível, com largura mínima de 2 m, de modo a obterem-se as faixas de vegetação permanente, já implantadas pela natureza.

Essa modalidade é recomendada, principalmente para o Nordeste, considerando-se que o solo recém-desbravado – ainda sem a proteção

das faixas de vegetação ou das fileiras das plantas – é presa fácil da erosão provocada pelas “trovoadas” que antecedem a estação chuvosa, durante a qual é que se pode plantar as faixas de vegetação e as carreiras da lavoura.

Depois das carreiras das plantas já desenvolvidas – e passado o período crítico das trovoadas – as faixas de vegetação nativa podem ser, paulatinamente, substituídas pelas tradicionais gramíneas recomendadas, contudo, é muito mais ecológico permanecer a faixa de vegetação nativa que, inclusive, pode ser contabilizada como reserva florestal legal da propriedade, que no Nordeste é de 20% da área do imóvel rural.

Esse método é ainda mais facilmente aplicado quando a cobertura vegetal é herbácea.

9 TERRAÇOS DE ABSORÇÃO

Os terraços são chamados no Nordeste de “aparadouros”. Consistem em uma série de canais escavados em contorno e espaçados entre si, de modo a interceptar a enxurrada, antes que ela atinja a velocidade crítica e provoque a erosão do solo. Sua prática é milenar, tanto no Velho como no Novo Mundo. É a prática conservacionista mais onerosa, difícil e sujeita a desastres (vide item 8), porém, é a prática de maior efeito sobre a conservação do solo e, paradoxalmente, mínimo efeito sobre a água. Seu planejamento e execução necessitam da supervisão de um engenheiro-agrônomo ou agrícola, com especialização em terraceamento. Um terraceamento bem planejado, calculado, executado e conservado dá o máximo de proteção às terras de agricultura, por outro lado, um mau terraceamento provoca danos muitas vezes irreparáveis à natureza.

O efeito do terraceamento na conservação do solo e da água está documentado na Figura 9, por meio do qual se verifica que as terras terraceadas perdem 7,4 vezes menos solo e apenas 1,14 vez menos água que as não terraceadas.

EFEITO DO TERRACEAMENTO EM CAFEZAL SOBRE AS PERDAS POR EROSÃO

DADOS APROXIMADOS BASEADOS NA MÉDIA DE CONTROLE DE EROSÃO, PROPORCIONADO PELO TERRACEAMENTO EM CULTURAS ANUAIS DE 7 (SETE) ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMERICA DO NORTE (CLARINDA, ZANESVILLE, BETHANY, GUTHRIE, CHEROKEE, TEMPLE E STATESVILLE) E NOS DADOS OBTIDOS ATÉ 1948/49, EM TRATOS COMUNS EM CAFEZAL (TESTEMUNHA) PELA SECÇÃO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO(*).

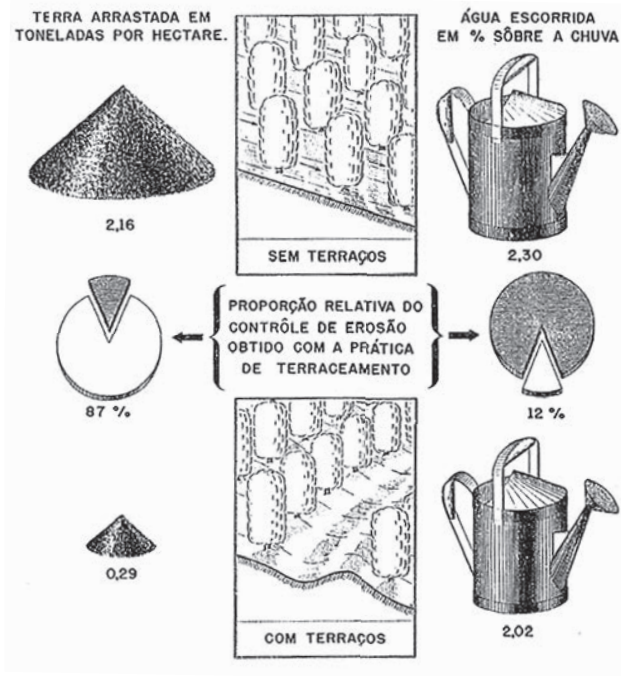


Figura 9 – Efeito do terraceamento em cafezal sobre as perdas por erosão

(*) MARQUES, GROHMANN, BERTONI e ALENCAR. Relatório da secção de Conservação do Solo em 1948/49.

Os terraços podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios:

Quanto ao seu gradiente:

- Sem queda em nível ou de absorção.

A enxurrada fica acumulada na sua secção e é eliminada por infiltração, evaporação e descarga em suas extremidades, preferencialmente em grotas vegetadas e estabilizadas por septos de pedras secas, estaqueamento ou sacos com barro. Indicado para pequenas e médias áreas, como assentamentos agrários e agricultura familiar. Só pode ser projetado para as regiões de solo profundo de alta permeabilidade, sujeito às chuvas moderadas.

- **Com queda ou de drenagem.**

A enxurrada recolhida em seu canal é conduzida ao longo dos terraços para um escoadouro e, daí, para fora do terreno. No Semiárido é usual aproveitar-se o deságue, para um barreiro ou açude. Este tipo de terraço é indicado para grandes áreas ou latifúndios e exigem um projeto detalhado, que deve ficar a cargo de um profissional de Agronomia.

Quanto às suas construções (Figura 10):

- **Tipo Nichols** – O camalhão é construído com terra removida somente da parte superior, ou seja, ao se escavar o seu canal, a terra é acumulada da sua borda inferior.
- **Tipo Mangum** – O camalhão é construído com terra removida tanto da parte inferior como da superior, ou seja, ao se escavar o seu canal, a terra é acumulada na borda inferior. Posteriormente, é escavado outro canal, mais reduzido, paralelo ao primeiro e a remoção de sua terra irá reforçar o camalhão já iniciado.

TERRAÇOS CAMALHÃO DE BASE LARGA EM CAFEZAL

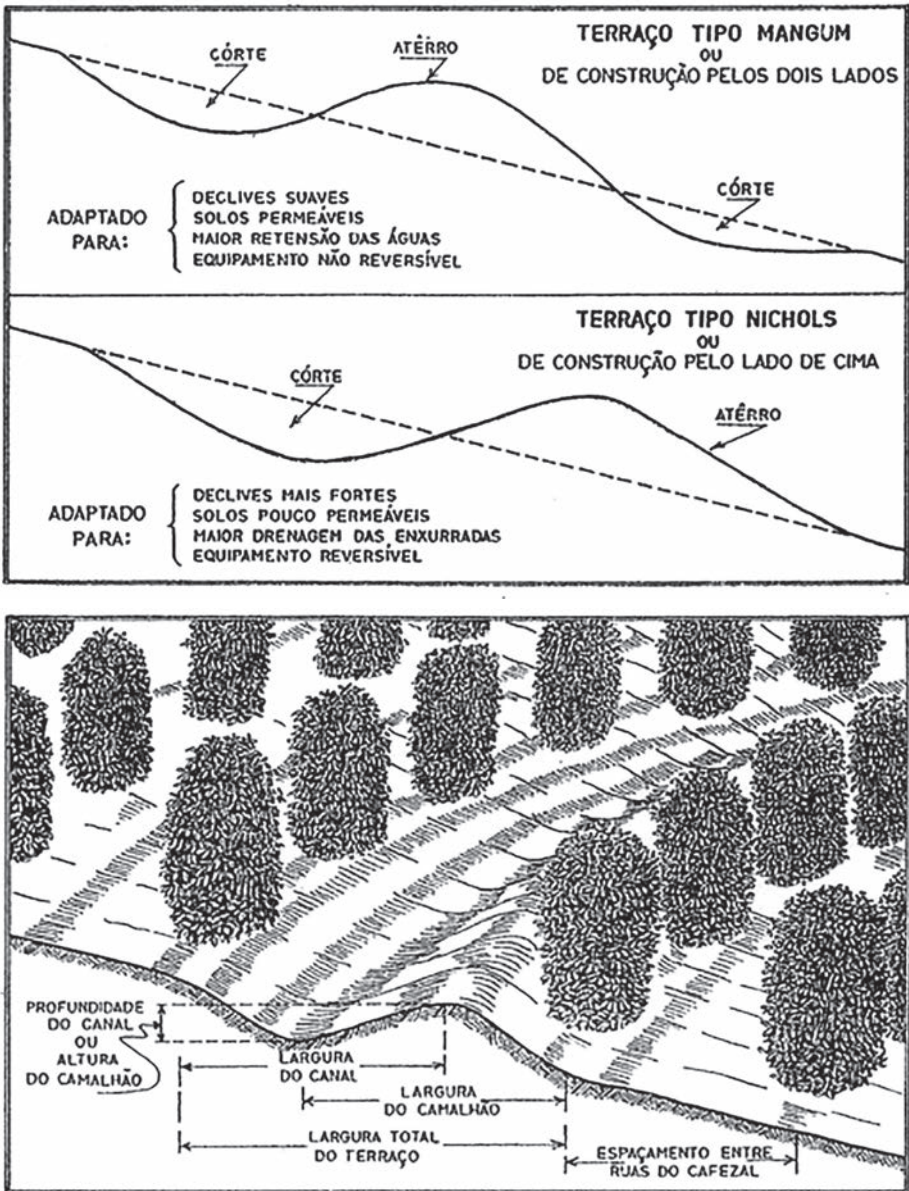


Figura 10 – Terraços camalhão de base larga em cafezal

Fonte: Quintiliano Marques – Conservação do Solo em Cafezal.

Quanto à Secção – A secção do terraço compreende o conjunto canal e camalhão.

- Base Estreita – Secção com 2 m a 3 m;
- Base Média – Secção com 3 m a 6 m;
- Base Larga – Secção com 6 m a 12 m;
- Patamar – Em formato de degraus, cujas dimensões dependem da cultura; são de alto custo. Só se justifica em terras íngremes altamente valorizadas.

Esses critérios podem combinar-se entre si, de acordo com projetista do sistema de terraceamento.

Para as nossas condições atuais, o mais indicado é o terraço de base estreita e de absorção. Sempre que possível, suas extremidades devem permanecer abertas, desaguando nas grotas naturais, que devem receber proteção especial, mantendo-as sempre vegetadas e, se preciso, com pequenas barragens de pedra seca, para frear a velocidade do escoamento. Nas áreas desprovidas de pedras, barragens podem ser construídas com sacos de *nylon* ou plásticos cheios de terra. Com o passar do tempo, as grotas íngremes transformam-se, pela deposição do material, em uma série de minicascatas niveladas.

Na presente publicação, só nos ocuparemos dos terraços de absorção e de base estreita, também chamados de cordão em contorno, muito difundidos nos cafezais de São Paulo e de Pernambuco. Os cordões em contorno são localizados em curvas de nível, como já foi citado no item 5. O espaçamento entre eles é o mesmo das faixas de vegetação permanente constante da Tabela 4 ou calculado pela fórmula de Bentley, ambos já descritos no item 8.0.

A secção do cordão em contorno e a técnica de sua construção constam das figuras 11 e 12.

CORDÕES EM CONTORNO EM CAFEZAL

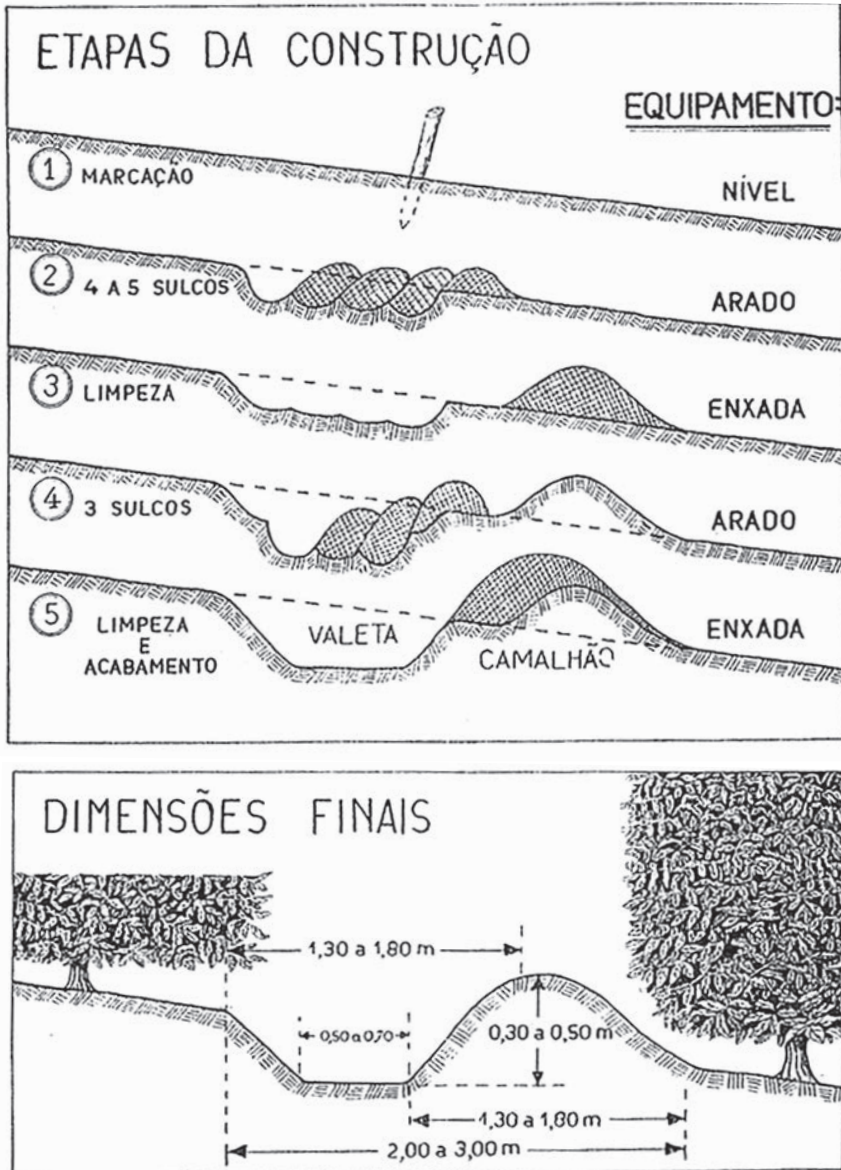


Figura 11 – Cordões em contorno em cafezal

Fonte: Quintiliano Marques – Conservação do Solo em Cafezal.

CORDÕES EM CONTORNO EM CAFEZAL

DISPOSIÇÃO COM RELAÇÃO ÀS RUAS

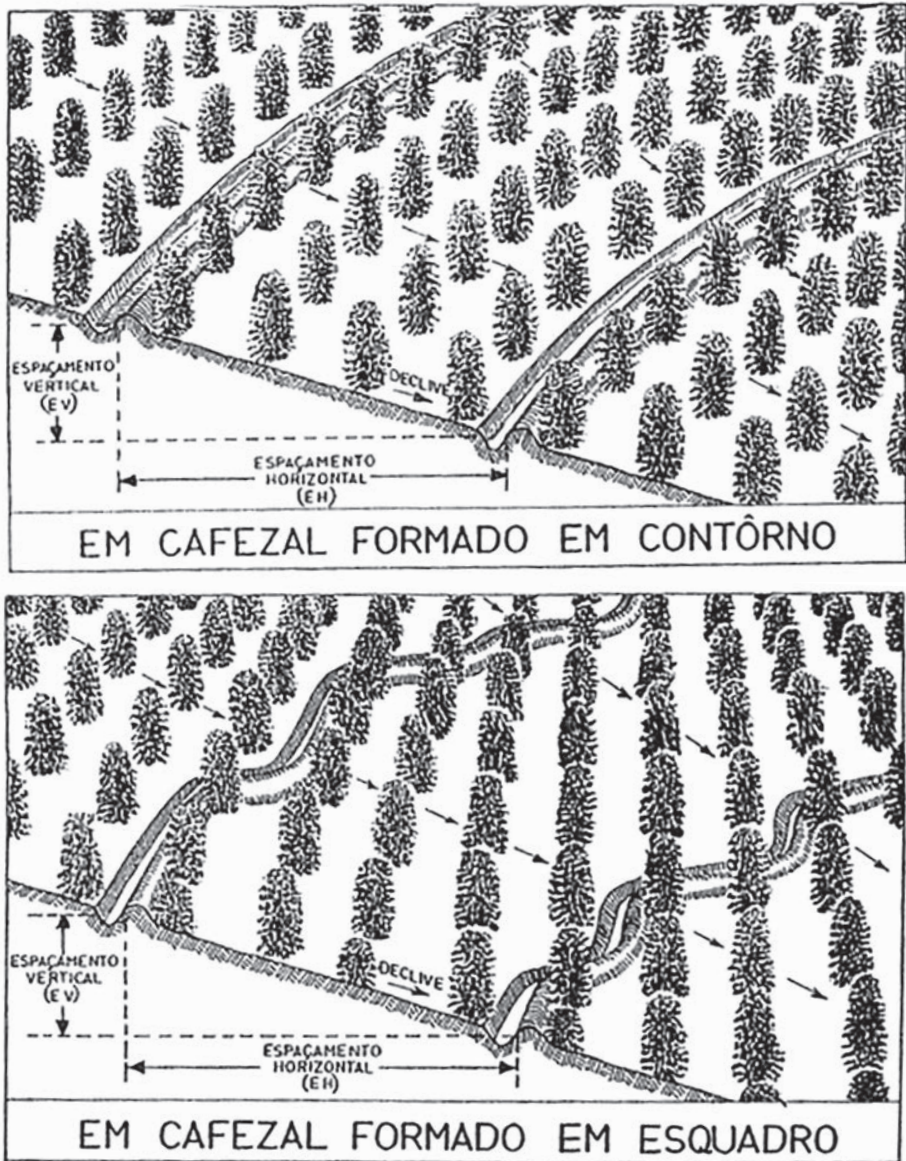


Figura 12 – Cordões em contorno em cafezal

Fonte: Quintiliano Marques – Conservação do Solo em Cafezal.

Importante ressaltar que os terraços estão sempre associados à prática do cultivo em contorno e, em muitas ocasiões, os próprios terraços servem de niveladas básicas.

10 MURETAS DE PEDRA EM CONTORNO

Muretas de pedra em contorno, denominadas também de “Barreiras Mortas”, são cordões de alvenaria de pedra seca (sem argamassa), construídas ao longo de curvas de nível, previamente e espaçadas entre si, de tal forma que freiem o escoamento das águas antes de alcançar a velocidade crítica, ou seja, antes de iniciar o processo erosivo.

Os espaçamentos entre as muretas são idênticos aos adotados para faixas de vegetação permanente ou terraços, explicitados na Tabela 4, bem como seus benefícios são muito semelhantes ao do terraceamento (Tabela 6).

Essa prática conservacionista é tradicional nas íngremes, férteis e pedregosas encostas da Serra da Borborema, notadamente em Triunfo (PE) e Princesa Isabel (PB).

Essas muretas são construídas com as pedras superficiais, retiradas das faixas do terreno entre as curvas de nível, e sua construção é lenta, contínua e envolve várias gerações, passando de pai para filho.

Além do benefício da conservação do solo e da água, livra o terreno das pedras superficiais, facilitando os trabalhos agrícolas.

Após marcar as curvas de nível, constroem-se as muretas com o mínimo de altura, com as pedras recolhidas das faixas do terreno entre elas e, gradativamente, ao longo dos anos, vai se ampliando a altura da mureta, à medida que se vai cultivando as faixas.

Ao longo do tempo, o terreno tende a formar uma série escalonada de plataformas niveladas ou terraços em degraus – pela deposição da argila e do limo em suspensão das enxurradas – de alta fertilidade. Razão pela qual é necessário sempre remontar as muretas, a fim de mantê-las acima do nível do solo a montante, com as pedras retiradas das faixas do terreno entre as muretas.

Vale destacar que as muretas de pedra estão sempre associadas à prática do cultivo em contorno e, em muitas ocasiões, as próprias muretas servem de niveladas básicas.

11 BENEFÍCIOS OBTIDOS COM ALGUMAS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

A Tabela 6, descrita abaixo, lista os benefícios obtidos com a adoção de algumas práticas conservacionistas, baseados nos trabalhos de Quintiliano Marques, do IAC/São Paulo.

Tabela 6 – Proporções relativas do controle da erosão obtidas com três práticas conservacionistas de natureza mecânica

Prática Conservacionista	Solo (%)	Água (%)
Cultivo em Contorno	51	56
Terraceamento	87	12
Encordoamento	29	06

Fonte: Quintiliano Marques – IAC/São Paulo.

Como se observa, o cultivo em contorno, que é uma prática simples, barata e pouco trabalhosa, é a prática conservacionista que exerce o maior controle sobre as perdas de água nas terras cultivadas, fato de maior relevância para a agricultura no Semiárido, cujo fator limitante da produtividade é sempre a baixa precipitação. Assim, a adoção do cultivo em contorno passa a ser um fator de fixação e sobrevivência para a população sertaneja.

Ressalta-se que as práticas conservacionistas intensivas como terraceamento, carregadores em contorno e faixa de vegetação permanente não dispensam o cultivo em contorno, ao contrário, eles servirão de niveladas básicas para a implantação do sistema.

Existem outras práticas mecânicas em função da curva de nível, como culturas em faixas de rotação em contorno, muito utilizadas em São Paulo, mas que não têm muita utilidade no Semiárido, onde predomina a consorciação de culturas, e nunca culturas isoladas.

Outras práticas mecânicas como enleiramento permanente, banquetas individuais, coveamento e valetamento, comuns em São Paulo, têm, também, por base, a curva de nível. Mas, por diversos motivos, não são utilizadas na região do Semiárido, razão pela qual não foram descritas.

12 COMENTÁRIOS SOBRE FAIXAS DE VEGETAÇÃO PERMANENTE

O IAC/São Paulo não tem experimentos sobre o efeito do uso de faixas de vegetação permanente na conservação do solo e da água, visto que essa prática é pouco utilizada na região Sul do País, ao contrário do Nordeste, onde a tendência é que ela substitua a do terraceamento.

Contudo, os resultados preliminares dos ensaios conduzidos pelo setor de conservação do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA/PE), nos mediadores da erosão em Glória do Goitá e Caruaru, confirmam que os efeitos sobre a perda de solo e da água entre a prática do terraceamento e a de faixas de vegetação permanente são muito semelhantes, razão pela qual utiliza-se para ambas as práticas a mesma tabela (Tabela 4). Pode-se considerar como válido para essas práticas a Figura 9, até a publicação dos resultados conclusivos, que devem demorar ainda alguns anos.

Muitos cientistas consideram as faixas de vegetação permanente como práticas naturais e ecologicamente corretas, ao passo que o terraceamento seria uma intervenção contra a natureza.

13 EXEMPLO DO CÁLCULO DA “PROPORÇÃO RELATIVA DO CONTROLE DE EROSIÃO OBTIDO COM A PRÁTICA DE ENCORDOAMENTO” (FIGURA 5 ITEM 6)

Cálculo da perda de água

Perda com a Prática = A = 2,160

Perda sem a Prática = B = 2,300

A : B = C = 2,16 : 2,30 = 0,939

Controle Total = 100% 1,000

Proporção Relativa ao Controle com a Prática

= 100% - C = 1,000 - 0,939 = 0,06 = 6%

Cálculo da perda de água

$$A = 1,54$$

$$B = 2,16$$

$$A : B = C = 1,54 : 2,16 = 0,713$$

$$1,00 - 0,713 = 0,287 = 29\%$$

ANEXO

DOCUMENTÁRIO
FOTOGRAFICO



Foto 01 – Cordão vegetal sobre curvas de nível (niveladas básicas ou curvas mestras) marcadas no terreno a intervalos regulares.
Crédito: Isabel Galindo



Foto 02 – Capinas alternadas em cultivo de milho em contorno – Gloria de Goitá – PE
Crédito: Isabel Galindo



Foto 03 – Canavial cultivado em contorno (curva de nível) em Igarassu – PE. Crédito: folha de pernanbuco. Observe os carregadores principais em curva de nível e os secundários “em grega”. O cultivo em contorno é uma prática conservacionista tradicional e secular, desde a época colonial, na zona canieira nordestina, introduzido pelos colonizadores portugueses que por sua vez herdaram da cultura árabe. O cultivo em contorno, além da conservação do solo e da água, é também um importante fator econômico, já que os tratamentos culturais – manuais ou mecânicos – são sempre na horizontalidade, economizando energia.



Foto 04 – Cureta de pedra seca em contorno em bananeiral, triunfo – PE. Crédito: Cerlit – PE. A construção de muretas de pedras secas em contorno é uma prática conservacionista tradicional e secular nas férteis escarpas da serra da borborema, introduzidas pelos colonizadores portugueses, que por sua vez, herdaram dos árabes. As muretas em contorno são construídas, ao longo dos anos por gerações com as inúmeras pedras superficiais das faixas de terra por elas protegidas; assim, além da defesa do solo contra a erosão deixam as terras livres da pedregosidade, própria para o seu cultivo.



Foto 05 – A foto anterior vista de outro ângulo. Observe-se a sinuosidade do trecho em construção recente – de menor altura – acompanhando a curva de nível do terreno. Crédito: Cerlit – PE

Foto 06 – Mureta de pedra seca em contorno, em terra de pasto nativo. Triunfo – PE. Observe-se o carreador em curva de nível paralelo a mureta. Crédito: Cerlit – PE

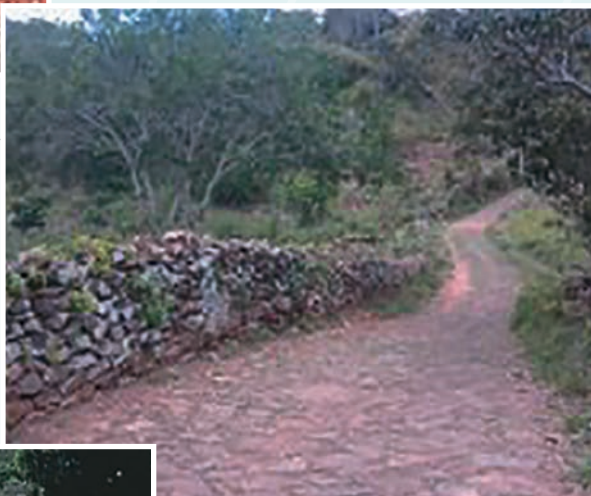


Foto 7 – Mureta de pedra seca em contorno, em antigo cafezal. Triunfo – PE. Observe-se os carreadores em nível paralelo as muretas. Crédito: Cerlit – PE



Foto 8 – A foto anterior vista de outro ângulo. Observe-se os carreadores em nível paralelo as muretas. Crédito: Cerlit – PE



Foto 9 – Marcação de niveladas básicas (NB's) para o cultivo em contorno, pelo método das fileiras paralelas as NB's superiores. Vide fig.01 e gráfico xxi.

Marcação da 1ª nivelada básica (NB-1) no limite superior do terreno, através de uma série de piquetes nivelados e assinalados por miras de alvo. Centro Xingó, Piranhas-AL. Crédito: – Fabíula Santos.

Legenda ■ Nivelada básica NB-1;
■ Fileiras paralelas a NB-1 e concorrentes a NB-2.



Foto 10 – marcação de niveladas básicas (NB's) para o cultivo em contorno, pelo método das fileiras paralelas as NB's superiores. Vide fig.01 e gráfico xxi.

Marcação da 2ª nivelada básica (NB-2) – a baixo da NB1 e dela distante, conforme tabela 01 – através de uma série de piquetes nivelados e assinalados por miras de alvo. Centro Xingó, Piranhas-AL. Crédito: – Fabíula Santos.

Legenda ■ Nivelada básica NB-2;
■ Fileiras paralelas a NB-2 e concorrentes a NB-3 (em cota inferior)
■ Fileiras concorrentes a NB-2 e paralela a NB-1.



Foto 11 – faixas de vegetação permanente ou barreiras vivas, utilizando-se macambira – Bromeliácea Xerófila –, face ao clima semiárido, muito usual no sertão nordestino em substituição as gramíneas, mais usuais nas zonas úmidas e sub-úmidas. Observe-se entre as duas fileiras a faixa de terreno cultivável e protegido da erosão. Poço Redondo – SE.



Foto 12 – carreador em contorno, protegido contra erosão por uma barreira viva de macambira. Poço Redondo – SE.



SISTEMA DE PEQUENAS BARRAGENS VERTEDOURAS E SUCESSIVAS, EM PEDRA SECA, PARA MELHORIA DO REGIME DOS RIACHOS SERTANEJOS



INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores negativistas do Semiárido nordestino é, sem dúvida, o regime anárquico de seus cursos de água, enchentes breves e desastrosas – levando tudo de roldão, arvoredos, plantações, animais, benfeitorias e até vidas humanas, durante e logo após as intensas precipitações – seguido de longos períodos marcados por rios e riachos totalmente secos: escaldantes caminhos de areia, seixos e pedras.

Para equilibrar essa alternância de extremos hídricos, igualmente desastrosos, excesso e penúria de água, a solução mais viável ecológica, social e economicamente correta é, sem dúvida, a adoção, em larga escala, do Sistema de Barragens Sucessivas em Alvenaria de Pedra Seca, batizadas muito apropriadamente, por Arthur Padilha, de Barragens Base Zero: BBZs.

Procurando difundir esse sistema, contando com todo o apoio da Fundação Araripe, foi redigido este capítulo, destinado aos colegas de todas as profissões que atuam no sertão, desprovidos de meios, vencendo as dificuldades e sem acesso à literatura especializada.

Na redação deste capítulo, propositadamente, logo no início, fez-se questão de descrever a marcação e construção das BBZs, pois é indispensável

a perfeita compreensão e familiarização desses detalhes técnicos para entender o aspecto mais profundo do sistema: aproveitar os processos gratuitos da Mãe Natureza, para gerar água permanente e férteis aluviões.

1 REGIME HIDROLÓGICO DO SEMIÁRIDO

Os cursos de água do Semiárido nordestino, com seus talwegues abruptos e leitos pouco permeáveis e face aos fatores edáficos, topográficos, florísticos, climáticos e principalmente antrópicos, de suas bacias hidrográficas, caracterizam-se pelo regime anárquico: breve período de cheias avassaladoras – durante e logo após as chuvas intensas – alternadas por longo período de ausência total de fluxo, durante a estiada, visto que são cursos de água efêmeros, ou seja, aqueles que só fluem durante ou logo após as precipitações intensas.

2 MELHORIA DO REGIME DOS CURSOS DE ÁGUA

Considerando que os fatores climáticos fogem ao controle humano, a melhoria do regime hidrológico, nessa região baseia-se sempre em dois princípios:

- Redução máxima do escoamento superficial, pela maximização da infiltração e retenção da água no solo;
- Retardamento máximo do fluxo de água nas linhas de drenagem.

O primeiro princípio é efetivado pela eliminação da agricultura itinerante e de métodos agrícolas antiecológicos, adoção de sistemas agrícolas ecologicamente corretos baseados nos princípios da conservação do solo e da água e no resgate da cobertura vegetal, reflorestamento, manejo florestal de uso múltiplo, sistemas agroflorestais e silvipastoris, das matas ciliares e recuperação das áreas degradadas e desertificadas de suas bacias hidrográficas.

Importante ressaltar que otimizando a fração de água retida no solo, pela drástica redução da escoada, otimiza-se, também, a produção da biomassa: maiores colheitas, melhorias das pastagens e, principalmente, a regeneração do Bioma Caatinga.

O segundo princípio é efetivado por meio da construção de séries sucessivas de pequenas barragens vertedouras e filtráveis, em pedra seca, de modo a retardar o fluxo e aumentar o “tempo de oportunidade de infiltração”, conforme modelo preconizado por Arthur Padilha: o Sistema Barragem Base Zero ou BBZ. Esse sistema, de uma forma mais rudimentar, foi empregado com grande êxito na Antiguidade, na Ásia, pelos sumérios, na Argélia pelos romanos e nos tempos modernos pelo governo colonial francês.

No governo de Ronaldo da Cunha Lima, na Paraíba, foi criado um programa especial, sob a coordenação de Arthur Padilha, que implantou, no Semiárido do estado, esse modelo com melhoria sensível do regime hidrológico da região e atualmente no Governo do estado de Alagoas.

É interessante lembrar que era uma das recomendações que o padre Cícero Romão Batista, de Juazeiro (CE), dava aos romeiros que vinham tomar sua bênção e ouvir conselhos: «Construam com pedras soltas, pequenas tapagens, uma após as outras em todas as grotas e riachos do sertão, de modo a ajuntar água para vossa serventia», frase resgatada pelo professor Vasconcelos Sobrinho, da UFRPE, Patrono Nacional da Caatinga e o maior ecologista e desertólogo do Brasil.

O Sistema Barragem Base Zero ou BBZ é extremamente simples e barato: nas linhas de drenagens superficiais – grotas e riachos – da cabeceira, no sentido do fluxo, constrói-se uma série sucessiva de muretas, de pedras seca, sem alicerce ou fundação, daí seu nome, de reduzida altura, cuja planimetria é um Arco Romano com a convexidade voltada a montante, a fim de transferir as pressões exercidas na parede para as ombreiras das grotas ou riachos, dando máxima estabilidade à obra. A mureta é filtrável, face aos seus interstícios visto que não se usa argamassa entre pedras e ausência de fundação por onde escoam lentamente a água represada, sedimentando grande parte de sua descarga sólida que, com o tempo, forma um depósito acumulador de água subalveolar, a vazante, tendendo a transformar o regime dos afluentes de efêmero em regime temporário e o curso principal de temporário em perene.

O processo é dinâmico, após cada escoamento forte, provocado por chuvas intensas, se realinham as pedras deslocadas, e sobe-se e engrossa-se a parede, à medida que os sedimentos são depositados, procurando sempre conservá-las acima do leito de sedimentos acumulados.

Após alguns anos, no leito de sedimento acumulado, durante a estiada, pratica-se a agricultura de vazante e, no seu entorno, culturas perenes como fruteiras e também abrem-se cacimbas ou “poços amazonas”.

Essa solução ecológica será alcançada por meio da educação ambiental com palestras, oficinas, reuniões, seminários, videoconferências e, principalmente, a participação efetiva das populações locais mediante a sociedade civil organizada.

Embora a técnica de barramento sucessivo em pedra seca fosse conhecida desde a Antiguidade, sem dúvida coube a Arthur Padilha o estudo científico dos fatores hidromecânicos atuantes e o estabelecimento das atuais normas técnicas de seu projeto e construção, baseado em 23 anos de estudo e experimentação em sua Fazenda Caroá, em Afogados da Ingazeira (PE), sertão do Alto Pajeú.

O toque de genialidade de Arthur Padilha, quando racionalizou o sistema BBZ, foi arquear o eixo da barragem, antes reto como no modelo sumeriano, e, com isso, garantiu-se tanto a estabilidade máxima do barramento, visto que as pressões hidráulicas exercidas nas paredes são transferidas para as ombreiras das grotas ou riachos, bem como a disposição das pedras secas, em cunha radiais, resultando a máxima coesão entre elas.

Assim, as normas técnicas, adotadas neste trabalho, são baseadas nos estudos de Arthur Padilha, considerado, com toda a razão, “o pai do Sistema BBZ”.

3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS BARRAGENS BASE ZERO – BBZS

Classe: vertedoura, em alvenaria de pedra seca e permeável (filtrável).

Fundação: ausente

Coroamento ou Crista: 30 a 50 cm

Talude de jusante: no mínimo 1:1 (item 5.10); a montante a parede é a prumo.

Eixo (Planimetria): Arco Romano, com convexidade a montante.

Perfil: trapézio reto; lado inclinado a jusante, lado em esquadro a montante; base menor correspondendo à largura do coroamento e base maior que a do pedestal.

Cortina argilosa subterrânea ou selo argiloso, optativa (vide item 6.1).

4 FINALIDADES DO SISTEMA BBZ

- Regularizar o regime hidrológico dos cursos efêmeros e temporários do Semiárido nordestino;
- Criar uma sucessão de pequenos açudes temporários;
- Criar vazantes produtivas a montante da barragem, pelo acúmulo de sedimentos da descarga sólida das grotas e riachos, umedecidos pelo barramento e elevação do lençol freático;
- Possibilitar a instalação de cacimbas (poços amazonas), nas vazantes, abastecidas durante todo o ano pelo lençol freático represado e elevado;
- Evitar o ressecamento das terras marginais, face à elevação do nível do leito dos riachos e, conseqüentemente, do lençol freático, invertendo o fluxo atual, em que os riachos com seus leitos rebaixados funcionam como drenos profundos;
- Contribuir para a preservação do meio ambiente;
- Promover, fixar, valorizar e dignificar as populações sertanejas;
- Elevar os padrões de vida das populações sertanejas e possibilitar a sua convivência com as secas e estiagens.

5 MARCAÇÃO DA OBRA

5.1 Definir o local do eixo da BBZ, a altura da parede (cota de sangria), largura do coroamento e talude de jusante, em função das características do boqueirão e do riacho.

5.2 Com auxílio de duas balizas, loque/marque a secção da BBZ pelo alinhamento de dois piquetes A e A' nas duas margens do riacho, perpendicular ao seu curso nesse trecho, ou, se o trecho for curvilíneo, em posição radial (plantas e fotos anexas).

5.3 No alinhamento dos dois piquetes A e A' com visada por três balizas loque o ponto de cota mais baixa da secção, dita cota zero ou piquete 0.

5.4 Com o nivelador de alvo, ou outro processo qualquer, e visadas por três balizas no alinhamento A e A', loque o piquete B e B' nas duas ombreiras da grotta ou riacho tal que os mesmos distem verticalmente (Dv) do piquete 0, o valor equivalente à altura da parede (h), ou $Dv = h$, razão por que os piquetes são chamados cota de sangria. O seguimento BB' representa a corda do arco jusante da BBZ, ou seja, o "vão" da parede (plantas e fotos em anexo).

5.5 Confeccionar um compasso de campo com duas balizas nos dois pontos de sangria B e B', ligadas por arame ou cordinha e com centro, alternadamente no piquete B e B' e raio igual ao "vão" (item 5.4); loque no terreno a jusante o piquete C, centro geométrico dos arcos, pelo cruzamento dos dois riscos. Para isso mantenha uma das balizas estacionada e a outra deslocando-se para outra ombreira, mantendo o arame esticado na horizontal e no nível dos piquetes da cota de sangria, riscando um arco no terreno. Repita a operação na outra ombreira; o cruzamento dos riscos é o centro geométrico (plantas e fotos em anexo). Convém deixar sobra no arame a fim de marcar o arco montante, conforme item 5.7.

5.6 Com o compasso de campo (item 5.5), centro no piquete C e raio igual ao vão, marque, com piquetes provisórios no terreno, o

Arco BB' ou arco jusante da BBZ (plantas e fotos anexas), de piquete a piquete de sangria. O espaçamento entre piquetes é arbitrário, podendo mesmo variar de um para o outro; o espaçamento mais utilizado é cerca de um metro.

5.7 Com o compasso de campo, centro no piquete C e raio agora igual ao valor do “vão”, acrescido da largura do coroamento, marque no terreno, com piquetes provisórios e alinhados com os piquetes do arco jusante e o centro dos arcos, o arco montante da BBZ (plantas e fotos em anexo). O segmento anelar, definido pelos dois arcos, corresponde ao traçado do coroamento da barragem (veja item 6.1).

5.8 Substituir os piquetes provisórios do arco montante por estacas verticais, cujos topos sejam nivelados com os piquetes B e B' na cota de sangria, usando o nivelador de alvo ou outro processo qualquer (plantas e fotos anexas)*.

5.9 Substituir também os piquetes provisórios do arco jusante por estacas verticais e niveladas* com os piquetes de sangria, utilizando o nivelador de alvo ou outro processo qualquer. Assim, obtêm-se pares de estacas verticais e niveladas, dispostas radialmente, que servirão para locar o coroamento da BBZ, como também para orientar a arrumação das pedras secas, dispondo-as em cunha radiais e assim conseguir o máximo de estabilidade da parede, visto que todas as pressões sobre elas serão descarregadas nas ombreiras da grota ou riacho (plantas e fotos em anexo).

5.10 A partir das estacas niveladas e verticais do arco jusante, em função do talude adotado e da altura de cada estaca, também de forma radial, conforme item 5.9, marcar, com piquetes, o arraste da saia de jusante. Adotando-se o talude 1:1, o arraste da saia será igual à altura de cada estaca também marcada radialmente, conforme o item 5.9. Para taludes 1,5:1, o arraste será 1,5 vez a altura de cada estaca; para taludes 2:1 será duas vezes a altura (plantas e fotos anexas). No Programa BBZ – PB e Fundação Araripe adotaram-se taludes 2:1 para maior segurança.

5.11 A fim de os trabalhadores visualizarem bem a marcação, é usual bater-se pregos nos topos das estacas e piquete, e por eles fixar linha de pedreiro ou fiti1ho plástico de modo a orientar a arrumação das pedras secas (plantas e foto anexos)*.

5.12 A marcação da obra está concluída. As estacas referidas nos itens acima, na realidade, são varas linheiras ou sarrafos serrados com os topos planos e os pés apontados, se o terreno for penetrável para a sua fixação vertical; se o terreno for impenetrável, os pés devem ser planos e sua fixação vertical mantida por um rodapé de pedras soltas. Na confecção do compasso de campo, utilizar um arame com argolas onde se enfiam as duas balizas, a fixa e a móvel, conforme itens 5.5; 5.6 e 5.7. Os termos “ponto” e “piquete” foram considerados como sinônimos, já que o piquete é a materialização do ponto topográfico.

O toque de genialidade de Arthur Padilha, quando racionalizou o sistema BBZ, foi arquear o eixo das barragens, antes reto como no modelo sumeriano, e, com isso, garantiu-se tanto a estabilidade máxima do barramento, visto que as pressões hidráulicas exercidas nas paredes são transferidas para as ombreiras das grotas ou riachos, bem como a disposição das pedras secas, em cunha radiais, resultando a máxima coesão entre elas.

6 CONSTRUÇÃO DA OBRA

6.1 Após a marcação da obra, conforme item 5, e embora a barragem não tenha fundação, é necessário, contudo, remover a terra superficial entre as estacas do arco montante (item 5.7) e os piquetes do arrasto da saia da barragem (item 5.10), a fim de as pedras secas serem assentadas em fileiras niveladas, formando cunhas radiais em relação ao centro geométrico dos arcos, conforme item 5.9, visando aumentar a sua estabilidade.

* Caso o leito do riacho seja rochoso, dificultando nivelar pelo topo das estacas, o nivelamento é assinalado por pregos batidos lateralmente nas estacas.

Assim, a seção curvilínea do boqueirão toma um formato de patamares nivelados, onde se vão arrumando, em nível, as camadas de pedra seca, procurando a melhor posição, com brechas mínimas, formando a parede filtrável – a prumo a montante e com arraste a jusante. Convém lembrar que a largura do coroamento é constante, definida pela fila dupla e concêntrica das estacas dos arcos montante e jusante, e, mesmo por ocasião das sucessivas reformas e ampliações, a largura do coroamento permanece constante, só ampliando-se a altura e o arraste da saia da barragem.

Contudo, quando o leito do riacho é arenoso, convém construir-se uma cortina argilosa subterrânea (item 3) a fim de impedir que a pressão hidráulica abra, por baixo da parede, galerias, comprometendo a estabilidade dela e inviabilizando a função do barramento. Essa cortina é feita abrindo-se uma vala com profundidade conveniente, no segmento anelar referido do item 5.7, e preenchendo-a com material sílico-argiloso apropriado, umedecido e compactado.

Nesse caso, convém abrir a vala antes do estaqueamento referido nos itens 5.8 e 5.9, preenchendo-a, totalmente, com o material apropriado e depois remarcar o arco montante e jusante conforme itens 5.6 e 5.7. Teoricamente, a largura da vala seria igual à do coroamento; na prática, é a necessária para os operários poderem escavá-la.

Contudo essa prática é questionada por alguns técnicos de larga experiência no assunto, como a então equipe do Núcleo de Taperoá, do Programa Base Zero – PB, que optou por dispensá-la, preferindo realinhar, remontar e nivelar os barramentos, nos locais dos abatimentos, já que a alvenaria de pedra seca se autoacomoda.

Esta opção – ausência de cortina argilosa – foi monitorada tecnicamente, durante a vigência do Programa, concluindo-se por sua viabilidade técnica e econômica, por meio do Balanço Custo/Benefício, já que os abatimentos ocorridos representaram menos de 3% dos previstos, critério adotado, também, pela Fundação Araripe.

Vale ressaltar que as pedras utilizadas nas BBZs são empregadas tal como se apresentam na natureza, sem nenhum benefício, e devem ser dispostas com seu eixo maior no sentido radial da obra e sua largura na vertical – item 6.1 (vide fotos anexas).

6.2 Levantada toda a parede até a altura de sangria prevista, como foi descrito no item anterior, é necessário, nas duas ombreiras da grotta ou riacho, levantar as proteções laterais contra a erosão das águas nos barrancos elevando-se, nos dois lados, duas muretas, com altura conveniente, em função das características da grotta ou riacho, e com espessura igual ao do coroamento, ou seja, construir seu vertedouro ou sangradouro. Muitos técnicos, em vez das muretas de proteção laterais, optam por revestir as ombreiras por enrocamentos laterais, mais econômicos e também mais compatíveis com o processo contínuo e progressivo de ampliação das BBZs (vide item 6.5). Caso o boqueirão seja rochoso, dispensam-se as proteções laterais ou os enrocamentos.

6.3 Muito embora a obra seja executada em pedra seca, convém, para alguns técnicos, nas proteções laterais e na camada da soleira do vertedouro, utilizar argamassa, cimento, areia, traço, 1:4, o que representa pequena despesa, compensada pela economia na sua manutenção; no Programa Base Zero – PB e na Fundação Araripe não se utilizou argamassa.

6.4 Caso o leito da grotta ou riacho seja de terra, também é aconselhado, ao pé do talude de jusante, fazer-se um enrocamento a fim de evitar erosões, pelas águas vertidas; medida desnecessária se o leito do riacho for rochoso (vide fotos anexas).

6.5 A obra está concluída, necessitando pequenos e periódicos reparos e, à medida que o nível dos sedimentos aumenta a montante, formando a vazante, deve-se aumentar a altura da parede e o arraste da saia, de modo que o nível da soleira do vertedouro fique sempre acima do nível da vazante, contudo, a largura do coroamento permanece constante, conforme item 6.1. Por essa razão, recomenda-se, na primeira etapa, construir a barragem até 1,50 m de altura, ampliando-a ao longo dos anos de acordo com a necessidade.

Ressalta-se que o processo é dinâmico, necessitando frequentes intervenções, na sua manutenção e ampliação. Utilizando essa metodologia, Arthur Padilha tem em sua Fazenda Caroá, em Afogados da Ingazeira, sertão do Alto Pajeú (PE), barragens com até 6 (seis) metros de altura, amplas e produtivas vazantes, e cacimbas (poços amazonas), de boa e

permanente vazão, a exemplo da BBZ-11, no Riacho das Carapuças, fruto de 23 anos de trabalho ininterrupto.

Alguns construtores, em vez do talude em rampa única, preferem a obra em degraus ou patamares; no caso do talude 1:1, a altura de cada patamar deve ser igual a sua largura; se o talude for 1,5:1 a largura será 1,5 vez a sua altura; se for 2:1 será 2 vezes sua altura.

Se a obra for em degraus, convém utilizar o compasso de campo citado nos itens 5.5 a 5.7, aumentando proporcionalmente os seus raios ao aumento das cotas dos degraus, no sentido do arraste da saia ao coroa-mento (fotos, planilha e plantas anexas).

7 COMENTÁRIOS

7.1 Barramento Contínuo

O sistema BBZ alcança o seu desempenho máximo quando as barragens sucessivas são construídas em uma grota ou riacho, tal que os níveis de sangria de qualquer de uma delas represe na saia da barragem anterior, ou seja, a cota da soleira do vertedouro de qualquer uma das BBZs seja a mesma cota do arraste da saia da anterior, situação denominada “Barramento Contínuo”. Dessa maneira, formam-se verdadeiras cascatas, sucessões de açudes, escadarias de produtivas vazantes e rosário de cacimba permanente, transformando a grota ou riacho efêmero – com cheias curtas e avassaladoras de águas turvas, durante os breves torós, alternando com longos períodos de fluxo cortado durante o longo período de estiagem – em um manso regato temporário de águas límpidas correndo ao longo de toda a estação chuvosa e parte da estiada, ou seja, transformando o seu regime anárquico em semirregularizado.

Arthur Padilha, na sua Fazenda Caroá, citado no item 2, só no Riacho das Carapuças, construiu nesse sistema 22 BBZs.

7.2 Regularização de grotas e riacho

A regularização de grotas e riacho é ideal quando o sistema BBZ é implantado em “Barramento Contínuo”, desde a sua cabeceira até sua barra,

independentemente dos limites dos imóveis rurais ao longo de todo o seu curso, o que só será efetivado por meio da conscientização ecológica, participação efetiva da população envolvida, esclarecida e motivada, mediante campanhas educativas, palestras, oficinas, envolvendo sindicatos rurais, associações comunitárias, grupos de jovens, igrejas, ONGs, sociedade civil organizada, etc.

7.3 Cenário Ideal

Do ponto de vista hidrológico, o cenário ideal seria a implantação do Sistema BBZ, em “Barramento Contínuo”, em todas as grotas e riachos sertanejos, iniciando-se pelas Microbacias Hidrográficas e expandindo-se, progressivamente, para as Minis e Sub-Bacias, até abranger toda a Bacia Hidrográfica – por meio de campanha regional, envolvendo os órgãos oficiais federais, estaduais e municipais, órgãos de classe, sociedade civil organizada, associações, sindicatos, igrejas, ONGs, etc. As obras terão custo mínimo, face a sua tecnologia simples e barata, ao alcance de todo sertanejo, visto que seriam executadas pelas comunidades locais, educadas, esclarecidas e motivadas, com mão de obra familiar – disponível durante a estiada, contando com a abundância de pedra no local, que pouco a pouco, iriam construindo suas BBZs, ano após ano, orientadas por seus companheiros, já com experiência no ramo: os agentes multiplicadores.

A Campanha Regional das BBZs, dado o seu arranco inicial, se manteria pela sua própria dinâmica, a exemplo da Campanha de Difusão da Palma Forrageira, no Semiárido nordestino, fruto da ação conjunta e particular do comendador Arthur Lundgen e de seu agente Delmiro Gouveia, em Pernambuco, e também do atual “Programa 1 Milhão de Cisternas”, patrocinado pela ONG ASA, com tecnologia simples e barata, que caiu no gosto do povo e hoje está presente em todo o sertão.

Caso essa campanha tenha êxito, o flagelo da seca será em muito atenuado: adeus carro-pipa, adeus frente de trabalho, adeus “viúva” e “órfãos da seca”, visto que o sertanejo não teria mais enchentes, nem riacho cortado e, sim, atravessando a estiagem com reserva de água em suas cacimbas, além de legumes, forragens, hortaliças e frutas em suas vazantes – que assim Deus o permita.

O projeto é tão viável que Arthur Padilha, o maior técnico da área, foi contratado pelo Governo da Paraíba, na gestão do então governador Ronaldo da Cunha Lima, para difundir o sistema BBZ no sertão, naquele estado vizinho, o que foi realizado com grande êxito e atualmente pelo Governo de Alagoas.

Em resumo, a implantação generalizada do Sistema BBZ, em “Barramento Contínuo”, será a redenção do Semiárido: riacho correndo em toda a estação chuvosa, vazantes produzindo lavouras e forragens, cacimbas de vazões permanentes e milhares de pequenos açudes temporários.

O cenário ideal é o sertão com seus riachos domados, correndo com límpidas águas de janeiro a agosto, miríade de pequenos açudes temporários, de vazantes produtoras de lavouras e forragens, e de cacimbas perenes. Tudo isso é possível caso o povo abrace a Campanha BBZ, e parodiando a já vitoriosa campanha da ASA: “1 milhão de BBZs”.

Considera-se inclusive ser dever governamental, o de criar o Programa “1 milhão de BBZs”, com financiamento diferenciado, a exemplo do “Programa Base Zero PB”, visto que seria um investimento certo, definitivo, valorizando o sertanejo e livrando-o das humilhantes medidas emergenciais, paliativas, politiqueiras e repetitivas, com vultosos gastos a fundo perdido, como a assistência dos carros-pipas e das frentes de trabalho que, no dizer do saudoso Luiz Gonzaga: “Quando não mata de vergonha, vicia o cidadão”.

Os técnicos do Programa Base Zero – PB afirmam que “só os benefícios gerados nas vazantes, a montante das BBZs, pela deposição dos sedimentos, em apenas quatro anos, cobriram todas as despesas com suas construções”, ou seja, as obras são autofinanciáveis, em curto prazo, graças ao trabalho gratuito da Mãe Natureza.

7.4 Objetivo

O Sistema BBZ não é uma sucessão de açudes convencionais, com paredes impermeáveis para represar águas estáticas. Ao contrário, seu objetivo é disciplinar o regime dinâmico das águas, nas grotas e riachos, por meio de uma sucessão de pequenas barragens de paredes permeáveis que permitam o riacho continuar fluindo, porém, domado seu

ímpeto, mansamente com água límpida, pela decantação sucessiva dos seus sedimentos, formando as vazantes e por um longo período de tempo face à revensa nas permeáveis paredes de pedra seca, das águas represadas acima do leito de sedimentos, como, também, das águas retidas nos poros do próprio leito de sedimentos que funciona como grande esponja, ou seja, o lençol subalveolar, além da revensa por baixo da parede, face à ausência de fundação ou alicerce nas BBZs.

7.5 A Folha e a Bacia

Arthur Padilha faz uma feliz analogia entre folha vegetal e Bacia Hidrográfica: a superfície da folha corresponde à área da bacia; a rede secundária de suas nervuras vegetais, à rede de drenagem superficial da bacia; a nervura vegetal principal, ao curso de água mestre da bacia.

Do mesmo modo que a seiva elaborada ou orgânica migra da mais reduzida das nervuras, de calibre mínimo, e vão se anastomosando, formando nervuras de ordem superior e maior calibre que, por sua vez, repete o processo, cada vez mais aumentando o calibre até chegar à nervura principal; assim também, na Bacia Hidrográfica, os minúsculos tributários vão se congregando em afluentes de ordem cada vez maior até formar o curso de água principal.

Se a seiva flui lenta e contínua, no imenso labirinto de suas nervuras, a folha permanece túrgida e viva, se, porém, a seiva flui rápida e interrompida, a folha seca e morre.

Assim, também, ocorre na Bacia Hidrográfica: se na imensa e ramificada malha de sua drenagem superficial o fluxo de água é controlado, a bacia é plena e estuante de vida, porém, se esse fluxo é acelerado, a bacia e todas as suas formas de vida ficam comprometidas – a bacia está morrendo. Face aos fatores já descritos no item 1, o fluxo, na rede de drenagem superficial do Semiárido nordestino, ano a ano, é acelerado, numa razão exponencial e retroalimentada, cujo desfecho fatal é a morte de suas Bacias Hidrográficas, ou seja, sua desertificação, caso não haja medidas urgentes para frear esse processo, ou melhor, revertê-lo. Entre essas medidas uma das mais importantes é o sistema BBZs em Barramento Contínuo.

7.6 Aspectos Legais

Toda e qualquer intervenção nos recursos hídricos, atualmente, necessita de prévia autorização do Comitê da Bacia Hidrográfica local, formado por representantes dos Órgãos Oficiais envolvidos, usuários e da sociedade civil atuante, a fim de administrar o uso racional e harmonioso do recurso hídrico, de forma social e ecologicamente correta. Assim, os projetos das BBZs, antes de suas implantações, também precisam de prévias autorizações; as solicitações deverão ser acompanhadas de projetos técnicos por profissionais habilitados, responsáveis pelas suas implantações e acompanhamentos, geralmente de órgãos oficiais, ONGs, Oscips, etc.

No caso das BBZs, ao contrário dos projetos de barragens convencionais, em que sempre há conflito de interesse entre usuários e mesmo entre os demais representantes do Comitê, as aprovações deverão ser automáticas, visto que todos os usuários do curso de água a jusante da intervenção só serão beneficiados: a vazão média do curso de água não será afetada, apenas naturalmente regularizada, sem cheias prejudiciais ou riacho cortado por longo período, mas, sim, correndo, com límpidas águas, durante e logo após toda a estação chuvosa – geralmente correndo de janeiro a agosto.

7.7 Soluções para o Controle do Regime dos Cursos de Água Sertanejos

Clássica: a solução clássica de controle do regime hidrológico com grandes, custosas e demoradas obras hídricas públicas – as barragens acumuladoras/reguladoras, que criam mais problemas – levantamentos detalhados, estudos básicos, projetos, licença ambiental, indenizações, reassentamento das populações, com graves consequências econômicas, culturais e sociais. Essa solução não ataca a raiz do problema: o elevado escoamento e a desertificação da sub-bacia.

Ecológica: propõe outra solução: natural, hidrológica, social, participativa, cultural e economicamente correta, e de tecnologia simples e barata.

- + Em vez de investir em obras físicas, investe no coração e na mente do povo, deixando as obras físicas para serem executadas por e à custa da própria população, esclarecida, motivada e consciente, contando com a abundância de pedras soltas nos próprios leitos dos riachos e a mão de obra familiar.
- + Em vez de grandes represas com gastos astronômicos para o governo, na sua construção e operação, se propõe a construir uma multidão de microrrepresas, construída à custa da própria população e operada pela natureza.
- + Em vez de submergir os baixios, a terra mais produtiva do sertão, criam-se uma multidão de microbaixios, aproveitados para as lavouras de vazante e cacimbas.
- + Em vez de acumular a água, perdida, barrenta e furiosa das bacias, em grandes e onerosas barragens, irá reter essa água, mansamente, na multidão das microbarragens sucessivas, de pedras secas, com seus sedimentos, evitando os assoreamentos das barragens já existentes e criando uma multidão de férteis minibaixios e cacimbas.

8 MARCAÇÃO SIMPLIFICADA DA OBRA EM NÍVEL DE PEQUENO PRODUTOR RURAL

8.1 Marque com dois piquetes o alinhamento da barragem, na margem da grota ou riacho, em esquadro com a carreira das águas.

8.2 Com visada por três balizas, no alinhamento da barragem, marcar o ponto mais baixo do leito do riacho, chamado cota zero.

8.3 Com visada por três balizas, no alinhamento da barragem, marcar os pontos nas duas ombreiras do riacho, tal que o seu desnível, medido pelo nivelador de alvo ou outro processo, em relação à cota zero, seja

igual à altura pretendida da barragem. Esses dois pontos marcados nas ombreiras são ditos “pontos de sangria”.

8.4 Coloque duas balizas, nos dois pontos de sangria, nas ombreiras do riacho, ligadas por cordinha ou arame. As duas balizas ligadas pelo arame é dito “compasso de campo”. Convém deixar sobra de arame para marcar o arco montante, conforme itens 8.8 e 8.10.

8.5 Mantenha a baliza da ombreira direita fixa no ponto de sangria e caminhe com a outra baliza em direção à ombreira esquerda, riscando o meio do riacho, água abaixo. O arame deve estar esticado e na horizontal.

8.6 Agora mantenha a baliza da ombreira esquerda fixa e caminhe com a outra baliza, em direção à ombreira direita, riscando o meio do riacho, água abaixo. O arame deve estar esticado e na horizontal.

8.7 O cruzamento dos dois riscos, no meio do riacho, marca o centro geométrico da obra.

8.8 Agora mantenha uma baliza do “compasso de campo” fixa no centro geométrico da obra e outra no ponto de sangria da ombreira direita e caminhe em direção à ombreira esquerda, água acima, marcando o terreno com piquetes provisórios, espaçados aproximadamente de 1 m, até o ponto de sangria da ombreira esquerda, marcando uma curva dita “arco jusante”. A distância entre os piquetes pode ser qualquer uma, inclusive uns mais próximos e outros mais distantes, conquanto seja de acordo com o arame do compasso de campo, esticado e nivelado.

8.9 Acrescente no arame do “compasso de campo” a largura do coroamento da barragem.

8.10 Mantenha uma das balizas do “compasso de campo” fixa no centro geométrico da obra, e o arame, agora, encompridado esticado e na horizontal, e alinhando com os piquetes do arco jusante, e o centro

geométrico, marque com piquetes provisórios, águas acima, de ombreira a ombreira, uma curva dita “arco montante”.

8.11 Substitua os piquetes provisórios do arco jusante e do arco montante, por estacas fincadas a prumo, cujas cabeças estão niveladas com os pontos de sangria, para isso use o nivelador de alvo e um prumo de pedreiro, ou outro processo qualquer.

8.12 Mantenha uma baliza do “compasso de campo” no centro geométrico da obra e a outra, móvel nas cabeças das estacas do “arco jusante” e, por esse alinhamento, meça a altura de cada estaca do “arco jusante” e marque, águas abaixo e na horizontal, essa distância, com piquetes, se o talude adotado for 1:1; se o talude for 2:1 marque duas vezes essa medida. Essas medidas, água abaixo, vêm a ser o arraste da saia da barragem. Assim, as estacas do “arco montante”, do “arco jusante” e os piquetes, do arraste da saia, ficam no mesmo alinhamento com o centro geométrico da obra, que nem o raios de uma bicicleta, ou seja, dispostos radialmente.

8.13 A fim de os trabalhadores visualizarem bem a marcação, é usual baterem-se pregos nos topos das estacas e piquetes, e por eles fixar linha de pedreiro ou fitilho plástico de modo a orientar a arrumação das pedras secas (plantas e fotos em anexo).

8.14 A marcação da obra está concluída. As estacas referidas nos itens acima, na realidade são varas linheiras ou sarrafos serrados, com topos planos e os pés apontados, se o terreno for penetrável para a sua fixação vertical; se o terreno for impenetrável, os pés devem ser planos e sua fixação vertical mantida por um rodapé de pedras soltas. Na confecção do compasso de campo, utilize um arame com argolas onde se enfiem as duas balizas, a fixa e a móvel, conforme itens 5.5; 5.6 e 5.7. Os termos “ponto” e “piquete” foram considerados como sinônimos, já que o piquete é a materialização do ponto geométrico.

O toque de genialidade de Arthur Padilha, quando racionalizou o Sistema BBZ, foi arquear o eixo das barragens, antes reto como no modelo

sumeriano e, com isso, garantiu-se, tanto a estabilidade máxima do barramento, visto que as pressões hidráulicas exercidas nas paredes são transferidas para as ombreiras das grotas ou riachos, bem como a disposição das pedras secas, em cunha radiais, resultando a máxima coesão entre elas.

9 CÁLCULO DOS VOLUMES DOS MATERIAIS

9.1 Justificativa. Muito embora sejam obras simples e construída com mão de obra familiar em regime de mutirão, às vezes é necessário apresentar os volumes dos materiais empregados na obra, razão por que é apresentado o roteiro seguinte.

9.2 Cálculo do volume da limpeza do terreno (inclui as áreas do coramento e da saia da barragem).

Desenhe, em papel milimetrado, em escala conveniente, a planimetria do corpo da BBZ, assinalando os arcos montante e jusante e o arraste da saia. Calcule sua área e multiplique pela profundidade da terra superficial removida, geralmente em torno de 10 cm a 20 cm, conforme item 6.1, planilha e figura anexas.

9.3 Cálculo do volume da cortina argilosa (vide itens 3 e 6.1).

Calcule um arco imaginário cujo comprimento seja a média aritmética dos arcos montante e jusante e fatore esse valor pela largura e profundidade média da vala, conforme figura, plantas e planilhas anexas.

9.4 Cálculo do volume do corpo da BBZ.

- Desenhe em papel milimetrado, em escala conveniente, o perfil do boqueirão, assinalando a cota zero e as cotas de sangria (itens 5.3 e 5.4), ou seja, a soleira do sangradouro. Divida essa área em faixas de igual largura e paralelas à soleira do sangradouro, correspondendo às cotas múltiplas da altura da BBZ, e calcule o comprimento médio de cada faixa. Cada faixa é dita “subsecção do boqueirão”, conforme figura, plantas e planilhas anexas.

- Desenhe em papel milimetrado, em escala conveniente, o perfil transversal da parede da BBZ, passando pela cota zero (vide item 5.3). Divida essa área em faixas de igual largura e paralelas ao coroamento, correspondendo às cotas múltiplas da altura da BBZ, e calcule a área de cada faixa. Cada faixa é dita “subsecção da BBZ”, conforme fotos, plantas e planilhas anexas.
- Fatore o comprimento médio de cada subsecção do boqueirão, incluindo o encastamento nas duas ombreiras, pela área da subsecção respectiva, gerando os volumes parciais cuja somatória corresponde ao volume da BBZ, conforme fotos, plantas e planilhas anexas. No caso de ombreiras rochosas não há encastamento.
- Cálculo dos volumes das muretas de proteção lateral (vide item 6.2)
- Calcule a área da secção da mureta, de proteção lateral, multiplicando sua altura – em função da vazão do riacho – pela largura do coroamento da BBZ; fatore essa área pelo comprimento médio das duas muretas, nas duas ombreiras, incluindo o seu encastamento, cujo resultado é o valor do volume das duas proteções laterais. No caso de ombreiras rochosas não há proteções. Vide fotos, plantas e planilhas anexas.
- Cálculo do volume da soleira do sangradouro
- As últimas camadas de pedra da soleira do sangradouro podem ser assentadas com argamassa, cimento/areia; traço 1:4, conforme item 6.3. Contudo, considerando que na zona rural o único ônus a mais, entre a alvenaria de pedra com argamassa e alvenaria de pedra seca, reside no custo do cimento – visto que a mão de obra é praticamente a mesma e a areia é gratuita, e o reduzidíssimo volume desse item, em relação ao volume total do corpo da BBZ, geralmente despreza-se esse valor, cujo ônus é coberto no orçamento pelo item de despesas eventuais, calculado em 5% do custo total. Nas BBZs do Programa Base Zero – PB e Fundação Araripe não se utilizou argamassa.

10 ORÇAMENTO

10.1 Justificativa

O orçamento é baseado nos volumes dos materiais gastos na obra, de acordo com item 9, e nos preços de mercado, atual e local, geralmente muito inferior ao especificado pelas empreiteiras do ramo, conforme roteiro:

Preparo do terreno (vide item 9.2) R\$

Escavação manual, remoção com bota-fora, de...../m³, de terra superficial ao preço de R\$/m³.....

Cortina argilosa (vide item 9.3)

Escavação em terra solta, de.....m³, ao preço de R\$...../m³.....

Enchimento, com material sílico-argiloso apropriado, umedecido e compactado de..... m³, a R\$...../m³.....

Corpo da BBZ (vide item 9.4)

Elevação de..... m³, em alvenaria de pedra seca ao preço de R\$...../m³...

Muretas de proteção laterais (vide item 9.5)

Elevação de..... m³ em alvenaria de pedra com argamassa cimento/areia; traço 1:4 ao preço de R\$...../m³

Subtotal:.....

Despesas eventuais: (5% do Subtotal)

Total

11 GEOMETRIA DO ARCO ROMANO

11.1 Generalidades

O Arco Romano, elemento fundamental na arquitetura romana, nos pórticos, arcadas e pontes, baseia-se na relação de proporcionalidade do

hexágono regular, em que o comprimento do lado é igual ao do raio que o circunscribe, dividindo o perímetro da circunferência em seis arcos iguais, cujas cordas têm comprimento igual ao do raio, conforme figura anexa. Em outras palavras, o vão do arco é igual ao raio da circunferência no qual ele se escreve.

11.2 Relação entre comprimento do arco e comprimento da corda

Face ao exposto no item 11.1, temos:

Comprimento da circunferência	$2\pi R$
Comprimento do Arco Romano	$2\pi R : 6 = 1/3\pi R$
Comprimento da sua corda	R
Relação arco/corda	$1/3\pi R : R = 1/3\pi$

Assim, conhecido o valor da corda, para se calcular o respectivo arco basta multiplicar esse valor pelo Fator $1/3\pi$ ou, aproximadamente 1,047, conforme planilhas anexas.

12 EXERCÍCIO

Para maior compreensão da teoria exposta, é apresentado o projeto, de autoria dos mesmos autores, da BBZ-01 RL-CE, no Riacho do Lobo, Crato (CE), em março de 2009.

12.1 Características técnicas da BBZ-01, RL-CE, em Riacho do Lobo, Crato (CE)

Classe: vertedouras, em alvenaria de pedra seca.

Fundação: ausente

Coroamento: 0,30 m

Talude de jusante: 1:1 (parede a prumo a montante), em duas opções:

Rampa única e em degraus.

Eixo (planimetria): Arco Romano; convexidade a montante

Perfil: trapézio reto

Altura de sangria: 1,50 m

Vão: 5,00 m Cortina argilosa (selo argiloso)

Largura: 0,50 m

Profundidade média: 1,00 m

12.2 Levantamento topográfico do boqueirão: caderneta de campo 01 (em anexo)

Sistema de coordenadas:

Origem = Cota zero

Abcissas = Distância Horizontal

Ordenadas = Cotas

12.3 Perfil normal do boqueirão (planta anexa)

A maioria dos projetistas, inclusive os autores, prefere o perfil alteado, onde a escala vertical é dez vezes menor que a horizontal, a fim de ressaltar as grandezas. No caso presente, por razões didáticas, preferiu-se o perfil normal, a fim de se ter uma visão das proporções naturais entre as grandezas do boqueirão e a do perfil do corpo da BBZ.

Observa-se as três subsecções, em faixas paralelas, a soleira do sangradouro e com cotas: + 1,50 m; +1,00 m; + 0,50 m, múltiplas da cota de sangria. O comprimento médio de cada subsecção é medido, na planta, na sua largura mediana.

12.4 Perfil do corpo da BBZ na sua secção máxima (passando na cota zero).

Plantas anexas, nas versões: talude em rampa e talude em degraus.

Observa-se as 3 (três) subsecções, em faixas paralelas, ao coroamento e com cotas: + 1,50 m; + 1,00 m; + 0,50 m, múltiplas da cota de sangria.

12.5 Planimetria do corpo da BBZ = 7,35 m². Plantas anexas, nas versões: talude em rampa e talude em degraus.

12.6 Cálculo dos Volumes

Cálculo do volume da limpeza do terreno	= 0,74 m ³	Planilha 01 anexa
Cálculo do volume da cortina argilosa	= 2,88 m ³	Planilha 02 anexa
Cálculo do volume do corpo da BBZ	= 7,63 m ³	Planilha 03 anexa
Cálculo do volume das proteções laterais	= 0,57 m ³	Planilha 04 anexa

12.7 Orçamento: R\$

Preparo do terreno (item 9.2, Planilha 01 e Tabela 01)

Escavação manual, remoção e bota-fora, de 0,74/m³, de terra superficial ao preço de R\$ 31,00/m³..... 22,94

Cortina argilosa (item 9.3, Planilha 02 e Tabela 01)

Escavação em terra solta, de 2,88 m³, ao preço de R\$ 15,00/m³ 43,20

Enchimento, com material sílico-argiloso apropriado, umedecido e compactado de 2,88 m³, a R\$ 44,00/m³ 126,72

Corpo da BBZ (item 9.4, Planilha 03 e Tabela 01)

Elevação de 7,63 m³, em alvenaria de pedra seca ao preço de R\$ 90,00/m³..... 686,70

Muretas de proteção laterais (item 9.5, Planilha 04 e Tabela 01)

Elevação de 0,57 m³ em alvenaria de pedra com argamassa cimento/areia; traço 1:4 ao preço de R\$ 220,00/m³..... 125,40

Subtotal: 1.004,96

Despesas eventuais: (5% do Subtotal) 50,25

Total Geral 1.055,21

Obs.: No orçamento acima considerou-se a mão de obra, assalariada. No caso de a obra ser executada em regime de mutirão familiar, o mais usado no sertão, o orçamento cai pela metade.

Tabela 01 – Preços praticados na construção de barragens na zona rural do Cariri cearense, incluindo material e mão de obra, em março de 2009.

Especificação	R\$/m ³
Escavação manual em terra a campo aberto, remoção e bota-fora	31,00
Escavação de vala em terra	15,00
Enchimento de valas, com material sílico-argiloso, umedecido e compactado	44,00
Elevação em alvenaria de pedra seca, com pedras retiradas no entorno	90,00
Elevação em alvenaria de pedra com argamassa cimento/areia, traço 1:4	220,00

Fonte: Edmundo de Sá Filho – Barbalha/CE
Eng. Civil e Construtor CREA 5802 D – PE

Obs.: O talude da BBZ-01 RL-CE foi modificado para 2:1 e seu coroamento para 0,50 m, para maior segurança; contudo em nada altera o exemplo do item 12.

13 OUTRA ALTERNATIVA

Tradicionalmente, nos riachos e córregos, efêmeros ou temporários, que drenam os diminutos vales encaixados nos “Tabuleiros Costeiros” da “Mata Seca” de Pernambuco, enquadrados por Sérgio Tavares, como “Bioma Cerrado”, e particularmente no município de Igarassu, constrói-se Sistema de Pequenas Barragens Vertedouras e Sucessivas com a finalidade de melhorar seus regimes de fluxo.

Como na região inexistem pedras, face à geologia sedimentar, os barramentos eram feitos com sacos de aniagens para 60 kg de açúcar, tecido natural de pouca duração, cheio de barro e com as suas bocas costuradas. Atualmente usam-se sacos de aniagem de tecido sintético com 60 cm x 80 cm, de duração muito maior e menor preço, principalmente nas lojas de materiais reutilizados.

Esses barramentos tinham eixos retilíneos, porém, desde que foram construídas essas barragens, em Arco Romano, no Sítio Recanto, no Riacho Caetés, em Igarassu – PE, os vizinhos e visitantes passaram a copiar o

modelo arqueado, como no Sítio Redenção, onde estão sendo construídas 6 (seis) obras em “Barramento Contínuo” (7.1).

Algumas dessas barragens, com sacos sintéticos, têm mais de 10 anos e a sacaria apresenta-se em bom estado, necessitando de eventuais reparos, particularmente aqueles banhados pelo sol, cuja radiação ultravioleta despolimeriza o plástico, danificando-o.

Nessas obras, os sacos com barro devem ser considerados como se fossem tijolos numa alvenaria, ou seja, dispostos em “amarração inglesa”: uma fileira cobrindo a anterior. Os sacos são dispostos radialmente, no sentido do comprimento, de modo que as juntas de uma fileira situem-se na metade da largura do saco da fileira abaixo e, também, na metade da largura do saco da fileira acima; assim procedendo obtém-se o “efeito cunha”, atingindo a máxima coesão entre os sacos.

Pela razão acima exposta, o coroamento é sempre de 0,80 m (comprimento do saco), o talude de jusante mínimo é de 2:1, em degraus, e naturalmente a face montante da parede permanece a prumo. Nessas obras não se utilizam a cortina ou selo argiloso.

Acredita-se que o modelo adotado nos “Tabuleiros Costeiros”, acima descrito, sirva de alternativa válida para alguns recantos do Semiárido, não só onde inexistam pedras no entorno da obra, como ocorre em muitas áreas sedimentares como, também, nos locais onde o transporte das pedras torne a construção economicamente inviável.

Melhores resultados são obtidos quando, em vez de barro puro, no enchimento dos sacos, utiliza-se barro dosado com cimento, no traço 1:20 ou 1:30, conforme a liga do barro, formando grandes blocos de solo-cimento; mesmo quando a sacaria acaba os blocos de solo-cimento permanecem inalterados e a BBZ permanece estável e funcional.

14 AS BBZS E O CONTROLE DAS VOÇOROCAS

As BBZs são também muito empregadas no controle da erosão em voçorocas, aqueles valados cavados na terra pelas enxurradas que vão se alastrando e aprofundando por todo o terreno, tornando-o seco, improdutivo e desertificado.

Nos locais desprovidos de pedras, pode-se utilizar sacos cheios de barro puro ou barro dosado com cimento ou cal, conforme item 12. As BBZs, nesse caso, devem ser em Barramento Contínuo (veja item 7.2) não só na voçoroca principal, como nas laterais e à medida que as BBZs forem aterradas serão remontadas, até a perfeita “cicatrização” da superfície do terreno. Outras medidas de proteção do solo contra a erosão superficial devem ser simultaneamente adotadas, pois as voçorocas resultam delas (veja item 2).

15 A ESCOLHA DO LOCAL DA CONSTRUÇÃO DE UMA BBZ

A locação de uma BBZ depende de vários fatores sendo o perfil do boqueirão dos riachos um dos mais importantes. O perfil do boqueirão pode ser “aberto”, “fechado” ou “intermediário”.

- Boqueirão “aberto”: as margens do riacho são suaves, o seu vão (distâncias entres as margens) é longo e seu leito raso, como nas fotos 42.0.
- Boqueirão “fechado”: as margens do riacho são abruptas e seu vão é curto e seu leito profundo, como nas fotos 43.0.
- Boqueirões “intermediários”: as margens dos riachos são ladeirosas, seu vão e seu leito são medianos (nem longo, nem curto).

Nos boqueirões “abertos” a despesa com a obra é maior, pois o volume da alvenaria de pedra seca é maior, porém, os benefícios serão maiores: maior área de vazantes e maior vazão das cacimbas (veja fotos 42.0).

Nos boqueirões “fechados” a despesa com a obra é menor, pois o volume de alvenaria de pedra seca é menor, porém, os benefícios serão menores: menor área de vazantes e menor vazão das cacimbas (veja foto 43.0).

Nos boqueirões intermediários a despesa e os benefícios serão medianos.

Outros fatores também devem ser considerados, como proximidade de pedras soltas no leito do riacho, estradas, veredas, caminhos,

proximidade das moradias, aguadas, bebedouros, eletrificação e desnível das demais BBZs do sistema, etc.

16 O REMONTE DA BBZ FACE AO ATERRAMENTO DE SUA VAZANTE E A RELOCAÇÃO DO CENTRO GEOMÉTRICO DA OBRA

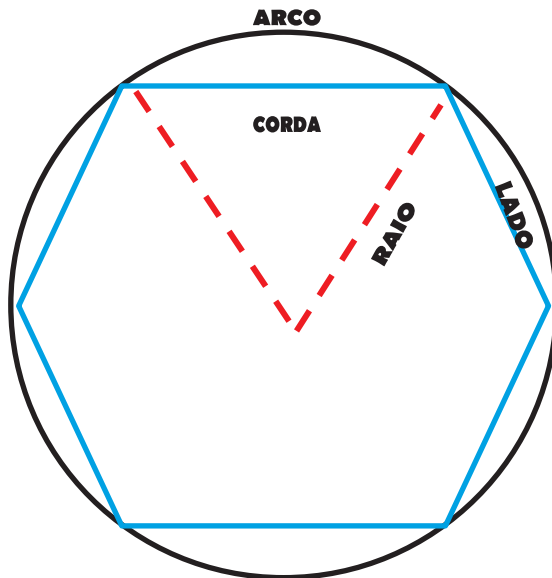
À medida que se remonta uma BBZ, pelo aterramento de sua vazante a montante, conseqüentemente, sobe-se o seu primitivo nível de sangria e aumenta-se o seu vão, face ao perfil do seu boqueirão (item 15).

Devido a esse fenômeno, é necessário, para conservar a geometria do Arco Romano, de tempo em tempo, relocar o novo centro geométrico da obra, os novos arcos jusante e montante e o novo arraste da saia (vide item 5). Face ao acima exposto, ao longo do tempo, o eixo da BBZ aparente e lentamente parece caminhar no sentido de montante.

ANEXO I

PLANTAS

Geometria do Arco Romano baseado no hexágono regular onde a corda é igual ao raio, ou seja, onde o «vão» é igual ao raio da circunferência.



- Comprimento da circunferência ----- = $2\pi R$
- Comprimento do Arco Romano ----- = $2\pi R:6=1/3\pi R$
- Comprimento de sua corda ----- = R
- Relação arco/corda----- = $1/3\pi R:R=1/3\pi$

ANEXO II

PLANILHAS

Planilha 01 – Cálculo do volume da limpeza do terreno

Área	Profundidade	Volume
m ²	m	m ³
7,5	0,10	0,74
(1)	(2)	(3)

Obs.: (1) Área da Planimetria da BBZ – vide Planta

(2) Profundidade Média

(3) = (1) x (2)

Planilha 02 – Cálculo do volume da cortina argilosa

Largura	Profundidade	Área	Comprimento	Volume
m	M	m ²	m	m ³
0,50	1,00	0,50	5,75	2,88
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Obs.: (2) Profundidade Média

(4) Comprimento do Arco Imaginário: Média do arco montante e jusante

(3) = (1) x (2)

(5) = (3) x (4)

Planilha 03 – Cálculo do volume do corpo da BBZ (Planta do perfil do corpo da BBZ)

SS	Base <	Base >	Altura	Área	Corda	Fator	Arco	SS
-	m	m	m	m ²	m	$\pi:3$	m	m ³
1ª	0,30	0,80	0,50	0,28	5,40	$\pi:3$	5,65	1,58
2ª	0,80	1,30	0,50	0,53	5,00	$\pi:3$	5,24	2,78
3ª	1,30	1,80	0,50	0,78	4,00	$\pi:3$	4,19	3,27
-	-	-	-	-	-	-	Σ	7,63
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

Observações:

(1) Subsecção

(2) Medido no perfil do corpo de BBZ (7) Vide item 11.

(3) Medido no perfil do corpo de BBZ (8) = (6) x (7) vide item 11.

(4) Medido no perfil do corpo de BBZ (9) = (5) x (8)

(5) = (2) + (3) / 2 x (4)

(6) Comprimento médio das Subsecções, medido no perfil do boqueirão e acrescido de 0,60 m referente ao encastamento de 0,30 m em cada ombreira argilosa.

Planilha 04 – Cálculo do volume das proteções laterais

Margem	Largura	Altura	Secção	Comprimento	Volume
-	M	M	m ²	m	m ³
Direita	0,30	1,00	0,30	0,80	0,24
Esquerda	0,30	1,00	0,30	1,10	1,33
-	-	-	-	Σ	0,57
-	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

(3) = (1) x (2)

(4) = Comprimento médio acrescido de 0,30 m, referente ao encastamento na ombreira

(5) = (3) x (4)

ANEXO III

**DOCUMENTÁRIO
FOTOGRAFICO**



Fotos 01 e 02 – Os riachos sertanejos caracterizam-se pelo “regime anárquico”. Enchentes breves e desastrosas, levando tudo de roldão: arvoredo, plantações, animais, benfeitorias e até vidas humanas, durante e logo após as intensas precipitações, seguidas de longos períodos de leitos totalmente secos: escaldantes caminhos de areia, seixos e pedras. Riacho da Varginha, Assentamento Casa de Pedra – Granito – PE
Foto: João Vital e Geraldo Leal



Fotos 03 e 04 – A adoção do Sistema de Barragens Sucessivas e Vertedoras, em Alvenaria de Pedra Seca (BBZ), constitui uma das soluções mais viáveis do ponto de vista social, econômico e ecologicamente corretas, a fim de normalizar o regime dos riachos do sertão. Observa-se o arqueamento da parede, os interstícios entre suas pedras, face à ausência de argamassa, e sua permeabilidade, características intrínsecas das Barragens Base Zero. Obra em Irauçuba – CE



Fotos 05 e 06 – BBZ em construção. Observa-se a parede em Arco Romano, a prumo, a montante e em talude 2:1 a jusante, em rampa única. Os técnicos do Núcleo de Taperoá do Programa Base Zero – PB, entre outros, optaram, nas suas obras, por dispensar o “selo argiloso”, mesmo em leitos arenosos, preferindo realinhar, remontar e nivelar os barramentos, nos locais dos abatimentos, já que a alvenaria de pedra seca se autoacomoda.

Foto 05: Bruna Souza; foto 06: Instituto Cactos



Foto 07 – BBZ em construção. Vala para implantação da “cortina” ou “selo” argiloso, no leito arenoso do riacho correspondendo ao segmento do anel limitado pelos arcos montante e jusante. Observam-se as estacas verticais e niveladas dos arcos montante e jusante.

Foto: João Vital



Foto 08 – Equipe técnica da Fundação Araripe locando o eixo da BBZ – 02, em função das características do riacho e do boqueirão. Observam-se as ombreiras argilosas abruptas, o leito de argila compactado, totalmente seco e a secção do boqueirão perpendicular a esse trecho do riacho. A altura da parede (cota de sangria) foi arbitrada em 1,00 m, a largura do coroamento em 0,30 m e 1:1 o talude de jusante.



Foto 09 – Marcação do eixo da BBZ – 02, pelo alinhamento dos piquetes A e A' situados nas duas margens e perpendicular ao trecho do riacho. Observa-se o balizeiro da margem direita (o mais próximo na foto) e da margem esquerda (o mais distante) ao lado da cerca.

Riacho do Lobo, Crato – CE
Foto: Francisco de Souza Nunes



Foto 10 – Marcação do ponto mais baixo da secção do boqueirão, piquete 0 (cota zero), por visada em duas balizas nos piquetes A e A', nas margens do riacho.

Foto 11 – Com o nivelador e mira de alvo, visando à ré o piquete 0 (cota zero) a fim de locar os piquetes B e B' (cotas de sangria), nas duas ombreiras, com desnível de 1,00 m, altura arbitrada para a BBZ. Observa-se o alvo a 1,40 m na escala da mira.





Fotos 12 e 13 – Locação dos piquetes B e B' (cotas de sangria) nas ombreiras do riacho, com desnível de 1,00 m do piquete 0 (cota zero). O porta-mira obedece simultaneamente à orientação do operador do nivelador de alvo – quanto ao desnível e dos balizeiros quanto ao alinhamento AA'. Observa-se o alvo a 0,40 m na escala da mira, resultando em desnível de 1,00 m, cota arbitrada para a altura da BBZ. Riacho do Lobo, Crato – CE. Fotos: Francisco de Souza Nunes



Foto 14 – Construção do compasso de campo: com balizas, nos piquetes B e B' (cotas de sangria) – ligadas por um arame esticado e na horizontal. Observam-se as bandeirolas para melhor visualização do raio do compasso, igual à corda do Arco Romano, do arco jusante e do vão da BBZ, no caso igual a 6,00 m.



Foto 15 – Marcação do centro geométrico dos arcos a jusante do eixo da BBZ com o compasso de campo. O compasso de campo centrado alternadamente nos piquetes B e B' e raio igual à corda ou vão do arco, riscam o leito do riacho. O cruzamento dos dois riscos loca o piquete C ou centro geométrico dos arcos montante e jusante. Observa-se o arame esticado e na horizontal. Riacho do Lobo, Crato – CE. Foto: Francisco de Souza Nunes



Foto 16 – Marcação do arco jusante com o compasso de campo, centrado no piquete C (centro geométrico da obra) e raio igual ao vão da BBZ. A marcação é feita com piquetes provisórios espaçados, aproximadamente, de 1,00 m, contudo, o espaçamento é arbitrário, podendo variar entre eles, visto que a exigência é a disposição radial em relação ao piquete C, o qual não está enquadrado na foto. Observa-se a sobra de arame, reservada para acréscimo da largura do coroamento, para locação do arco montante, e que o mesmo é mantido sempre esticado e na horizontal.

Foto: Francisco de Souza Nunes



Fotos 17 e 18 – Marcação do arco montante com compasso de campo, cujo raio já foi acrescido do valor do coroamento, através de piquetes provisórios, em posição radial com o piquete C e cobrindo os piquetes do arco jusante já implantados. Observa-se em primeiro plano, na foto 23, uma das balizas do compasso de campo “estacionada” no piquete C e a outra móvel marcando o arco montante e cobrindo os piquetes do arco jusante, já estabelecidos. Riacho do Lobo, Crato – CE. Foto: Francisco de Souza Nunes



Foto 19 – Nivelamento do topo da primeira estaca do arco jusante com o piquete B’ (cota de sangria), na ombreira esquerda, com auxílio de régua e “nível de pedreiro”.



Fotos 20 e 21 – Nivelamento dos topos das estacas verticais, substitutas dos piquetes provisórios – dos arcos jusante e montante – com os piquetes B e B' (cota de sangria) nas ombreiras do riacho, com auxílio do nivelador e mira de alvo. Na foto 25, em primeiro plano, observam-se os dois primeiros pares de estacas – no sentido da margem esquerda para a direita – dispostos radialmente em relação ao piquete C, sinalizado por baliza, em segundo plano. Riacho do Lobo, Crato – CE.
Foto: Francisco de Souza Nunes





Fotos 22 e 23 – Verticalização das estacas dos arcos jusante e montante com auxílio de dois “níveis de pedreiro”.



Foto 24 – Vista geral – de jusante para montante – de pares de estacas, verticalizadas e niveladas, na cota de sangria, dos arcos montante e jusante e alinhadas radialmente em relação ao piquete C. Riacho do Lobo, Crato – CE. Foto: Francisco de Souza Nunes

Fotos 25 e 26 – Marcação do arraste da saia da BBZ, vista de jusante para montante.



Foto 25 – Medição da altura da terceira estaca do arco jusante, a contar da margem esquerda, no caso 0,78 cm. Igual procedimento nas demais estacas.

Foto 26 – Medição do arraste da saia na estaca da foto 30, com auxílio do compasso de campo, a fim de obedecer à disposição radial da obra. Nesse caso, o arraste é de 0,78 m, medido na horizontal, face ao talude adotado de 1:1. Igual procedimento nas demais estacas.



Fotos 27 e 28 – Vista geral da marcação da obra observada da margem direita, no sentido de jusante para montante.



Foto 27 – Fitolho plástico marcando o arraste da saia e o coroamento da BBZ.

Foto 28 – Fitolho plástico marcando o arraste da saia, o coroamento e o talude de jusante, no caso, 1:1, a fim de facilitar os trabalhadores na visualização da marcação, de modo a orientar a arrumação das “pedras secas”. Riacho do Lobo, Crato – CE. Foto: Francisco de Souza Nunes





Fotos 29 e 30 – Diversos meios de transporte de pedras brutas, utilizadas no sertão. Foto 29: Acervo Fundação Araripe. Foto 30: João Vital



Foto 31a: Acervo Fundação Araripe



Foto 31b – A última pedra do coroamento da BBZ, vista do meio do riacho a montante. Observa-se a parede de montante a prumo e nivelada pelo topo das estacas do arco de montante. Foto: Instituto Cactos

32.0 – Série de fotos da BBZ 01. RV-PE, a primeira de uma série sucessiva, no Riacho da Varzinha, no Assentamento Agrário Casa de Pedra, no lote individual de Antônio Severino, Granito – PE, construída em regime de mutirão pelos assentados, sob orientação da equipe técnica da Fundação Araripe – Crato – CE, em agosto de 2009.

Características Técnicas da BBZ 01. RV-PE

Altura máxima: 1,00 m

Vão: 15,60 m

Coroamento: 0,50 m

Talude de jusante: 2:1

Talude de montante: inexistente; face da parede a prumo

Volume da Alvenaria de Pedra Seca: 13,00 m³

Proteção das ombreiras: em ambas, de alvenaria de pedra argamassada.

A obra foi construída em dez dias de trabalho, por seis assentados, incluindo o transporte manual das pedras. Preço irrisório considerando-se o grande benefício hidrológico para o riacho.



Foto 32.1 – Transporte manual das pedras pelos assentados, visto de jusante da ombreira esquerda. Observam-se também alguns assentados visitantes.



Foto 32.2 – Transporte manual das pedras pelos assentados, visto de jusante da ombreira esquerda, de outro ângulo.



Foto 32.3 – BBZ em obras, mureta e coroamento já concluídos, o arraste da saia (arrimo) em conclusão, vista da ombreira direita a jusante. Observe-se a mureta nivelada e os topos das estacas do arco de jusante. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as ombreiras, dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs) – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 32.4 – Elevação do corpo da BBZ em alvenaria de pedra seca, vista da ombreira esquerda. Observa-se a parede de montante a prumo e o arraste da saia (arrimo), o consultor Geraldo Leal e os seis assentados construtores da BBZ.



Foto 32.5 – Elevação do corpo da BBZ em alvenaria de pedra seca já concluída, vista da ombreira esquerda. Observa-se a parede de montante a prumo, com altura de 1,00 m, o coroamento com 0,50 m de largura, no nível do topo das estacas do arco de montante e o arraste da saia (arrimo), o consultor Geraldo Leal e os seis assentados construtores da BBZ. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as ombreiras, dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 32.6 – BBZ já concluída, vista da ombreira esquerda a jusante. Observa-se o talude 2:1, do arraste da saia da BBZ, o consultor Geraldo Leal e os seis assentados construtores da obra.



Foto 32.7 – Vista geral da BBZ. Foto tirada da ombreira direita e a jusante do barramento. Observa-se o arraste da saia e as proteções das ombreiras, face a sua natureza limosa. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as suas ombreiras, dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”.

Foto 32.8 – Formação inicial das férteis minivazantes pela sedimentação da argila, lima e barro depositado a montante do barramento, formando uma camada sobre o primitivo leito estéril e arenoso.



Foto 32.9 – Formação inicial das férteis minivazantes pela sedimentação da argila, lima e barro depositado a montante do barramento, formando uma camada sobre o primitivo leito estéril e arenoso. Vista de outro ângulo.



Foto 32.10 – Formação inicial das férteis minivazantes pela sedimentação da argila, lima e barro depositado a montante do barramento, formando uma camada sobre o primitivo leito estéril e arenoso. Vista de outro ângulo. À medida que o nível da minivazante aumenta, ampliam, proporcionalmente, a altura e o arraste da saia da BBZ, a fim de manter as suas características originais. Contudo, vale ressaltar, a largura de seu coroamento permanece constante.



Foto 33 – BBZ concluída, vista da ombreira direita, a montante. Observa-se o seu coroamento nivelado pelo topo das estacas do arco montante e os interstícios para filtragem das águas turvas, retendo a montante o barro, a lama e o limo, formando as férteis minivazantes. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as ombreiras dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”. Foto: Instituto Cactus



Foto 34 – BBZ concluída, vista da ombreira esquerda, a montante, de outro ângulo. Observa-se o seu coroamento nivelado e os interstícios para filtragem das águas turvas, retendo a montante o barro, a lama e o limo, formando as férteis minivazantes. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as ombreiras dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnoacs – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 35 – BBZ concluída, vista do meio do riacho, a montante. Observa-se o seu coroamento nivelado pelos topos das estacas do arco montante e os interstícios para filtragem das águas turvas, retendo a montante o barro, a lama e o limo, formando as férteis minivazantes.

36.0 – Série de fotos da BBZ 01.RV-CE a primeira de uma série sucessiva, no Riacho da Varzinha, no Assentamento Agrário “10 de Abril”, no lote comunitário Monte Alvene – Crato – CE. Construído em regime de mutirão pelos assentados sob orientação da equipe técnica da Fundação Araripe, Crato – CE em 21 de março de 2013.

Características Técnicas da BBZ 01.RV-CE

Altura máxima: 1,00 m

Vão: 3,80 m

Coroamento: 0,50 m

Talude de juzante: 2:1

Talude de montante: inexistente; face da parede a prumo

Volume da Alvenaria de Pedra Seca: 2,25 m³

Proteção das ombreiras: apenas na direita, em alvenaria de pedra argamassada, à esquerda, rochosa, dispensa proteção.

A obra foi construída em um dia e meio de trabalho, por sete assentados, incluindo o transporte manual das pedras. Preço irrisório considerando-se o grande benefício hidrológico para o riacho.



Foto 36.1 – Boqueirão eleito para locação da BBZ 01.RV-CE, local Argico Seco



Foto 36.2 – Locação do eixo da BBZ, perpendicular ao fluxo das águas, através de dois piquetes nas margens do Riacho. Observa-se o angico, na margem esquerda, que deu nome ao local, os assentados que construíram a obra e a equipe técnica da Fundação Araripe.



Foto 36.3 – Locação dos dois pontos de sangria, B e B', em ambas as margens, na cota 1. No presente caso, empregou-se a régua e “nível de pedreiro”, face à estreiteza do vão da BBZ, dispensando-se o nivelador de alvo.



Foto 36.4 – Locação dos dois pontos de sangria, B e B', em ambas as margens, na cota 1, vista de outro ângulo. No presente caso, empregou-se a régua e "nível de pedreiro", face à estreiteza do vão da BBZ, dispensando-se o nivelador de alvo.



Foto 36.5 – Marcação do centro geométrico da obra, por meio do compasso de campo, cujo raio é igual ao vão da BBZ, ou seja, a distância horizontal entre os dois pontos de sangria: B e B. Observa-se o consultor Geraldo Barreto, "riscando" o leito do riacho, a jusante do eixo da BBZ, com uma das balizas, e o fitilho que é o raio do compasso, ligado a outra baliza no ponto de sangria B, na margem direita.

Foto 36.6 – O consultor Osani Godoy corrige, com o “nível de pedreiro”, a horizontalidade do raio do compasso de campo, representado pelo fitilho.



Foto 36.7 – A consultora Bruna Vieira estaciona uma das balizas do compasso de campo no ponto de sangria, da margem esquerda. Observa-se, no canto direito da foto, o consultor Geraldo Barreto, de chapéu de couro, portando a outra baliza do compasso e marcando o centro geométrico da obra. Observa-se o fitilho, que corresponde ao raio do compasso, e o angico que deu nome ao local.



Foto 36.8 – Marcação dos arcos jusante e montante, através de piquetes provisórios. Observa-se o fitilho, com comprimento igual ao vão da BBZ, e do raio do compasso, no caso 3,80 m. Uma das balizas do compasso estacionada no centro geométrico da obra, e a outra baliza marca os piquetes provisórios do arco jusante, de metro em metro. Por visada nos piquetes do arco jusante, já locados, para o centro geométrico, marca-se os piquetes provisórios do arco montante, acrescido da largura do coroamento, no caso 0,50 m.



Foto 36.9 – Marcação dos arcos jusante e montante, através de piquetes provisórios, vista de outro ângulo. Observa-se o fitilho, com comprimento igual ao vão da BBZ e do raio do compasso, no caso 3,80 m. Uma das balizas do compasso estacionada no centro geométrico da obra, e a outra baliza marca os piquetes provisórios do arco jusante. Por visada, nos piquetes do arco jusante, já locados, para o centro geométrico, marca-se os piquetes provisórios do arco montante, acrescido da largura do coroamento, no caso 0,50 m.



Foto 36.10 – Marcação das estacas do arco de jusante, por estacas que substituem os piquetes provisórios e cujos topos correspondem às cotas de sangria, os pontos B e B'. No presente caso, face ao pequeno vão da BBZ, utilizou-se régua e “nível de pedreiro”, dispensando o nivelador de alvo.

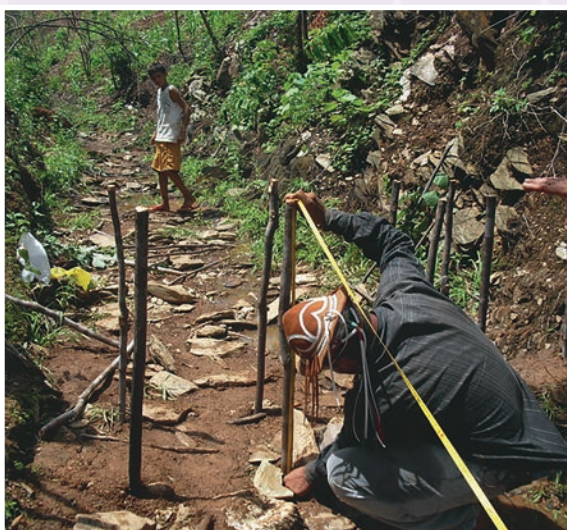


Foto 36.11 – Marcação do arraste da saia da BBZ. Observam-se as estacas niveladas dos arcos jusante e montante. Um assentado mede a altura da estaca – no caso um 1,00 m – e alinhado, com o centro geométrico da obra, marca o seu arraste, no caso duas vezes a altura, face ao talude adotado, ou seja, 2,00m. Vulgarmente o arraste da saia da BBZ é denominado “arrimo”.



Foto 36.12 – Marcação do arraste da saia da BBZ, vista de outro ângulo. Observam-se as estacas niveladas dos arcos jusante e montante. Um assentado mede a altura da estaca – no caso um 1,00 m – e alinhado, com o centro geométrico da obra, marca o seu arraste, no caso duas vezes a altura, face ao talude adotado, ou seja, 2,00 m. Vulgarmente o arraste da saia da BBZ é denominado “arrimo”.



Foto 36.13 – Marcação do corpo da BBZ, pela consultora Lúcia Campello, através de estacas, piquetes e fitilhos, a fim de orientar os assentados na elevação da alvenaria de pedra seca, vista de jusante.

Foto 36.14 – Marcação do corpo da BBZ, pela consultora Lúcia Campello, através de estacas, piquetes e fitilhos, a fim de orientar os assentados na elevação da alvenaria de pedra seca, vista de montante.



Foto 36.15 – Marcação do corpo da BBZ, através de estacas, piquetes e fitilhos do corpo da BBZ, pela consultora Lúcia Campello, a fim de orientar os assentados na elevação da alvenaria de pedra seca, vista da ombreira direita. Observa-se a disposição radial, para o centro geométrico da obra, dos arcos montante e jusante e do arraste da saia da BBZ. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as suas ombreiras dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 36.16 – Início da elevação do corpo da BBZ, em alvenaria de pedra seca. As pedras são dispostas no sentido longitudinal para funcionarem como cunhas, aumentando a estabilidade da obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 36.17 – Início da elevação do corpo da BBZ, em alvenaria de pedra seca, vista da ombreira direita. Observa-se o início da construção da mureta e do arraste da saia, orientado pelas estacas dos arcos montante e jusante.



Foto 36.18 – Início da elevação do corpo da BBZ, em alvenaria de pedra seca, vista da ombreira direita. Observa-se o início da construção da mureta e do arraste da saia, orientado pelas estacas dos arcos montante e jusante.



Foto 36.19 – Assentados transportando manualmente as pedras para a obra.



Foto 36.20 – Elevação do corpo da BBZ, vista de jusante. Mureta e o arraste da saia em conclusão. Observam-se algumas estacas do arco de jusante, já perto da ombreira direita e os interstícios entre as pedras que funcionarão como filtro, retendo, a montante, o barro, a lama e o limo em suspensão nas águas turvas, formando as férteis minivazantes.



Foto 36.21 – BBZ concluída, vista de jusante. Observa-se o seu coroamento nivelado, o arraste da saia (arrimo) e os interstícios entre as pedras, que servirão de filtro das águas turvas, retendo a montante o barro, a lama e o limo, formando as férteis minivazantes.



Foto 36.22 – BBZ concluída, vista de montante. Observa-se o seu coroamento nivelado pelos topos das estacas do arco montante e os interstícios para filtragem das águas turvas, retendo a montante o barro, a lama e o limo, formando as férteis minivazantes. O seu formato em Arco Romano transfere as pressões hidráulicas exercidas no barramento para as ombreiras dando a máxima estabilidade à obra, norma estabelecida por Arthur Padilha – ex-diretor do Dnocs – “o pai do Sistema BBZ”.



Foto 37 – O mestre e seu discípulo: Arthur Padilha (à direita) e Geraldo Barreto, colaborador da Fundação Araripe, na Fazenda Caroá Afogados da Ingazeira – PE, onde o mestre desenvolveu o Sistema de Barragens Base Zero – BBZ (agosto de 2013).



Fotos 38 e 39: O Sistema BBZ – em Barramento Contínuo (item 7.2) – é o método mais eficiente no controle da erosão em Voçoroca – valados escavados na terra pela enxurrada, que vão se alastrando e aprofundando por todo o terreno, podendo até alcançar a “rocha mãe”, tornando-o seco, improdutivo e desertificado. Lagoa Grande (PE).

GERALDO BARRETO é engenheiro-agrônomo e professor Livre Docente aposentado da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), especializado em Conservação de Solo. Atuou nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, irrigação e drenagem, manejo de bacias hidrográficas, ambientalismo e cooperativismo.

É autor do livro “Cálculo do Tempo de Operação de Máquinas Agrícolas”. Ministra cursos voltados para: manejo e conservação do solo e da água, barragens subterrâneas e sistema de pequenas barragens vertedouras e sucessivas em alvenaria de pedras secas (Sistema BBZ); e “Uso do Clinômetro Rústico”.

É colaborador técnico consultor das Fundações Araripe e Esquel Brasil, e da ONG Agendha e Secretário da Cooperativa de Energia, Comunicação e Desenvolvimento do Litoral de Pernambuco (CERLIT).

OSANI GODOY é engenheiro-agrônomo e professor aposentado da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Atuou nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, alimentos, indústria, ambientalismo e cooperativismo. É assessor técnico junto a empreendimentos rurais na área de produção de alimentos, manejo e uso sustentável de recursos naturais. Atuou na formação técnica de multiplicadores de boas práticas de produção sustentável no semiárido.

É autor dos livros “Industrialização do jambo do Pará” e “Levantamento agropecuário da APA – Chapada do Araripe e entorno”, entre outros”.

Ministra cursos voltados para: “Tecnologias Sociais – biodigestores no meio rural”; “Tecnologia de Alimentos”; “Uso do Clinômetro Rústico”; “Capacitação sobre Sistema de Barragens Base Zero e Prática de Conservação do Solo e da Água, com Instrumentos Rústicos”, entre outros temas.

É colaborador técnico das Fundações Araripe e Esquel Brasil, da Agendha, Presidente da Cooperativa de Energia, Comunicação e Desenvolvimento do Litoral de Pernambuco (CERLIT) e membro da Comissão de Ética da Organização Brasileira de Cooperativas (OCB).

- **TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**
- **USO DO CLINÔMETRO**
- **NIVELADOR DE ALVO**
- **USO DA CURVA DE NÍVEL**
- **BARRAMENTO BASE ZERO**

APOIO



REALIZAÇÃO



Ministério do
Meio Ambiente

