

Preservação e Recuperação das

NASCENTES

(de água e de vida)

Preservação e Recuperação das

NASCENTES

(de água e de vida)

Piracicaba, Brasil

JUNHO / 2004

1ª Edição - 2004

Reservados todos os direitos de publicação para:
Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiáí
Av. Estados Unidos, 988 - CEP 13416-500 - Piracicaba SP
E-mail: comitepcj@recursoshidricos.sp.gov.br - Tel: (19) 3434.5111

FICHA CATALOGRÁFICA

Preservação e Recuperação das Nascentes /
Calheiros, R. de Oliveira et al.
Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas
dos Rios PCJ - CTRN, 2004.
XII40p. : il.; 21cm

Inclui Bibliografia

1. Preservação nascentes. 2. Conservação
dos recursos hídricos. I. Comitê das Bacias
Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN.

CDD333.716

REDAÇÃO

Rinaldo de Oliveira Calheiros - CPDEB / IAC / APTA
Fernando César Vitti Tabai - Consórcio Intermunicipal das Bacias
dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
Sebastião Vainer Bosquilia - DAEE
Márcia Calamari - DEPRN

FOTOGRAFIAS

Rinaldo de Oliveira Calheiros
Sebastião Vainer Bosquilia

EXTRAÍDO, SOB AUTORIZAÇÃO, DE

Calheiros, R. de O.; Tabai, F. C. V.; Bosquilia, S. V. & Calamari, M.
Preservação e Recuperação de Nascentes,..... 2004 (no prelo).

REVISÃO CIENTÍFICA

Prof. Dr. Walter de P. Lima - Depto. de Ciências Florestais/ESALQ/USP
Prof. Dr. Ricardo R. Rodrigues - Depto. de Ciências Biológicas/ESALQ/USP

REVISÃO TÉCNICA, ADAPTAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

CÂMARA TÉCNICA DE CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO AOS RECURSOS NATURAIS
COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARÍ E JUNDIAÍ

SUPERVISÃO EDITORIAL

Luiz Roberto Moretti - DAEE

ARTE E ILUSTRAÇÕES

Richard McFadden

SIGLAS:

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
DEPRN - Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais
CTRN - Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais
CPDEB - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica
IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
SAA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento dos Estado de São Paulo

Agradecimentos

O COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ consignam seus agradecimentos a todos quantos, direta ou indiretamente, auxiliaram na elaboração dessa cartilha e em especial às instituições relacionadas abaixo pelo apoio recebido:

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica / Instituto Agrônômico / APTA / SAA

Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais - DEPRN

Comissão Editorial

Composta pelos Membros da Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais

Afrânio José Soriano Soares
Amarildo Rogério
Ana Luiza Borja Ribeiro Lima
Ana Maria Souza Pereira
Antonio Celso de Oliveira Braga
Antonio Mancini
Ariella Machado de Oliveira
Ariovaldo Luchiari Junior
Carlos Alberto de Aquino
Carlos Zima Junior
Cecília de Barros Aranha
Cléa de Oliveira
Cristiana Midori Honda
Cristiane Holvorcem
Edmo José Stahl Cardoso
Eduardo Lovo Paschoalotti
Eliete Nunes Fernandes da Silva Secamilli
Emílio Sakai
Frederico Augusto Prado Muzzi
Gerd Spavorek
Godofredo B. de Carvalho Brazzalotto
Ismael Luis Secco
James Alexandre Magnus Landmann
José Renato da Rios Rugai
Juleusa Maria T. Turra
Juliana Aparecida Travaioli
Ladislau Araújo Skorupa
Lais Romão
Leila Cunha de Moura

Liana Sayuri Nakao Nakahodo
Lidiane Maria Nai
Luciana Chiodo Cherfen
Lucio Gregori
Luís Eduardo Trigo
Luís Eduardo Castro
Renato Calaboni Júnior
Rosabel Corghi G. Botti Monteiro
Rosemeire Facina
Marcia Calamari
Marco Antonio de Assis
Marco Aurélio Manucci
Marcos Antonio Garcia
Marcos Zanaga Trapé
Maria Carmen A. A. Gomes
Maria Nilce Conti Sacilotto
Maurício Alexandre Mennella
Maurício Silveira
Michele de Sá Dechoum
Miguel Cooper
Nélson Luiz Neves Barbosa
Nice Rosa C. Sabino
Peter Christian Hackspacher
Rinaldo de Oliveira Calheiros
Rita Cristina Marino
Ronaldo Luiz Mincato
Simone Ribeiro Heitor
Walter Antonio Becari

Convidados:

FERNANDO CÉSAR V. TABAI
MÁRCIA CALAMARI
SEBASTIÃO VAINER BOSQUILIA

Sumário

Apresentação	9
.....
Prefácio	10
.....
1. Introdução	13
.....
2. Ciclo hidrológico e hidrogeologia da nascente	14
.....
3. Legislação relacionada às nascentes e aos outros recursos hídricos decorrentes e trâmites necessários para legalizar ações interferentes	18
.....
4. Cuidados primários essenciais em relação à área adjacente às nascentes	24
.....
5. Cobertura vegetal em torno das nascentes	28
.....
6. Aproveitamento para Consumo no Abastecimento Rural ou Urbano	37
.....
7. Apresentação de algumas nascentes e detalhes sobre o estado de preservação	44
.....
8. Bibliografia	52
.....

Apresentação

O ano de 2004 está marcado na história da gestão e da luta pela preservação e recuperação dos recursos hídricos, destacadamente na região compreendida pelas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Iniciado com a constituição de Grupo de Trabalho e com os debates, no âmbito dos Comitês PCJ, para o estudo da renovação da outorga do Sistema Cantareira, em meio à Campanha da Fraternidade que abordou o tema “Fraternidade e Água – Água, Fonte de Vida”, temas e atividades que suscitaram o interesse e as preocupações com relação à conservação e preservação de nossas águas.

Vindo ao encontro dos anseios da sociedade, a Câmara Técnica de Conservação e Proteção de Recursos Naturais (CT-RN), dos Comitês PCJ, nos brindam com a magnífica iniciativa desta publicação “PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES (de água e de vida...)”. Voltado à melhoria dos nossos mananciais, com o esforço e cooperação de muitos, agindo de forma integrada, o texto está disponibilizado para servir de orientação a todos aqueles que se dedicam ao aumento da quantidade e melhoria da qualidade das águas de nossos mananciais.

A preservação e a recuperação das nascentes dos nossos cursos d’água não são apenas atitudes que satisfazem a legislação ou propiciam a continuidade do aproveitamento das águas para as mais variadas atividades humanas, mas são, acima de tudo, ações concretas em favor da vida, desta e das futuras gerações em nosso planeta.

Rendamos nossos agradecimentos à CT-RN e a todos que tornaram possível o lançamento desta publicação, atitude positiva e prática, exemplo do esforço Regional para a melhoria da qualidade de vida de todos nós.

CLÁUDIO ANTÔNIO DE MAURO

Presidente dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

Junho / 2004

Prefácio

NASCENTE

A poesia canta, em verso e prosa....

Um rio passou dentro de mim, que eu não tive jeito de atravessar...

A lua é branca, e o sol tem rastro vermelho, e o lago é um grande espelho, onde os dois vem se mirar...

Você pensa que cachaça é água, cachaça não é água não, cachaça vem do alambique, água vem do ribeirão...

Canoa, canoa desce, no meio do rio Araguaia desce...

O sertão vai virar mar, dá no coração, o medo que algum dia o mar também vire sertão...

Cachoeira, mambucaba, porto novo, água fria, andorinha, guanabara, sumidouro, olho d'água...

Ah! Ouve essas fontes murmurantes, onde eu mato a minha sede, e onde a lua vem brincar...

Água de beber, bica no quintal, sede de viver tudo...

Riacho do Navio, nasce no Pajeu, o Rio Pajeu, vai despejar no São Francisco....

O Rio da minha aldeia é mais importante que o Tejo...

Águas que nascem da fonte...

Essa rua, sem céu sem horizonte, foi um rio de águas cristalinas...

...que numa pororoca deságua no Tejo...

É pau, é pedra, é o fim do caminho...

...Ninamata, taineiros, estão distantes daqui, engana-se redondamente o dragão chega ao Moji...

Foi um rio que passou em minha vida...

...enquanto este velho trem atravessa o pantanal...

É desse jeito que nasce.

Como a poesia, a água brota, vencendo a força da terra que teima em prendê-la, tenra e terna uma boa idéia vai se transformando em uma união de vontades, que repartidas, se multiplicam, vão ganhando forças para fundir mais possibilidades.

O que no início seria um boletim, foi ganhando forma, letra, novo nome, e foi chamado de cartilha.

Hoje é um livro, que é mais.

É uma demonstração de que o CBH-PCJ é um fórum de trabalho e generosidade, onde cada participante doa o melhor de si para o todo.

Este livro, que foi inicialmente idealizado na CT-RN, é uma ferramenta de trabalho para técnicos, agricultores, educadores, enfim, todo aquele que busca a informação sobre a proteção e recuperação dos berços dos nossos rios.

Vamos tratá-lo como ele merece. Sorvendo seus ensinamentos e disseminando-os, como uma generosa árvore bebe dessas águas e espalha suas boas sementes.

Nossos parabéns e agradecimentos a seus autores, que tiveram a centelha, aos coordenadores da Câmara que nos antecederam, que cuidaram e deram calor à chama, àqueles que viabilizaram esta edição e a todos que fizeram uso deste belo trabalho.

Só para lembrar, no dia em que não houverem mais nascentes, não haverá mais nosso café, nosso leite, nosso pão, nossa cerveja, nem mais qualquer poesia.

Só por isso a importância deste livro...

CARLOS ALBERTO DE AQUINO

Coordenador da Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais - CTRN

1. Introdução

Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Em virtude de seu valor inestimável dentro de uma propriedade agrícola, deve ser tratada com cuidado todo especial.

A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia.

É bom ressaltar que, além da quantidade de água produzida pela nascente, é desejável que tenha boa distribuição no tempo, ou seja, a variação da vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano. Esse fato implica que a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, escoando em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial. Ao contrário, a bacia deve absorver boa parte dessa água através do solo, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, aos poucos, aos cursos d'água através das nascentes, inclusive mantendo a vazão, sobretudo durante os períodos de seca. Isso é fundamental tanto para o uso econômico e social da água - bebedouros, irrigação e abastecimento público, como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água no período do ano em que mais se precisa dela.

Assim, o manejo de bacias hidrográficas deve contemplar a preservação e melhoria da água quanto à quantidade e qualidade, além de seus interferentes em uma unidade geomorfológica da paisagem como forma mais adequada de manipulação sistêmica dos recursos de uma região.

As nascentes, cursos d'água e represas, embora distintos entre si por várias particularidades quanto às estratégias de preservação, apresentam como pontos básicos comuns o controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica e ações mitigadoras de perdas de água por evaporação e consumo pelas plantas.

Quanto à qualidade, deve-se atentar que, além da contaminação com produtos químicos, a poluição da água resultante de toda e qualquer ação

que acarrete aumento de partículas minerais no solo, da matéria orgânica e dos coliformes totais pode comprometer a saúde dos usuários – homem ou animais domésticos.

Por fim, deve-se estar ciente de que a adequada conservação de uma nascente envolve diferentes áreas do conhecimento, tais como hidrologia, conservação do solo, reflorestamento, etc. Objetiva-se, nesse trabalho, apresentar cada um dos interferentes principais, de modo sistemático e integrado.

2. Ciclo hidrológico e hidrogeologia da nascente

RINALDO DE O. CALHEIROS • SEBASTIÃO V. BOSQUILIA • FERNANDO CÉSAR V. TABAI • MÁRCIA CALAMARI

Segundo Castro e Lopes (2001), simplificadamente, ciclo hidrológico é o caminho que a água percorre desde a evaporação no mar, passando pelo continente e voltando novamente ao mar.

Dentro de uma bacia hidrográfica, a água das chuvas apresenta os seguintes destinos: parte é interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera, parte escoar superficialmente formando as enxurradas que, através de um córrego ou rio abandona rapidamente a bacia (Figura 1). Outra parte, e a de mais interesse é aquela que se infiltra no solo, com uma parcela ficando temporariamente retida nos espaços porosos, outra parte sendo absorvida pelas plantas ou evaporando-se através da superfície do solo, e outra alimentando os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo (Loureiro, 1983). Essa região saturada pode situar-se próxima à superfície ou a grandes profundidades e a água ali presente estar ou não sob pressão.

Quando a região saturada se localiza sobre uma camada impermeável e possui uma superfície livre sem pressão, a não ser a atmosférica, tem-se o chamado *lençol freático* ou *lençol não confinado*. Quando se localiza entre camadas impermeáveis e condições especiais que façam a água movimentar-se sob pressão, tem-se o *lençol artesianos* ou *lençol confinado*.

Hidrogeologicamente, em sua expressão mais comum, lençol freático é uma camada saturada de água no subsolo, cujo limite inferior é uma outra camada impermeável, geralmente um substrato rochoso. Em sua dinâmica, usualmente é de formação local, delimitado pelos contornos da bacia hidrográfica, origina-se

das águas de chuva que se infiltram através das camadas permeáveis do terreno até encontrar uma camada impermeável ou de permeabilidade muito menor que a superior. Nesse local fica em equilíbrio com a gravidade, satura os horizontes de solos porosos logo acima, deslocando-se de acordo com a configuração geomorfológica do terreno e a permeabilidade do substrato (Figura 1).

As nascentes localizam-se em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

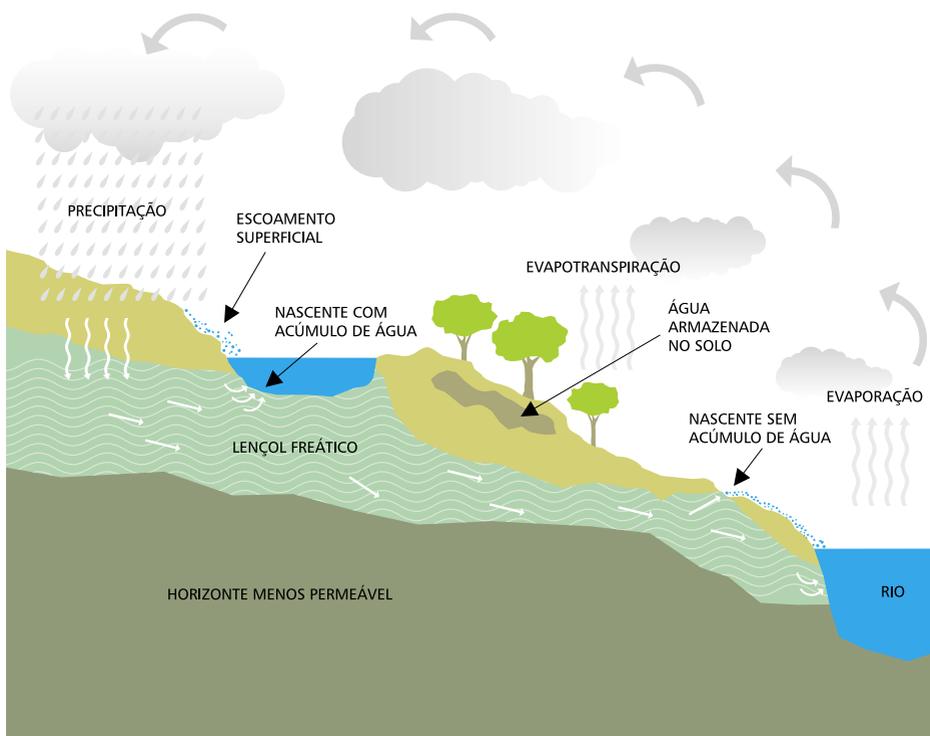


Figura 1. Ciclo hidrológico

Pode-se, ainda, dividir as nascentes em dois tipos quanto à sua formação. Segundo Linsley e Franzini (1978), quando a descarga de um aquífero concentra-se em uma pequena área localizada, tem-se a nascente ou olho d'água.

Esse pode ser o **tipo de nascente sem acúmulo d'água inicial**, comum quando o afloramento ocorre em um terreno declivoso, surgindo em um único ponto em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta, São exemplos desse tipo as *nascentes de encosta e de contato* (figura 2).



Figura 2. Nascente sem acúmulo inicial.

Por outro lado, se quando a superfície freática ou um aquífero artesianos interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espreado numa área o afloramento tenderá a ser difuso formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as *veredas*.

Se a vazão for pequena poderá apenas molhar o terreno, caso contrário, pode originar o **tipo com acúmulo inicial**, comum quando a camada impermeável fica paralela a parte mais baixa do terreno e, estando próximo a superfície, acaba por formar um lago (figura 3).



Figura 3. Nascente com acúmulo inicial.

São exemplos desse tipo as nascentes de fundo de vale e as originárias de rios subterrâneos (Figura 4).

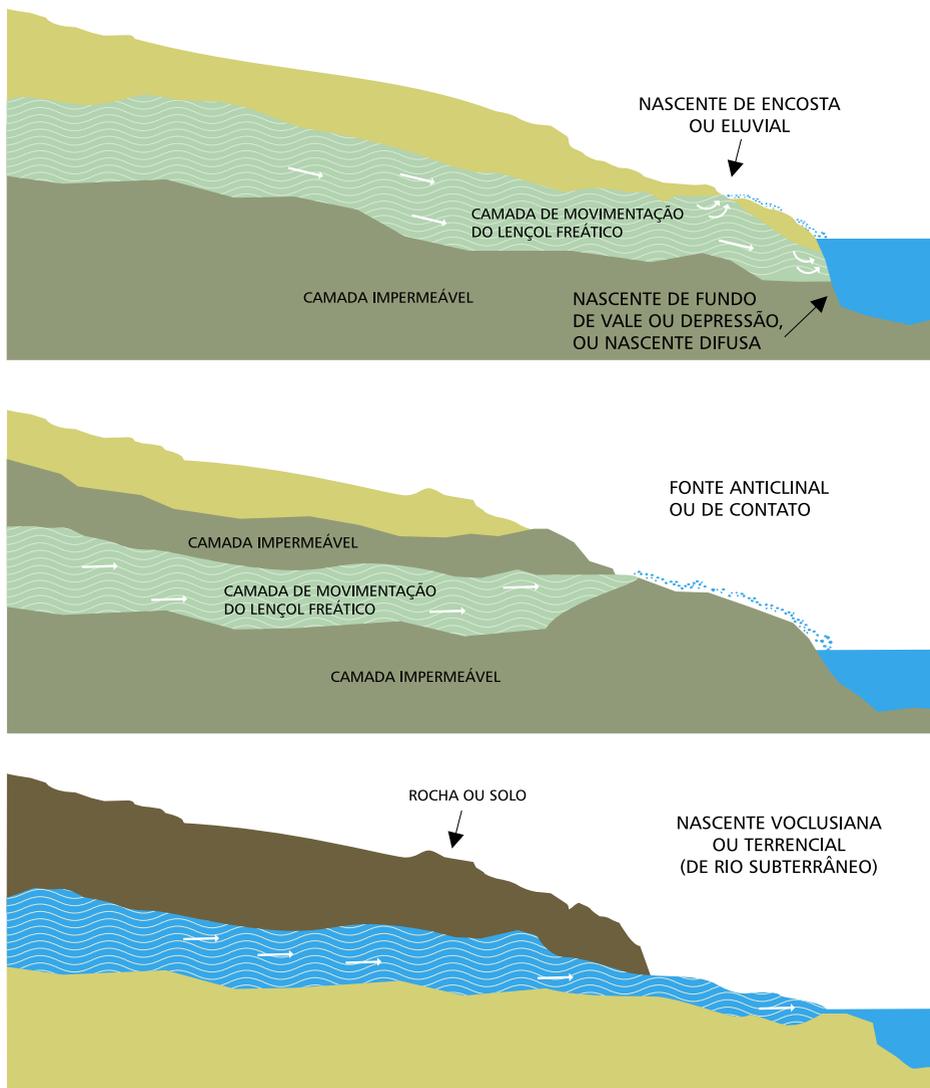


Figura 4. Tipos mais comuns de nascentes originárias de lençol não confinado: de encosta, de fundo de vale, de contato e de rio subterrâneo (Linsley e Franzini, 1978).

3. Legislação relacionada às nascentes e aos outros recursos hídricos decorrentes. Trâmites necessários para legalizar ações interferentes

MÁRCIA CALAMARI • SEBASTIÃO V. BOSQUILIA • FERNANDO CÉSAR V. TABAI • RINALDO DE O. CALHEIROS

Dentre os principais aspectos legais do processo de legalização/regularização de interferências relacionadas aos corpos hídricos, tem-se o seguinte:

3.1. Ligados à cobertura vegetal

Segundo a Lei Federal 4.771/65, alterada pela Lei 7.803/89 e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, *“Consideram-se de preservação permanente, pelo efeito de Lei, as áreas situadas nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, devendo ter um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.”*

Segundo os Artigos 2.º e 3.º dessa Lei *“A área protegida pode ser coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”*

Quanto às penalidades, a Lei de Crimes Ambientais 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, conforme Artigo 39, determina que é proibido *“destruir ou danificar floresta da área de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”*. É prevista pena de detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas, cumulativamente. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

A fim de regulamentar o Art. 2.º da Lei n.º 4.771/65, publicaram-se a Resolução n.º 303 e a Resolução nº 302, de março de 2002 - a primeira revoga a Resolução CONAMA 004, de novembro de 1985, que se referia às Áreas de Preservação Permanente (APP) quanto ao tamanho das áreas adjacentes a recursos hídricos; a segunda, refere-se às áreas de preservação permanente no entorno dos reservatórios artificiais (figura 5), determinando que:

a) As Áreas de Preservação Permanentes ao redor de nascente ou olho d’água, localizada em área rural, ainda que intermitente, ou seja, só aparece em alguns

períodos (na estação chuvosa, por exemplo), deve ter raio mínimo de 50 metros de modo que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte.

Para as nascentes localizadas em áreas urbanas, que permanecem sem qualquer interferência, por exemplo, de nenhuma construção em um raio de 50 metros, vale a mesma legislação da área rural. Para aquelas já perturbadas por intervenções anteriores em seu raio de 50 m, por exemplo, com habitações anteriores consolidadas, na nova interferência, deve-se consultar os órgãos competentes. No Estado de São Paulo, para o caso específico de empreendimentos habitacionais, os interessados deverão dirigir-se diretamente ao Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais (GRAPROHAB), vinculado à Secretaria de Estado da Habitação.

b) Em veredas e em faixa marginal, em projeção horizontal, deve apresentar a largura mínima de 50 metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado. Vereda é o espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica.

c) Para cursos d'água, a área situada em faixa marginal (APP), medida a partir do nível mais alto alcançado pela água por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente, em projeção horizontal, deverá ter larguras mínimas de:

- 30m, para cursos d'água com menos de dez metros de largura;
- 50m, para cursos d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- 100m, para cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- 200m, para cursos d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- 500m, para cursos d'água com mais de seiscentos metros de largura.

d) No entorno de lagos e lagoas naturais, a faixa deve ter largura mínima de:

- 30m, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas
- 100m para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água até com 20ha de superfície, cuja faixa marginal será de 50m.

Área urbana consolidada é aquela que atende aos seguintes critérios: Definição legal pelo poder público e existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana: malha viária com canalização de águas pluviais; rede de abastecimento de água; rede de esgoto; distribuição de energia elétrica e iluminação pública; recolhimento de resíduos sólidos urbanos; tratamento de resíduos sólidos urbanos e densidade demográfica superior a 5.000 habitantes por quilômetro quadrado.

e) No entorno de reservatórios artificiais, a faixa deve ter largura mínima, a partir da cota máxima normal de operação do reservatório, de:

30m para reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e 100m para áreas rurais; essas larguras poderão ser ampliadas ou reduzidas, sempre observando o patamar mínimo de 30m, conforme o estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia, se houver. Essa redução, no entanto, não se aplica às áreas de ocorrência original da floresta ombrófila densa – porção amazônica, inclusive os cerradões, e aos reservatórios artificiais utilizados para fins de abastecimento público.

15m, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até 10ha, sem prejuízo da compensação ambiental;

15m, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20ha de superfície e localizados na área rural.

Essas disposições não se aplicam às acumulações artificiais de água inferiores a 5ha de superfície, desde que não sejam resultantes do barramento ou represamento de cursos d'água e não localizadas em APPs, exceto aquelas destinadas ao abastecimento público.

Para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e ao abastecimento público, o empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o Plano Ambiental de Conservação e Uso do entorno do reservatório artificial, em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão competente, devendo, no entanto, sua aprovação ser precedida da realização de consulta pública. O Comitê de bacia hidrográfica também deverá

ser ouvido na análise desse plano.

A figura 5 apresenta um exemplo de uma bacia com diferentes tipos de corpos hídricos (nascente, curso d'água, barramentos e reservatórios artificiais), com as respectivas, exigidas ou não, Áreas de Preservação Permanente, em vista de usos e dimensões. Utilizaram-se imagens das nascentes do rio Corumbataí, afluente do rio Piracicaba (SP).

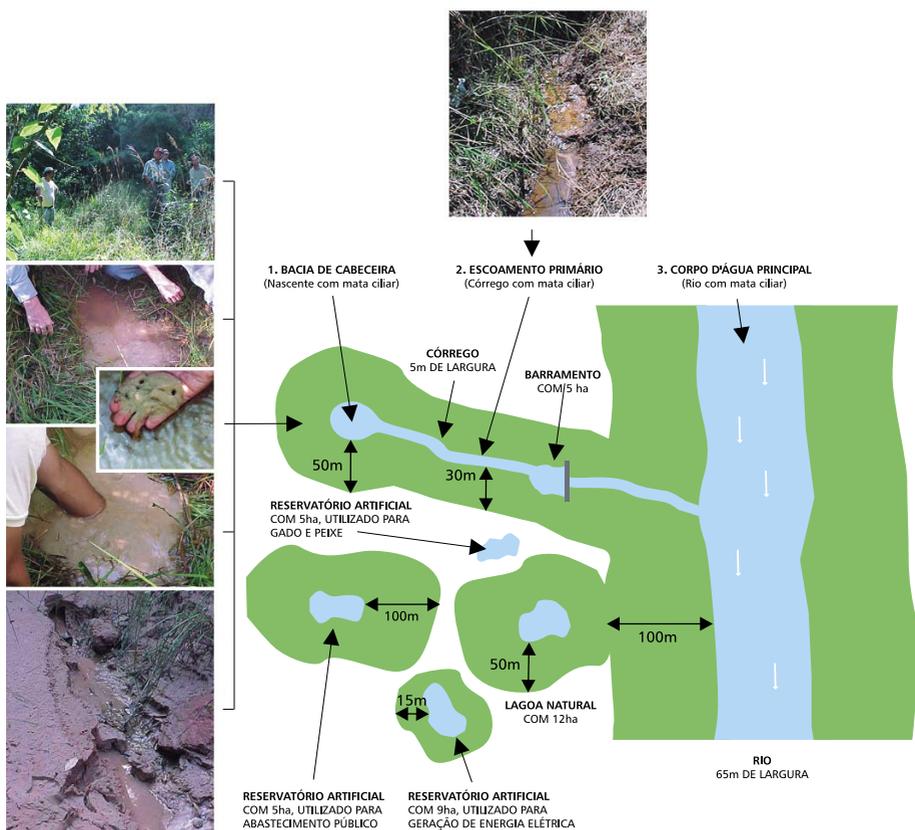


Figura 5. Exemplo de bacia com diferentes tipos de corpo hídricos.

Toda intervenção em nascente, bem como em APP (o mesmo se aplica para rios, córregos e lagos) deve ser precedida de consulta e respectiva autorização por parte dos órgãos competentes de controle, orientação e fiscalização das atividades de uso e exploração dos recursos naturais. No Estado de São Paulo, por exemplo, essas atividades são exercidas pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN) e pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Para se obter autorização para intervenção na APP é necessário que seja protocolado um processo de licenciamento no DEPRN, que tramitará no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e em casos de supressão, somente será permitido naqueles previstos no Artigo 4.º da Lei 4.771/65, alterada pela 7.803/89 e pela Medida Provisória 2.166/67/2001, ou seja, "*A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto*".

A autorização pleiteada, se concedida, será condicionada ao cumprimento por parte do interessado de um *Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental*, contemplando o reflorestamento da APP da nascente com mudas de árvores de espécies nativas regionais diversas, adaptadas para cada tipo de ambiente, sobretudo relacionado com as possíveis ocorrências do curso d'água (enchentes).

3.2. Ligados aos Recursos Hídricos

Com o objetivo de evitar que as interferências sem critérios nas nascentes e ao longo dos cursos d'água venham causar danos irreversíveis à rede natural de drenagem, visando, portanto, preservar os recursos hídricos para o bem do ambiente como um todo, na utilização de uma nascente, há que se respeitar e atender a legislação específica de recursos hídricos. De modo geral, a legislação vigente tende a simplificar a regularização de pequenas interferências nas nascentes e garantir que os barramentos tenham tanto estabilidade como capacidade de extravasar as vazões de cheia e a vazão mínima para jusante (Vazão $Q_{7,10}$)

Toda e qualquer interferência promovida nas nascentes ou cursos d'água no Estado de São Paulo, tanto para os proprietários rurais como os urbanos, devem cumprir as determinações da Lei 7.663/91, regulamentada através da

portaria DAEE 717/96, que exibem critérios e normas para a obtenção do direito de usar e interferir nos recursos hídricos, ou seja, é necessário obter a "*Outorga de direito do uso dos recursos hídricos*".

Para nascentes, há as outorgas de direito para: Captação de Água Superficial, Barramento e Canalização, cada uma delas contendo critérios e normas a serem cumpridos.

A documentação a ser entregue no Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), deve ser acompanhada do requerimento protocolado ou Parecer Técnico Florestal do Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN), de acordo com o que versa o cumprimento do Código Florestal.

Assim, enfatiza-se que os usos e as interferências pretendidas pelos proprietários devem ser aprovados tanto pelo DEPRN como pelo DAEE, prevenindo-se das ações fiscalizadoras da Polícia Ambiental, do DEPRN e do DAEE.

4. Cuidados primários essenciais em relação à área adjacente às nascentes

RINALDO DE O. CALHEIROS • MÁRCIA CALAMARI • FERNANDO CÉSAR V. TABAI • SEBASTIÃO V. BOSQUILIA

Os cuidados e o condicionamento da área da nascente podem ser ilustrados com o exemplo da situação apresentada por SILVEIRA (1984) na figura 6. De acordo com a situação inicial, o proprietário de um sítio que planta algodão, milho e pastagem, na distribuição das áreas de cultivo, está permitindo aos animais livre acesso à água, com chiqueiros, fossas e estábulos localizados próximos à nascente, provavelmente, terá a água contaminada, prejudicando o meio ambiente, os animais e a si próprio (figura 6A).

Assim, deve-se promover as seguintes modificações e tomar os seguintes cuidados se quiser recuperar e manter a boa condição de sua nascente:

4.1. Isolamento da área de captação e distribuição adequada dos diferentes usos do solo

A área adjacente à nascente (APP) deve ser toda cercada a fim de evitar a penetração de animais, homens, veículos, etc. Todas as medidas devem ser tomadas para favorecer seu isolamento, tais como proibir a pesca e a caça, evitando-se a contaminação do terreno ou diretamente da água por indivíduos inescrupulosos. Quando da realização de alguma obra ou serviço temporário, deve-se construir fossas secas a 30 m, no mínimo, mantendo-se uma vigilância constante para não haver poluição da área circundante à nascente.

4.2. Distribuição do uso do solo

A posição de uma nascente na propriedade pode determinar a melhor distribuição das diferentes atividades e também da infra-estrutura do sistema produtivo.

A área imediatamente circundante à nascente, em um raio de 50 m, é só e exclusivamente, uma Área de Preservação Permanente. A proibição de se fazer qualquer tipo de uso dessa área, é para evitar que, com um cultivo, por exemplo, a nascente fique sujeita à erosão e que as atividades agrícolas de preparo do solo, adubação, plantio, cultivos, colheita e transporte dos produtos levem

A) DISTRIBUIÇÃO ERRADA



B) DISTRIBUIÇÃO CORRETA

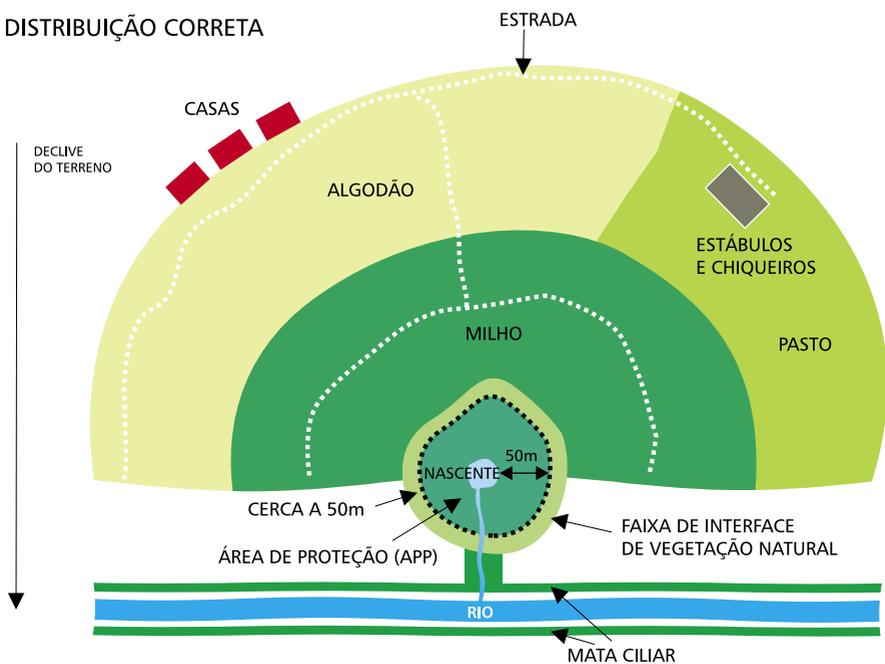


Figura 6. Distribuição espacial das culturas e estruturas rurais nas situações errada e corrigida em função da nascente. Adaptado de Silveira (1984).

trabalhadores, máquinas e animais de tração para o local, contaminando física, biológica e quimicamente a água.

Assim, o pasto e os animais devem ser afastados, ao máximo, da nascente, pois, mesmo que os animais não tenham livre acesso à água, seus dejetos contaminam o terreno e, nos períodos de chuvas, acabam por contaminar a água. Essa contaminação pode provocar o aumento da matéria orgânica na água, o que acarretaria o desenvolvimento exagerado de algas bem como a contaminação por organismos patogênicos que infestam os animais e podem atingir o homem. A tuberculose bovina, a brucelose, a aftosa são, entre outras, doenças que podem contaminar o homem, tendo como veículo a água contaminada (Daker, 1976).

Por outro lado, permitindo-se o acesso dos animais, o pisoteio torna a superfície do solo próximo às nascentes compactado, diminui sua capacidade de infiltração, ficando sujeito à erosão laminar e, conseqüentemente, provocando não só a contaminação da água por partículas do solo, turvando-a, como também, e o que é pior, provoca até mesmo soterramento da nascente. Quando a água de uma nascente se turva facilmente após uma chuva, é sinal de que há uma deficiente capacidade de infiltração da água na APP ou mesmo do seu terreno circundante.

Dentro da distribuição correta, apresentada no desenho B da figura 6, ou seja, com os animais distanciados, duas ações complementares são indicadas: 1) desenvolver um programa de manejo de pastoreio para se evitar a compactação exagerada do solo da área do pasto e, 2) providenciar bebedouros para os animais.

Por outro lado, a cultura de maior utilização de produtos químicos deve ser a mais afastada, a fim de evitar que nas épocas das chuvas esses poluidores desçam com as enxurradas para as nascentes ou se infiltrem no solo atingindo mais facilmente o lençol freático. É bom lembrar que os produtos químicos agrícolas não são eliminados com fervura, cloração ou filtragem.

Castro e Lopes (2001) apresentam, esquematicamente, a distribuição adequada da cobertura vegetal e uso do solo, em áreas ou microbacias com uma nascente (figura 7).

4.3. Eliminação das instalações rurais

Devem ser retiradas todas e quaisquer habitações, galinheiros, estábulos, pocilgas, depósitos de defensivos ou outra construção que possam, ou por

infiltração das excreções e produtos químicos, ou por carreamento superficial (enxurradas), contaminar o lençol freático bem como poluir diretamente a nascente.

Recomenda-se desativação da antiga estrutura, possivelmente poluidora, mantendo o local limpo e exposto ao sol pelo menos por alguns meses antes de se reiniciar o aproveitamento da água. No caso de produtos químicos, deve-se proceder a análise da água.

4.4. Redistribuição das estradas

A maioria das estradas construídas no meio rural não passou por um planejamento adequado, com o objetivo de proteger as nascentes. É costume projetar as estradas perto de rios e nascentes por serem esses terrenos naturalmente mais planos e, portanto, de relevo mais favorável. Assim, realizam-se cortes para construção da estrada em locais indevidos do terreno, deixando o solo exposto a diferentes processos de erosão causados pelas chuvas, o que torna o terreno mais compactado e, portanto, mais propício à formação de enxurradas. Os barrancos também soltam terra que vai atingir a fonte de água. Além de tudo isso, essas estradas expõem a nascente ao acesso de homens, animais e trânsito de máquinas.

Assim, uma das providências mais importantes é um novo traçado das es-



Figura 7. Distribuição esquemática adequada das diferentes coberturas vegetais e usos em relação à nascente.

tradas internas da propriedade facilitando o isolamento da nascente.

4.5. Conservação de toda a bacia de contribuição. Relação entre a área de contribuição e a de preservação permanente

Pela descrição hidrológica citada no Capítulo 2, fica claro que a nascente é o afloramento ou manifestação do lençol freático na superfície do solo, cujo desempenho e características são resultantes do ocorrido, em termos de infiltração, em toda a bacia hidrográfica – a chamada *Área de Contribuição* – e não apenas da área circundante da nascente – *Área de Preservação Permanente* – que, hidrológicamente, por ser de pequena extensão perante a bacia como um todo, a água que infiltra nessa área pouco contribui na vazão.

Assim, toda a área de bacia merece atenção quanto à preservação do solo, e todas as técnicas de conservação, objetivando tanto o combate à erosão como a melhoria das características físicas do solo, notadamente aquelas relativas à capacidade de infiltração da água da chuva ou da irrigação, vão determinar maior disponibilidade de água na nascente em quantidade e estabilidade ao longo do ano, incluindo a época das secas.

Preocupados com as partes altas da bacia, Castro e Lopes (2001) afirmam que é indispensável para a recuperação e conservação das nascentes a presença de árvores nos topos dos morros e das seções convexas, estendendo-se até 1/3 das encostas, tema devidamente regulamentado pela Resolução CONAMA, n.º 303 de março de 2002.

5. Cobertura vegetal em torno das nascentes

FERNANDO CÉSAR V. TABAI • MÁRCIA CALAMARI • SEBASTIÃO V. BOSQUILIA • RINALDO DE O. CALHEIROS

Na recuperação da cobertura vegetal das APPs já degradadas, deve-se distinguir as orientações quanto ao tipo de afloramento de água, ou seja, sem ou com acúmulo de água inicial, pois o encharcamento do solo ou a submersão temporária nas chuvas, do sistema radicular dos indivíduos plantados, a profundidade do perfil e a fertilidade do solo são alguns dos fatores que devem ser considerados, pois são seletivos para as espécies que vão conseguir se desenvolver (Rodrigues e Shepherd, 2000).

Por outro lado deve-se também distinguir as nascentes quanto ao regime de vazão, ou seja, se é permanente ou temporária, se varia ao longo do ano e, até mesmo a interferência da vegetação no consumo de água da própria nascente, consumo esse, grandemente influenciado pela profundidade do lençol freático no raio compreendido pela Área de Preservação Permanente.

Segundo Rodrigues e Shepherd (2000), diversos trabalhos apontam que o mosaico vegetacional é resultado de alteração diferenciada da umidade ou do encharcamento do solo na seletividade das espécies na faixa ciliar e que tais encharcamentos ocorrem tanto em função do extravasamento do leito do rio, como do afloramento permanente ou temporário do lençol freático, caso das nascentes.

Dentre os tipos de coberturas vegetais, a cobertura florestal (figura 8) é a que maior efeito exerce sobre as nascentes. Não existe a composição ideal e sim aquela mais adequada para cada situação específica. Assim, é importante conhecer o indivíduo florestal para melhor entender sua contribuição hidrológica e dele fazer-se melhor uso. O planejamento e a orientação de um técnico especializado é fundamental.

Figura 8. Vista do interior de uma APP bem constituída.



5.1. Recomposição florestal em áreas de preservação permanente

Rodrigues e Gandolfi (1993), em um trabalho bastante didático sobre métodos aplicados em reflorestamento de áreas ciliares, observam que a maioria deles adota uma seqüência comum de etapas:

1. Escolha do sistema de reflorestamento - depende do grau de preservação das áreas, avaliado por estudos florísticos e/ou fitossociológicos ou mesmo pela avaliação fisionômica da vegetação ocorrente na área. Assim, o sistema de reflorestamento pode ser:

a) *Implantações* - em áreas bastante perturbadas que não conservam nenhuma das características bióticas das formações florestais ciliares originais daquela condição. Situação típica de áreas cuja floresta original foi substituída por alguma atividade agropastoril.

b) *Enriquecimento* - em áreas com estágio intermediário de perturbações que mantém algumas das características bióticas e abióticas das formações ciliares típicas daquela condição, situação de áreas cuja floresta original foi degradada pela ação antrópica, ocupada por capoeiras, com domínio de espécies dos estágios iniciais de sucessão.

c) *Recuperação natural* - nas áreas pouco perturbadas que retêm a maioria das características bióticas e abióticas das formações florestais típicas da área. Devem ser isoladas dos possíveis fatores de perturbações para que os processos naturais de sucessão possam atuar.

2. Escolha das espécies - baseia-se em levantamentos florísticos de formação florestais ciliares originais remanescentes próximas à área em questão ou mesmo mais distantes, mas com as mesmas características abióticas. A lista de plantas poderá ainda ser acrescida de espécies nativas frutíferas e melíferas, não amostradas no levantamento, com o objetivo de fomentar a recuperação da fauna terrestre e aquática.

3. Combinação das espécies - há vários métodos de combinação das espécies em projetos de reflorestamento. Diferem entre si, basicamente, em relação a: combinações que considerem os estádios sucessivos das espécies; proporção de espécies nos vários estádios sucessivos considerados no trabalho; espaçamento e densidade dos indivíduos no plantio, e estratégia usada para a implantação das espécies.

4. Distribuição das espécies no campo – decide-se de acordo com as características adaptativas e biológicas das espécies escolhidas para o projeto. Assim, as espécies adaptadas ao encharcamento permanente ou temporário serão alocadas, em área de brejo ou passíveis de encharcamento ou elevação temporária do lençol freático, enquanto as espécies não tolerantes plantadas em áreas não sujeitas a altos teores de umidade.

5. Plantio e manutenção - em relação a essa última etapa, TABAI (2002) aponta, resumidamente, os passos, orientações gerais e cuidados na recomposição da mata nativa de uma Área de Preservação Permanente.

a) *Preparo do terreno*: deve ser executada a limpeza do terreno na área onde será feito o plantio, facilitando a entrada da equipe de trabalho e também protegendo as mudas. Faz-se uma roçada para eliminar as plantas daninhas, preservando as espécies de interesse e retirando os entulhos que estejam dentro da área.

b) *Combate às formigas*: deve-se eliminar os olheiros das formigas, pois desfolham e matam as mudas. Contra as cortadeiras (saúvas e quenquéns), pode-se usar a isca granulada, pouco tóxica e fácil de ser aplicada. Devem ser colocadas 10g de isca em pequenos sacos plásticos e distribuídas nos carreiros das formigas a cada 1m² de terra. Isso deverá ser realizado, preferencialmente, em épocas de seca. De modo geral, recomenda-se que seja eliminado tudo que possa contribuir para a formação de terra solta próxima à nascente.

c) *Abertura e marcação das covas*: as covas de plantio deverão ser marcadas e abertas em linha à distância de 3 m uma da outra; entre as covas a distância poderá ser de 2 em 2 metros. A abertura das covas, no tamanho de 40 x 40 x 40 cm poderá ser feita com enxadão ou uma cavadeira.

d) *Adubação*: a adubação realizada nas covas pode ser orgânica, empregando 6 litros de esterco de curral curtido, ou 3 litros de esterco curtido de galinha, por cova, ou adubação química, misturando na terra da cova, a fórmula NPK (4:14:8) ou outra fórmula comercial disponível, na quantidade de 200g por cova. Deve-se misturar o adubo químico e/ou o orgânico com a parte de cima do solo retirado da cova, colocando essa mistura no fundo e completando com o restante do solo.

e) *Distribuição das espécies de árvores na área*: na distribuição das mudas na área deve-se procurar imitar o modo como as árvores crescem na natureza - primeiramente nascem as espécies que precisam de luz para germinar e que crescem rápido, chamadas pioneiras, depois aparecem as espécies que precisam da sombra das outras árvores para crescer, chamadas secundárias.

Portanto, no plantio deve-se colocar uma linha com as pioneiras e uma linha de espécies secundárias que irão crescer devagar na sombra das primeiras.

Segundo Artigo da Lei (Resolução SMA-47 ampliada e alterada), há obrigação de utilizar-se espécies de árvores nativas típicas da própria região no reflorestamento de uma área de preservação permanente. Este artigo obriga, também, plantar-se um número de diferentes tipos de árvores para ser imitada a diversidade própria da natureza, tomando-se o cuidado de plantar espécies mais indicadas a cada condição específica de tipo de solo e clima, incluindo-se quanto ao encharcamento. Assim, é disposto que – “para reflorestamento de até 1 ha, é necessário plantar 30 espécies diferentes de árvores, e acima de 1 ha a recuperação florestal será efetivada mediante o plantio de 80 (oitenta) espécies arbóreas”.

Ao distribuir as mudas no campo deve-se procurar não repetir espécies iguais lado a lado (Figura 9).

Sem irrigação, o plantio deverá ser feito na época das águas, ou seja, entre os meses de novembro a março nas regiões do sul do Brasil. A figura 9 mostra como pode ser feito o plantio com as espécies pioneiras e secundárias e um exemplo de recomposição da vegetação visando unir fragmentos de mata ciliar.

f) *Plantio*: as mudas devem ter boas condições de sanidade e com altura mínima de 30cm. No plantio, retirar do saco plástico com cuidado, sem destruir o torrão, colocar a planta na cova sobre a porção de terra já com o adubo e, com o resto da mistura, cobrir o torrão compactando a terra ao redor. Caso não ocorra chuva, deve-se fazer, pelo menos, uma irrigação por semana no primeiro mês de plantio, e uma a cada duas semanas no segundo. As mudas devem ser amarradas em varetas guias de bambu com altura de 1 m que, além da orientação de crescimento, servirão para ajudar na localização das mudas no campo.

g) *Manutenção do Plantio e Replântio*: a manutenção do plantio se faz executando o coroamento das mudas, roçando um raio de 50cm ao redor da muda, para evitar que sejam sufocadas pelo mato. Também deve ser roçado nas entrelinhas de plantio quando o mato estiver com altura de 50cm do solo. Após 60 dias do plantio, executa-se o replântio das mudas que morreram, não sendo necessário adubar novamente.

h) *Adubação de Cobertura*: após 90 dias do plantio, faz-se a adubação de cobertura distribuindo-se a lãço o adubo químico em torno da planta, evitando-se uma distância de 20cm ao redor da muda. Pode ser usada a formulação NPK (20-00-20), aplicando 200g por planta.

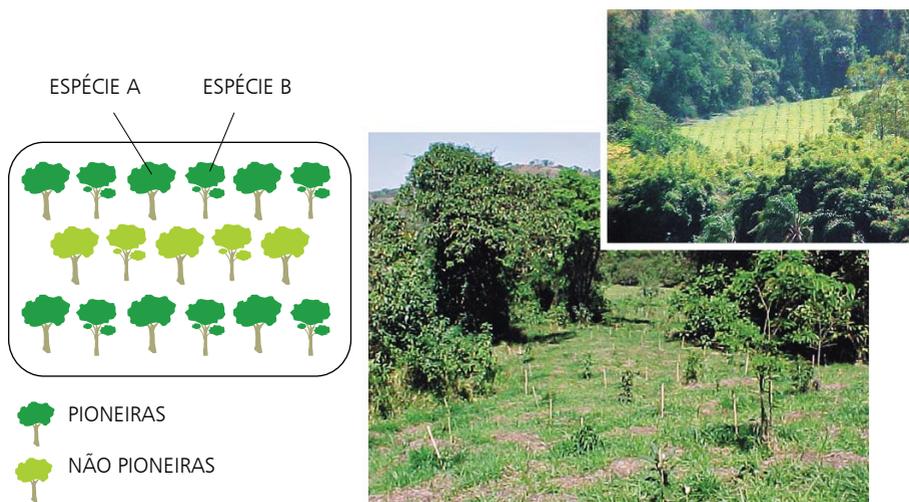


Figura 9. Disposição das pioneiras e secundárias na área de plantio e uma recomposição da vegetação visando unir fragmentos de mata ciliar. Adaptado de Tabai (2002).

5.2. Faixa vegetada de interface

Recentemente, uma nova corrente de pesquisa tem apontado para a implantação de uma faixa vegetada cumprindo a função de interface (Figura 6) entre a área vegetada da APP e a área de cultivo de contorno, que pode ser constituída por vegetação nativa desenvolvida naturalmente.

Esta interface teria a função de proteger a parte periférica da vegetação da APP, diminuindo-se tanto a exposição da APP a defensivos agrícolas e herbicidas, como inibindo o desenvolvimento de plantas indesejáveis, como cipós, etc. Deve apresentar uma largura adequada para a proteção efetiva e que, de preferência, auxilie na contenção do escoamento superficial proveniente dos terrenos situados em cotas superiores. Interfere na definição da largura o tipo e a intensidade das práticas culturais executadas na área cultivada de entorno (pulverizações, por exemplo), a declividade do terreno, o potencial de erodibilidade do solo, a intensidade e frequência das precipitações pluviais, as espécies vegetais e a densidade de população.

5.3. Cobertura morta natural

Por fim, deve ser ressaltado que, a exemplo da parte aérea das plantas, arbóreas ou herbáceas, a cobertura morta exerce proteção física da superfície do solo, tanto na diminuição da velocidade ou mesmo eliminação do escorrimento superficial, como no impedimento do impacto da gota da água da chuva ou irrigação com as partículas da superfície do solo, o que provocaria o selamento do solo.

Segundo Molchanov (1963), as áreas arborizadas contendo boa cobertura morta na superfície sobre um solo bem estruturado apresentam baixo grau de erosão, independente de seu declive.

5.4. Particularidades da cobertura vegetal nas nascentes

5.4.1. Em nascentes de restrita ou de significativas alterações temporárias de vazão

Notadamente em regiões áridas, há nascentes que apresentam vazão restrita, que diminuem significativamente, ou mesmo secam, temporariamente.

Para essas condições, o tipo de vegetação circundante pode representar uma

preocupação quanto ao consumo que as próprias plantas, no seu processo de evapotranspiração, possam vir a exercer do já escasso recurso hídrico.

Essa preocupação baseia-se na hipótese de que diferentes plantas, com diferentes profundidades do sistema radicular, tendem a explorar, hidricamente, diferentes profundidades do solo, em diferentes também intensidades.

Verifica-se na literatura alguma divergência de resultados e conclusões.

Lima (1986), ressaltando ser possível a influência da cobertura vegetal sobre o comportamento das nascentes, afirma não ser possível uma conclusão generalizada, uma vez que os fatores envolvidos na origem e no funcionamento de uma nascente são complexos, acrescentando que são poucos os trabalhos relativos aos efeitos da vegetação sobre o fluxo das nascentes. Citando próprio trabalho realizado em Piracicaba, SP (Lima, 1975) informa que monitorou a água do solo durante dois anos em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribaea*, ambos com seis anos de idade e uma parcela contendo vegetação herbácea natural. Não encontrou diferença marcante no regime da água do solo entre as três coberturas vegetais, embora tenha se observado comportamentos relativos alternados entre os tratamentos em diferentes épocas do ano. Cita que comparações similares entre espécies arbóreas e herbáceas, com a mesma tendência de resultados, foram obtidas por Lima (1983) e HERRING (1970). Em Lima (1996), o mesmo autor afirma que, em condição de suprimento adequado de umidade no solo, o efeito da diferença no sistema radicular tende a desaparecer, ficando as diferenças na transpiração mais associadas às diferenças no balanço de energia.

Gyenge et al. (2002), em experimento realizado na Patagônia, comparando consumo hídrico de uma espécie arbórea, *Pinus ponderosa*, com uma herbácea nativa, *Stipa speciosa*, observaram que não houve diferença estatística nas variações de umidade dos primeiros 80 cm do solo; de 80 a 100 cm já houve significância no começo do verão, fim do período chuvoso. Em relação a todo o perfil (0-140 cm), no período de janeiro a abril (período seco), a umidade do solo na pastagem foi em média 6,8% maior, equivalente a uma lâmina de 95 mm dos quais, 33,5 mm corresponderia à interceptação pelas árvores e 59,5 mm à diferença na evapotranspiração entre o sistema arbóreo e o herbáceo.

Segundo Castro e Lopes (2001), reflorestamento mal planejado tende a reduzir o volume de água das nascentes quando: a) a evapotranspiração for maior que a precipitação anual, com efeito mais notável em alguns meses da estação seca, b) em solos profundos, a intensa regeneração das árvores aumenta significativamente tanto a interceptação da chuva pelas copas como o consumo

da água armazenada no solo, diminuindo a recarga do lençol freático e, c) espécies freatófitas lenhosas ou herbáceas extraem água de forma intensa.

Molchanov (1963) observa que, em áreas com restrição hídrica no período seco, quando se utilizam espécies arbóreas, deve-se optar por espécies de menor consumo.

À despeito das divergências, deve-se ter bem claro os seguintes pontos e conceitos:

- Essa discussão aplica-se, mais propriamente, à cobertura vegetal imediatamente circundante à nascente, ou seja, à área de preservação de raio de 50 m circundante às nascentes de vazão restrita.

- Vários fatores interferem no consumo de água pelas plantas, cuja condição particular pode determinar a vantagem para um ou outro tipo de cobertura vegetal. Os fatores mais condicionantes parecem ser: a planta, quanto ao grau de consumo e densidade de população; a profundidade e o regime de flutuação do lençol freático; o clima, principalmente o regime pluviométrico e a temperatura e; o tipo de solo.

- Pela legislação atual, a APP, uma vez bem constituída, não deve ser alterada; não cabendo, portanto, substituição de indivíduos em busca de menor consumo de água.

- Ocorrem, na natureza, APPs cuja vegetação natural compõe-se de gramíneas, principalmente Brachiárias, adaptadas a determinadas situações restritivas de grau e manutenção das condições de umidade alta e fertilidade do solo. Formam os chamados “campos úmidos”.

Espera-se que novos estudos de pesquisa venham contribuir para um melhor entendimento desse assunto que passa a ser cada vez mais importante, não só para nascentes de regiões semi-áridas ou de vazão intermitente, como também nas de regiões úmidas já sob configurada condição de competição conflitiva pela água.

5.4.2. Nas nascentes com acúmulo d'água

Nas nascentes com acúmulo de água, caso típico daquelas que se situam internas aos lagos, a estratégia de proteção desse lago e, conseqüentemente, da nascente, faz-se com os mesmos princípios básicos que definem a recomposição, manejo e importância da mata ciliar ao longo dos córregos e rios.

6. Aproveitamento para Consumo no Abastecimento Rural ou Urbano

RINALDO DE O. CALHEIROS • SEBASTIÃO V. BOSQUILIA • MÁRCIA CALAMARI • FERNANDO CÉSAR V. TABAI

No aproveitamento de uma nascente, para consumo humano e de animais, recreação, etc., a primeira providência é a execução de análise química e biológica da água. Para tanto, deve-se consultar o órgão público responsável pelo abastecimento de água da região.

Não deve ser esquecido que as nascentes são sujeitas à contaminação e à poluição. O aspecto agradável que apresentam, especialmente quanto à limpidez e a temperatura, dá uma falsa sensação de segurança quanto a sua potabilidade e isenção de germes.

Os focos de contaminação podem se situar próximos ou distantes das nascentes.

As fontes de água que nascem dentro de povoações, pela facilidade de contaminação por infiltrações de águas de despejos, lavagens, fossas, etc., podem ser consideradas suspeitas, de antemão.

Uma vez considerada a viabilidade de aproveitamento de uma nascente, para aumentar seu rendimento, pode-se efetuar pequenas escavações ou construir-se pequenas estruturas de captação. Essas estruturas são recomendadas pois a água passa a ser coletada e protegida contra contaminações superficiais, ou seja, após afloramento. Assim protegida, pode ser utilizada no local ou canalizada para onde vai ser aproveitada ou armazenada.

Um aspecto que deve ser elucidado é referente à função da matéria orgânica oriunda da vegetação que cerca a nascente ou o córrego de escoamento.

Segundo LIMA (1987), a mata ciliar abastece continuamente o rio ou córrego com matéria orgânica de folhas, galhos e até troncos caídos. Esse material orgânico, para cumprir sua função nutricional para a biota aquática, deve ser retido no corpo d'água, retenção exercida, por exemplo, pela própria rugosidade das margens, criando zonas de turbulência e velocidade diminuída, favorecendo o processo de decomposição de partículas e sedimentos, criando também microhabitats favoráveis para alguns microrganismos aquáticos.

Assim, deve-se ter ciência de que a degradação da matéria orgânica no corpo d'água e conseqüente proliferação de microrganismos é um processo

natural, parte do equilíbrio ecológico do sistema aquático, desejável, portanto, nas nascentes cujo destino da água seja qualquer outro que não o consumo humano e de animais. Nesse, a matéria orgânica pode causar o aumento dos coliformes totais comprometendo sua qualidade como “água de beber”.

6.1. Construção de estruturas protetoras de nascentes

As estruturas protetoras das nascentes tem como objetivo evitar a contaminação, sobretudo da água de beber, já em sua origem, quer por partículas de solo, quer matéria orgânica oriunda das plantas circunvizinhas, insetos e outros.

Evidentemente ao se construir essa proteção, deve-se comunicar essa interferência e ser autorizada pelos órgãos competentes.

Em sua condição mais favorável, ou seja, quando as fontes brotam em encosta, a tarefa se resume na construção da caixa de captação ou depósito que, preferencialmente, deve ser revestida e sempre coberta. O revestimento tem por objetivo evitar a imediata contaminação da água pelas próprias partículas do solo, provenientes de desmoronamento das paredes da caixa e, a cobertura, para evitar a contaminação com pó trazidos pelo vento, restos vegetais, ejeções de animais silvestres, desenvolvimento de algas na presença de luz, etc. O desenvolvimento de algas, apesar de promover maior oxigenação da água, ao morrer entram em decomposição e podem conferir mal cheiro à água.

A seguir, apresentam-se alguns tipos de estruturas protetoras simples:

Trincheiras - Utilizadas para o caso de lençol freático superficial ou próximo à superfície. A trincheira é aberta em posição transversal à direção do fluxo até penetrar na camada permeável por onde corre o lençol. Deve apresentar uma declividade no sentido da largura a fim de que a água possa ser captada, canalizada ou bombeada. Segundo DAKER, 1976, pode-se conseguir uma vazão tanto maior quanto maior for a penetração da escavação dentro da camada permeável (Figura 10).

Deve-se fechar qualquer tipo de estrutura de captação, para impedir a queda de folhas ou qualquer outro contaminante. A foto na figura 10 mostra, em detalhes, o cuidado com a colocação de cadeado. Deve-se também, instalar um tubo ladrão e nesse, uma tela de proteção para se evitar a penetração de insetos.

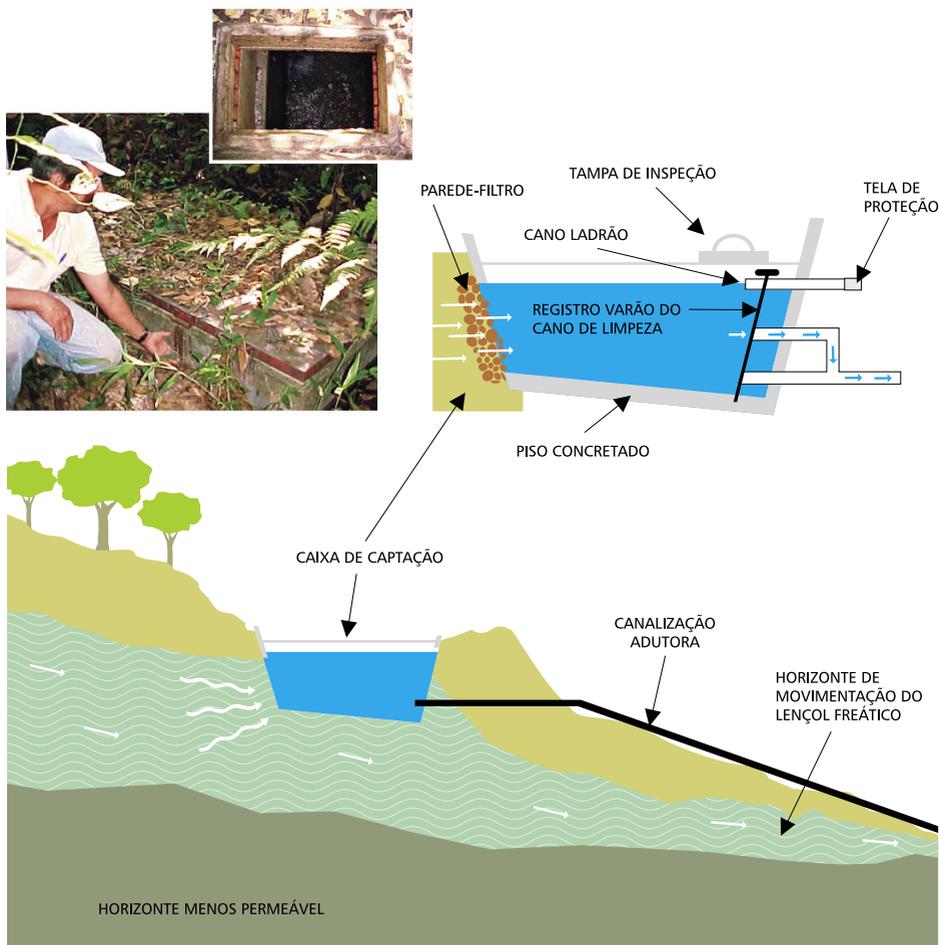


Figura 10. Caixa de proteção de nascente tipo trincheira.

Captação com drenos cobertos - Possibilita a captação da água em um nível mais elevado daquele do afloramento natural da água (nascente). Utilizam-se drenos constituídos por tubos, por exemplo, de PVC. Essa situação permite conduzir a água por gravidade, para o abastecimento de uma caixa d'água utilizada para consumo humano sem necessidade de bombear. O comprimento destes tubos depende da largura do lençol e seu diâmetro, da vazão desejada. Os pontos de penetração (captação do dreno) devem ser definidos por sondagem, que, dependendo da situação, pode ser feito por trado (Daker, 1976). Na

instalação do dreno, na parte de penetração da água, recomenda-se revesti-lo com manta tipo Bidin para filtrar a água das partículas do solo. A figura 11 apresenta, em detalhes, um dreno saindo da superfície do solo, tendo apenas uma tampa de fibrocimento protegendo o ponto de penetração do tubo no solo, e uma típica bica de água potável de beira de estrada com um dreno de PVC saindo do barranco.

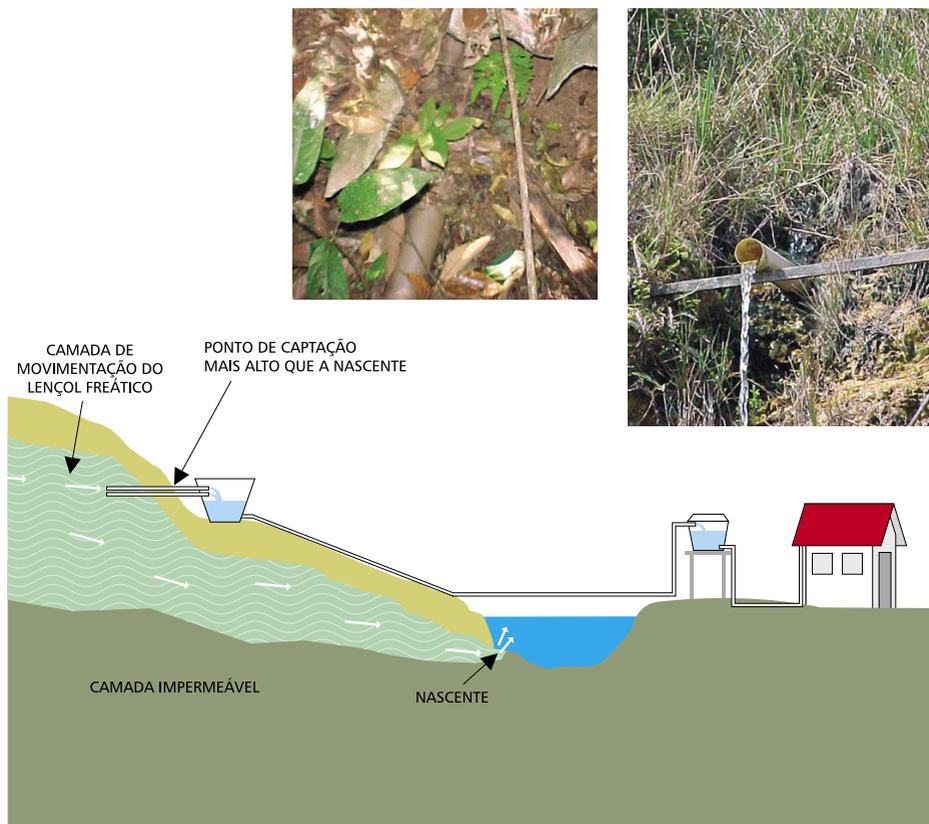


Figura 11. *Captação com drenos cobertos*. Em detalhe, um dreno saindo da superfície do solo, protegido com uma calha de fibrocimento e um de bica de água potável saindo de um barranco de estrada.

Protetor de fonte modelo Caxambu - ótima estrutura desenvolvida e apresentada pela EPAGRI, SC (EPAGRI, 2002), de baixo custo de construção e que dispensa limpeza periódica da fonte.

Trata-se de um tubo de concreto de 20 cm de diâmetro, contendo quatro saídas, duas constituídas de dois tubos de PVC de 25 mm, (ou mais, conforme a necessidade) por 30cm de comprimento, que serão as duas saídas da água e, outras duas formadas por dois tubos de PVC de 40 mm x 30 cm de comprimento, um tubo para limpeza da estrutura e outro para “ladrão” (figura 12).

Como informações básicas de passos para instalação do protetor, de acordo com a figura 13, recomenda-se:

a) Limpeza manual ou com máquina do local de captação da água;

b) Abertura de uma vala para expor o veio d'água, na abertura adequada para instalação do *Protetor Caxambu*;

c) Instalam-se mangueiras na saída da água e deixa-se escorrer para evitar empossar a água no local durante a instalação do *Protetor Caxambu*. O cano “ladrão” deve ser protegido com tela para evitar a entrada de insetos e pequenos animais. Coloca-se *cap* no cano de limpeza;

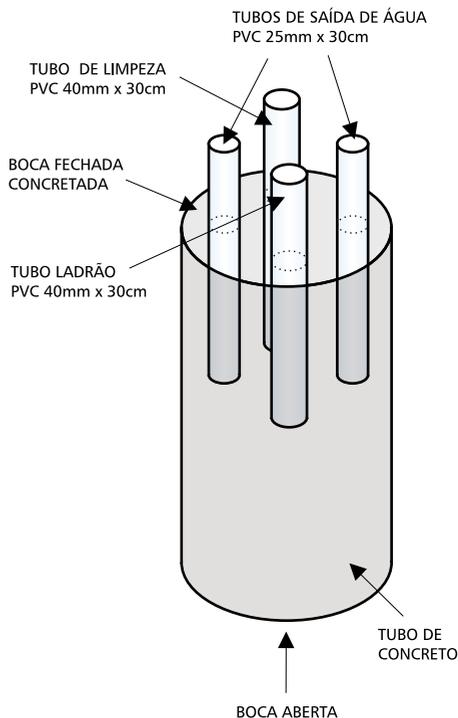
d) Coloca-se o *Protetor Caxambu* de modo que a parte aberta penetre ligeiramente no solo que circunda o olho d'água. Assenta-se o tubo com massa de barro ou cimento, conforme o local. Toda a água deve sair por canos;

e) Assentam-se pedras grandes, podendo ser pedra-ferro para proteção, principalmente, da extremidade interna, onde a água entra no tubo protetor;

f) Colocam-se, manualmente, pedras menores que as anteriores de modo que cubra quase todo o tubo de concreto;

g) São colocados, manualmente, cacos de telha ou tijolos;

h) Segue-se uma camada de brita nº 2 para cobrir os cacos;



i) Completa-se com uma camada de terra em cima da brita, recompondo o local;

j) Por fim, deve ser plantado grama em cima de tudo para evitar erosão. Passa-se uma massa de barro ou cimento entre as pedras que ficarem aparentes no talude confeccionado.

Também na Figura 13 é mostrado, em detalhe, a notável falta que faz uma proteção de nascente do tipo Caxambú para a qualidade e segurança no uso da água de uma nascente.

Uma preocupação final, porém de fundamental importância, é quanto à condução da água excedente do uso, quer seja no meio rural quer no urbano.

A condução dessa água que, muitas vezes, fica escoando continuamente, deve ser feita de modo que durante o percurso (figura 5 - detalhe 2) até o corpo d'água de deságüe – rio, por exemplo, não venha a ser contaminada e, por conseguinte, não contamine o corpo d'água principal. Deve-se assim, evitar percursos que passem próximos a estábulos, pocilgas, depósitos de defensivos, áreas de culturas de uso intenso de produtos químicos (fertilizantes e defensivos), locais produtores de contaminação de partículas sólidas - como pequenas beneficiadoras de grãos, estradas, etc. Quando essas condições se apresentarem como inevitáveis, nos trechos de contaminação, o fluxo d'água deve ser protegido, podendo ser canalizado.

Por outro lado, o canal deve sempre receber uma limpeza evitando-se obstruções. Obstruído, a água transborda e inunda os terrenos marginais, facilitando o desenvolvimento de espécies semi-aquáticas (tabôa, junco, etc.) o que, por sua vez, promove a diminuição da velocidade da água, tornando-a estagnada, com menor teor de oxigênio e receptáculo de matéria orgânica e restos vegetais das espécies inundadas.

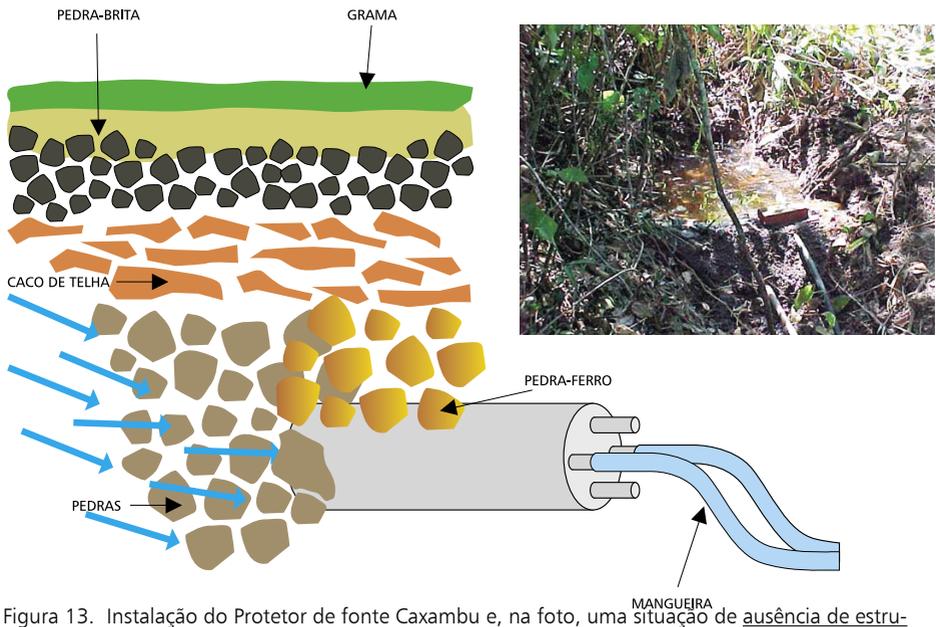
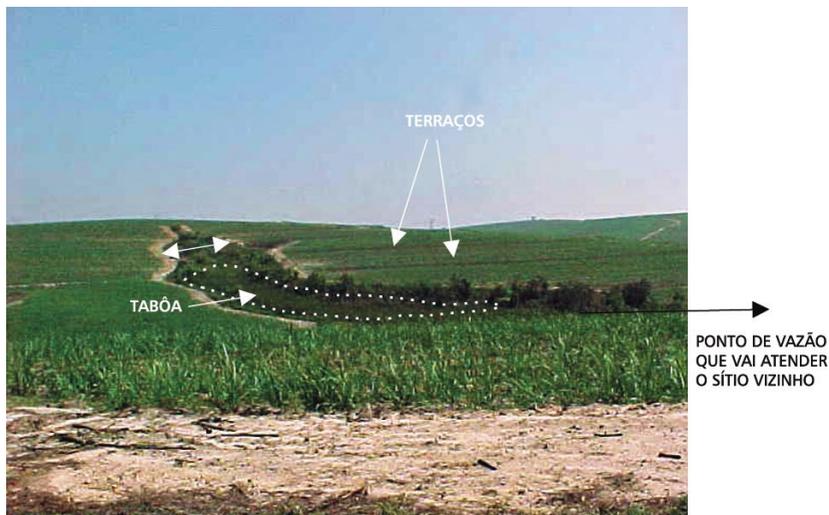


Figura 13. Instalação do Protetor de fonte Caxambu e, na foto, uma situação de ausência de estrutura de proteção.

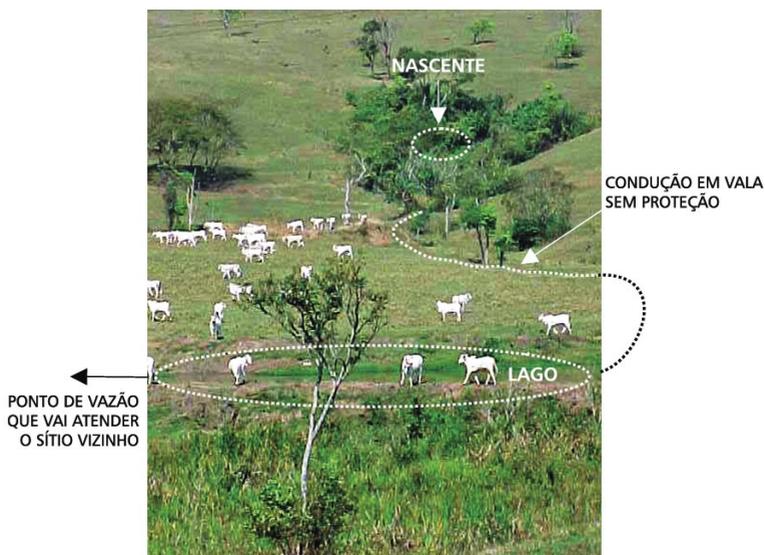
7. Apresentação de algumas nascentes e detalhes sobre o estado de preservação

SEBASTIÃO V. BOSQUILIA • RINALDO DE O. CALHEIROS • FERNANDO CÉSAR V. TABAI • MÁRCIA CALAMARI



Nascente 1 - Condição muito típica das nascentes da região, inserida em uma área cultivada com a monocultura de cana-de-açúcar. Observa-se que a faixa vegetada da APP é muito estreita, bem menor que os 50 m recomendados.

Os terraços tendem a desaguar na nascente, trazendo na época das chuvas produtos químicos e fertilizantes contribuindo para sua degradação. Presença acentuada de Tabôa (*Typha dominguensis*), sintoma do carreamento de fertilizantes e/ou erosão do solo superficial, mais fértil, da área de cultivo (ação antrópica). Vegetação protetora pobre, talvez resultado da ausência de estrutura de isolamento (cerca, por exemplo), o que facilita o livre acesso de trabalhadores e máquinas oriundas da área circundante, intensamente cultivada. Presença de uma notável faixa de contorno não vegetada - provavelmente uma estrada - deixando desprotegida a vegetação periférica da APP. Dentro da situação apresentada, há uma grande possibilidade de estar sendo enviada ao vizinho, à jusante, água contaminada por fertilizantes e defensivos agrícolas.



Nascente 2 - observa-se a nascente na meia encosta e uma lagoa (barramento) abaixo. A área da vegetação protetora da nascente é pequena e não cercada, o que permite o livre acesso do gado à APP, testemunhado, inclusive, pelo momento da foto.

O mesmo ocorre com a lagoa que, por ser um barramento, deveria apresentar uma faixa vegetada, ocorrendo o mesmo (falta de mata ciliar) com o canal de condução da água da nascente à lagoa. Na lagoa, particularmente, observa-se o livre acesso de gado ao lago, o que promoverá a contaminação da água que pode estar sendo usada pelo vizinho, à jusante.



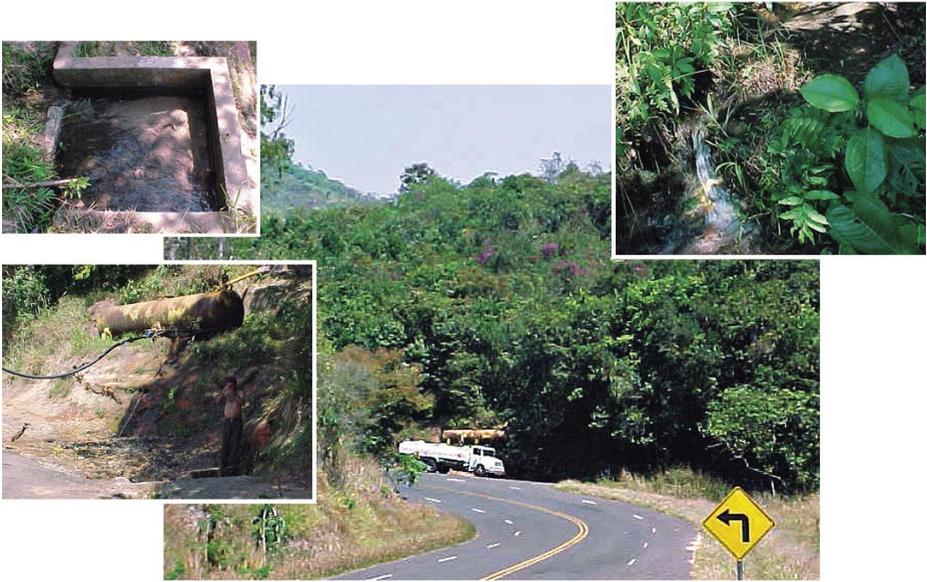
Nascente 3 - observa-se a total ausência de vegetação protetora, resumindo-se a um único Jambolão (*Syzygium jambolanum*). A lagoa formada pela nascente está quase totalmente tomada por Tabôa que, sendo uma consumidora imediata de água, diminui a vazão da nascente, contamina-a pela decomposição de seus restos vegetais, aumentando o teor de matéria orgânica da água, intensificando o desenvolvimento de microorganismos (coliformes totais). Essa vegetação causa ainda a diminuição da velocidade da água, tendendo a torná-la estagnada.

A área da APP não tem cerca de isolamento, permitindo o livre acesso de pessoas e do gado à água, observado pelo pisoteio de parte de sua borda e excrementos espalhados em volta da nascente, testemunhados pela foto.

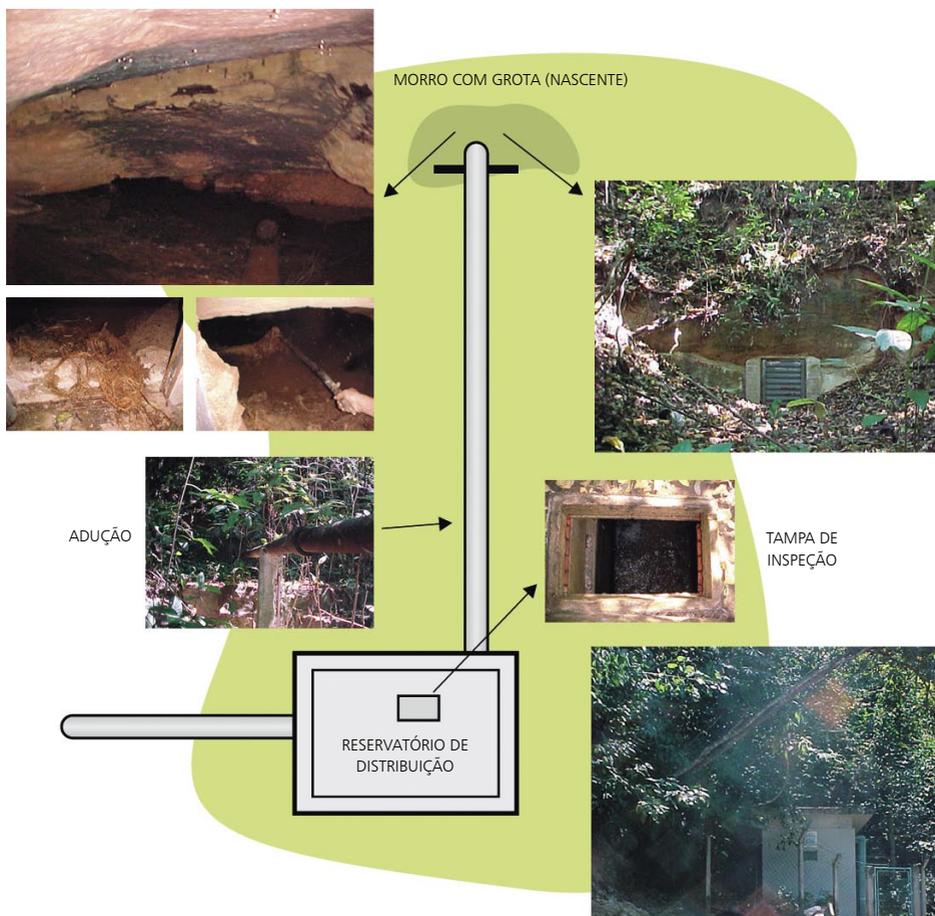


Nascente 4 - nota-se que a nascente “foi queimada” juntamente com a cana-de-açúcar. Testemunha da total ausência de respeito e cuidado com o recurso hídrico que fica à mercê de uma prática agrícola mal conduzida, comum nessa monocultura típica da região. A nascente não tem nenhuma estrutura de proteção contra o fogo - cerca de isolamento e da faixa de interface.

Nota-se, como esperado, uma pobre mata ciliar também no córrego que deveria escoar a água dessa nascente, que, já não escoar mais porque, lamentavelmente, a nascente já está em acentuado processo de morte.



Nascente 5 - nascente de beira de estrada, muito conhecida na região de Piracicaba, chamada nascente do Mandacaru. Utilizada, inclusive, para consumo humano, apresenta em todo o contorno uma vasta, bem formada e exuberante área de proteção vegetal. Da sua insurgência (olho-d'água) no meio do morro, até o ponto de utilização, à beira da estrada, onde está o caminhão, a água cumpre um longo percurso em canal aberto, na superfície do solo, em meio à vegetação. Assim, para consumo humano, fica sujeita a ser contaminada pela deposição e decomposição de restos vegetais e excrementos de animais silvestres, resultando no aumento de coliformes totais. Em detalhe, observa-se a caixa de recepção descoberta, cheia de folhas em decomposição.



Nascente 6 - nascente muito bem conservada, circundada de extensa área de mata preservada, aflorando no interior de uma gruta que recebeu uma proteção de alvenaria, com uma portinhola fechada com cadeado. Em detalhe, é mostrado o desenvolvimento de raízes dentro da gruta, exigindo sua retirada duas vezes por ano. A água é conduzida por meio de tubo de cimento amianto a um reservatório de distribuição de alvenaria, muito bem construído, limpo e desinfetado com cloro a cada dois anos.

Em detalhe, é mostrada a tampa de inspeção. Desse reservatório, a água é distribuída para diversos pontos de consumo, inclusive para a cidade de Analândia.



Nascente 7 - Nascente situada na meia encosta do morro, muito bem protegida por uma densa área de mata preservada, onde foi construída uma caixa de captação de alvenaria. Da nascente até a sede da fazenda, a água é conduzida por mangueira de polietileno preta, que se bifurca, abastece a lagoa e a caixa d'água de fibra de vidro. Desta última, a água é distribuída para diversos pontos de consumo. Nota-se a ausência da APP na lagoa, perfeitamente legal por se tratar de um reservatório artificial com menos de 5 ha de superfície, não resultante de barramento ou represamento de curso d'água, localizado em área de preservação.



Nascente 8 - Nascente de meia encosta bem protegida por vegetação nativa, sem nenhuma estrutura de proteção da nascente (Trincheira, por ex). A água sai do mato, escoando em dreno natural aberto. Após 10m de percurso, a água é recebida por um monte de pedras tipo seixos, coberto por uma tela plástica, com a função de reter materiais grosseiros como folhas e galhos. A água então é cai em um tanque de sedimentação escavado no solo, revestido por lona plástica e coberto por tábuas o que permite a entrada de vermes, insetos e pequenos animais. Deste, a água é conduzida por mangueira de polietileno enterrada a uma caixa de distribuição de alvenaria coberta por folha de fibrocimento, aí sim tendo sido tomado o cuidado de se instalar uma tela plástica para impedir a entrada de insetos e outros. Desta, então, a água é distribuída para diversos pontos de consumo.

8. Citações Bibliográficas e literatura complementar

- ÁGUA: Manual de Irrigação. Para que a fonte não seque. Guia Rural. São Paulo: Editora Abril, 1991. 170p.
- CASTRO, P.S.; LOPES, J.D.S. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001. 84p. (Série Saneamento e Meio-Ambiente, n. 296)
- DAKER, A. *A água na agricultura; captação, elevação e melhoramento da água*. 5.ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1976. v.2, 379p.
- GYENGE, J.E.; FERNÁNDEZ, M.E.; SALDA, G.D.; SCHLICHTER, T.M. Silvopastoral systems in Northwestern Patagonia. II: water balance and water potential in a stand of *Pinus ponderosa* and native grassland. *Agroforestry Systems*, v.55, p.47-55, 2002.
- LIMA, W. de P. *Princípios de hidrologia vegetal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. p.242, (Apostila)
- LIMA, W. de P. *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. p.318. (Apostila)
- LIMA, W. DE P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. cap. 3, p.33-44.
- LIMA, W. de P. Conservação de nascentes prevê manutenção dos recursos hídricos. *Agropecuária Hoje*, Piracicaba, v.6, n.30, p.10, 2000.
- LINSLEY, R.K.; FRANZINI, J.B. *Engenharia de recurso hídricos*. Mc Graw-Hill do Brasil, 1978, 798p.
- LOUREIRO, B.T. Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade. *Informe Agropecuário*, v. 9, n.100, p.48-52, 1983.
- MOLCHANOV, A. A. *Hidrologia Florestal.*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1963. 419p.
- RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. cap. 6. p.101-107.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Apresentação das metodologias usadas em

reflorestamento de áreas ciliares. In: CURSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR/FUPEF, 1993. v.2, p.248-281.

SILVEIRA, S, H. Poluição de nascentes. *Balde Branco*, v.18, n.231, p. 6-8, 1984.

TABAI, F.C.V. *Manual de procedimentos técnicos de restauração florestal em áreas de preservação permanente*. Piracicaba: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba-Capivari-Jaguari , 2002. 4p.

TELLES, D.A. *Elementos de Hidrologia e Hidrometria: Capacitação Básica em Irrigação*. São Paulo: DAEE, 1984. 541p.