



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

# **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ**



**Cartilhas Temáticas**  
**Tecnologias e Práticas Hidroambientais**  
**para Convivência com o Semiárido**

**Volume 6**



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

# **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ**

Fortaleza, 2010

Governo do Estado do Ceará  
***Cid Ferreira Gomes***  
Governador

Secretário dos Recursos Hídricos (SRH)  
***César Augusto Pinheiro***

Superintendente da SOHIDRA  
***Leão Humberto Montezuma Filho***

Presidente da COGERH  
***Francisco José Coelho Teixeira***

Coordenador Geral da UGPE (SRH)  
***Mônica Holanda Freitas***

Coordenador do PRODHAM/SOHIDRA  
***Joaquim Favela Neto***

Secretário da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SECITECE)  
***René Teixeira Barreira***

Presidente da FUNCEME  
***Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins***

Gerente - DHIMA /FUNCEME  
***Margareth Silvia Benício de S. Carvalho***

Obra editada no âmbito do PRODHAM – Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará, integrante do PROGERIRH-Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, apoiado pelo Banco Mundial por meio do Acordo de Empréstimo 4531-BR/BIRD.

**João Bosco de Oliveira**  
Mestre em Solos

**Francisco Roberto Bezerra Leite**  
Especialista em Solos

**Sonia Roberto Perdigão**  
Mestre em Geografia

**Elber Leite Braga**  
Especialista em Solos

# **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ**

**Fortaleza**  
**2010**

## **Cartilhas Temáticas:**

Tecnologia e Práticas Hidroambientais para Convivência com o Semiárido

- Volume 1 Barragens sucessivas de contenção de sedimentos
- Volume 2 Cisterna de placas: construção, uso e conservação
- Volume 3 Barragem subterrânea
- Volume 4 Práticas de manejo e conservação de solo e água no semiárido do Ceará
- Volume 5 Recomposição da mata ciliar e reflorestamento no semiárido do Ceará
- Volume 6 Recuperação de áreas degradadas no semiárido do Ceará
- Volume 7 Sistema de plantio direto no semiárido do Ceará
- Volume 8 Quebra-ventos na propriedade agrícola
- Volume 9 Controle de queimadas
- Volume 10 Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará
- Volume 11 Educação ambiental para o semiárido do Ceará

### Ficha Catalográfica

C387r Ceará. Secretaria dos Recursos Hídricos.

Recuperação de áreas degradadas no semiárido do Ceará / João Bosco de Oliveira, Francisco Roberto Bezerra Leite, Sonia Roberto Perdigão - Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.

30p. (Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido ; v. 6)

1. Degradação Ambiental. 2. Recuperação de Áreas Degradadas. I. Oliveira, João Bosco de. II. Leite, Francisco Roberto Bezerra. III. Perdigão, Sonia Roberto. IV. Braga, Elber Leite. V. Título.

CDD: 631.64

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Centro Administrativo Governador Virgílio Távora

Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N, Ed. SEINFRA/SRH

Bairro Cambeba, CEP 60.822-325, Fortaleza/CE

Fone: (85) 3101.4012 | (85) 3101.3994 - Fax: (85) 3101.4049

APRESENTAÇÃO .....	7
INTRODUÇÃO .....	9
<b>1</b> ETAPAS DE UM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	11
<b>2</b> METODOLOGIA DE TRABALHO.....	12
<b>2.1</b> Estudos Básicos de Solo e Vegetação.....	12
<b>2.1.1</b> Trabalho de escritório .....	12
<b>2.1.2</b> Trabalho de campo.....	12
<b>2.1.3</b> Trabalho de laboratório.....	13
<b>2.1.4</b> Identificação da cobertura florestal remanescente.....	14
<b>2.2</b> Implementação das Técnicas de Recuperação .....	14
<b>2.2.1</b> Práticas de subsolagem.....	19
<b>2.2.2</b> Práticas de escarificação .....	21
<b>2.2.3</b> Práticas de manejo e conservação do solo e da água .....	22
<b>2.2.4</b> Técnicas do inócuo .....	23
<b>2.3</b> Monitoramento e Avaliação .....	24
<b>2.3.1</b> Solos .....	24
<b>2.3.2</b> Vegetação.....	26
<b>3</b> A EXPERIÊNCIA DO PRODHAM.....	28
REFERÊNCIAS .....	29

Esta cartilha, focada numa das práticas mais relevantes para redução da degradação ambiental – **recuperação de áreas degradadas**, faz parte da coleção de tecnologias e práticas hidroambientais para convivência sustentável com o semiárido, editada pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. As recomendações nela contidas foram testadas em duas áreas pilotos do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental (PRODHAM), com base nas recomendações contidas no Manual Técnico-Operacional do referido Projeto.

É bem documentado o fato de que o empobrecimento dos ecossistemas gera a degradação, sobretudo, das zonas semiáridas, podendo culminar com o processo de desertificação. Esse empobrecimento é causado pelo uso insustentável dos recursos naturais do semiárido, cujas peculiaridades geoambientais e sociais requerem um manejo mais cuidadoso. Como prática para mitigação dos efeitos da degradação ambiental, em zonas semiáridas, é que se sugere esta cartilha como orientação para a execução da recuperação de áreas degradadas.

Por meio de linguagem simples e de ilustrações didáticas, a cartilha objetiva, também, motivar e ensinar os agropecuaristas e os técnicos de campo do Estado do Ceará para o trabalho de recuperação e preservação de terras agrícolas, visando à sustentabilidade hidroambiental e econômica.

Torna-se cada vez mais intensa a preocupação, não apenas da comunidade científica como da sociedade civil, com os estudos relativos ao fenômeno da degradação ambiental e desenvolvimento sustentável.

A utilização racional dos recursos naturais, de determinada região, pressupõe o conhecimento de sua real capacidade de suporte, bem como da vulnerabilidade e manejo adequado destes recursos, a fim de mantê-los sempre produtivos.

O empobrecimento generalizado dos ecossistemas (degradação), motivada pela ação antrópica, pode culminar com a incidência dos processos de desertificação, particularmente nas áreas de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos (BRASIL, 1998), como se observa no Estado do Ceará.

Resultados de pesquisas, contidos em Leite; Soares e Martins (1993), assinalam que cerca de 10,2% do Estado do Ceará, encontra-se em processo de degradação susceptível à desertificação. Esta vulnerabilidade evidencia-se diante de certas peculiaridades geoambientais e sociais.



**Foto 1 – Área Susceptível à Desertificação no Semiárido do Ceará**  
Fonte: João Bosco de Oliveira.



Quanto às condições climáticas, apresentam-se adversas no concerne a semiaridez, com 75% da área total incluída na isoieta abaixo dos 800mm de precipitação anual. Acrescente-se a essa escassez e extrema irregularidade das precipitações pluviométricas, no tempo e no espaço, as elevadas temperaturas, disso resultando altas taxas de evaporação e evapotranspiração. Outra consequência, dessas características climáticas, traduz-se na intermitência dos cursos d'água.

Agravando o quadro hidroclimático, considere-se que o Ceará, em termos geológicos, é formado predominantemente por rochas do embasamento cristalino, acarretando, assim, sérias limitações na disponibilidade de água subterrânea, já que o armazenamento d'água no cristalino é restrito.

Outro fator a considerar é a predominância de solos rasos que, por suas características físicas, químicas, morfológicas e mineralógicas, são bastante susceptíveis à erosão.

A cobertura vegetal no semiárido é constituída pela caatinga (formação caducifólia) muitas vezes esparsa ou aberta e com fisionomia arbustiva oferecendo, portanto, pequena capacidade de proteção aos solos contra os efeitos erosivos.

A tudo isso, acrescente-se a pressão demográfica, representada por um dos maiores contingentes populacionais do Nordeste, além dos baixos níveis culturais e tecnológicos desta população que resultam, quase sempre, na exploração predatória de seus recursos naturais.

Estudos de recuperação de áreas degradadas são raros no Estado do Ceará. Experiências isoladas, e muitas vezes empíricas, têm predominado até o presente momento, prescindindo de maior rigor científico. Pesquisas, em outras áreas do semiárido nordestino, estão sendo realizadas de maneira exitosa, como:

- a) Chapada do Apodi-RN (MENDES, 2002), utilizando-se serapilheira e esterco de curral;
- b) município de Pedro Avelino-RN (OMOSSOROENSE, 2010), mediante reflorestamento com espécies arbóreas ecologicamente adaptadas; e
- c) nos municípios cearense de Canindé e Aratuba, por meio do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. (CEARÁ, 2010).

## 1. ETAPAS DE UM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Para recuperar áreas degradadas em zonas semiáridas, em bases científicas, as etapas, a seguir, deverão ser consideradas.

- Caracterizar a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, primária e atual e avaliar sua evolução por um período de cinco anos, a partir da implantação do projeto.
- Estudar os solos, detalhadamente, no momento da implantação do projeto e monitorar, durante toda a sua execução.
- Implantar a área piloto, visando a multiplicação do uso das técnicas de recuperação, em outras áreas degradadas da região semi-árida.
- Subsidiar a proposição de opções técnicas que melhor se adaptem ao plano de recuperação dos ambientes degradados.
- Fornecer subsídios para o planejamento das atividades do setor primário, com recomendações de manejo autosustentável, proporcionando condições de vida mais satisfatórias para a comunidade.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A execução do trabalho de recuperação de áreas degradadas compreende os estudos básicos de solo e vegetação, a implantação das técnicas de recuperação, além do monitoramento e avaliação das práticas implantadas.

### 2.1 Estudos Básicos de Solo e Vegetação

Consiste em um levantamento pedológico detalhado, observando o que preconiza o Centro Nacional de Pesquisas de Solo (CNPS/EMBRAPA), conforme apresentado a seguir:

#### 2.1.1 Trabalho de escritório

- Revisão bibliográfica da área de trabalho.
- Coleta e análise de dados bibliográficos e geocartográficos.
- Interpretação e análise de imagens orbitais e de fotografias aéreas, separando os diversos padrões observados.
- Elaboração da legenda preliminar de identificação, com base nas observações de campo.
- Delimitação das diversas unidades de solos, com base nos elementos primordiais de interpretação de imagens e fotos.
- Reinterpretarão das fotografias e imagens orbitais, a partir dos dados de campo e de laboratório.
- Organização e estudo dos perfis descritos e analisados.
- Atualização da legenda de solos.
- Classificação dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).
- Cartografia das unidades de solos em escala de 1:1.000.

#### 2.1.2 Trabalho de campo

- Prospecção exploratória da área.
- Observação dos fatores que determinam a formação e distribuição dos solos.

- Verificação do arranjo dos solos e dos fatores do meio ambiente, tais como, relevo, vegetação, material originário, clima, drenagem, erosão, altitude, declividade e uso agrícola.
- Mapeamento dos solos por meio de malha ou caminhamento.
- Coleta de amostras superficiais e subsuperficiais de solos, para análise de fertilidade.
- Descrição dos perfis e coleta de amostras de solos dos diversos horizontes.
- Revisão geral da área mapeada.

### **2.1.3 Trabalho de laboratório**

- Consta de caracterização analítica dos perfis representativos das unidades de mapeamento, envolvendo avaliação de fertilidade natural e de parâmetros de natureza física, química e mineralógica, quando conveniente.
- Os métodos analíticos seguirão aqueles preconizados pelo Centro Nacional de Pesquisas de Solo (CNPS) da EMBRAPA, expostos em “Manual de Métodos de Análise de Solo” (1997), correspondendo, de modo sumarizado, à identificação de frações grosseiras, cascalho e calhaus e terra fina, composição granulométrica da terra fina, argila dispersa em água, grau de flocculação, densidade aparente, densidade real, porosidade, umidade a 1/10 e a 1/3 de atmosfera, umidade a 15 atmosferas, equivalente de umidade, pH em água e em cloreto de potássio a um normal, bases extraíveis, soma de bases, acidez extraível, capacidade de troca de cátions, percentagem de saturação de bases, percentagens de saturação por alumínio, percentagem de saturação por sódio, fósforo extraível, carbono orgânico, nitrogênio total (Kjeldahl), ataque por ácido sulfúrico 1:1 e hidróxido de sódio a 0,8%, condutividade elétrica do extrato de saturação e sais solúveis  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^{+}$ , e  $Na^{+}$ , determinados no extrato de saturação.

### **2.1.4 Identificação da cobertura florestal remanescente**

A cobertura vegetal deverá ser estratificada em unidades geoambientais homogêneas, com destaque para os remanescentes da vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

Deverá ser elaborado um inventário vegetal, utilizando o sistema de amostragem estratificado e identificando, diretamente no campo, as espécies vegetais, diâmetro e altura total.

Deverá ser determinada a composição florística, dominância e abundância, existente entre as espécies, e estabelecer a estrutura vertical e horizontal de cada tipologia vegetal identificada.

### **2.2 Implementação das Técnicas de Recuperação**

A metodologia, a ser utilizada, se consolidará a partir dos resultados das pesquisas básicas e estará condicionada às classes de solos identificadas, da geomorfologia, do estado da fauna e da flora, do nível de degradação atingido, da disponibilidade hídrica, dentre outros fatores.

Os diversos sistemas de uso e manejo do solo existentes afetam de várias maneiras o processo erosivo e de degradação das áreas sob intervenção antrópica, devido às diferentes intensidades de mobilização que provocam no solo. Em função da movimentação e do manejo do solo e da quantidade da cobertura vegetal sobre este é que ocorrerá um maior ou menor processo erosivo. Essa erosão será, também, consequência das modificações físicas causadas ao solo que, associadas às alterações na fertilidade, provocarão maiores ou menores impactos ambientais.

A cobertura vegetal é fundamental, visto que a matéria orgânica, oriunda do resto de culturas ou da serapilheira, é fundamental para a retenção de umidade e na estruturação do solo, mantendo uma porosidade que permita uma melhor infiltração da água e conseqüente redução no escoamento superficial. Além disso, o próprio restolho (serapilheira) incorporado funciona como protetor do solo contra o impacto das gotas de chuvas, reduzindo seu efeito de desagregação. Disso, advém o melhor controle dos processos erosivos.



**Foto 2 – Cordões de Pedra com Cobertura Morta, Aratuba-CE**

Fonte: PRODHAM.

Nas nossas condições de solo, de clima e de meio ambiente, é importante a implementação da adoção de um sistema de manejo que não proporcione uma pulverização excessiva do solo e seja capaz de manter os restos de culturas, totais ou parciais sobre a superfície.

O principal fator, na absorção da água da chuva, é o estado em que se encontra a superfície do solo. A crosta que se forma na camada superficial, em consequência da presença de material disperso em água, sob condição de chuvas intensas, tem um maior ou menor efeito na absorção, correlacionado ao tipo de solo, a declividade do terreno ou ao seu conteúdo de umidade. Esta crosta (camada) se forma pelo impacto direto das gotas de chuva sobre o solo desnudo, agravado, ainda, pelas más condições físicas do solo. Origina-se tanto pelo efeito da energia cinética, provocada pelo próprio peso da gota de chuva, como pelas frações finas do solo desagregadas e dispersas das frações maiores, que preenchem os espaços vazios entre os agregados.

Nas áreas cultivadas, são muito comuns a ocorrência de solos com camadas adensadas no fundo dos sulcos das terras aradas ou gradeadas. Essa camada tem sido denominada de “sola de arado” ou “pé de grade”.

Quase todos os implementos agrícolas criam alguma camada compactada, quando trabalham com o solo muito úmido ou muito seco e, também, sob regime de pastoreio, com capacidade superior ao de lotação por unidade de área de pastagens. Acima dessa camada, fica o solo mobilizado ou pisoteado pelo super pastoreio, bastante desagregado e sujeito à ação erosiva das chuvas.

A degradação das propriedades físicas do solo afeta fatalmente o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, prejudicando suas funções vegetativas, quer seja por falta ou por excesso de água e por deficiência na nutrição.

A degradação, mediante a compactação do solo, como consequência do uso intensivo de máquinas e de elevada lotação de animais em pastoreio por unidade de área, traz uma redução drástica da infiltração de água, condicionando uma baixa disponibilidade de umidade do solo no período de estiagem, além de propiciar o aumento do escoamento superficial durante as chuvas.

Do ponto de vista das condições físicas do solo, a técnica de subsolagem ou de escarificação é utilizada basicamente para romper camadas de solo que tenham sofrido compactação ou para perfis de solo mais densos.

O rompimento das camadas compactadas ou adensadas do solo traz benefícios imediatos, quais sejam:

- a redução da densidade do solo, que diminui a resistência à penetração das raízes;
- o aumento no volume dos macroporos, que melhora a aeração e a drenagem interna do solo;
- permite um fluxo vertical mais rápido da água, que diminuindo o escoamento do solo em áreas com declividade e planas.

Os dois primeiros benefícios melhoram as condições físicas do solo, decorrentes das práticas de subsolagem ou escarificação, promovendo um melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, em busca da água e dos nutrientes. Segundo Gavande (1973), o crescimento das raízes das plantas no sentido vertical é limitado quando a densidade do solo,

nessas camadas compactadas ou adensadas, atinge valores da ordem de  $1,9\text{g/cm}^3$ .

De conformidade com o que foi observado por Cassel (1979), os maiores benefícios da subsolagem e escarificação são conseguidos nos anos de deficiências hídricas, consideradas como fator limitante para o desenvolvimento das plantas.

Beltrame e Taylor (1980), relatam as causas e efeitos da existência de camadas de solos compactadas em áreas planas e com declive, apontando a subsolagem como uma das soluções possíveis de serem adotadas para permitir o fluxo vertical de um maior volume de água em menor tempo. Desta maneira, o volume de escoamento superficial será reduzido e o tempo de encharcamento do solo também será diminuído, em áreas com declive e plana, respectivamente.

A relação condutividade hidráulica versus densidade do solo evidencia que a diminuição dos valores de densidade, pela subsolagem, aumenta consideravelmente o fluxo vertical de água no solo, comprovando o que foi dito anteriormente.

A primeira consideração a ser feita, e condição básica para aplicação de subsolagem e/ou escarificação, é saber se a área em questão necessita ou não de tratamento. Essa ponderação deve ser feita por duas razões:

- A primeira, porque a subsolagem não é recomendada para todos os solos e, também, porque esta prática é efetiva em áreas que apresentam camadas compactadas ou perfis mais densos.
- A segunda, diz respeito ao custo do tratamento que deve ser cotejado com os benefícios obtidos pela aplicação da subsolagem.

Como índices de compactação do solo, para determinar quando a subsolagem ou escarificação deverá ser usada, são utilizados comumente a densidade do solo e a resistência à penetração. A resistência à penetração é expressa em  $\text{kg/cm}^2$  e avaliada com auxílio de penetrômetros. Diferentes tipos podem ser utilizados. No entanto, os penetrômetros de cone oferecem maior precisão nas leituras de campo.



Tanto a densidade do solo como a resistência à penetração são utilizadas para determinar a existência de camada de solo compactada ou adensada e exigem equipamentos, que raramente são acessíveis aos agricultores, técnicos e agentes de extensão. Por essa razão, práticas menos precisas, mas que fornecem resultados satisfatórios, devem ser adotadas. Dentre estas, pode-se salientar a utilização da pá de corte e a observação visual do sistema radicular das plantas.

Segundo Jorge (1985), observa-se que os solos, com problema de compactação ou de horizonte adensado, apresentam sintomas visuais que podem ser detectados diferentemente no próprio solo, ou indiretamente, por meio das plantas cultivadas neles.

Dos sintomas observados diretamente dos solos, destacam-se:

- formação de crosta superficial;
- zonas endurecidas abaixo da superfície;
- poças de água, mesmo em áreas de solo de textura arenosa na superfície;
- erosão pluvial excessiva;
- necessidade de maior potência nas máquinas de cultivo;
- presença de resíduos vegetais, parcialmente decompostos, muitos meses após sua incorporação.

Dos sintomas observados nas plantas destacam-se:

- baixo índice de emergência das plantas;
- grande variação no tamanho das plantas;
- folhas amareladas;
- raízes tortas.

Detectada a necessidade de subsolagem ou escarificação, é de fundamental importância a época de aplicação do tratamento em relação à umidade do solo. De uma maneira geral, dessa condição depende o sucesso do tratamento de subsolagem ou escarificação. O teor de umidade do solo, no momento da aplicação da prática, deve ser baixo e, na profundidade de

aplicação, o solo deve estar na consistência friável. Altos níveis de umidade não permitem uma boa reestruturação do solo.

O período do tratamento de subsolagem e/ou escarificação é outro fator que deve ser levado em consideração para determinar quando subsolar e/ou escarificar. Diversos autores relatam que estas práticas são eficazes por dois ou mais anos.

Em resumo, os pontos seguintes devem ser observados para que se obtenha o máximo de eficiência na operação de subsolagem e/ou escarificação:

- estabelecer a necessidade de subsolagem e localizar a profundidade da camada compactada a ser eliminada;
- certificar-se da profundidade da camada para não trabalhar abaixo da zona crítica;
- verificar se o espaçamento lateral entre os dentes está correto, para proporcionar uma reestruturação completa do solo;
- certificar-se de que o subsolador e/ou escarificador esteja de acordo com o tamanho do trator;
- otimizar o desempenho do trator e dos implementos, por meio das recomendações já sugeridas;
- trabalhar sempre na profundidade mínima exigida, para remover a compactação ou adensamento, de modo a maximizar a taxa de trabalho;
- recomenda-se acrescentar asas aos dentes dos subsoladores e usá-los em combinação com dentes suplementares.

### 2.2.1 Práticas de subsolagem

- a) **Subsolagem** – É a prática que tem como único objetivo romper camadas compactadas do solo, abaixo da camada arável, atingindo profundidade de trabalho de, pelo menos, 25 a 30cm, utilizando os subsoladores. A subsolagem não é uma operação de preparo primário do solo. Não deve ser executada, na mesma área, em um intervalo

de tempo menor que três (03) anos. Não tem a função de eliminar as ervas daninhas e sim de soltar apenas o solo em faixas.

- b) **Subsolador** – É um implemento, que consta de um quadro “porta ferramentas”, em que são acoplados os braços ou hastes, separadas entre si a distâncias geralmente maiores que 50 cm, chegando até a um metro ou mais. Esse implemento é capaz de proporcionar uma penetração no solo a uma profundidade maior que 30 cm e pode manter essa profundidade durante o trabalho, sem que ocorram embuchamentos, sendo tracionado com tratores de potência superior a 100 HP.
- c) **Época de Execução** – A operação de subsolagem deve ser feita preferencialmente em solo seco, para aumentar a sua eficiência, ou seja, permitir o rompimento lateral no seio do solo. Quase nenhum efeito, de soltar o solo, se consegue quando o mesmo está muito úmido, visto que, neste caso, as hastes somente cortam o solo sem quebrá-lo lateralmente.



Foto 3 – Subsolador Quebrando o Adensamento de Subsuperfície, Quixeramobim-CE  
Fonte: PRODHAM.

## 2.2.2 Práticas de escarificação

- a) **Função da Operação** – Escarificar significa romper o solo da camada arável, até o máximo de 20 a 25cm, visando soltar o solo para permitir um aumento da taxa de infiltração, proteger contra a erosão motivada pela não incorporação total de restolho da cultura e menor pulverização do solo, sem inversão da leiva, promovendo ainda a diminuição da enxurrada sobre a superfície do solo.
- b) **Escarificador** – São implementos amplamente utilizados em regiões de agricultura tecnificada, para o preparo primário e melhor conservação do solo, com menor consumo de combustível. Este implemento deixa na superfície do solo maior quantidade de resíduos vegetais, protegendo-o contra a erosão e permite, ainda, uma maior rugosidade e conseqüentemente uma melhor infiltração.
- c) **Época de Execução** – Esta operação deverá ser realizada com a consistência do solo abaixo da friabilidade, ou seja, aproximadamente a 20% abaixo da capacidade de campo, o que pode ser obtido logo após as primeiras chuvas da quadra invernososa. Deve ser executada logo depois de estabelecidas as niveladas básicas e antes da operação de sulcamento.



Foto 4 – Escarificação à Tração Motora Destinado a Eliminação da Compactação do Solo  
Fonte: João Bosco de Oliveira.

### 2.2.3 Práticas de manejo e conservação do solo e da água

A função destas práticas é proporcionar pré-condições para a recuperação do solo, da vegetação e da água, mediante a infraestrutura implantada, de acordo com os seguintes procedimentos:

- o primeiro passo será o estabelecimento das niveladas básicas sobre o terreno e a implantação, nestas linhas, de um sistema de terraços de base estreita, cujo espaçamento dependerá do grau de declividade da área e da natureza do solo, dando proteção às praticas que irão ser implementadas em seguida;
- após a materialização do sistema de terraço de base estreita, será executada, na faixa entre terraços, a mobilização do solo com es-carificador ou subsolador, para em seguida sofrer o sulcamento em nível para retenção das águas e receber a serapilheira e o esterco;
- a etapa, descrita no item anterior, deverá ser realizada antes da ocorrência da quadra chuvosa e da aplicação da técnica do inóculo.



**Foto 5 – Captação *in situ* Efetuada com Tração Animal, Canindé-CE**

Fonte: PRODHAM.





**Foto 6 – Operação da Abertura de Sulcos em Nível, Seguindo um Sistema de Terraceamento Efetuado à Tração Motora**

Fonte: João Bosco de Oliveira.

#### **2.2.4 Técnicas do inóculo**

Segundo Mendes (2002), o nome desta prática, de restauração ambiental, advém do fato de que esta tecnologia fundamenta-se no princípio da restauração da vida biológica em áreas degradadas, com ausência da vida vegetal e animal. O inóculo, de acordo com Mendes (2002),

consiste da serapilheira obtida a partir da raspagem do solo da caatinga pouco antropizada, contendo semente e propágulos vegetativos de ervas, arbusto e árvores, além de bactérias, fungos, algas, protozoários, vermes, insetos, ácaros e de outras espécies que vivem no solo. O inóculo (serapilheira) vai propiciar o desenvolvimento da atividade microbiana do solo e repovoar a área com plantas superiores.

A “Técnica do Inóculo” permite, após determinado período, a melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, além de sua recuperação no que concerne à vida microbiana e da cobertura vegetal. A correção física da área adensada será feita mediante a escarificação e o sulcamento, à tração mecânica, executado em curva de nível. As condições químicas serão cor-

rigidas mediante aplicação do esterco de curral e serapilheira. A adubação orgânica, além de proporcionar o enriquecimento do solo, do ponto vista da fertilidade, permite ainda a elevação das taxas de capacidade de armazenamento de água e da estabilidade dos agregados do solo.



**Foto 7 – Coleta de Serapilheira**

**Fonte:** Benedito Vasconcelos Mendes.

## **2.3 Monitoramento e Avaliação**

O monitoramento e avaliação, dos diversos eventos que irão ocorrer na área em estudo, sejam eles de forma natural ou com intervenção antrópica, deverão ser medidos e acompanhados, para posterior manuseio e estudo dos dados obtidos, para se ter uma conclusão sobre as ações exercidas.

### **2.3.1 Solos**

#### **a) Infiltração**

A infiltração é um processo pelo qual a água penetra verticalmente no solo, na direção do lençol freático. A velocidade da infiltração permite avaliar a quantidade de água que escoará superficialmente, rumo à drenagem natural, favorecendo os processos erosivos. Para determinação da capacidade de infiltração da água no solo, deverão ser executados ensaios, em pontos

escolhidos, em função das unidades de solo mapeadas, utilizando-se anéis concêntricos. Os dados obtidos deverão ser transcritos em fichas padrões, armazenados em planilha eletrônica, para posterior interpretação.

### **b) Fertilidade e condições físicas**

De forma geral, um dos principais problemas, que acarreta o empobrecimento e a degradação dos solos, é, sem dúvida, a ação antrópica desordenada, devastando a vegetação nativa e quebrando a harmonia das forças da natureza.

Serão coletadas amostras de solos, periodicamente, devidamente identificadas e catalogadas, acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório para sejam processadas as respectivas análises químicas (Ca, Mg, K, Na, P, C, N, Al, MO e pH) e físicas (granulometria, grau de floculação, densidade real e aparente, macro e microporosidade, características de umidade e condutividade elétrica ).

Esses dados deverão ser armazenados em planilhas eletrônicas, para posterior interpretações analíticas.

### **c) Erosão**

Para o monitoramento da erosão, nos terraços de base estreita, previsto nas práticas de manejo e conservação do solo e água, torna-se muito difícil a utilização das metodologias convencionais, em função da dinâmica de manejo utilizado, que exigem a implantação de equipamentos permanentes.

Desta forma, será utilizado um coletor de água e solo, bastante simples e funcional, desenvolvido e projetado pelo professor Anor Fiorini de Carvalho, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. O equipamento é composto de uma “mesa”, que é colocada no solo, acoplada a uma calha móvel e que sustenta um saco plástico de 25cm x 35cm x 0,20cm.

A água e o solo, provenientes do escoamento superficial, são coletados e acumulados no saco plástico. O solo será seco em estufa, em seguida



pesado e os valores de perda de solo, obtidos nas coletas, serão convertido em kg por hectare.

### **2.3.2 Vegetação**

#### ➤ Evolução da vegetação

Para avaliar a evolução da vegetação, em função das técnicas aplicadas para recuperação de áreas em processo de degradação, deverão ser implantadas unidades amostrais representativas. As unidades serão compostas de parcelas permanentes, em número de duas, com dimensões de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>). Em cada unidade amostral, serão considerados todos os indivíduos vivos e mortos, em pé (incluindo cipós), que se individualizam, ao nível do solo, e que atendam ao critério de inclusão.

Serão coletados e anotados, em formulário específico, as espécies florestais (identificação do nome vulgar e taxonômica), Diâmetro da Base (DNB) e altura (H).



**Foto 8 – Área Reflorestada com Presença Destacada de Serapilheira**

**Fonte:** José Armando Diógenes.

➤ Quantificação da biomassa

Com os dados obtidos das parcelas, serão determinados peso verde, peso seco e volume.

➤ Fitossociologia

Serão observadas a frequência, dispersão média de cada espécie da caatinga, Densidade Total (DT), Densidade Absoluta de Espécies (DA), Densidade Relativa da Espécie (Dre), Área Basal Total (ABT), Área Basal da Espécie (Abi), Dominância Total (DoT), Dominância Absoluta da Espécie (DoAi), e Dominância Relativa da Espécie (DoRe).

➤ Composição florística

A composição florística será apresentada por meio de uma tabela, contendo a listagem de todas as espécies com seus nomes vulgares, científicos e famílias botânicas.

➤ Cobertura do solo

Serão utilizados gabaritos de 1m<sup>2</sup>, composto de quatro quadrantes. Estima-se, visualmente, porcentagem de solo coberto em cada quadrante e, em seguida, extrai-se a média do quadrante, para obter o valor da cobertura.

## 4. A EXPERIÊNCIA DO PRODHAM

O PRODHAM, executado entre os anos de 1999 e 2009, visou contribuir para a mitigação dos impactos sociais e econômicos das secas e corrigir o processo de degradação ambiental, causado pela conjugação dos períodos cíclicos de estiagem e com uma forte pressão antrópica, especialmente nas nascentes das quatro bacias hidrográficas selecionadas.

Dentre os componentes do Projeto, destaca-se aqui, pela aderência ao tema desta cartilha, o de reposição da vegetação ciliar nas margens dos cursos d'água, reflorestamento e recuperação das áreas degradadas nas nascentes dos rios e à montante dos açudes.

Dentre as características mais marcantes do projeto, ressalta-se a proposta de trabalho participativo, com as populações das áreas pilotos e com os demais atores sociais envolvidos, permitindo que todos se sentissem corresponsáveis e participantes do processo de recuperação socioambiental, visado pelo projeto.

Quanto às ações de recuperação de áreas degradadas, o Projeto recuperou 3ha na microbacia hidrográfica do rio Cangati, Canindé-CE, e 2,23ha na microbacia do rio Pesqueiro, Aratuba-CE. Além desta ação, o PRODHAM reflorestou 29,49ha e fez a reposição de 18,13ha de mata ciliar, nas quatro microbacias em que atuou. (FRANÇA; MARQUES, 2010).

Os benefícios das ações de recuperação ambiental, realizadas pelo PRODHAM, proporcionaram os seguintes benefícios:

- diminuição do assoreamento dos cursos d'água e açudes;
- redução da perda e aumento da umidade do solo;
- revigoramento da fauna e da flora, com o aumento da cobertura vegetal;
- reintrodução de espécies nativas;
- melhoria na capacidade de uso e da aptidão agrícola; e
- maior resistência às estiagens.

## REFERÊNCIAS

- BELTRANE, L. F. S.; TAYLOR, J. C. Causas e efeitos da compactação do solo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, p. 59-62, jan/fev. 1980.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. 2. ed. Brasília, DF, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN - Brasil**. Brasília, DF, 2000.
- CASSEL, D. K. Subsoiling. **Crop and Soils Magazine**, v. 32, n. 1, p. 7-10, Oct. 1979.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Relatório anual do PRODHAM 2009**. Fortaleza, 2010.
- CNPS. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solos (CNPS), 1997.
- FRANÇA, F. M. C.; MARQUES, R. L. M. Propostas de soluções técnicas transversais do PRODHAM para mitigação dos efeitos da degradação ambiental e socioeconômica em microbacias hidrográficas do Ceará. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLIMATE: SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT IN SEMI-ARID REGIONS, 2., 2010, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2010.
- GAVANDE, S. A. **Física de suelos: principios y aplicaciones**. Ciudad de México: Limusa-Willey, 1973. 351 p.
- JORGE, J. A. **Física e manejo dos solos tropicais**. Campinas: ICEA, 1985. 328 p.
- LEITE, F. R. B.; SOARES, A. M. L.; MARTINS, M. L. R. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará: 2ª aproximação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBSR, 1993. p. 156-161.
- MENDES, B. V. **Recuperação de áreas degradadas pela “técnica do inóculo”**. Mossoro-RN: Fundação Guimarães Duque, 2002. 12 p. (Série “b” n. 2199).

OMOSSOROENSE. **Desertificação pode chegar ao nordeste em quatro décadas.** Mossoró, 2005. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/omosoroense/270105/cotidiano1.htm>>. Acesso: 20 jan. 2010.



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

