

Francisco Mavignier Cavalcante França

NASCENTES HÍDRICAS DO CEARÁ

IMPORTÂNCIA, PROTEÇÃO E USO SUSTENTÁVEL



CENTEC
INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
*Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Educação Superior*

NASCENTES HÍDRICAS DO CEARÁ
IMPORTÂNCIA, PROTEÇÃO E USO SUSTENTÁVEL

Governo do Estado do Ceará
Camilo Sobreira de Santana
Governador

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Inácio Arruda
Secretário

Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará
Silas Barros de Alencar
Diretor-Presidente

Diretoria de Extensão Tecnológica e Inovação
Hermínio José Moreira Lima
Diretor

Diretoria Administrativo-Financeira
Antônio Elder Sampaio Nunes
Diretor

CENTEC
INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
*Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Educação Superior*

NASCENTES HÍDRICAS DO CEARÁ

IMPORTÂNCIA, PROTEÇÃO E USO SUSTENTÁVEL

Francisco Mavignier Cavalcante França

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Técnico do Instituto Centec

Fortaleza, outubro de 2019

1ª Edição

Gráfica Pouchain Ramos

© 2019 Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará

Proibida a reprodução total ou parcial sem a autorização prévia do editor (Lei nº 9.610, de 19/02/1998).

Coordenação Editorial: Francisco Mavignier Cavalcante França

Revisão vernacular: Tania Maria Lacerda Maia

Projeto Gráfico e Editoração: Bruno Pereira França

Contato com o autor

mavignier@centec.org.br

mavignierf@yahoo.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Ficha catalográfica

França, Francisco Mavignier Cavalcante França

Nascentes hídricas do Ceará: importância, proteção e uso sustentável / Francisco Mavignier Cavalcante França. -- Fortaleza, Secitece/Instituto Centec, 2019.

120 pg.: il color.

ISBN 978-85-98259-58-1

1. Nascentes hídricas – Recuperação 2. Recursos hídricos – Proteção 3. Proteção ambiental 4. Ecologia dos rios I. Instituto Centec II Título

CDD 333.72

INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO DO CEARÁ
(CENTEC)

Rua Silva Jardim, 515 – Bairro José Bonifácio

60.040-260 Fortaleza – Ceará

E-mail: centec@centec.org.br

www.centec.org.br

*“A destruição das matas entre nós
(cearenses) nas serras e nas praias; os
incendios dos campos todos os anos no
sertão, têm concorrido visível,
irrecusavelmente, para a diminuição das
aguas, e desaparecimento de muitas
fontes”.*

(Thomaz Pompêo de Sousa Brasil)

Memoria sobre o clima e secas do Ceará. Rio de Janeiro-DF: Typographia Nacional, 1877. Pág. 80.

Apresentação

O quadro de escassez de água no Ceará é um fenômeno secular. A convivência adequada com essa situação é um imperativo. Diante disso, tem-se que buscar mecanismos que assegurem a oferta regular de água para a população e para usos econômicos nos períodos de estiagem anual e em anos de seca.

Ao longo da história do Ceará, foram implantados programas exitosos, para melhorar a regularidade da oferta de recursos hídricos tais como a construção de açudes e a transposição de águas. Saliente-se, no entanto, que esses esforços são focados no aproveitamento da água, que é disponibilizada pela natureza, sem cuidar dos mananciais (nascentes e olhos d'água) que dão origem aos riachos e rios.

O livro *Nascentes Hídricas do Ceará*, de autoria de um técnico, integrante do quadro de funcionários do Centec, Mavignier França, vem, de forma inédita, apresentar uma série de práticas de manejo de nascentes, que possibilitam o aumento do fluxo, ao longo do ano, e da qualidade das águas que alimentam nossos riachos e rios e, por consequência, os açudes e canais de transposição de águas.

Atende a uma das propostas do Plano de Governo “Os 7 Ceará’s” - Capítulo: Ceará Sustentável que estabelece: “realizar levantamento hidrogeológico, através de estudos geológicos/geofísicos, com indicação de áreas com potencial

para aproveitamento hídrico subterrâneo, incluindo também os olhos d'água permanentes".

Este manual, abrangente, didático, científico e dentro do contexto do mundo real, visa apoiar as ações de recuperação, proteção e preservação das nascentes do Ceará que passa a ser mais uma fonte de referência para os entes públicos, os agentes produtivos e a sociedade em geral.

É com satisfação, portanto, que o Instituto Centec, dentro de sua missão de promotor do desenvolvimento sustentável do Ceará, entrega à sociedade este livro, ciente de que irá contribuir para otimizar a oferta de água, gerando bem-estar socioeconômico para as populações rurais e uso adequado dos recursos naturais.

Silas Barros de Alencar

Diretor-Presidente do Instituto Centec

Agradecimentos

O autor agradece o apoio institucional e as condições materiais disponibilizadas pelo Instituto Centec, nas pessoas de seu diretor-presidente, Prof. Silas Barros de Alencar, e de seu diretor administrativo-financeiro, Dr. Antônio Elder Nunes Sampaio.

Aos profissionais das áreas de ciências agrárias e ambientais, Ricardo Lima de Medeiros Marques, técnico da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, Raimundo de Sá Barreto Grangeiro, professor do Instituto Centec/FATEC-Cariri, e ao geólogo da SEMACE, Gustavo Amorim Studart Gurgel, pela análise dos originais deste livro e pelo aporte de sugestões, de ordem técnico-científica e de apresentação do texto, objetivando melhorar a qualidade científica, a utilidade prática e a didática do assunto.

Por fim, o autor agradece a sua esposa Tania Maria Lacerda Maia, Mestre em Gestão e Políticas Pública, consultora em Agenda 21 e revisora de português, pelas discussões e reflexões, ocorridas ao longo da elaboração deste livro, bem como pela revisão vernacular e copidescagem dos originais.

Sumário

Apresentação.....	IX
Agradecimentos.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES.....	26
3 OCORRÊNCIA DE NASCENTES OU OLHOS D'ÁGUA NO CEARÁ.....	34
4 CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES	40
5 MODALIDADES DE PROTEÇÃO DE NASCENTES DE ENCOSTAS	48
5.1 Modelo Caxambu	51
5.2 Modelo Solo Cimento	52
5.3 Modelo Trincheira (mureta)	54
6 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA PROTEÇÃO DE NASCENTES	56
6.1 Identificação, mobilização e planejamento.....	57

6.2	Limpeza da área de nascente.....	64
6.3	Preparação do depósito de água nascente	65
6.4	Construção da trincheira ou mureta	67
6.5	Cobertura e isolamento do depósito de água...	71
6.6	Reflorestamento da área a montante.....	73
6.7	Manutenção e uso da água da nascente	76
7	PROGRAMAS DE ADOÇÃO DE NASCENTES	82
8	RECOMENDAÇÕES	88
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
10	ANEXO E APÊNDICES	100
	Anexo 10.1 Lei estadual nº 12.522/1995 sobre nascentes e olhos d'água	100
	Apêndice 10.2 - Quantidade de nascentes e olhos d'água, por município do Estado do Ceará, 2018. ...	101
	Apêndice 10.3. - Espécies vegetais da Unidade Fitoecológica Mata Úmida do Estado do Ceará.....	105
	Apêndice 10.4 - Case de Sucesso	109

Figuras

Figura 1 - Nascente com proteção inadequada	28
Figura 2 - Sistema antigo de captação de água em nascente. .	28
Figura 3 - Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará com destaque para os domínios naturais	37
Figura 4 - Nascente de encosta, com lençol freático retido em parte alta do terreno.....	43
Figura 5 - Nascente sem acumulação de água	44
Figura 6 - Nascente de encosta com acúmulo d'água,	44
Figura 7 - Esquema de uma nascente protegida	49
Figura 8 - Representação esquemática de uma fonte protegida por meio do modelo Solo Cimento.....	50
Figura 9 - Tubo para proteção de fonte modelo Caxambu	51
Figura 10 - Preparação do tubo do modelo Caxambu de proteção de nascente.....	51
Figura 11 - Proteção Caxambu em construção.....	52
Figura 12 - Nascente Caxambu vertendo água	52
Figura 13 - Proteção de nascente com argamassa de solo cimento sobre pedras	53

Figura 14 – Depósito de água coberto com argamassa de solo cimento.....	53
Figura 15 - Detalhes da proteção de uma nascente na etapa final de construção.....	54
Figura 16 - Nascente com estrutura de fornecimento de água instalada	54
Figura 17 - Nascente de encosta, Crato-Ceará	58
Figura 18 - Nascente de encosta na Serra de Baturité	58
Figura 19 - Mobilização e capacitação, em serviço, durante a construção de uma proteção de nascente	60
Figura 20 - Limpeza da nascente para colocação de pedras ...	64
Figura 21 - Pedras colocadas em uma nascente com proteção do tipo trincheira	65
Figura 22 - Pedras colocadas em uma nascente com proteção do tipo solo cimento	65
Figura 23 - Detalhe da desinfecção das pedras antes do lacramento da nascente.....	66
Figura 24 - Detalhes dos cortes feitos no filtro	69
Figura 25 - Filtro de captação instalado na nascente.....	69
Figura 26 - Proteção de uma nascente modelo Caxambu.....	69
Figura 27 -Proteção de nascente feita com solo cimento	71

Figura 28 - Nascente protegida por meio do modelo Solo Cimento.....	72
Figura 29 - Colocação da lona para proteção da nascente	72
Figura 30 - Detalhe do cercamento de uma nascente	73
Figura 31 - Nascente com vegetação rasteira	75
Figura 32 - Nascente com reflorestamento	75
Figura 33 - Realização da desinfecção da água do depósito da nascente.....	76
Figura 34 - Coleta de água em nascente protegida	79
Figura 35 – Tela de abertura do aplicativo “Plantando Rios”	83

Tabelas

Tabela 1 - Classificação de nascentes baseada na taxa anual de descarga de água	46
Tabela 2 - Custo com materiais e serviços para construção da proteção de uma nascente do tipo trincheira.....	61
Tabela 3 - Custo com materiais e serviços para construção da proteção de uma nascente do tipo trincheira.....	62
Tabela 4 - Resumo dos custos de construção de uma proteção de nascente, segundo o tipo (a preços de 2019)	64

LISTA DE SIGLAS

- APP** – Área de preservação ambiental
- CAR** – Cadastro Ambiental Rural
- CODEVASF** – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do Francisco e do Parnaíba
- COGERH-CE** – Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico do Ceará
- CORIPA** – Consórcio Intermunicipal para Conservação do Remanescente do Rio Paraná e Áreas de Influência
- EMATER-RS** – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul
- EPAGRI-SC** – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- FAO** – Food and Agriculture Organization
- FUNCEME** – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
- ICMS** – Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços
- IFRO** – Instituto Federal de Educação de Roraima
- ITR** – Imposto territorial rural
- LEOCLUB** – Leo Clube Chapecó Integração
- PVC** – Polyvinyl chloride
- SCRURAL** – Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca de Santa Catarina
- SECITECE** – Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Ceará
- SEMA-PR** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná
- SEMA-CE** – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará
- SENAR** – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
- SETUR-CE** – Secretaria de Turismo do Estado do Ceará
- SFA** – Sistema Florestal Brasileiro
- SRH-CE** – Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará



1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

No contexto do ciclo hidrológico, as nascentes se configuram como elementos fundamentais na formação dos riachos, rios e lagos.

O ciclo hidrológico, segundo Oliveira (2010), é um meio conveniente de apresentar os fenômenos hidrológicos relacionados com a precipitação pluviométrica, evaporação e transpiração, infiltração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo.

Considerando que as nascentes são afloramentos de águas originárias do escoamento subterrâneo, podemos dizer que constituem um dos principais componentes do sistema hidrológico da bacia hidrográfica. A propósito, Oliveira (2010) registra que em bacias hidrográficas, obrigatoriamente, existem cabeceiras ou nascentes, divisores de água, cursos d'água principais, afluentes e subafluentes.

Para Valente e Gomes (2005),

As bacias pequenas posicionadas nas extremidades de bacias maiores, geralmente em áreas de maior declividade, são conhecidas como bacias hidrográficas de cabeceiras, ou simplesmente, bacias de cabeceiras. São elas as responsáveis pela formação de córregos, essencialmente, ou mesmo de riachos e ribeirões, conforme denominações populares.

Nessa configuração, a nascente, também popularmente denominada de olho d'água, mina, fonte, cabeceira ou fio d'água, é o afloramento sistemático de um depósito de água subterrânea que dá origem a um riacho ou rio. Pela sua importância na dinâmica do ciclo hidrológico e na sustentabilidade da bacia hidrográfica, justifica-se que tais ocorrências naturais devam ser protegidas.

O modo de construir a proteção e assegurar a preservação de nascentes (cobertura do depósito d'água, isolamento da área e reflorestamento do entorno) contribuem para a desobstrução do curso da água, controle da vazão, proteção de enxurradas, aumento do volume de água, livre de contaminação externa, e melhor acesso à água para consumo humano e animal, além de continuar interagindo com o ecossistema e mantendo o fluxo hídrico para os riachos ou rios.

O resultado do processo de proteção das nascentes consiste, basicamente, no solo protegido, na infiltração facilitada da água no solo e na taxa de evapotranspiração reduzida.

Com respeito à importância estratégica para o ecossistema e para o homem, observa-se que “no meio rural, a degradação das nascentes é causada pelas pressões oriundas de diferentes formas de intervenções antrópicas, podendo-se mencionar: a) atividade agrícola e pecuária sem medidas de conservação da água e do solo, sobretudo em áreas de encosta; b) o desmatamento da Área de Preservação Permanente e das áreas de recarga; c) implantação de rodovias ou estradas vicinais mal alocadas e mal dimensionadas; d) a adoção de queimadas nas atividades agropecuárias; e) o cultivo agrícola

no entorno de nascentes; f) a criação de animais com livre acesso às nascentes; entre outras.” (CODEVASF, 2016)

Corroborando com esta realidade, a análise qualitativa, feita em 355 nascentes do Estado de Alagoas, da bacia do rio Piauí, que é tributário do rio São Francisco, realizado por Schwartzman *et all.* (2016), constata-se que nenhuma nascente apresentou conceito ótimo. Do total das nascentes cadastradas, 30%, (99) foram classificadas com conceito bom ou razoável e 256 (70%) apresentaram o conceito ruim ou péssimo.

Este livro apresenta vários conteúdos operacionais, com base em critérios técnicos e padronização de procedimentos, que ensejarão clareza e uniformidade de compreensão, por parte dos órgãos de controle ambiental, de recursos hídricos, dos usuários das nascentes e dos extensionistas rurais, objetivando a preservação, manutenção e perenização das nascentes, com o mínimo de impacto ambiental.

Saliente-se que os temas abordados neste livro tratam da proteção de nascentes de forma geral para os ecossistemas do Brasil. No entanto, as particularidades são relativas à realidade do Estado do Ceará, no que concerne aos aspectos que lhes são pertinentes, como no capítulo “3 – Ocorrência de nascentes ou olhos d’água no Ceará” e em seus anexos e apêndices.

Esta obra aborda os aspectos científicos das nascentes de forma resumida e didática objetivando dar o respaldo técnico para as proposições operacionais. Nos conteúdos operacionais, optou-se por textos, figuras e tabelas, que melhor orientem o público-alvo na proteção de suas nascentes de forma autônoma.

Assim, em sua parte geral, o livro descreve a importância das nascentes para os ecossistemas e para o homem, seguindo de uma breve caracterização das nascentes.

Com características mais operacionais, têm-se os capítulos referentes às modalidades de proteção, o passo a passo do processo construtivo, uma descrição do aplicativo do Ministério do Meio Ambiente “Plantando Rios-Adote uma Fonte” e um *case* de sucesso sobre a implantação de proteção de nascentes no Ceará.

2

IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES

2 IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES

Uma nascente surge quando a água do subsolo, originária de um lençol freático, atinge a superfície formando acúmulos d'água (lago) ou cursos d'água (riachos e rios). Dependendo da região do Brasil, as nascentes assumem várias denominações, tais como: olho d'água, mina d'água, fio d'água e fonte.

Sobre a importância das nascentes, para as bacias hidrográficas, está consignado, em Codevasf (2015), que as ações de recomposição de matas ciliares, como também trabalhos de conservação do solo para melhoria da oferta hídrica, devem estar atreladas às ações para preservação das nascentes, pelo fato de serem imprescindíveis à proteção e manutenção dos rios.

A nascente natural, que recebe proteção, assume o papel não só de ativo ambiental, mas também de uma benfeitoria rural, devido aos benefícios gerados para o ecossistema e para a propriedade agrícola, ao disponibilizar água em maior volume e de melhor qualidade para múltiplos usos.

A importância das nascentes, para o homem e para a natureza, está presente nos benefícios que proporcionam em termos ambiental, social e econômico. Os serviços ambientais proporcionados pelas nascentes referem-se à manutenção da flora e da fauna, em sua área de influência, e a contribuição dada para formação de riachos, rios e lagos.

Quanto à dimensão social, as nascentes fornecem água à população residente em seu entorno. Ao fornecer água potável

para a dessedentação dos rebanhos e para a agricultura irrigada, está contribuindo para o desenvolvimento econômico.

Corroborando com as afirmações já expostas neste capítulo, Zanin *et al.* (2013) asseveram que

As nascentes também possuem um importante viés econômico e social, pois a água filtrada naturalmente pelo solo possui sua qualidade, para consumo humano, condicionada somente pelo uso e cobertura da terra em sua área de contribuição, e desta forma constituindo um importante manancial para uso consuntivo da água em meio urbano e rural.

Ademais, as nascentes de encostas, que são predominantes no Ceará, constituem a principal fonte de água das propriedades e dos povoados rurais, visto a impossibilidade de o poder público ofertar água encanada, ou mesmo construir açudes, em regiões (aldeias de montanha) de difícil acesso, pela topografia acidentada e elevada.

Constatou-se, por meio de pesquisas e entrevistas, que a maioria das nascentes do Brasil não está protegida ou as proteções são ainda precárias ou incompletas, conforme pode ser visualizado nos exemplos apresentados nas figuras 1 e 2.

Figura 1 - Nascente com proteção inadequada



Fonte: Baggio *et al.* (2013).

Figura 2 - Sistema antigo de captação de água em nascente.



Fonte: SEMA-PR (2010).

Importante, portanto, que sejam feitas a recuperação e a proteção artificial (mureta) das nascentes, para que forneçam água potável para usos múltiplos, como forma de otimizar essa fonte hídrica.

Essa oferta d'água mitigará a crônica escassez de água no período de estiagem da zona semiárida e, em especial, do Ceará, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica, muito comuns no meio rural. Portanto, as nascentes sem proteção, são prejudiciais ao homem e ao meio ambiente.

Numa visão holística, a contribuição das nascentes protegidas para os ecossistemas, apresenta-se na preservação dos recursos hídricos, da mata ciliar, na manutenção da biodiversidade, no fluxo genético da flora e da fauna e na conservação do solo. Todos esses ganhos ambientais têm como finalidade principal o bem-estar das populações.

Sendo o Brasil um país tropical de tamanho continental não é surpreendente o fato de que possui 1,5 milhão de nascentes e olhos d'água (www.car.gov.br, posição de 2017).

Criado pela Lei 12.651/12, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, formando base de dados estratégicos para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais

Após análise, constatou-se o fato de pouca quantidade e baixa efetividade de ações e programas voltados para a recuperação, proteção e preservações de nascentes, diante da grandeza e importância desses mananciais.

No âmbito nacional, identificou-se apenas dois programas que se encontram em vigência. Um é o “Plantadores de Rios” ou “Adote uma Nascente”, de iniciativa do Ministério do Meio Ambiente, que consiste em um aplicativo interativo para celular (*on line*), que permite a participação social nas ações de recuperação, por meio da cooperação entre detentores das nascentes, doadores e prestadores de serviços de proteção de nascentes. Esse programa é detalhado no capítulo 7 deste livro.

A outra iniciativa, denominada de Programa Nacional de Proteção de Nascentes, foi criada e implantada, em 2015, pela Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária (CNA) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Os procedimentos adotados no programa, para a proteção das nascentes, relacionam-se a: identificação, cercamento, limpeza e replantio de espécies nativas. Não foram feitas proteções físicas, do tipo Solo Cimento, Caxambu ou Trincheira. Consultando o *site* da CNA/SENAR, identificou-se que foram protegidas mais de 1.700 nascentes protegidas no Brasil e, no Ceará, foram beneficiadas 105 nascentes.

Nos demais estados brasileiros, outras iniciativas, de menor porte, foram empreendidas nestes últimos cinco anos, com foco maior no reflorestamento das áreas das nascentes. Algumas das mais relevantes, destacam-se:

- Projeto de Nascentes de São Paulo, de responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, com 14,5 mil hectares reflorestado até 2017.
- Programa de Proteção de Mananciais de Minas Gerais, criado em 2004 e liderado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais;

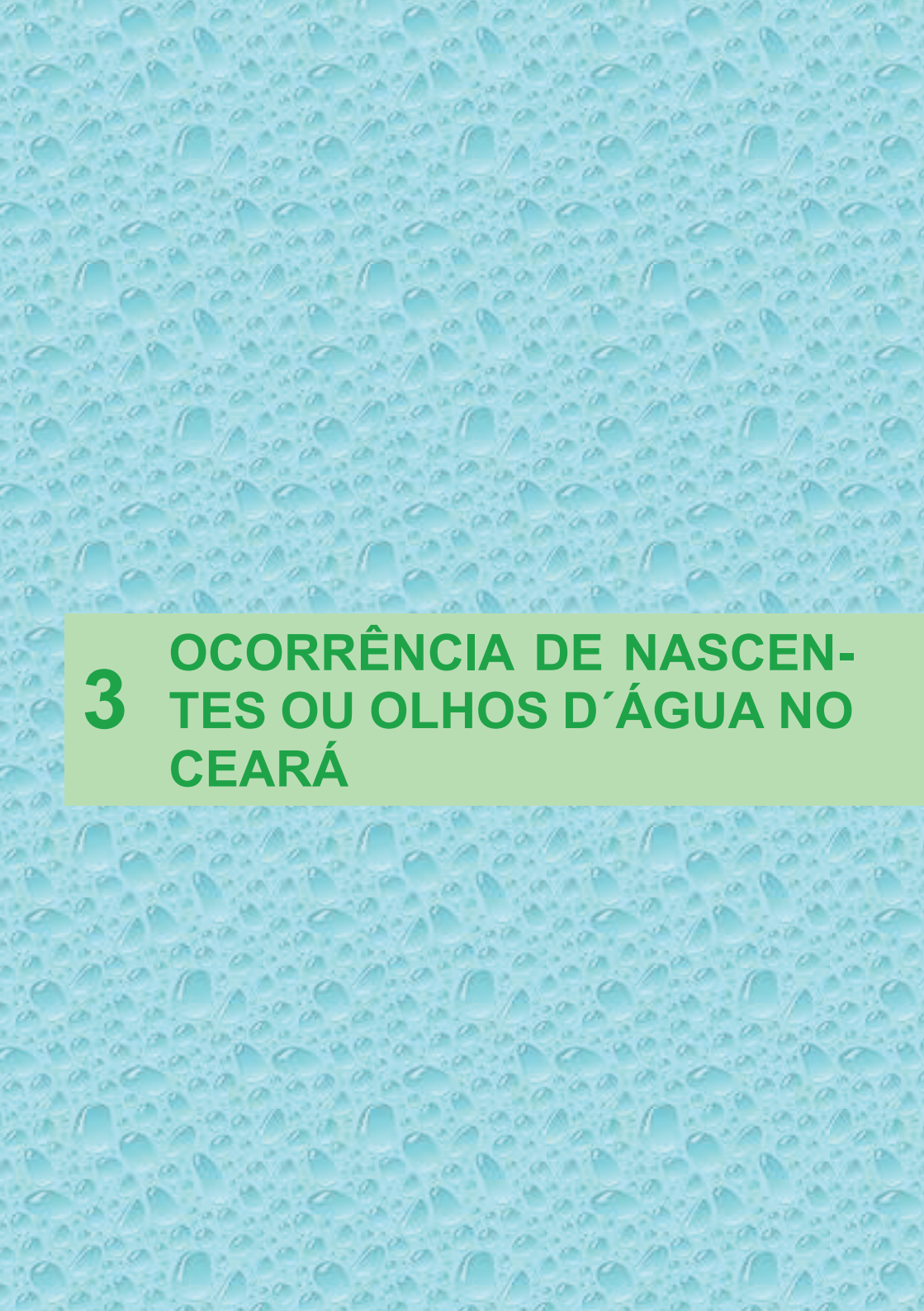
- Projeto Nascentes do Xingu criado em 2004 e executado por um consórcio multi-institucional;

- Projeto Nascentes do Paraguaçu, tendo como área beneficiada a Chapada Diamantina (Bahia);

- Programa de Recuperação de Nascentes de responsabilidade da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná, criado em 2010, para beneficiar 11 municípios;

Muitas outras iniciativas municipais de proteção de nascentes têm ocorrido em todo o Brasil. Nessas iniciativas predominam, dentre outras benfeitorias, a construção da mureta e do depósito d'água da nascente. Alguns desses municípios são: Caxias do Sul-RS, Machadinho-RS, Santo Ângelo das Missões-RS, Chapecó-SC, Curitiba-SC, Itaiópolis-SC, Juiz de Fora-MG, Campo Mourão-PR, Caçador-PR, Londrina-PR, Missal-PR, Capistrano-CE, Crateús-CE, São Desidério-BA, Cacoal-RO, Castelo-ES, Muriaé-MG e Laginha-MG.

Com foco em nascentes, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará disponibilizou uma cartilha intitulada "Educação Ambiental para a Conservação de Nascentes" (SEMA-CE, 2016).



3 OCORRÊNCIA DE NASCENTES OU OLHOS D'ÁGUA NO CEARÁ

3 OCORRÊNCIA DE NASCENTES OU OLHOS D'ÁGUA NO CEARÁ

No Ceará, a ocorrência de nascentes perenes predomina em seus enclaves úmidos e subúmidos que, segundo Sousa e Oliveira (2006), “são superfícies topograficamente elevadas de relevos serranos com dimensões variadas e que são submetidas às influências de mesoclimas de altitude”. No referido Estado, os enclaves apontados pelos autores acima citados, são:

- Chapada do Araripe;
- Planalto da Ibiabapa (Serra Grande);
- Serra da Meruoca;
- Serra de Pacatuba (Serra da Aratanha);
- Serra de Baturité (Serra de Guaramiranga);
- Serra de Maranguape; e
- Serra de Uruburetama.

As orientações, expostas neste manual, poderão ser úteis, também, na proteção de nascentes ou olhos d'água existentes em outras ocorrências como:

- a) Nas terras altas, sobretudo, nas serras secas, em que há nascentes perenes, a exemplo da Serra do Pereiro, Serra Azul e Serra das Matas.
- b) Nos tabuleiros pré-litorâneos da Formação Barreira (tabuleiros costeiros). Segundo Ribeiro *et all.* (2000), “a variação litológica da Formação Barreiras, além de alterar as condições de fluxo de água subterrânea, favorece o aparecimento de fontes de contato localizadas, preferencialmente, nas encostas das

falésias, como observadas na praia do Morro Branco, em Beberibe”.

Corroborando com as afirmações expostas no início deste capítulo, constata-se que, no território cearense, as nascentes perenes ocorrem, em quase sua totalidade, segundo Pompeu Sobrinho (1962),

Nos sub-pés do serrotes e montes ou, em certos pontos, nas vertentes das serras frescas, mesmo em regiões mui perto dos pontos mais elevados; em qualquer parte, enfim, onde aflora uma diaclase (fenda) que contém água sob pressão.

As nascentes ou olhos d’água, no sertão cearense são escassos por serem, predominantemente, constituídos de rochas cristalinas ou metamórficas e por terem o terreno, fortemente impermeável.

Na figura 3, é mostrado o mapa geoambiental do Estado do Ceará com a localização espacial de todas as suas serras, planaltos, chapadas e tabuleiros. No canto inferior direito da figura 3, encontra-se uma das legendas do mapa que sinaliza, com a cor verde, os enclaves úmidos e subúmidos, exceto a Chapada do Apodi; com a cor cinza, as serras secas; e com a cor amarela clara, os tabuleiros costeiros.

No Cadastro Ambiental Rural do Estado do Ceará, constam 235.618 (maio/2019) imóveis rurais georreferenciados, com 4.339 nascentes ou olhos d’água, perenes e temporárias (SFB, 2019).

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é uma inovação do Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.652/2012), caracterizando-se como um instrumento valioso, para garantir a regularização ambiental das propriedades rurais e gerar um banco de dados dinâmico para subsidiar a política ambiental brasileira, bem como auxiliar os produtores rurais a explorar seus estabelecimentos em bases sustentáveis.

Para o Sistema Florestal Brasileiro (SFB, 2016), o CAR

É um registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais, formando base de dados estratégicos para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais.

Ao analisar o apêndice 10.2, em que estão apresentadas todas as nascentes ou olhos d'água identificados no CAR-Ceará, constata-se que há necessidade de se fazer alguns ajustes. Um exemplo é o município de Capistrano, onde não foi identificada nenhuma nascente ou olho d'água nas propriedades; quando, na realidade, a Fundação Banco do Brasil financiou a proteção de sete desses ativos ambientais, em 2018, conforme pode ser constatado no *Case* de Sucesso apresentado no apêndice 10.4.

Apesar de algumas inconsistências no registro das nascentes e olhos d'água, tais informações georreferenciadas, são muito relevantes, considerando que é exigido dos proprietários rurais que as inconsistências, verificadas nos cadastros, sejam retificadas logo após notificação dos órgãos governamentais responsáveis pelo controle e monitoramento do CAR.



4 CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES

4 CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES

Segundo o Código Florestal Brasileiro, nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água, enquanto o olho d'água é o afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (não contínuo). Determina, também, que a APP das nascentes e olhos d'água perenes devem ter um raio de 50m, a partir dos seus vertedouros.

Os espaços enquadrados como Área de Preservação Permanente (APP), em que as nascentes se inserem, são definidas no Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) como sendo “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Uma nascente é o local onde se inicia um curso de água, ou seja, é o afloramento de um lençol subterrâneo na superfície terrestre, dando origem a cursos de água de grande ou de pequeno porte. De forma mais simples, é definida como sendo o ponto onde a água acumulada no subsolo brota na superfície (CALHEIROS, 2004).

Para Pereira *et al.* (2011), “a definição técnica deixa claro que a nascente deve ter ocorrência natural e com vazão suficiente para fluir em curso de água ou fonte de acúmulo”.

Quanto ao marco legal das nascentes, a legislação ambiental no Brasil prevê a proteção para todas as Áreas de Preservação Permanente (APP) e, no caso das nascentes, são

amparadas pelo Código Florestal Brasileiro (lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012).

O Estado do Ceará, por sua vez, estabelece na Lei nº 12.522, de 15 de dezembro de 1995, como “áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d’água e a vegetação natural no seu entorno” (Anexo 10.1).

As nascentes, objeto deste manual, enquadram-se no art. 16, & 2º da Lei Estadual nº 14.844, de 30/1/2010, que estabelece que não serão cobrados os usos de vazões insignificantes de água relativos “aos recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural”. O consumo mensal de água das nascentes, estimado neste manual como o volume médio compatível com a demanda de um pequeno estabelecimento rural, é de 900 m³/mês, equivalente à vazão média de 0,5 litro/segundo menos a água que será liberada para o riacho ou rio.

Mesmo não sendo exigidos procedimentos legais, ao se construir as estruturas de proteção de nascentes preconizadas neste manual, faz-se necessário dar ciência dessa intervenção ao órgão de gerenciamento de recursos hídricos do Estado do Ceará, conforme Art. 12º, & 1º do decreto estadual nº 31.076, de 17/12/2012 (Lei das Outorgas).

Considerando que as nascentes e olhos d’água ocorrem, na natureza, com variadas configurações na morfologia, na vazão, no fluxo da água e em outros aspectos, faz-se necessário realizar uma pequena conceituação das tipologias, para a melhor compreensão dessa importante ocorrência natural.

Com esse intuito, deve-se fazer a caracterização das nascentes, sem a pretensão de apresentar conceitos aprofundados, mostrando as principais tipologias de nascentes.

a) Quanto à origem da água

i) De lençol freático

As nascentes de lençóis freáticos são aquelas originadas das águas de chuvas, alojadas sobre camadas impermeáveis do subsolo, que, sob a influência da gravidade, afloram à superfície. Tais nascentes localizam-se, geralmente, nas encostas de serras ou em pé de morros, sendo essas as que ocorrem em maior quantidade e com melhor qualidade da água.

ii) De lençol artesiano

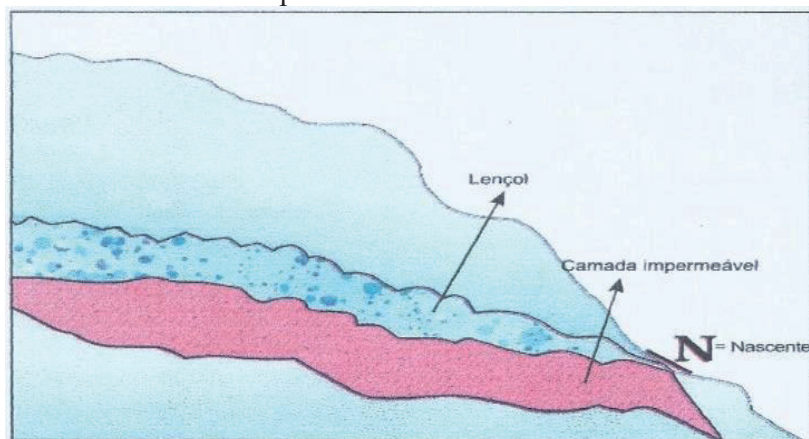
As nascentes de lençóis artesianos têm suas águas originadas de depósitos formados por duas camadas impermeáveis no subsolo. Geralmente, estão a grandes profundidades e afloram nos baixios do terreno.

b) Quanto à geomorfologia da área de ocorrência

i) De contato ou de encosta

Nascente de encosta ocorre quando o fluxo de água do lençol freático intercepta a superfície do solo, fazendo com que a água do referido aquífero aflore e escorra integralmente pela encosta. Essas nascentes são mais frequentes nos sopés de morros e regiões acidentadas de forte declive (serras), conforme é ilustrado na figura 4

Figura 4 - Nascente de encosta, com lençol freático retido em parte alta do terreno



Fonte: Valente e Gomes (2005).

i) De depressão

As denominadas nascentes de depressão se constituem de concentrações de água (poça sem correnteza) em partes baixas do terreno, formando os olhos d'água de pequena vazão que borbulham ou emergem de forma difusa, formando brejos.

ii) Difusa

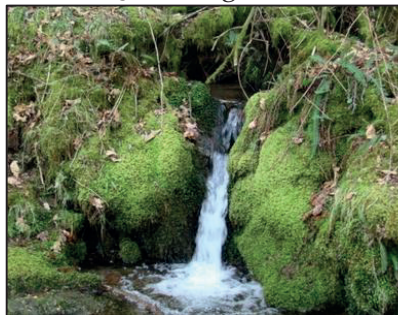
Ocorrem quando a superfície do lençol freático intercepta a superfície de terrenos relativamente planos, promovendo um escoamento espreado em grandes áreas, formando as veredas. Tal fenômeno pode gerar fluxos contínuos de água à jusante, por meio de pequenas nascentes que escorrem para os corpos d'água.

c) Quanto à forma de disponibilização da água

i) Sem acúmulo inicial

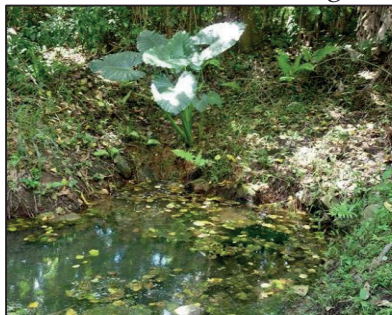
Ocorre em terreno declinado, brotando em um único ponto, devido à posição da camada impermeável ser mais baixa que a da encosta. Nesse tipo de nascente, o fluxo de água corre em um único local do terreno que corresponde ao ponto de encontro da encosta com a camada impermeável. São exemplos, desta tipologia, as nascentes de encosta ou de contato, conforme pode ser visualizado na figura 5.

Figura 5 - Nascente sem acumulação de água



Fonte: Consórcio CORIPA (2019)

Figura 6 - Nascente de encosta com acúmulo d'água,



Fonte: SETUR-CE

ii) Com acúmulo inicial

Ocorre nas áreas mais rebaixadas de um terreno plano, em que a camada impermeável situa-se próxima à superfície de forma paralela, podendo formar nascentes de tamanho considerável, semelhante a um pequeno lago (ver Figura 6). As nascentes que se enquadram nessa tipologia são as de depressão e as difusas.

d) Quanto à posição do vertedouro

i) Fixos ou pontuais

São aquelas que não mudam a posição do vertedouro de água.

ii) Móveis

São aquelas em que os vertedouros de água mudam de lugar, devido à oscilação do regime pluviométrico, e localizam-se no fundo dos cursos d'água. São influenciadas pelo grau de saturação do lençol freático.

e) Quanto à regularidade do fluxo d'água

i) Perenes

Apresentam fluxo d'água contínuo ao longo do ano, sendo a amplitude do volume da vazão influenciada pelas oscilações do regime pluviométrico anual.

ii) Intermitentes

São aqueles em que a descarga d'água somente ocorre durante a estação das chuvas.

iii) Efêmeras

As nascentes efêmeras ou temporárias surgem apenas durante o tempo de uma chuva, permanecendo por algumas horas ou dias, de acordo com o volume e o tempo de cada chuva. São mais frequentes nas regiões áridas e semiáridas.

f) Quanto ao fluxo do volume d'água

Quanto ao fluxo do volume d'água ou faixas de vazão, as nascentes assumem grandes amplitudes por estarem condicionadas às características do clima, da região e do seu grau de conservação e proteção.

Valente e Gomes (2005) apresentam uma classificação bastante difundida, proposta por Meinzer (1923), que organiza as nascentes em classes de valores absolutos de vazão, representadas em litros de água por minuto, conforme é mostrado na tabela 1.

Dentre as oito magnitudes de vazões estabelecidas por Meinzer (Tabela 1), a que se enquadra melhor nos objetivos deste manual é a sexta, ou seja, nascentes com vazão variando de 4 a 38 litros de água por minuto.

Tabela 1 - Classificação de nascentes baseada na taxa anual de descarga de água

Magnitude	Descarga
Primeira	Acima de 170.000 litros/minuto
Segunda	De 17.000 a 170.000 litros/minuto
Terceira	1.700 a 17.000 litros/minuto
Quarta	De 380 a 1.700 litros/minuto
Quinta	De 38 a 380 litros/minuto
Sexta	De 4 a 38 litros/minuto
Sétima	De 0,6 a 4 litros/minuto
Oitava	Abaixo de 0,6 litros/minuto

Fonte: Meinzer (1927)



5 MODALIDADES DE PROTEÇÃO DE NASCENTES DE ENCOSTAS

5 MODALIDADES DE PROTEÇÃO DE NASCENTES DE ENCOSTAS

A forma de construir uma estrutura de proteção de nascente é flexível, uma vez que depende da feição da fonte, dos materiais disponíveis no local e das necessidades de água do proprietário rural. Os procedimentos essenciais na construção de uma proteção de nascente são: construção da mureta, cobertura do depósito d'água, disposição dos canos de saída da água e manutenção da mata à montante.

É necessário considerar, também, na proteção da nascente, o controle de erosão do solo, por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, a minimização de contaminação química e biológica da água, além da necessidade de reduzir as perdas de água por meio da transpiração das plantas.

Castro e Gomes (2001, apud CRISPIM, 2012), por sua vez, asseveram que:

É difícil estabelecer um receituário generalizado de técnicas para a conservação de nascentes, mas enquanto não se dispõe de um programa de estratificação dos ambientes das nascentes, para enquadrá-las em categorias mais adequadas ao estabelecimento das técnicas ideais de conservação, pode-se fazer algumas recomendações básicas de como protegê-las contra qualquer agente externo que venha a romper o equilíbrio vigente, diminuindo a quantidade e a qualidade da água.

As nascentes em encostas são as mais favoráveis para coleta de água para uso humano, animal e agrícola. Esse tipo de nascente representa a quase totalidade das fontes perenes do Estado do Ceará, razão pela qual este manual é orientado para a proteção dos referidos ativos ambientais.

Existem três modelos predominantes de proteção de nascentes (estruturas físicas de contenção) que, de um modo geral, podem ser adotados em qualquer nascente de encosta. Tais modelos são: Caxambu, Solo Cimento e Trincheira ou Mureta.

A figura 7 mostra o esquema de uma nascente protegida por meio dos modelos Caxambu e Trincheira. Tal esquema mostra todos os aspectos de uma proteção de nascente, objetivando orientar seu processo construtivo.

Figura 7 - Esquema de uma nascente protegida



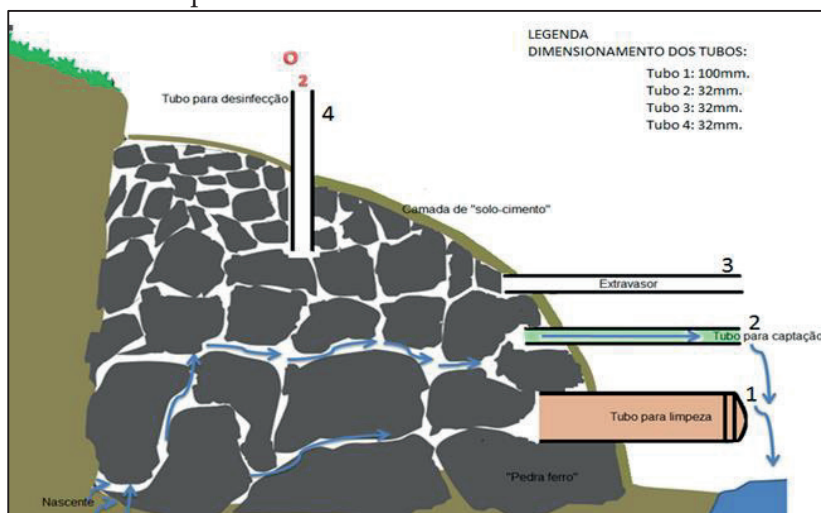
Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul-RS (2016).

Para orientar a construção da proteção da nascente, por intermédio do modelo Solo Cimento, é apresentada na figura 8

a representação esquemática de nascentes protegidas por esse modelo.

A seguir, são descritos os modelos de proteção de nascentes Caxambu, Solo Cimento e Trincheira (mureta), por serem as mais apropriadas para as nascentes de encosta. Tais estruturas artificiais têm sido muito usadas no Brasil, porque proporcionam, efetivamente, a proteção e/ou recuperação das nascentes, por meio da melhoria da qualidade e do volume d'água.

Figura 8 - Representação esquemática de uma fonte protegida por meio do modelo Solo Cimento



Fonte: FAO (2009).

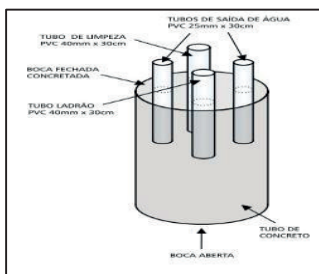
Além disso, facilita o manejo da água, que é feito por intermédio de um sistema de condução para fora da APP, sendo aproveitada, em múltiplos usos, pelos moradores das propriedades rurais na área de influência.

5.1 Modelo Caxambu

É uma tecnologia desenvolvida e disseminada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Trata-se de um tubo de concreto (manilha), de 20 cm de diâmetro por um metro de comprimento (Figura 9), contendo quatro saídas, duas constituídas de dois tubos de PVC de 25 mm, por 30 cm de comprimento, que terão as duas saídas da água para consumo humano e animal, e outras duas, formadas por dois tubos de PVC de 40 mm de diâmetro por 30 cm de comprimento, sendo um tubo para limpeza da estrutura e outro para extravasar a água em excesso.

Segundo SCRURAL (2013), o tubo não poroso deve ser concretado com os canos de PVC (Figura 10), que deve secar à sombra, por pelo menos sete dias, molhando todos os dias para a secagem correta e para não dar problemas ao ser colocado no local da nascente”.

Figura 9 - Tubo para proteção da fonte modelo Caxambu



Fonte: Calheiros (2006)

Figura 10 - Preparação do tubo do modelo Caxambu de proteção de nascente



Fonte: SCRURAL (2013)

Na construção da proteção de nascentes, utilizando-se o modelo Caxambu, faz-se necessário que sejam executados os seguintes passos: a) limpeza do local de captação da água; b) abertura de uma vala para instalação do tubo; c) colocação de pedras e posterior cobertura do depósito coletor de água (Figura 11).

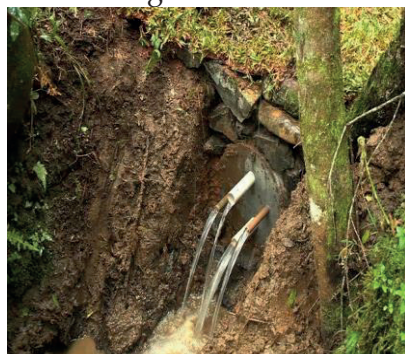
Assenta-se o tubo com massa de barro ou de cimento, conforme o local (Figura 12), de forma que toda a água saia apenas pelos canos (CALHEIROS, 2006).

Figura 11 - Proteção Caxambu em construção



Fonte: LEOCLUB (2011).

Figura 12 - Nascente Caxambu vertendo água



Fonte: EPAGRI-SC (2016).

5.2 Modelo Solo Cimento

O método solo cimento consiste em limpar o entorno das nascentes, manualmente, retirando materiais orgânicos como raízes, folhas, galhos e lama. Na sequência, coloca-se pedra rachão em todo o depósito escavado e, em seguida, instala-se a tubulação. A parede ou mureta de contenção é vedada com uma argamassa, feita com solo peneirado e cimento, na proporção de

3 x 1, sobre as pedras colocadas no depósito de água, alimentado pela nascente. As pedras, de vários tamanhos, funcionam como um filtro natural e possibilitam espaços vazios para preenchimento com água.

As tubulações servem para permitir o escoamento da água, sendo dispostos conforme suas funções: uma tubulação de 50 mm de diâmetro, para permitir o tratamento com água sanitária, instalada na parte superior da cobertura da nascente. O agricultor deve fazer, semestralmente, uma desinfecção, utilizando água sanitária.

Dois canos de 50 mm de diâmetro, com redução para ½ polegada, enviará água para consumo, e outra tubulação, de 50 mm de diâmetro, é instalada de 15 cm a 20 cm acima da tubulação que serve água à residência, funcionando como extravasor (ladrão). Por fim, o quarto cano, de 100 mm de diâmetro, que servirá para esgotar a nascente no período da desinfecção semestral e para permitir o processo de esvaziamento do depósito d'água, quando necessário (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Proteção de nascente com argamassa de solo cimento sobre pedras



Fonte: Guimarães (2015)

Figura 14 - Depósito de água coberto com argamassa de solo cimento



Fonte: Prefeitura de São Desidério-BA (2011)

5.3 Modelo Trincheira (mureta)

Quanto a este modelo, Calheiros (2006) escreve que:

A trincheira é aberta em posição transversal à direção do fluxo d'água 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.

Este modelo é, particularmente, recomendado quando o lençol freático, de uma nascente de encosta, emerge na superfície e o depósito d'água é de pequeno tamanho.

A mureta deverá ser lacrada, no seu entorno e na parte superior, e toda a água da nascente deve escorrer pelos quatro canos de vazão. Dois, para captação da água para usos múltiplos pelo proprietário rural, um para extravasar a água em excesso (ladrão) e o último para esgotamento total do depósito, com o propósito de limpeza. As figuras 15 e 16 mostram duas situações deste modelo de proteção de nascentes.

Figura 15 - Detalhes da proteção de uma nascente na etapa final de construção



Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul (2016).

Figura 16 - Nascente com estrutura de fornecimento de água instalada



Fonte: França (2017).



6 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA PROTEÇÃO DE NASCENTES

6 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA PROTEÇÃO DE NASCENTES

No processo construtivo de proteção de nascentes é necessário seguir várias etapas, de modo a garantir o aumento e a qualidade da água, bem como seu uso sustentável. O passo a passo tem variantes, conforme a configuração natural da nascente e de seu uso consuntivo. Assim, na construção de uma estrutura física para proteção e conservação de uma nascente, deve-se guiar pelo roteiro:

- Identificação e mapeamento da nascente;
- Conhecimento do perfil geomorfológico e do estágio de conservação;
- Análise e enquadramento da nascente nos pressupostos deste manual;
- Mobilização e envolvimento dos beneficiários;
- Planejamento das ações;
- Limpeza da área da nascente;
- Preparação do depósito de água com enchimento de pedras;
- Construção da trincheira ou mureta;
- Cobertura do depósito de água (isolamento);

- Reflorestamento da área à montante (área de contribuição); e
- Manutenção e uso da água da nascente protegida.

6.1 Identificação, mobilização e planejamento

a) Identificação

A “nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade e contínua, localizada próximo ao local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade sem gasto com energia” (MOTA *et al.*, 2016).

Para os propósitos deste manual, as proteções de nascentes devem ser feitas atendendo aos seguintes requisitos:

- Nascentes de encosta com escoamento pontual;
- Fluxo de água o ano todo;
- Fluxo anual de água na faixa de 4 a 38 litros de água por minuto (conforme Tabela 1);
- Atendam às seguintes distâncias das benfeitorias da propriedade: 15 m de residências, 30 m de currais, pocilgas, chiqueiros, 45 m de sumidouros e fossas;
- Necessita de proteção por estar degradada; e
- Necessita de proteção porque o proprietário precisa de água de boa qualidade para usos múltiplos em sua propriedade.

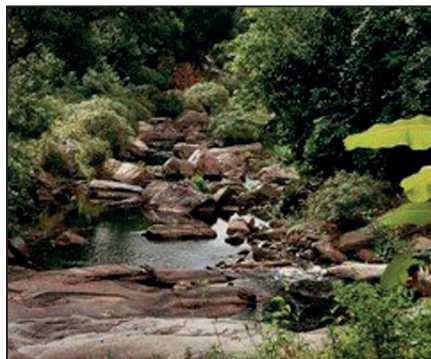
Há duas configurações de nascentes que não necessitam de proteção artificial. Uma refere-se às nascentes com beleza cênica (Figura 17) ou com aptidão recreativa (Figura 18), a outra diz respeito àquelas que já estão protegidas naturalmente ou o proprietário não necessita de sua água. Nesses casos, a recomendação é o cercamento e a preservação da mata em seu entorno.

Figura 17 - Nascente de encosta, Crato-Ceará



Fonte: Cogerh-CE (2018).

Figura 18 - Nascente de encosta na Serra de Baturité



Fonte: SETUR-CE (2019).

b) Mobilização e envolvimento

É imprescindível, para o êxito do que se propõe, a boa execução desta etapa, em que será feita a pactuação com os proprietários das nascentes e com a comunidade da área de influência, por meio da mobilização, da sensibilização e da capacitação em meio ambiente.

A capacitação é necessária, em razão da ausência de conhecimentos básicos, sobre ecologia dos sistemas hídricos, e

da carência de orientação técnica quanto à construção de proteções físicas de nascentes.

A seguir, são expostas as estratégias e práticas desta etapa:

- Mobilizar e sensibilizar os beneficiários das áreas de influência da nascente;
- Utilizar a prática de mutirão, com os beneficiários, na construção da proteção, como forma de efetivar o envolvimento dos beneficiários (ver Figura 19);
- Adotar mecanismos para evitar possíveis conflitos com vizinhos, situados na bacia de captação e descarga de água da fonte;
- Fazer parcerias com proprietários, agentes públicos, privados e do terceiro setor, para redução de custo na construção da recuperação e proteção da nascente (coluna 3 das tabelas 2 e 3);
- Dar conhecimento aos vizinhos, à jusante, que não serão prejudicados e que o ecossistema do riacho, alimentado pela nascente, será preservado;
- Capacitar os beneficiários sobre nascentes e o ecossistema em que estão inseridos;
- Informar o passo a passo da construção, uso e conservação da nascente protegida;

- Dar conhecimento do estado da arte dos condicionantes legais em termos ambientais, econômicos e sociais.

Figura 19 - Mobilização e capacitação, em serviço, durante a construção de uma proteção de nascente



Fonte: IFRO (2015).

c) Planejamento das ações necessárias à construção da proteção da nascente

Esta etapa deve ser executada após a identificação das nascentes a serem protegidas e a mobilização dos beneficiários.

O planejamento consiste na elaboração de um cronograma de atividades, discriminando:

- Atividades a serem executadas (passo a passo);

- Material necessário, custos (ver Tabelas 2 e 3) e transporte para o local das obras;
- Contratação do pedreiro e do servente e identificação do supervisor dos trabalhos;
- Definição do dia, mês e hora para início e conclusão dos trabalhos.

Tabela 2 - Custo com materiais e serviços para construção da proteção de uma nascente do tipo trincheira

a. Construção a cargo do proprietário
(a preços de 2019)

Especificação	Custo Total R\$	Custo associado com parcerias e recursos locais (R\$)
10 kg de cimento secagem rápida	30,00	30,00
40 tijolos maciços ou pedras	15,00	---
Canos de PVC e adaptadores	15,00	15,00
1 m ³ de brita nº 2	70,00	70,00
6 m ² de plástico de 200 micras	15,00	15,00
2 litros de água sanitária	5,00	5,00
30 mudas nativas	90,00	---
40 m de cerca de arame	100,00	---
1 diária de pedreiro	100,00	100,00
1 diária de servente	60,00	---
T O T A L	500,00	235,00

Fonte: elaboração do autor.

Dentro da estratégia deste manual, de apresentação das informações necessárias à construção das proteções de nascentes de forma detalhada, é que são apresentadas as tabelas 2, 3 e 4 com uma estimativa dos custos do Modelo Trincheira, por item de despesa, com duas alternativas (Tabela 2), sendo uma de custo total (coluna 2) e outra com o custo total, deduzido o aporte de materiais e serviços realizados por parceiros envolvidos nos trabalhos (coluna 3).

Tabela 3 - Custo com materiais e serviços para construção da proteção de uma nascente do tipo trincheira

b. Construção feita por empresa contratada
(a preços de 2019)

Especificação	Custo Total R\$	Custo associado com parcerias e recursos locais (R\$)
10 kg de cimento secagem rápida	30,00	30,00
40 tijolos maciços	15,00	---
Canos de PVC e adaptadores	15,00	15,00
1 m ³ de brita nº 2	70,00	70,00
6 m ² de plástico de 200 micras	15,00	15,00
2 litros de água sanitária	3,00	3,00
30 mudas nativas	90,00	---
40 m de cerca de arame	100,00	---
1 diária de pedreiro	100,00	100,00
1 diária de servente	60,00	---
Sensibilização (material)	30,00	30,00
Orientação técnica	300,00	---
Ajuda de custo técnica	150,00	---
Encargos/taxa de administração	200,00	
T O T A L	1.178,00	263,00

Fonte: elaboração do autor.

A Tabela 2 apresenta uma estrutura de custos para a construção de uma proteção de nascente pelo proprietário. Quando a referida obra for realizada por empresa contratada, a estrutura de custos é alterada para os valores contidos na tabela 3.

Os custos, para construção dos modelos Caxambu e Solo Cimento, foram estimados, com base nas tabelas 2 e 3, da seguinte forma:

- Para o modelo Caxambu, inclui-se no custo o valor de R\$ 100,00 do tubo e retira-se o valor de 5 kg de cimento (R\$ 15,00), os tijolos (R\$ 15,00) e os canos (R\$ 15,00), ficando um valor de R\$ 55,00 para ser acrescentado ao custo referencial do modelo Trincheira, obtendo-se, assim, o custo de construção de uma proteção modelo Caxambu (Tabela 4);
- Para o modelo Solo Cimento elimina-se os tijolos (R\$ 15,00), a lona plástica (15,00) e entra mais 15 kg de cimento (R\$ 45,00), ficando um valor de R\$ 15,00 a ser adicionado aos custos apresentados nas tabelas 2a e 3b. Assim, os custos para construção de uma proteção utilizando o modelo Solo Cimento estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo dos custos de construção de uma proteção de nascente, segundo o tipo (a preços de 2019)

Tipo de Proteção	Custo Total (R\$)	Custo associado com parcerias e recursos locais (R\$)	Custo Total (R\$)	Custo associado com parcerias e recursos locais (R\$)
Caxambu	555,00	290,00	1.233,00	318,00
Solo Cimento	515,00	250,00	1.193,00	278,00
Trincheira	500,00	235,00	1.178,00	263,00

Fonte: elaboração do autor

6.2 Limpeza da área de nascente

Esta etapa consiste na limpeza dos arredores da área de descarga da nascente e de sua parte interna (Figura 20), quando são retiradas as folhas, raízes, lama e lodo até encontrar terra firme nas encostas e no fundo da área. Para finalizar, esgotar a água barrenta da nascente até encontrar o vertedouro da água.

Figura 20 - Limpeza da nascente para colocação de pedras



Fonte: Almeida (2014).

Ao identificar os locais da saída da água (vertedouro) da encosta, deve-se estimar a profundidade, a largura e o comprimento do depósito a ser utilizado para acumular a água da nascente. Após esses procedimentos, a nascente está apta a receber as pedras e a mureta (trincheira) do depósito de água.

6.3 Preparação do depósito de água nascente

Essa atividade consiste em colocar pedras grandes e limpas (tipo rachão, 30 cm de diâmetro, em média) na parte interna da nascente (Figura 21), começando no vertedouro de água e completar, com pedras menores (tipo brita nº 2), na parte superior, até formar um depósito de água entre as pedras com um pequeno declive entre o vertedouro e a saída d'água.

Figura 21 - Pedras colocadas em uma nascente com proteção do tipo trincheira



Fonte: Emater-RS.

Figura 22 - Canos colocadas em uma nascente com proteção do tipo solo cimento



Fonte: Nenevê *et. al.* (2014).

A saída da água para o exterior será feita por meio de canos de PVC com funções, dimensões e localizações específicas (Figura 22).

Antes de cobrir as pedras com a lona plástica, lavá-las com água sanitária (hipoclorito de sódio), misturada com água potável, na proporção de 1 para 10, conforme é mostrado na figura 23.

A justaposição de pedras, de variados tamanhos, cria espaços vazios para acúmulo de água, que será drenada por meio dos canos.

Figura 23 - Detalhe da desinfecção das pedras antes do lacramento da nascente



Fonte: Almeida (2014).

6.4 Construção da trincheira ou mureta

De um modo geral, os três modelos de proteção de nascentes (Caxambu, Trincheira e Solo Cimento) poderão ser adotados em qualquer fonte de encosta. A escolha do modelo depende da decisão do proprietário, diante de seu conhecimento sobre o assunto, da disponibilidade de materiais no local da fonte e da feição da nascente. O melhor modelo será aquele que proporcionar a melhor relação benefício/custo.

Para os três modelos de proteção de nascentes, a quantidade, disposição e funções dos canos de PVC é a mesma. Os cinco canos utilizados em uma proteção de nascentes são:

- Um cano de 30 cm de comprimento por 100 mm de diâmetro, para limpeza ou esgotamento da nascente deverá ser colocado na parte inferior da parede frontal da nascente e ficar sempre fechada com um tampão;
- Dois canos de 30 cm de comprimento por 25 mm de diâmetro, com dispositivo para encanamento/abastecimento dos locais de consumo, além de dois adaptadores de meia polegada e duas luvas de 25 mm. Dependendo da vazão da nascente, podem ser utilizados mais de dois canos. Estes canos ficam na parte central da parede frontal da nascente;
- Um cano de 30 mm de comprimento e 50 mm de diâmetro, que terá a função de extravasor ou “ladrão”, deverá ser colocado na parte superior da parede frontal da nascente. Esta saída d’água tem, também, a função de controlar a vazão da nascente de modo que o nível do lençol freático se mantenha elevado ao longo do ano,

evitando, assim, a reduzida vazão no período de estiagem. Para evitar a entrada de pequenos animais para dentro da nascente, este cano deverá ser protegido com uma tela;

- Um cano de PVC com comprimento de 1 a 1,5 m e 25 mm de diâmetro, com tampão na parte superior, para ser colocado perpendicularmente entre as pedras do depósito d'água, no qual, posteriormente, será injetada a água sanitária para desinfecção da nascente. Esse é conhecido como cano de tratamento.

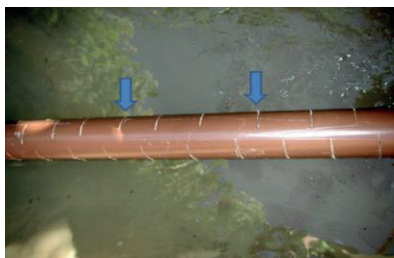
No documento publicado pela Emater do Rio Grande do Sul intitulado: “Roteiro técnico para implantação do sistema de captação de água de nascentes e olhos d'água”, (HENTGES, 2016), é apresentado uma inovação para os canos de escoamento da água da nascente para múltiplos usos.

A inovação consiste na substituição dos dois canos de abastecimento, para os locais de consumo, por um único cano denominado de filtro de captação. Os autores estabelecem que antes da instalação do filtro, é necessário detalhar a sua preparação, que consiste na produção de cortes com serra manual, em um tubo de PVC soldável, em geral, na bitola 50 mm e com o comprimento da estrutura de captação. A abertura/perfuração no tubo de PVC, para a passagem da água, poderá ser feita por furos, utilizando-se furadeira elétrica ou outras formas, conforme for considerado mais apropriado.

Na figura 24, aparece, em detalhe, os cortes feitos no tubo para promover a filtragem da água no interior da estrutura, com o objetivo de evitar a passagem, para o interior do tubo (Figura 25), de partículas indesejáveis na fase de consumo, que possam

estar presentes na água da nascente. Este filtro deverá ter, numa das extremidades, um tampão e na outra, conexões e reduções de diâmetros, que servirão para conectar-se com a rede de envio da água para a unidade familiar.

Figura 24 - Detalhes dos cortes feitos no filtro



Fonte: Hentges (2016).
Crédito: Kátia Marcon

Figura 25 - Filtro de captação instalado na nascente



Fonte: Hentges (2016).
Crédito: Kátia Marcon

As particularidades existentes no processo de construção das proteções de nascentes, segundo o modelo, são as seguintes:

- Modelo Caxambu: utilização de um tubo pré-moldado (Figuras 26 e 27), que deverá ser preparado com antecedência de sete dias. Esse tubo é colocado na parede frontal da nascente e exerce o papel de uma mureta. A principal vantagem é a facilidade e rapidez na construção da proteção

Figura 26 - Proteção de uma nascente modelo Caxambu



Fonte: LEOCLUB (2011).

- Modelo Solo Cimento: não se utilizam tijolos na construção da mureta, que é feita com pedras do local e cimento. Também não é usada a lona plástica para cobrir o depósito de água, uma vez que é utilizada a argamassa solo cimento sobre as pedras. A argamassa de solo cimento é feita na proporção de 3x1 quando o solo peneirado tiver elevado teor de argila.

Figura 27 -Proteção de nascente feita com solo cimento



Fonte: Prefeitura de Missal-PR (2017).

6.5 Cobertura e isolamento do depósito de água

A proteção da nascente tem como objetivo evitar a contaminação e a turbidez da água, a evaporação, impedir a poluição decorrente do trânsito de animais na calha da nascente e possibilitar a otimização na condução da água, por meio dos canos colocados na mureta.

A cobertura do depósito da nascente, que tem a finalidade de isolar a água do meio externo, pode ser feita de dois modos. Quando a proteção é feita adotando-se os modelos Caxambu e Trincheira, utiliza-se lona plástica de 200 micras (Figura 29)

sobre as pedras do depósito d'água que receberá, também, uma camada de solo com serrapilheira* sobre a lona plástica.

Quando for adotado o modelo solo cimento, as pedras receberão argamassa em sua parte superior, denominada de “solo cimento”, que servirá de isolamento. Em tal prática, não há cobertura de solo (ver figura 28).

Ao final desse processo, a nascente estará dotada de um depósito de água coberto com uma mureta vertical. A referida trincheira é uma espécie de muro impermeável com seu interior preenchido por pedras e água. As pedras têm o objetivo de formar um grande filtro para passagem da água, desde a vertente até os canos de saída da água para o exterior.

Figura 28 - Nascente protegida com solo cimento



Fonte: Costa Alemão (2012).

Figura 29 - Colocação da lona para proteção da nascente



Fonte: PCS-RS (2016).

(*) Serrapilheira é uma camada que fica acima do solo formada por restos de folhas, galhos, frutos e demais partes vegetais, bem como restos de animais e seus excrementos.

Além da vedação do depósito d'água, deve ser feito o isolamento da nascente com cerca, de acordo com sua feição e com a área da APP, para evitar entrada de animais domésticos e pessoas não autorizadas (Figura 30).

Para a cerca de proteção, Baggio *et al.* (2013) recomendam que pelo menos, o último arame (de baixo) seja liso e colocado a uns 70 cm do chão, para permitir o trânsito de animais silvestres que buscam água para beber.

Figura 30 - Detalhe do cercamento de uma nascente



Fonte Blog InfocoMS (2015).

6.6 Reflorestamento da área a montante

Para a realização de plantios de enriquecimento e estímulo à regeneração natural da área coberta do depósito de água e do entorno das nascentes, recomenda-se o uso de serrapilheira ou outras práticas vegetativas que redundem nos mesmos benefícios.

Na área de APP e nas que contribuem com água para as nascentes, recomenda-se o plantio de espécies nativas (Figura

31 e 32). Quanto a essa orientação, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA) publicou, no Diário Oficial de 1º de fevereiro de 2018, a Instrução Normativa nº 02/2018, em que são estabelecidas as espécies nativas recomendadas para as ações de florestamento e reflorestamento no Estado do Ceará.

Para as unidades fitoecológicas das matas úmidas (serras) do Ceará, onde encontram-se as nascentes de encosta, a lista apresenta 32 diferentes espécies, conforme consta no Anexo 10.3.

A importância das matas nas áreas de nascentes fundamenta-se no fato de que:

Os lençóis freáticos dependem do regime anual de chuvas e condições físicas para que a água penetre no solo. O único elemento da natureza que facilita a penetração da água até camadas mais profundas do solo são as árvores, devido à constante renovação de suas raízes que, ao apodrecerem, formam verdadeiras redes de canais. Por isso, o desmatamento generalizado é a principal causa de redução da produção de água nas nascentes (BAGGIO *et al.*, 2013).

A falta de cuidados com a preservação das matas é a mais grave ameaça para as nascentes, tendo em vista que “a retirada da vegetação nessas áreas determina seu desaparecimento, pois as condições de infiltração são reduzidas e aumenta-se o escoamento superficial. Conseqüentemente, há o assoreamento no canal de drenagem e a diminuição da contribuição do fluxo de base no corpo de água superficial” (PEREIRA *et al.*, 2011)

Figura 31 - Nascente com vegetação rasteira



Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul-RS (2016).

Figura 32 - Nascente com reflorestamento



Fonte: Instituto Frei Manuel Simón, Castelo-ES.

Além das práticas vegetativas, algumas nascentes requerem práticas edáficas ou mecânicas para conter a erosão do solo, aumentar a infiltração da água e evitar o carreamento de terra para a área de captação de água da nascente. Algumas dessas práticas são: vala no entorno da nascente, para evitar os efeitos das enxurradas, terraceamento, plantios em curva de nível e cultivos *in situ*.

O plantio das mudas, de forma convencional, ou em sistema agroflorestal, e a adoção das práticas vegetativas, mecânicas e edáficas somente poderão ser feitas por pessoas treinadas para tais serviços.

6.7 Manutenção e uso da água da nascente

Quando a água da nascente é utilizada para consumo humano, é indispensável que seja feita a descontaminação do seu depósito, colocando água sanitária por intermédio do cano de tratamento localizado sobre a cobertura do depósito de água (Figura 33).

Figura 33 - Realização da desinfecção da água do depósito da nascente



Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul-RS (2016).

Em estudo feito pela SEMA-PR (2010) é sugerido que o processo de desinfecção seja o seguinte:

Fechar todos os canos de saída de água da nascente; colocar uma quantidade pequena de água sanitária (50 a 100 ml); aguardar cerca de duas horas e abrir o cano de limpeza; repetir o processo de fechamento e abertura dos canos até que a água sanitária saia totalmente. A cada seis meses, ou quando houver indicação de contaminação, no entorno, realizar a desinfecção.

Para a nascente contribuir com os benefícios esperados, pelo proprietário e para o ecossistema, faz-se necessário, ainda, os seguintes procedimentos:

- Realizar limpezas periódicas em volta da fonte e verificar se não está escapando água e, se houver vazamento, providenciar reparo na mesma;
- Fazer a vala à montante da fonte para protegê-la de enxurradas que podem levar terra para a área de coleta da água;
- Fazer com que a calha do deságue da nascente não tenha obstruções nem esteja próxima a benfeitorias, estradas e áreas de cultivos para não carrear elementos contaminantes para o corpo d'água principal;

- Esvaziar o depósito d'água da nascente, por meio da abertura do cano de limpeza, quando se perceber que há partículas de terra misturadas com a água que sai do reservatório interno;
- Verificar se o reflorestamento da APP e da área de recarga da nascente está consolidado; e
- Fazer a análise química e biológica da água, pelo menos uma vez ao ano, quando for utilizada para consumo humano.

A melhor utilização da nascente ocorre quando serve para múltiplas atividades, tais como: consumo doméstico para beber, para uso na casa, para dessedentação dos animais domésticos e silvestres, para aguar o pomar doméstico e o jardim. Além desses usos, a água precisa ser suficiente para ser liberada, também, para atender aos vizinhos, à jusante, e ao ecossistema.

Assim, parte da água da nascente deve ser liberada para alimentar o riacho que se conectará com o corpo d'água principal. Recomenda-se que, pelo menos, 30% da água, liberada pela nascente, esteja livre para continuar correndo para a calha do riacho.

Objetivando evitar desperdício, deve-se utilizar um sistema de captação e adução da água das nascentes com tubulações que conduzam a água, por gravidade, para a caixa d'água da residência e para depósitos no entorno da nascente (bebedouro, cisterna, tanque de armazenagem etc.), conforme figura 34. Sugere-se que a encanação da água da nascente com os depósitos, seja feita com a utilização de boias para permitir

um sistema de “vasos comunicantes”. Assim, quando os depósitos encherem, a água da nascente sai pelo cano ladrão e escorre pela calha, suprimindo as demandas por água à jusante.

Apresenta-se, a seguir, um exemplo do fornecimento de água de uma nascente, dentro do padrão esperado neste manual, para se ter uma dimensão do volume de água disponível. A faixa de vazão estabelecida neste manual é 0,07 a 0,63 litros por segundo.

Utilizando-se um caso hipotético, para uma vazão de 1 litro em 6 segundos ou 0,17 litro por segundo, tem-se 14,4 m³ por dia. Excluindo-se 30% a ser liberada para o ecossistema, fica um volume de 10,08 m³/dia de água para usos múltiplos na propriedade.

Figura 34 - Coleta de água em nascente protegida



Fonte: Vieira (2014).

Objetivando mostrar uma situação real da vazão de nascentes, em uma bacia hidrográfica localizada no nordeste do Brasil, é que se faz a transcrição dos resultados obtidos em pesquisa de campo, contidos em Schwartzman *et al.* (2016).

Segundo referidos autores, as medições de vazões foram realizadas em sete municípios do Estado de Alagoas, inseridos na bacia hidrográfica do rio Piauí. Mesmo sendo feita no período de estiagem, as vazões foram boas, considerando que todas são utilizadas para consumo humano.

Das 145 nascentes que tiveram suas vazões mensuradas, 82% ficaram na faixa de 0,01-1,00 litro/segundo, denotando serem um excelente manancial de recursos hídricos, embora precisem ser recuperadas e protegidas para a melhorar a qualidade da água e aumentar do volume ofertado.

A propósito da inconveniência da grande amplitude da vazão anual das nascentes, a proteção proposta neste manual poderá, também, aumentar a vazão no período de estiagem e, até mesmo, tornar perenes nascentes intermitentes.

Isso poderá ser feito por meio da calibragem da saída d'água pelos canos colocados na mureta da nascente, sobretudo, do cano extravasor (ladrão), fazendo com que a amplitude da vazão se reduza na época das chuvas e aumente no período de estiagem.



7 PROGRAMAS DE ADOÇÃO DE NASCENTES

7 PROGRAMAS DE ADOÇÃO DE NASCENTES

Várias iniciativas de programas governamentais, para proteção de nascentes, foram criadas nas últimas duas décadas no Brasil. Todos com concepções técnicas e procedimentos operacionais coerentes com a feição natural das nascentes e com as necessidades do proprietário rural. No entanto, na prática, tem-se observado uma baixa efetividade desses programas, no que concerne ao quantitativo de nascentes protegidas e, as que são adotadas, não recebem todas as benfeitorias necessárias, sobretudo, a proteção física da área de descarga e a condução racional da água para usos múltiplos.

Nesse esforço de proteção de nascentes, por meio de adoção voluntária, destacam-se os seguintes programas:

a) **Programa Adote uma Fonte**

Criado, em 2001, pelo Governo do Distrito Federal com o objetivo de “apoiar a adoção de medidas de preservação de nascentes existentes no território do Distrito Federal, no sentido de orientar os interessados no processo de promover a melhoria da qualidade ambiental, por meio de ações de recuperação, preservação e conservação da Área de Preservação Permanente (APP) de nascentes e respectivas áreas de recarga”.

Até 2017, foram beneficiadas apenas 170 nascentes. A gestão do Programa é feita pelo Instituto Brasília Ambiental (IBRAM). (BARRETO, 2007).

b) Programa Plantando Rios

Criado, em 2017, pelo Ministério do Meio Ambiente e liderado pelo Serviço Florestal Brasileiro, faz a conexão com a sociedade por meio de um aplicativo interativo, que permite a participação social nas ações de recuperação dos rios e nascentes.

O programa foi desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras de modo a conectar detentores de imóveis rurais, inscritos no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, com pessoas e entidades que queiram investir, a fundo perdido, na proteção e recuperação das nascentes. O aplicativo tem funcionalidades para a participação de prestadores de serviços e fornecedores de insumos. A identidade visual do aplicativo é apresentada na figura 35.

Figura 35 – Tela de abertura do aplicativo “Plantando Rios”



Fonte: Serviço Florestal Brasileiro

A plataforma do “Plantadores de Rios” aproxima interessados em apoiar a recuperação de rios e nascentes, prestadores de serviços e detentores de imóveis rurais que precisam recompor a vegetação nativa e/ou fazer a proteção das nascentes. O aplicativo mobile para Android pode ser baixado gratuitamente por meio dos links: no facebook [#PlantadoresDeRios](#) e na internet <https://goo.gl/LkhFIq>.

c) Programa Produtor de Água ou Águas do Araripe-Ceará

Dentre os poucos programas de adoção de nascentes, identificou-se que o município do Crato, Ceará, publicou, em 25 de agosto de 2017, a lei nº 3.296, criando o Programa Municipal Produtor de Água, que objetiva:

Promover a melhoria da qualidade das águas e assegurar a disponibilidade dos recursos hídricos, por meio da mobilização da sociedade civil para o cuidado e a conservação das nascentes, levadas, cobertura vegetal e áreas de cabeceiras em território municipal.

Este marco legal se assemelha, em sua essência, às legislações de programas semelhantes, que se encontram em execução no Distrito Federal (Programa Adote uma Fonte) e no âmbito nacional (Plantadores de Rios).

Para a implantação do Programa do município do Crato, foram definidos os seguintes entes partícipes:

- Um órgão executor gestor, responsável pela estruturação, administração e controle do Programa;
- Um adotante, para cada nascente ou olho d'água que será o responsável pela manutenção da área, promovendo ações de recuperação ou conservação ambiental, bem como atividades de educação ambiental.
- Um ou mais apoiadores, para o financiamento e apoio às ações de proteção e conservação de cada nascente ou olho d'água objeto do Programa.

As informações, coletadas junto à Prefeitura do Crato, é de que o Programa foi lançado em junho de 2019.

A íntegra do texto da Lei 3.296 encontra-se disponível no link abaixo:

https://www.crato.ce.gov.br/site/conteudo/2/1503959940_1.%20pdf

Além das funcionalidades do aplicativo “Plantando Rios”, sugere-se a leitura e a adoção do tutorial “Baixando dados abertos do Cadastro Ambiental Rural para visualização no *Google Earth*”, apresentado em Santos (2018), para acessar a plataforma eletrônica do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, em que podem ser acessados os dados georreferenciados de “nascentes e olhos d'água.”

O documento de Santos (2018) estabelece sete passos para a obtenção das informações sobre “nascentes e olhos d’água.” Inicialmente, tem-se que baixar o *link* da versão mais recente do Google Earth, conforme descrito abaixo:

<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>

Concluído o pré-requisito, definido no parágrafo anterior, inicia-se o primeiro passo, que consiste no acesso ao *site* do Cadastro Ambiental Rural (**www.car.gov.br**), com um clique na opção “consulta pública.”

Em seguida (2º passo), seleciona-se na “base download”, o estado e o município de interesse. O terceiro passo, por sua vez, consiste no preenchimento dos campos exigidos pelo *site*, clicar em “baixar dados” e selecionar o arquivo compactado `NASCENTE_OLHO_DAGUA.zip`.

No quarto passo, abrir o Google Earth e clicar nas opções “arquivo-abrir” e navegar até a pasta em que estão os arquivos do CAR descompactados.

O quinto passo consiste em selecionar a opção de arquivos ENSRI Shape para o Google Earth reconhecer o arquivo no formato shapefile (*.shp). Em seguida, no sexto passo, os arquivos apresentam pontos no mapa da localização das nascentes.

Por fim, o sétimo passo possibilita a visualização, com base nas coordenadas geográficas das nascentes, da imagem ampliada das nascentes.

8 RECOMENDAÇÕES

8 RECOMENDAÇÕES

Além das diretrizes e orientações, detalhadas ao longo deste manual, propõem-se aqui algumas recomendações, de ordem geral, para assegurar a plena sustentabilidade das nascentes protegidas. As recomendações propostas são:

- Não deixar de liberar, pelo menos, 30% da água das nascentes, com o objetivo de manter o ecossistema à jusante equilibrado e não cortar o suprimento de água dos vizinhos;
- Regular a vazão da água do lençol freático por intermédio do cano extravasor (ladrão) objetivando manter por mais tempo (durante a estiagem) a vazão da nascente elevada, sem prejudicar as demandas diárias do proprietário e dos vizinhos à jusante.
- Evitar que, nas áreas de APP e de recarga das nascentes, sejam cultivadas de forma irracional nem utilizar agroquímicos prejudiciais à sustentabilidade do ecossistema;
- Reivindicar junto aos agentes públicos e motivar as corporações privadas a apoiar programas de proteção de nascentes;
- Não intervir nas nascentes, com as técnicas recomendadas neste manual, quando ela tiver vazão suficiente para suportar atividades turísticas, de irrigação e de abastecimento público;

- Evitar a construção e/ou transferir fossas, galinheiros, estábulos, pocilgas e depósitos de produtos químicos para locais distantes do trajeto das nascentes, a fim de evitar a contaminação da água;
- Sempre usar a água das nascentes para usos múltiplos e sem desperdício;
- Utilizar as recomendações e práticas expostas, neste manual, para subsidiar a ação fiscalizadora dos órgãos ambientais;
- Disponibilizar este manual aos proprietários rurais para orientá-los na recuperação e proteção de suas nascentes;
- Utilizar este manual como subsídio aos programas governamentais de incentivo à proteção e revitalização de nascentes, com destaque para:
 - Definição de critérios de compensação financeira pela prestação de serviços ambientais que o proprietário venha a realizar, por meio de suas nascentes; e
 - Concessão de incentivos fiscais (ITR, imposto de renda, ICMS) e financeiros (desoneração de crédito rural, pagamento por lucros cessantes, bolsa verde, etc.) proporcionais ao grau da recuperação e/ou proteção de suas nascentes.
 - Utilização deste manual pelos voluntários do Programa Plantando Rios, do Ministério do Meio

Ambiente, que preconiza a adoção e proteção de nascentes por parte de empresas privadas e pessoas físicas.

- Utilizar este manual para informar e induzir empresas privadas a financiarem a recuperação e proteção de nascentes, dentro de sua estratégia de responsabilidade socioambiental.



9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Raquel Gomes. **Proteção de nascentes a partir do modelo Caxambu**. Caçador-PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

BAGGIO, A. J. *et all.* **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS**. Brasília-DF: Embrapa, 2013.

BARRETO, D. Roiphe; RIBEIRO, Sérgio Augusto; BARBOSA, Mônica Pilz. (Coordenadores) **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. São Paulo-SP: WWW-Brasil/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

CALHEIROS, R. O. **Caderno da Mata Ciliar**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. São Paulo, 2009.

CALHEIROS, R. Oliveira et al. (2004) **Preservação e Recuperação de Nascentes (de água e vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Câmara Técnica de Conservação e Proteção dos Recursos Naturais, 2004.

CASTRO P. S.; LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001.

CRISPIM, J. Q. *et all.* Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica do Rio do Campo, no município de Campo

Mourão-PR. **Revista Geonorte**: Edição Especial, V. 3, N. 4, p. 781-790, 2012.

CODEVASF. **Plano Nascente**: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do Rio São Francisco. Eduardo Jorge Motta e Ney Wanderley Gonçalves (orgs.). Brasília-DF: Editora IABS/Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2015.

CODEVASF. **Plano Nascente Parnaíba**: Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Parnaíba. Eduardo Jorge Mota e Ney Wanderley Gonçalves (orgs.). Brasília-DF: Editora IABS/ Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2016.

CONSÓCIO CORIPA. **Fontes de água doce, ecossistemas de montanha estão ameaçados pelo aquecimento**. Jardim Novo Horizonte-PR. Acessado em 22/06/2019. Obtido em: <http://www.coripa.com.br/noticias.php?id=592>

COSTA ALEMÃO, Alfredo B. **Proteção de nascentes à base de solo-cimento**. Curitiba-PR: Instituto Emater, 2015.

EPAGRI-SC. **Proteção de nascente “modelo Caxambu EPAGRI GMC”**. Curitiba-SC: Vídeo, 2016. Obtido em: <https://www.youtube.com/watch?v=wFcHBPk-aTw>

FAO. **Recuperação de nascentes em área rural**. Guaraniaçu-Paraná: Itaipu Binacional, 2009.

FRANÇA, Francisco Mavignier Cavalcante. **Projeto reflorescendo a Serra do Vicente, Capistrano – Ceará**.

Fortaleza: Associação dos Pequenos Agricultores da Serra do Vicente/Fundação Banco do Brasil, 2018.

FUNCEME. **Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará** (metodologia de Marcos José Nogueira de Souza). Fortaleza-CE: IPECE. Obtido em: www2.ipece.ce.gov.br/atlas/, em 2019.

GUIMARÃES, N. **Nascentes em Lajinha e Chalé recebem proteção**. Viçosa-MG: Senar, 2015. Obtido em: http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha_nascentesprotegidas.pdf

HENTGES, Sara Ceron (Coord.). **Roteiro técnico para implantação do sistema de captação de água de nascentes e olhos d'água**. Porto Alegre-RS: EMATER-RS, 2016

IFRO. **Campus do IFRO, em Cacoal, executa modelo de recuperação de nascentes**. Instituto Federal de Educação de Rondônia-RO: Cacoal, dez/2015. Obtido em: <http://www.comfestas.com.br/noticias/28499-campus-do-ifro-em-cacoal-executa-modelo-de-recuperacao-de-nascentes>

LEO CLUBE CHAPECÓ INTERAÇÃO. **Campanha do meio ambiente**. Chapecó-SC: Leo Clube, 2011. Disponível em: https://www.leoclubechapecointegracao.blogspot.com/2011_04_06_archive.html#XOU9b1jKjIU

MEINZER, Oscar Edward. **Large springer in the United States**. Water Supply 557, Department of the Interior, Washington-USA, 1927.

NENEVÊ, Rangel José e SANTOS, Katiana. **Recuperação e preservação de nascentes com o uso de solo cimento**. Curitiba-PR: Secretaria de Educação do Paraná, Cadernos PDE, v. 1, 2014.

OLIVEIRA, João Bosco. **Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso, manejo e planejamento**. Fortaleza-CE: Secretaria dos recursos Hídricos do Ceará, 2010.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINEGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. V.7, n. 2, 2011, pp. 139-151.

POMPEU SOBRINHO, TH. **Esboço fisiográfico do Ceará**. 3ª. ed. Fortaleza, Imprensa Universitária do Ceará, 1962.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL-RS. **Água limpa: desafio para o desenvolvimento consciente sustentável**. Caxias do Sul-RS: PMCS/Fundação Bando do Brasil, 2016. Disponível em: <https://gcpstorage.caxias.rs.gov.br/documents/2018/01/f369bc1e-277b-4ce2-a15e-f97e15c8f0cb.pdf>

PREFEITURA DE MISSAL-PR. **Nascente é recuperada em Missal**. Out.2017. Obtido em: <https://www.missal.pr.gov.br/noticias/3971-nascente-e-recuperada-na-comunidade-de-linha-sao-francisco-em-missal>

PREFEITURA DE SÃO DESIDÉRIO-BA. **Secretaria do Meio Ambiente Recupera mais uma nascente**. São Desiderio-BA: AIBA/ABAPA, 2011. Disponível em:

<https://saodesiderio.ba.gov.br/mais-noticias/secretaria-de-meio-ambiente-de-sao-desiderio-recupera-mais-uma-nascente-e-apresenta-um-saldo-de-20-nascentes-revitalizadas/>

RECH, Neiva L.; FACCHIN, Paulo R. **Saneamento básico rural**. Caxias do Sul-RS: SAMEA, 2016.

RIBEIRO, J. A. P.; CAVALCANTE, I. N.; COLARES, J. Q. S. **Aspectos geológicos e hidrogeológicos da faixa costeira leste da Região Metropolitana de Fortaleza-CE**. 1st Joint World Congress on Groundwater – Fortaleza, ABAS, 2000. Obtido em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/File/23451/15538>

SAMPAIO, José Rideo. **Proteção de nascentes**. Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, Cadernos PDE, 2016.

SANTOS, Leovigildo A. Costa. **Tutorial**: utilizando dados abertos do Cadastro Ambiental Rural para visualização no Google Earth. Florestal Brasil.com, 2018. Obtido em www.florestalbrasil.com/2018/01/car-no-google-earth.html.

SCHVARTZMAN, A. S.; CAMPOS, T. B.; FRÓES, C. M. B. **Proposta de metodologia participativa para recuperação de nascentes**: a experiência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste - Aracaju-SE. Porto Alegre-RS: ABRH, 2016. Obtido em: https://pt.slideshare.net/agbpeixevivo/proposta-de-metodologia-participativa-para-recuperao-de-nascentes?from_action=save

SCRURAL. **Preparação do tudo do modelo Caxambu**. Florianópolis-SC: Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca de Santa Catarina, 2013. Disponível em: <http://www.scrural.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/04/Preparo-do-tubo.jpg>

SEMA-CE. **Educação ambiental para a conservação de nascentes**. Fortaleza-CE: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará/Ambientagro, 2016. (Cartilha).

SEMA-CE. **Instrução Normativa nº 02/2018** – Lista de espécies nativas recomendadas para ações de florestamento e reflorestamento no Estado do Ceará. Disponível em: <http://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/03/IN-02-2018.pdf>

SEMA-PR. **Nascentes protegidas e recuperadas**. Curitiba-PR, 2010. Disponível em: http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha_nascentesprotegidas.pdf

SFB-Sistema Florestal Brasileiro. **Boletim Informativo do CAR**. Brasília-DF: MMA/SFB, 2019. Disponível em: www.florestal.gov.br/boletim-do-car/4166-boletim-informativo-maio-de-2019/file.

SFB-Sistema Florestal Brasileiro. **O que é Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. Brasília-DF: MMA/SFB, 2016. Disponível em: www.florestal.gov.br/o-que-e-o-car.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste. *Mercator*, ano 5, n. 9, pp. 85-102, 2006.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. As nascentes e os rios. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, MG, ano 6, n. 24, pp. 11-13, 2003.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2005.

VALLE, Gabriel do. **Camapuã tem 30 nascentes protegidas em programa do SENAR**. (Blog InfocoMS) Camapuã-MS: dez/2015. Obtido em:
<https://infocoms.com.br/content/camapu%C3%A3-tem-30-nascentes-protegidas-em-programa-do-senar>

ZANIN, P. R.; BONUMÁ, N. D.; CHAFFE, L. B. **Características hidrogeológicas de nascentes situadas em diferentes modelos de relevo**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, novembro de 2013, Bento Gonçalves (RS): ABRH.

Vídeos que apresentam a construção de proteção de nascentes

Proteção solo cimento

<https://www.youtube.com/watch?v=TOsveBoMeoE>

Proteção com mureta (trincheira)

<https://www.youtube.com/watch?v=EjSuMGeBk-U>

Proteção com duto (Modelo Caxambu)

<https://www.youtube.com/watch?v=wFcHBPk-aTw>

10 ANEXO E APÊNDICES

10 ANEXO E APÊNDICES

Anexo 10.1 Lei estadual sobre nascentes e olhos d'água

LEI Nº 12.522, DE 15.12.95 (D.O. DE 28.12.95)

Define como áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d'água e a vegetação natural no seu entorno e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

FAÇO SABER QUE A ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA
DECRETOU E EU SANCIONO A SEGUINTE LEI:

Art. 1º - São consideradas áreas especialmente protegidas, nos termos dos Artigos 225, III da Constituição Federal e 259, IV da Constituição Estadual, as nascentes e olhos d'água situadas no Estado do Ceará, bem ainda a vegetação natural existente em seu entorno, necessária à manutenção da sua recarga.

Art. 2º - Para os fins do disposto no Artigo anterior, será determinado, nas nascentes e olhos d'água, um perímetro denominado Perímetro de Conservação de Nascentes e Olhos D' Água no qual é proibida a derrubada de árvores e qualquer outra forma de desmatamento.

Art. 3º - A inobservância do disposto nesta Lei, sujeitará os infratores a aplicação das sanções previstas na legislação atinente à espécie.

Art. 4º - O Poder Executivo regulamentará a presente Lei no prazo de sessenta dias.

Art. 5º - A presente Lei entrará em vigor na data da sua publicação revogadas as disposições em contrário.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Fortaleza, aos 15 de dezembro de 1995

TASSO RIBEIRO JEREISSATI

Apêndice 10.2 - Quantidade de nascentes e olhos d'água, por município do Estado do Ceará, 2018.

Início 1/4

Município	Quantidade	Município	Quantidade
Abaiara	7	Boa Viagem	93
Acarape	5	Brejo Santo	-
Acaraú	2	Camocim	20
Acopiara	-	Campos Sales	10
Aiuaba	3	Canindé	468
Alcântaras	1	Capistrano	-
Altaneira	2	Caridade	38
Alto Santo	51	Cariré	3
Amontada	43	Caririaçu	68
Antonina do Norte	3	Cariús	30
Apuiarés	5	Carnaubal	103
Aquiraz	-	Cascavel	12
Aracati	10	Catarina	-
Aracoiaba	39	Catunda	1
Ararandá	12	Caucaia	68
Araripe	-	Cedro	-
Aratuba	3	Chaval	-
Armeiros	32	Choró	116
Assaré	2	Chorozinho	6
Aurora	2	Coreaú	9
Baixio	-	Crateús	89
Banabuiú	21	Crato	33
Barbalha	11	Croatá	3
Barreira	-	Cruz	-
Barro	32	Dep. Irapuan Pinheiro	-
Barroquinha	10	Ererê	-
Baturité	32	Eusébio	-
Beberibe	17	Farias Brito	6
Bela Cruz	-	Forquilha	13

Continua

Apêndice 10.2 - Quantidade de nascentes e olhos d'água, por município do Estado do Ceará, 2018.

Continuação 2/4

Município	Quantidade	Município	Quantidade
Fortaleza	-	Itapipoca	39
Fortim	8	Itapiúna	44
Frexeirinha	-	Itarema	8
General Sampaio	8	Itatira	31
Graça	5	Jaguaretama	117
Granja	45	Jaguaribara	39
Granjeiro	-	Jaguaribe	-
Groaíras	-	Jaguaruana	5
Guaiúba	8	Jardim	20
Guaraciaba do Norte	35	Jati	22
Guaramiranga	4	J. de Jericoacoara	12
Hidrolândia	1	Juazeiro do Norte	3
Horizonte	3	Jucás	-
Ibaretama	18	L. da Mangabeira	-
Ibiapina	22	Limeiro do Norte	-
Ibicuitinga	14	Madalena	74
Icapuí	1	Maracanaú	-
Icó	37	Maranguape	6
Iguatu	-	Marco	21
Independência	87	Martinópolis	-
Ipaporanga	4	Massapê	21
Ipaumirim	-	Mauriti	13
Ipu	25	Meruoca	6
Ipueiras	66	Milagres	3
Iracema	7	Milhã	-
Irauçuba	77	Miraíma	75
Itaiçaba	13	Missão Velha	5
Itaitinga	-	Mombaça	41
Itapajé	-	Monsenhor Tabosa	45

Continua

Apêndice 10.2 - Quantidade de nascentes e olhos d'água,
por município do Estado do Ceará, 2018.

Continuação 3/4

Município	Quantidade	Município	Quantidade
Morada Nova	104	Potengi	1
Moraújo	1	Potiretama	31
Morrinhos	26	Quiterianópolis	6
Mucambo	6	Quixadá	101
Mulungu		Quixelô	-
Nova Olinda	2	Quixeramobim	131
Novas Russas	26	Quixeré	-
Novo Oriente	1	Redenção	1
Ocara	30	Reriutaba	2
Orós	2	Russas	68
Pacajus	-	Saboeiro	3
Pacatuba	-	Salitre	3
Pacoti	2	Santa Quitéria	305
Pacujá	-	Santana do Acaraú	107
Palhano	3	Santana do Cariri	9
Palmácia	5	São Benedito	9
Paracuru	-	São G. do Amarante	12
Paraipaba	20	São J. do Jaguaribe	3
Parambu	185	São Luís do Curu	5
Paramoti	35	Senador Pompeu	18
Pedra Branca	68	Senador Sá	2
Penaforte	-	Sobral	61
Pentecoste	52	Solonópole	3
Pereiro	-	Tabuleiro do Norte	5
Pindoretama	-	Tamboril	22
Piquet Carneiro	-	Tarrafas	3
Pires Ferreira	-	Tauá	31
Poranga	2	Tejuçuoca	11
Porteiras	6	Tianguá	15

Continua

Apêndice 10.2 - Quantidade de nascentes e olhos d'água,
por município do Estado do Ceará, 2018.

Continuação 4/4

Município	Quantidade	Município	Quantidade
Trairi	13	Uruburetama	2
Tururu	12	Uruoca	4
Ubajara	1	Varjota	-
Umari	-	Várzea Alegre	20
Umirim	9	Viçosa do Ceará	59
TOTAL 4.339			

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Brasília-DF: Serviço Florestal Brasileiro, www.car.gov.br, 2019.

Apêndice 10.3. - Espécies vegetais da Unidade Fitoecológica Mata Úmida do Estado do Ceará

Início 1/4

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Gonçalo-alves	Árvore
	<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	Árvore
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfad.	Cagão Araticum-açu	Árvore
	<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	-	Árvore
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	Palmeira
	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Babaçu	Palmeira
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau-d'arco-roxo	Árvore
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Pau-d'arco-amarelo	Árvore
	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	Caroba	Árvore
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Freijó	Árvore
Clusiaceae	<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	Orelha-de-burro	Arbusto Árvore
	<i>Clusia panapanari</i> (Aubl.) Choisy	-	Arbusto Árvore

Continua

Apêndice 10.3. - Espécies vegetais da Unidade Fitoecológica
Mata Úmida do Estado do Ceará

Continuação 2/4

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte
	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Bacupari	Arbusto Árvore
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	-	Arbusto Árvore
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>Cebil</i> (Griseb.) Altschul	Angico	Arbusto Árvore
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril Timbaúva	Árvore
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Arbusto Árvore
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá	Árvore
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Pau-ferro	Árvore
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Pau d'óleo Copaíba	Árvore
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	Louro-branco	Árvore
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici- vermelho- miúdo	Arbusto Árvore

Continua

Apêndice 10.3. - Espécies vegetais da Unidade Fitoecológica
Mata Úmida do Estado do Ceará

Continuação 3/4

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte
Malpighiaceae	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Lacre-branco	Árvore
	<i>Miconia nervosa</i> (Sm.) Triana	-	Arbusto Árvore
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Árvore
Myrtaceae	<i>Calyptranthes dardanoi</i> Mattos	-	Árvore
Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Batiputá	Arbusto Árvore
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pau-d'alho	Árvore
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Pajeú	Árvore
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cajueiro-bravo	Arbusto Árvore
Proteaceae	<i>Roupala paulensis</i> Sleumer	-	Árvore
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Arbusto Árvore
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Murici-branco	Arbusto Árvore
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	Angélica	Árvore

Continua

Apêndice 10.3. - Espécies vegetais da Unidade Fitoecológica
Mata Úmida do Estado do Ceará

Conclusão 4 /4

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte
Rutaceae	Zanthoxylum rhoifolium Lam.	Limãozinho	Árvore
Salicaceae	Banara guianensis Aubl.	Farinha-seca/ Malva-branca	Arbusto
Sapindaceae	Cupania impressinervia Acev.-Rodr.	-	Árvore

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará, Instrução Normativa nº 02/2018 – Lista de espécies nativas recomendadas para ações de florestamento e reflorestamento no Estado do Ceará.

Acessado em: 23-04-2019. Obtida em:

<http://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/03/IN-02-2018.pdf>.

Nascentes sustentáveis na Serra do Vicente, Capistrano-Ceará.

Caracterização do projeto

A Serra do Vicente é uma pequena comunidade localizada no noroeste do município de Capistrano-Ceará, mais precisamente em uma sub bacia do rio Putiú. A população vive em casas dispersas encravadas nas encostas do Maciço de Baturité, com altitude de 500 a 600 metros. A população local é de baixa renda, formada por moradores de sítios e pequenos agricultores familiares, além de aposentados e beneficiários de programas sociais. A principal atividade econômica é a produção de banana. Tal povoado tem características culturais, sociais e ambientais de “aldeia de montanha”.

As “aldeias de montanha” foram fortemente afetadas negativamente pelo processo de urbanização e, nas últimas décadas, pela globalização, razão pela qual necessitam de revitalização e valorização como formas de assegurar as suas populações as condições infraestruturais dos centros urbanos.

Segundo Fernandes, *et al.* (2016),

Os problemas que se colocam em espaços periféricos de baixa densidade e, em especial, nas aldeias localizadas a grandes altitudes, têm motivado uma intensa busca de possibilidades de ação, com acesos debates na comunidade científica e, em geral, um

sentimento de perda e da desvalorização produtiva e cultural que tem levado ao desenvolvimento de vários projetos de revitalização de base territorial”.

As experiências mais visíveis de desenvolvimento local em “aldeias de montanha” são as da Serra da Estrela, no norte de Portugal. As ações de fomento nesses espaços rurais, centram-se na disponibilização de soluções tecnológicas que contribuam para o desenvolvimento da qualidade de vida dos cidadãos e funcionam como alavanca para a melhoria do desempenho ambiental.

Assim como em Portugal, a “aldeia de montanha” denominada de Comunidade Serra do Vicente enquadra-se nos mesmos condicionantes naturais das localidades europeias.

Focado nessa perspectiva, o Projeto ganhou musculatura a partir da vontade das lideranças da Comunidade Serra do Vicente, sobretudo da Associação dos Pequenos Agricultores da Serra do Vicente, de soerguer o quadro socioambiental local. Tal movimento ganhou o apoio da Fundação Banco do Brasil e da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA).

O realce do Projeto se assenta nas ações voltadas para a proteção e conservação de nascentes e na recuperação de riachos do Rio Putiú, por meio de tecnologias hidroambientais, objetivando promover a sustentabilidade ambiental e dos recursos hídricos.

O envolvimento da comunidade beneficiária teve início com a visitas a campo e com a oficina de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP), realizadas por consultores contratados. Todas as obras e eventos foram desenvolvidos com a participação direta dos beneficiários.

O Projeto foi executado no período de fevereiro a dezembro de 2018, sendo a equipe de consultores formada por um ambientalista, um agrônomo e uma engenheira civil, todos com pós-graduação e vasta experiência em tecnologias hidroambientais. Em apoio aos consultores, foram mobilizados os agricultores mais experientes na implantação das obras e envolvidos trabalhadores locais, para “aprender fazendo”.

A justificativa e necessidade do Projeto decorreu do fato de que a poluição dos mananciais é um dos maiores problemas ambientais da Serra do Vicente. A poluição é provocada pelas partículas de solo provenientes da erosão, pelos resíduos de agroquímicos, pela descarga de esgotos e de lixo domiciliar, além de dejetos animais que chegam aos corpos d’água (nascentes e leito dos rios e afluentes).

As tecnologias eleitas para mitigar os problemas ambientais da Serra do Vicente foram: “muretas de proteção das nascentes” e “barragens sucessivas de contenção de sedimentos”, associadas com reflorestamento e capacitação dos beneficiários diretos e indiretos.

As muretas de proteção e conservação de nascentes (lacre, isolamento) contribuem para a desobstrução do curso da nascente, fazem a proteção da nascente de enxurradas, ofertam água livre de contaminação externa, permitem o acesso à água de forma facilitada para consumo humano e animal.

A barragem sucessiva de contenção de sedimentos é uma estrutura construída com pedras soltas, cuidadosamente arrumadas e em formato de arco romano deitado, realizada na rede de drenagem da micro bacia hidrográfica, em pequenos tributários ou riachos afluentes de um rio de maior ordem hierárquica, cujo objetivo é a retenção dos sedimentos, gerados

pelo processo erosivo à montante das áreas cultivadas, em consequência do mau uso do solo (OLIVEIRA *et al.* 2010).

Tal experiência se baseia na vivência com esse tipo de estrutura no Projeto Base Zero (Tecnologias de Base Zero), na Fazenda Caroá em Afogados da Ingazeira – PE. (PADILHA, 1997) e em quatro micro bacias hidrográficas onde o Programa de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará atuou. (FRANÇA *et al.*, 2010).

Associado às obras hidroambientais (muretas e barragens), foi previsto o reflorestamento com mudas de espécies nativas do Estado do Ceará, objetivando reflorestar algumas áreas à montante das nascentes e da mata ciliar dos riachos.

Em todas as etapas do projeto, a comunidade foi envolvida na forma de visitas de campo, mutirões, oficinas de sensibilização, capacitação em serviço e formação de mão de obra em tecnologias hidroambientais.

Resultados alcançados e repercussões

As metas estabelecidas no Projeto foram integralmente executadas com a participação da comunidade. Dessa forma, 7 (sete) nascentes foram protegidas, 69 barragens de pedras construídas, 1.500 mudas plantadas e 4 (quatro) moradores capacitados em construção de muretas e barragens.

A capacitação e a conscientização, decorrentes das palestras e consequente preservação do meio ambiente, despertaram a comunidade para a questão do lixo e para o fato

de que o rio Putiú e seus tributários não é destino final para os resíduos.

Constatou-se, inicialmente, uma descrença no Projeto, tendo sido superada por meio das capacitações em serviço. Com as chuvas de 2019, a resposta das muretas e das barragens foram satisfatórias, deixando os moradores da comunidade satisfeitos e crentes nas ações do Projeto.

Hoje, a Serra do Vicente pode ser considerada uma vitrine, a ser utilizada como referência para a implantação de iniciativas semelhantes em todo o Maciço de Baturité. Ao longo da execução do Projeto, foram identificados lideranças e voluntários que encampam a filosofia do trabalho objetivando facilitar a efetivação do anseio de muitos proprietários, que já declararam que irão construir, com recursos próprios, obras hidroambientais em seus sítios.

Na hipótese da própria comunidade executar as obras, o custo médio da mureta será de R\$ 280,00 e, o da barragem de pedra, de R\$ 1.000,00.

A contrapartida local foi efetivada na forma de mão de obra voluntária, materiais cedidos, mudas fornecidas pela SEMA e orientação técnica voluntária.

Parceiros do Projeto

O Projeto foi financiado pela Fundação Banco do Brasil (FBB), tendo recebido apoio institucional e material da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA). A responsabilidade direta pela execução do Projeto foi da Associação de Pequenos Agricultores da Serra do Vicente.

A Fundação aprovou os resultados do Projeto, sem restrições, tendo em vista seu caráter inovador, a execução integral das metas e o baixo custo das intervenções, por conta da efetividade da contrapartida.

O envolvimento da SEMA, por sua vez, foi oficializado por meio de um Termo de Cooperação Técnica, firmado com a Associação dos Pequenos Agricultores da Serra do Vicente. Esse acordo assegurou a legalidade das intervenções, o fornecimento das mudas e a oferta de alguns eventos de capacitação.

Referências Bibliográficas

FERNANDES, J. et al. **Aldeias de montanha**: os problemas, as perspectivas e as propostas, vistos desde as serras da Aboboreira, Montemuro, Noroeste de Portugal. Geografia e Ordenamento do Território, Revista Eletrônica. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. <http://cegot.org>.

FRANÇA, Francisco Mavignier Cavalcante. **Projeto reflorescendo a Serra do Vicente, Capistrano – Ceará**. Fortaleza: Associação dos Pequenos Agricultores da Serra do Vicente/Fundação Banco do Brasil, 2018. 39 p.

FRANÇA, F. Mavignier (Coord.). **Avaliação socioeconômica dos resultados e impactos do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará (PRODHAM) e sugestões de políticas**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, 2010.

OLIVEIRA, J. B.; ALVES, Josualdo Justino; FRANÇA, Francisco Mavignier Cavalcante. **Barragens sucessivas de contenção de segmentos**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.

PADILHA, A. J. **Tecnologia Base Zero: TBZs**. Recife: Sistemas Técnicos Racionais, 1997. Tomo III. 51 p.

Nascentes sustentáveis na Serra do Vicente Capistrano-Ceará

Registro Fotográfico



Contatos iniciais com lideranças locais



Oficina de mobilização e do diagnóstico participativo



Participantes da oficina de mobilização e diagnóstico rápido participativo



Discussão do Projeto com o Dr. Artur Bruno, Secretário de Meio Ambiente do Ceará.



Nascente protegida com encanamento de água para a casa do agricultor



Nascente protegida com depósito de água em sua base



Aspecto de uma barragem de pedra recém construída



Aspecto do reflorestamento de área à montante de uma nascente protegida

Fonte das fotos: arquivo do autor.

CENTEC

Instituto Centro de Ensino Tecnológico (Centec)

É uma Organização Social (OS) que é centro de referência em Educação Profissional e atua em parceria com instituições públicas, privadas e do Terceiro Setor.

Há 20 anos, realiza capacitação e formação para a população cearense. Além disso, oferece assistência técnica, consultorias, análises laboratoriais e soluções corporativas.

Missão

“Promover a educação e a tecnologia por meio do ensino, da pesquisa, da inovação e da extensão, em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará”.

Visão

“Ser uma instituição de referência em formação profissional e tecnológica, nacionalmente reconhecida, que coloca a educação, a ciência e a tecnologia em benefício da sociedade, com foco no desenvolvimento sustentável do Ceará”.

CENTEC
INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
*Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Educação Superior*

