

Mestrado Profissional

Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

MARIANE DA COSTA RAMOS

PRODUÇÃO TÉCNICA ITV DS

**PROCESSOS DE REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS NA
ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

Belém / PA

Dezembro / 2017

Título: Processos de revegetação das áreas impactadas na Estrada de Ferro Carajás.	
PROD.TEC.ITV.DS – N011/2017	Revisão
Classificação: () Confidencial () Restrita (X) Uso Interno () Pública	00

Informações Confidenciais - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

Informações Restritas - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

Informações de Uso Interno - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço

Informações Públicas - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R175	Ramos, Mariane da Costa
	Processos de revegetação de áreas impactadas na Estrada de Ferro Carajás. / Mariane da Costa Ramos – Belém, PA, 2017. 42 f.: il.
	Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2017. Orientador: Silvio J. Ramos , PhD.
	1. Degradação. 2. Recuperação. 3. Revegetação. I. Título
	CDD 23. ed. 631.45

Bibliotecária Responsável: Nisa Gonçalves – CRB 2 - 525

MARIANE DA COSTA RAMOS

**PROCESSOS DE REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS NA
ESTRADA DE FERRO CARAJAS**

Relatório técnico apresentado como
Dissertação para obtenção do título de
Mestre do Programa de Mestrado
Profissional em Uso Sustentável de
Recursos Naturais em Regiões
Tropicais, área de Ciências Ambientais,
do Instituto Tecnológico Vale
Desenvolvimento Sustentável (ITV DS).

Orientador: Silvio J. Ramos, PhD.

Belém / PA

Dezembro / 2017

MARIANE DA COSTA RAMOS

**PROCESSOS DE REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS NA
ESTRADA DE FERRO CARAJAS**

Relatório técnico apresentado como
Dissertação para obtenção do título de
Mestre do Programa de Mestrado
Profissional em Uso Sustentável de
Recursos Naturais em Regiões
Tropicais, área de Ciências Ambientais,
do Instituto Tecnológico Vale
Desenvolvimento Sustentável (ITV DS).

Data da aprovação:

Banca examinadora:

Silvio J. Ramos, PhD
Orientador – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Cecílio Frois Caldeira Junior
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Simone Kuster Mitre
Membro externo – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente ao meu querido marido e família por todo o incentivo e apoio para que isso fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Jeová Deus por ter me dado saúde e inteligência para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde hoje estou.

Quero agradecer ao meu querido esposo Leandro, que de uma forma muito especial, me deu força, por ser tão companheiro, sempre acreditou na minha capacidade e me dá motivos para continuar sempre buscando dar o melhor de mim e agradeço ainda, de forma especial, aos meus amados pais Marineide e Messias meus maiores exemplos de vida, a quem eu devo minha existência, educação e a forma como eles me ensinaram a ver a vida.

Agradeço à minha irmã Marina, que mesmo de longe me apoiou e indiretamente contribuiu para que este trabalho se realizasse. Foi bom poder contar com você!

Ao meu orientador Silvio, por todo o suporte, correções e incentivo que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

A esta instituição pelos profissionais extremamente qualificados que disponibiliza para nos ensinar e por todas as ferramentas que permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

A Eduardo Souto meu ex-gerente na Vale por ter me dado a oportunidade de realizar este curso e acreditar no meu potencial.

Agradeço às minhas eternas amigas Milca, Izabel, Hellen, Luana, Eurides e Mara pelo estímulo e estarem sempre ao meu lado dividindo comigo as angústias e alegrias, torcendo nos bastidores por mim. Obrigada pela força e amizade meninas!

Ninguém vence sozinho...Obrigada a todos por possibilitarem que esta Dissertação seja uma realidade!

RESUMO

O papel exercido pela cobertura vegetal na proteção do solo e das graves consequências resultantes de sua remoção é reconhecido na literatura. De um modo geral, a revegetação é parte do processo de recuperação de áreas degradadas, sendo importante para a proteção e a integridade dessas áreas alteradas. Podem ser utilizados diferentes modelos nos programas de revegetação, visando a recuperação e a manutenção das áreas alteradas. Caso não seja utilizado o método/ técnica e espécies vegetais mais apropriadas para cada tipo de área, observa-se a elevação dos custos com o processo de revegetação, podendo levar à geração de novos passivos ambientais nas áreas objeto de recuperação. Nesse sentido, foram realizados levantamentos de dados bibliográficos de materiais relacionados a degradação do solo e à recuperação com abrangência sobre as técnicas utilizadas no processo de revegetação, incluindo os métodos de manejo do solo e o estudo das espécies vegetais mais apropriadas em cada situação, com ênfase aqueles que podem ser aplicados à revegetação em obras ferroviárias. Paralelamente, foi avaliado o processo de revegetação ao longo da Estrada de Ferro Carajás (nos estados do Maranhão e Pará) e seus respectivos Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, objetivando observar e avaliar as técnicas e procedimentos utilizados, seus méritos e deficiências, sendo sua análise conduzida à luz dos conceitos citados na bibliografia. Os materiais avaliados permitiu avaliar a necessidade de um planejamento prévio e detalhado da atividade de revegetação no início da execução das obras, tendo como ponto de apoio um plano de ação estruturado conforme etapas do processo, destacando: (i) a importância de previamente realizar as análises de solo para se determinar especificamente a necessidade ou não da aplicação de insumos (fertilizantes e corretivos), (ii) utilizar sementes de qualidade em termos de pureza, germinação e valor cultural, (iii) o consórcio de espécies de gramíneas e leguminosas devido às suas características morfológicas e fisiológicas que permitem uma rápida cobertura do solo, melhorando suas propriedades, (iv) fazer uso do check-list das atividades executadas para conferir se todas as etapas fundamentais do processo foram cumpridas. Além disso, ressalta-se outras intervenções necessárias para eliminar ou minimizar os processos erosivos ao longo da Estrada de Ferro Carajás, como a efetiva reconformação da superfície dos taludes, a implantação adequada de um sistema de drenagem pluvial e a utilização, em casos específicos de biomanta, que protegem as sementes, mantém o solo úmido e se degrada com o tempo, podendo ser tornar fonte de matéria orgânica para as plantas estabelecidas, essas ações em conjunto reforçam a estabilidade dos taludes. Desta forma, acredita-se que tal estudo poderá ser útil para se buscar maior eficiência nas atividades de revegetação de áreas degradadas por empreendimentos ferroviários.

Palavras-chave: Revegetação. Áreas degradadas. Estrada de Ferro Carajás (EFC).

ABSTRACT

The role of vegetation cover in soil protection and the serious consequences resulting from its removal are well recognized in the literature. In general, revegetation is part of the recovery process of degraded areas and is especially essential for the protection and integrity of these areas. Different models can be used in revegetation programs, aiming at the recovery and maintenance of these areas. In case of not using the method / technique and species most appropriate for each type of area, there is an increase in the costs of revegetation process and generation of new environmental liabilities are observed. The data was based on materials related to degradation and recovery that cover the techniques used in the revegetation process, including the methods used in soil management and the study of the most appropriate plant species in each situation, with emphasis on those that can be applied to revegetation in railway works. In parallel, the process of revegetation was evaluated in two types of projects. They were developed in the Carajas Railroad (in the States of Maranhao and Para) and their respective Program for the Recovery of Degraded Areas, aiming at observing and evaluating the techniques and procedures used, their merits and deficiencies, and their analysis is conducted in light of the concepts cited in the bibliography. The materials evaluated allow us to recommend the need for a detailed and prior planning of the revegetation activity at the beginning of the execution of the works, having as a point of support a structured action plan according to the stages of the process, highlighting: (i) the importance of previously performing the soil analysis to determine specifically the need or not of the application of inputs (fertilizers and correctives),(ii) use of quality seed in terms of purity, germination and cultural value, (iii) the consortium of grasses and legume species due to to their morphological and physiological characteristics that allow a quick coverage of the soil, improving their properties, (iv) it is recommended to use the plant release checklist to see if all the key steps in the process have been fulfilled. In addition, other interventions are necessary to eliminate or minimize erosive processes, such as the effective shaping of slope surfaces, the adequate implantation of a rainwater drainage system and the careful use of biomantas, which protect the seeds, maintain the soil humid and it degrades with time, becoming organic matter for established plants, these actions together reinforce the stability of the slopes. In this way, it is believed that such a study could be useful to seek greater efficiency in the activities of revegetation of areas degraded by railway enterprises.

Keywords: Revegetation. Degraded areas. Carajás Railway.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Área de estudo nos estados do Maranhão e Pará.....	11
Figura 2 - Critérios de classificação qualitativa dos riscos da EFC.	16
Figura 3 - km 374 EFC - erosões em talude de corte (R4).	16
Figura 4 - km 374 EFC - erosões na base do aterro (R5).....	17
Figura 5 - km 388 EFC - erosões em talude de corte (R5).	17
Figura 6 - km 391 EFC - erosões em talude de corte (R5).	18
Figura 7 - km 676 EFC - escorregamento em talude de corte (R5).....	18
Figura 8 - Km 588 +830 EFC Açailândia MA - Presença de processos erosivos devido a ausência de drenagem superficial, afetando o desenvolvimento das espécies vegetais.	21
Figura 9 - Locação 57-58 EFC Parauapebas PA - Presença de processos erosivos devido a ausência de drenagem superficial, causando carregamento do mix de sementes implantado e a queda da biomanta no talude de aterro.....	21
Figura 10 - Locação 54-55 EFC - Curionópolis PA - micro covas fora do padrão técnico muito rasas, possibilitando o carregamento de sementes e insumos agrícolas. .	23
Figura 11 - Detalhes construtivos do rip-rap.....	25
Figura 12 - Km 388 – Talude de corte EFC Maranhão – exposição de material arenoso (lente de areia); obturação de erosão com rip rap de solo cimento e solo semente.	26
Figura 13 - Características mínimas recomendadas para aquisição de telas vegetais. ..	29
Figura 14 - Transpasse e grampeamento das biomantas.....	29
Figura 15 – Aplicação da biomanta na localização57/58 da EFC Parauapebas PA - espaçamento mínimo entre os pontos da biomanta (malha 1cm) dificultando o crescimento dos folíolos das espécies dicotiledôneas. Detalhe das leguminosas com problemas de crescimento dos folíolos.	31
Figura 16 – Revegetação nos 670 a 680 da EFC Maranhão - Falha no processo de germinação das sementes hidrossemeadas. Necessitou-se de repasse nos pontos falhos. Observa-se que é praticamente nula a presença de leguminosas.....	35
Figura 17 – Revegetação na Loc. 57/58 EFC Parauapebas PA Baixo índice de germinação do mix de sementes plantadas. Em alguns taludes observa-se ausência de gramíneas, sendo o mix composto na sua maioria de leguminosas.....	36
Figura 18 - Km 374 EFC Maranhão - Aspectos dos trabalhos de hidrossemeadura no final do período chuvoso; consórcio de gramíneas e leguminosas verificado na formação vegetal final.	36

Figura 19 - km 586 EFC Cidelândia – MA - Hidrosseadura do consórcio de gramíneas e leguminosas aplicado no final do período chuvoso na região, necessidade de irrigação para germinação das espécies – aumento dos custos da obra.	37
Figura 20 - Duplicação dos km's 576 ao 585 EFC Maranhão - Aspectos dos trabalhos de hidrosseadura no final do período chuvoso; cobertura realizada com bom aspecto nutricional; consórcio de gramíneas e leguminosas verificado na formação vegetal final.	37

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Municípios atravessados pela EFC nos estados do Maranhão e Pará	12
Tabela 2 - Espécies e quantidade de sementes recomendadas para taludes de corte e aterro por ha.....	34
Tabela 3 - Mix de sementes vegetais utilizado na EFC em processos de hidrosseadura	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	10
3	METODOLOGIA.....	10
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	10
3.1.1	Geologia e Geomorfologia da região próxima à EFC.....	12
3.2	OBTENÇÃO DOS DADOS	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1	PRINCIPAIS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DE SOLO NA EFC.....	14
4.2	PROGRAMAS DE REVEGETAÇÃO ADOTADOS AO LONGO DA EFC ...	19
4.3	ETAPAS DO PROCESSO DE REVEGETAÇÃO	20
4.3.1	Tratamento do solo.....	22
4.3.2	Corrugação ou coveamento da superfície do solo	23
4.4	LEVANTAMENTO DAS TÉCNICAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO VEGETAL	24
4.4.1	Cobertura do talude com sacos de aniagem	24
4.4.2	Plantio por Semeadura.....	26
4.4.3	Gramma em placas	28
4.4.4	Revegetação com mantas.....	28
4.4.5	Transposição do banco de sementes.....	31
4.5	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES EMPREGADAS NO REVESTIMENTO VEGETAL	32
4.6	MONITORAMENTO PÓS REVEGETAÇÃO NAS ÁREAS DA EFC	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	ANEXOS.....	42

1 INTRODUÇÃO

O conceito de degradação é relativo, embora esteja sempre associado à noção de alteração ambiental adversa gerada, na maioria das vezes, por atividades humanas. Entre os principais fatores de degradação de ambientes terrestres estão os desmatamentos para fins de agricultura, a urbanização, as obras de engenharia para a construção e/ou manutenção de estradas e ferrovias, o uso de máquinas, a ausência de práticas conservacionistas do solo e as atividades industriais que causam a poluição do solo (DIAS; GRIFFITH, 1998).

O surgimento de áreas degradadas é uma situação muito típica ao longo de domínios ferroviários, onde as intervenções decorrentes da instalação do empreendimento acarretam a diminuição da cobertura vegetal bem como a descaracterização das camadas dos solos que sustentam a vegetação, restando, ao término das obras, modificações cênicas nas áreas afetadas. A recomposição dessas áreas degradadas pós-obras é obrigatória, necessária e de fundamental importância, pois evita que se instalem processos erosivos, possibilitando a retomada do seu uso original ou alternativo.

Para Soares et al. (2007) a cobertura vegetal é fator importante no controle de desgaste do solo, sua ausência propicia o aumento do escoamento superficial, maior desagregação das partículas do solo e conseqüente acréscimo de erosão uma vez que a água da chuva inicia a sua ação erosiva pela atuação direta da gota, soltando as partículas da terra.

Há um considerável volume de informações relacionadas a dois tópicos: vegetação e controle de erosão. Essas informações se tornam muito complexas em razão das condições edafoclimáticas que podem variar consideravelmente em diferentes locais. A escolha do conjunto de espécies (*mix*) e as respectivas quantidades, quando realizada corretamente, determinam o sucesso da proteção ambiental e a redução de custos, eliminando a escolha aleatória das espécies. Trata-se de um fator decisivo no estabelecimento da vegetação e, por conseguinte, na proteção contra os processos erosivos, sendo, portanto, necessários conhecimentos técnicos que abranjam profissionais multidisciplinares, tais como botânicos, fisiológicos, ecológicos, edáficos e ambientais (PEREIRA, 2006).

A Estrada de Ferro Carajás - EFC, passando pelos estados do Maranhão e Pará, começou a operar na década de 80 e, neste período, as estruturas da estrada de ferro (infra e superestrutura, drenagem, obras de arte correntes e especiais) sofreram um desgaste natural agravado principalmente pela ocupação desordenada do território lindeiro à ferrovia. Os problemas surgidos na infraestrutura da EFC são inerentes ao estado atual das obras, principalmente aquelas executadas na região de mata pré Amazônica e Amazônica onde predominam solos com baixa capacidade estrutural e características predominantes da região. Os fatores hidrogeológicos, topográficos, sociodemográfico e a degradação ambiental alteraram completamente o regime de escoamento das águas, promovendo ao longo da EFC o aparecimento de erosões, em alguns casos mais severos e em outros mais brandos conforme Pimenta de Ávila (2013).

Em decorrência das obras executadas de manutenção da ferrovia, são realizadas intervenções em diversos taludes com dimensões e características variadas, tanto em extensão quanto em altura, apresentando bancadas intermediárias (bermas de segurança ou de equilíbrio) de larguras distintas. A natureza dessas intervenções em ferrovias, centradas na recuperação das plataformas existentes e recomposição de taludes, direciona para as atividades de movimentação de terra, seja nas atividades de supressão vegetal e terraplenagem, seja para obtenção de material de empréstimo ou para a disposição controlada de materiais excedentes, com o objetivo de conferir condições mecânicas e geométricas adequadas ao terreno para dar suporte às estruturas e edificações operacionais e de apoio logístico.

Ao analisar as diversas fisionomias ao longo da EFC podem ser observados pontos de criticidade geotécnica que variam de baixa à alta, além de áreas com baixa susceptibilidade à erosão, porém, com alguns pontos críticos em função de taludes de corte e aterro de grandes proporções. Estas áreas relacionam-se diretamente a ocorrência dos Latossolos, Plintossolos e Plintossolos Pétricos com características que evidenciam fragilidade do substrato exposto e devem, portanto, ser alvo de avaliação geotécnica específica. Essas regiões concentram grande parte das ocorrências de falhas, fraturas e cisalhamentos conforme diagnosticado no mapa geológico da EFC.

A experiência de mais de 30 anos de atuação nas regiões Norte e Nordeste permitiu à Vale desenvolver tecnologias que reduzem o impacto ambiental da sua mais nova operação: o S11D. Com esse empreendimento, a Vale pretende ampliar gradativamente a sua capacidade de produção de minério de ferro, tornando-se mais competitiva, além de aumentar o transporte de carga ferroviária e o volume de

embarque do porto, gerando novas divisas para o Brasil. Esse aumento de produção levou, conseqüentemente, à duplicação de 570 km da EFC, sendo 48 seguimentos e outros 226 remodelados, visando escoar com maior eficiência a produção de S11D até o Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM).

O projeto de duplicação da EFC supracitado, em síntese, compreendeu as seguintes etapas: supressão/limpeza vegetal, execução de corte e aterro para prolongamento da ferrovia/ estradas de acesso, execução de aterro da plataforma ferroviária, prolongamento de bueiros, implantação do sistema de drenagem pluvial superficial, implantação de desvios ferroviários e execução de superestrutura ferroviária, além da instalação de pontes e viadutos rodoviários e ferroviários, remodelação de pátios de cruzamento e a implantação e a reforma de instalações fixas.

Como consequência das atividades de manutenção da integridade e de implantação do projeto de expansão da ferrovia, surgem algumas áreas degradadas ao longo da EFC e, paralelamente, são implantados Programas de Recuperação, a fim de auxiliar na redução das áreas degradadas oriundas das obras de duplicação e utilização da EFC. Como parte importante dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), tem-se a revegetação das áreas alteradas, tendo como objetivo principal o restabelecimento da qualidade ambiental e dos processos ecológicos no domínio territorial afetado pelas obras ao longo da EFC. As principais fisionomias do terreno ao longo da EFC, alvo de revegetação são: taludes de corte, taludes de aterro, áreas de disposição de material excedente e áreas de empréstimo de material laterítico.

Neste trabalho são apresentados os principais processos que causam degradação de solo ao longo da EFC com base em inspeções detalhadas realizadas por consultorias especializadas e uma breve descrição das etapas do processo de revegetação dessas áreas tendo como base os programas de recuperação de áreas degradadas da Vale das áreas de Projetos Correntes e Capital, destacando-se as principais técnicas e espécies empregadas e recomendações para melhoria do processo.

2 OBJETIVO

Este trabalho objetiva mostrar a importância e propor melhorias para as ações de revegetação como parte do processo de recuperação de áreas degradadas ao longo da Estrada de Ferro Carajás – EFC.

Para alcançar esse objetivo geral foram propostos os seguintes objetivos específicos são:

- a) Levantar as técnicas para a recuperação de áreas impactadas por ações antrópicas, buscando na literatura existente as metodologias empregadas em intervenções correlatas;
- b) Indicar as espécies vegetais bem-sucedidas do ponto de vista da estabilização dos ambientes;
- c) Indicar tratamentos de solo melhor adequados às características das áreas;
- d) Avaliar a necessidade de geotêxteis (biomanta) por tipologia de terreno.

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Estrada de Ferro Carajás – EFC, operada diretamente pela Vale e inaugurada em 1985, liga a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, em Carajás, no sudeste do Pará, ao Porto de Ponta da Madeira, em São Luís no Maranhão (Figura 1). Por seus trilhos, são transportados em média 350 mil passageiros por ano e 120 milhões de toneladas de cargas gerais, principalmente minério de ferro. A velocidade máxima durante o tráfego das composições é de 80 km/h. A EFC lidera o ranking das ferrovias mais eficientes do Brasil graças ao constante investimento em tecnologia.

Figura 1 - Área de estudo nos estados do Maranhão e Pará.



Fonte: Relatório interno VALE, 2010

Ao longo da EFC existem 58 estações, das quais 55 correspondem a pátios de cruzamento e 3 terminais ferroviários, sendo o primeiro em Ponta da Madeira (MA) – TFPM (Estação 0), o segundo em Parauapebas (Estação 56) e o terceiro em Carajás (PA) – TFCJ (Estação 58). A EFC cruza 668 km no estado do Maranhão e mais 224 km no estado do Pará, até o TFCJ, na Província Mineral de Carajás, perfazendo um total de 892 km de linha ferroviária. Entre os limites geográficos dados pelos paralelos de latitude 2°00' S e 6°00' S e pelos meridianos de longitude 44°00' W e 50°00' W. A ferrovia atravessa 27 municípios, conforme tabela 1 apresentado abaixo.

Tabela 1- Municípios atravessados pela EFC nos estados do Maranhão e Pará

ESTADOS	MUNICÍPIOS
Maranhão	Açailândia
	Alto Alegre do Pindaré
	Anajatuba
	Arari
	Bacabeira
	Bom Jardim
	Bom Jesus das Selvas
	Buriticupu
	Cidelândia
	Igarapé do Meio
	Itapecuru Mirim
	Itinga do Maranhão
	Miranda do Norte
	Monção
	Pindaré-Mirim
	Santa Inês
	Santa Rita
	São Francisco do Brejão
	São Luís
	São Pedro da Água Branca
Tufilândia	
Vila Nova dos Martírios	
Vitória do Mearim	
Pará	Bom Jesus do Tocantins
	Curionópolis
	Marabá
	Parauapebas

Fonte: IBGE, 2015

3.1.1 Geologia e Geomorfologia da região próxima à EFC

A Estrada de Ferro Carajás está localizada na região norte do Brasil. Este seguimento está inserido em terrenos com idade Arqueana a Fanerozóica e com contexto geotectônico da Província Carajás e Província Parnaíba. A Província Carajás está situada na porção oriental do cráton do Amazonas, leste-sudeste do Pará, sendo considerada uma das principais províncias minerais do mundo. Esta província é compartimentada em um arcabouço litológico com rochas metavulcanossedimentares neoarqueanas, sobrepostas a embasamento granito gnáissico meso a neoarqueano.

Dentro do contexto geológico regional, o terreno de fundação, em praticamente toda extensão da ferrovia (892 km), é composto por maciço terroso. A EFC se desenvolve quase toda sobre terrenos sedimentares e metassedimentares. Com exceção do trecho entre os km 793 a 892, aproximadamente, onde ocorrem suítes metamórficas de alto grau, seguidas de sequências metavulcanossedimentares. No trecho entre os km 850 e 870, o terreno é representado por maciço rochoso composto por intrusivas. Nos cortes em maciço rochoso, nas unidades mencionadas acima, ocorrem solos saprolíticos destas rochas e no segmento onde ocorre o Granito Cigano pode ocorrer maciço rochoso, fraturado, com plano de fraturamento favorável a deslizamentos e quedas de blocos. O maciço rochoso encontra-se em condições estáveis, contudo deverá ser monitorada a formação de blocos soltos ao longo do tempo (CPRM, 2004).

3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho está composto basicamente pelas etapas de compilação bibliográfica de textos técnicos pertinentes ao tema em estudo e estudos de casos de áreas revegetadas em algumas áreas da Estrada de Ferro Carajás – EFC.

Na primeira etapa foi realizado um levantamento bibliográfico para embasar teoricamente a pesquisa, por meio de consulta e estudo sistematizado de materiais relacionados à degradação e recuperação de áreas degradadas, com abrangência sobre as técnicas utilizadas no processo de revegetação, incluindo os métodos utilizados no manejo do solo e o estudo das espécies vegetais apropriadas para revegetar.

Paralelamente, foi avaliado o processo de revegetação em dois tipos de projetos desenvolvidos na EFC e seus respectivos Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, sendo eles:

- Projeto de Investimento Corrente - Obras de Integridade Estrutural da EFC (Erosões e ruptura de taludes) – inspeções realizadas entre os anos de 2013 e 2014;
- Projeto Capital - Obras de Duplicação da EFC (ampliação dos ativos da Vale - Projeto S11D) – inspeções realizadas entre os anos de 2015 e 2016.

Na avaliação dos processos de revegetação dessas áreas degradadas ao longo da ferrovia EFC também foi realizado um levantamento das principais técnicas, tratamentos de solo, utilização de mantas e espécies empregadas no revestimento

vegetal, com o levantamento fotográfico de alguns pontos da área de estudo, buscando-se fundamentalmente observar e avaliar as técnicas e procedimentos utilizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo reúne informações sobre os principais processos de degradação de solo na EFC, bem como fundamentos e avaliação das principais técnicas, procedimentos e espécies vegetais utilizadas na revegetação de áreas alteradas por empreendimentos ferroviários, destacando-se os procedimentos utilizados na EFC, no âmbito das obras dos projetos de investimentos correntes e capital, sendo também compiladas as recomendações mais usuais para o restabelecimento da vegetação e recuperação dessas áreas.

4.1 PRINCIPAIS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DE SOLO NA EFC

Em 2009 e 2013, foram realizadas inspeções/auditorias em toda a infraestrutura ferroviária pela empresa Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. (contratada pela Vale), com o objetivo de definir as condições atuais das estruturas (plataforma, taludes de corte e taludes de aterro) ao longo da EFC e realizar a análise de risco da integridade estrutural da ferrovia, dando ênfase para os pontos identificados como R5 (muito alto) e R4 (alto), visando a tomada de decisão para desenvolvimento de projetos e realização de obras pela Área de Investimentos Corrente. O estudo abrangeu as etapas de inspeção detalhada de 100 % da ferrovia (percorrida a pé) com o objetivo de identificar as condições geológica, geotécnica e de drenagem, seguida da etapa de identificação de riscos: (i) análise qualitativa preliminar durante vistoria em campo e (ii) análise quali-quantitativa realizada no escritório – probabilidade *versus* consequência.

Com base nessas análises em toda a EFC, observou-se que os principais problemas relacionados aos processos básicos de instabilização decorrem da ação de águas fluviais, condições geométricas dos taludes, sistema de drenagem e proteção das superfícies. De maneira geral, na EFC os processos de instabilidades são decorrentes da associação de dois ou mais agentes naturais - potencializados pela ação e/ou intervenção externa, destacando:

- Processos erosivos: em geral, ocorrem devido às características do terreno associadas à ação das águas pluviais - potencializadas pelas condições geométricas dos taludes, pela ausência e/ou deficiência da drenagem superficial e proteção da face do talude;

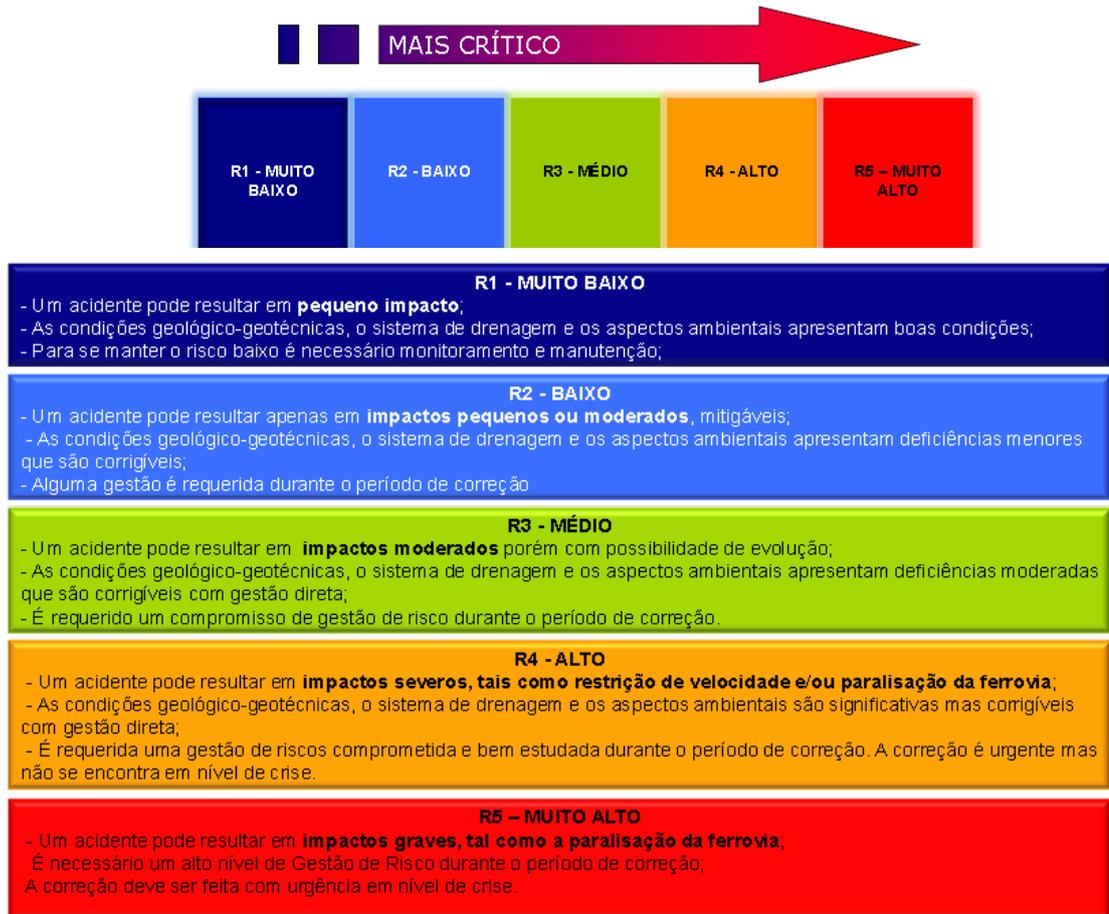
- Processos de escorregamentos: em geral, ocorrem devido às características do terreno associadas à presença de nível de água elevado e ação das águas pluviais - potencializadas pelas condições geométricas dos taludes, pela ausência e/ou deficiência da drenagem superficial e profunda e proteção da face do talude.

É verificado com mais frequência na EFC e, de modo geral para a maioria das ferrovias, que nem sempre os taludes atingem o grau de estabilidade ou de cobertura vegetal requeridos no projeto. É comum observar problemas como: (a) a vegetação morre pouco depois da brotação; (b) a erosão provocada pela chuva remove a vegetação incipiente; (c) a infiltração e o escoamento superficial de água provocam escorregamentos de terra que danificam a geometria e a drenagem superficial.

No desenvolvimento da metodologia de inspeção detalhada realizada na EFC, foram identificados 23 itens importantes verificados in loco, como: altura total corte/aterro e entre bermas, inclinação e estabilidade dos taludes, tipo do terreno, erosão e escorregamento corte/aterro, existência de fissuras/ trincas, presença de água, drenagem, solo inconsolidado, material assoreado, proteção vegetal, problemas ambientais, obras de recuperação entre outros.

Com base nesses itens foi realizada a análise qualitativa dos riscos conforme os critérios descritos na Figura 2, os pontos classificados como R4 e R5 foram analisados quantitativamente, fazendo uma correlação entre a probabilidade de acontecer o evento e as consequências desse evento na operação ferroviária. Após a identificação dos riscos de maneira qualitativa, verificou-se que 43 trechos precisavam de intervenção urgente. Estes pontos mais críticos foram tratados através do cumprimento do Programa de Integridade Estrutural da EFC, conforme ilustrado nas figuras numeradas de 3 a 7 a seguir.

Figura 2 - Critérios de classificação qualitativa dos riscos da EFC.



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013

Figura 3 - km 374 EFC - erosões em talude de corte (R4).



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013

Figura 4 - km 374 EFC - erosões na base do aterro (R5).



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013

Figura 5 - km 388 EFC - erosões em talude de corte (R5).



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013

Figura 6 - km 391 EFC - erosões em talude de corte (R5).



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013.

Figura 7 - km 676 EFC - escorregamento em talude de corte (R5).



Fonte: Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., 2013

4.2 PROGRAMAS DE REVEGETAÇÃO ADOTADOS AO LONGO DA EFC

Entre os anos de 2009 e 2010 foi elaborado um Projeto de Revestimento Vegetal por uma consultoria contratada da Vale, onde foram definidas mix espécies vegetais (consórcio de gramíneas e leguminosas) para o processo de revegetação nas obras de manutenção da integridade estrutural da EFC (Projetos de Investimento Corrente), levando-se em conta as tipologias ao longo da estrada ferroviária: taludes de corte, aterros e áreas planas. Essa atividade objetivou detalhar as ações operacionais preventivas e corretivas, destinadas a promover o controle de processos erosivos localizados na EFC e minimizar os problemas de instabilidade de encostas e maciços, principalmente nos taludes de corte e aterro dentro da faixa de domínio e o estabelecimento de procedimentos e medidas de reabilitação das áreas erodidas. Os procedimentos de revegetação sugeridos pela consultoria contratada foram e estão sendo adotados pela área de Projetos Correntes da EFC (Obras de Integridade Estrutural).

Já a metodologia adotada para a definição dos modelos de recuperação propostos no PRAD do Projeto de Duplicação da EFC (Projeto Capital) apoiou-se num primeiro momento na Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) do meio físico e do meio biótico nas fases de implantação e operação do empreendimento. A partir da identificação dos impactos negativos realizou-se uma inspeção preliminar ao longo de todo o traçado da EFC baseando-se nos levantamentos de campo, em relatórios pré-existentes sobre pontos notáveis do meio físico e principalmente no documento EA – Estudos Ambientais para licenciamento do empreendimento de expansão da EFC; procurando sempre correlacionar o surgimento das áreas degradadas às características geológicas, geotécnicas, pedológicas, topográficas e vegetacionais de seu entorno. Partindo-se de uma abordagem conceitual e, baseando-se nas principais situações de degradação presentes no âmbito da EFC, elaborou-se um procedimento padrão de recuperação para subsidiar, na ocasião de execução das obras, a elaboração de projetos executivos. Procurou-se, também, dar ênfase ao PRAD, de forma a permitir que determinadas ações, tais como a reabilitação de taludes já reconformados, fossem realizadas sem a necessidade de um projeto executivo com grandes detalhamentos, sem, porém, descartar a necessidade de avaliação das estruturas de drenagem existentes dentre outros fatores técnicos. Esse PRAD foi elaborado com uma empresa contratada pela Vale.

4.3 ETAPAS DO PROCESSO DE REVEGETAÇÃO

Segundo Pereira (2006), dependendo do talude, esse pode apresentar características que são desfavoráveis à sua revegetação, como: declividade elevada, dificuldade de aderência dos propágulos, exposição dos horizontes B e C, exposição de rochas, baixa capacidade de retenção de umidade, baixa disponibilidade de nutrientes, elevado risco de deslizamento de terra. Apesar das dificuldades, quando o processo de revegetação é bem-sucedido, pode trazer diversos efeitos benéficos como contenção do solo, controlando a erosão, proteção de corpos de água, proteção de áreas habitadas e restauração da diversidade. O objetivo é formar uma camada orgânica (horizonte A) no talude através da alta produção de plantas por m² + nutrição + biota para perpetuação das espécies vegetais implantadas. Basicamente, existem três etapas na revegetação de taludes: sistematização, definição da técnica de revegetação e a seleção das espécies para revegetação.

Na primeira etapa são realizadas obras de engenharia civil, observando-se o que é necessário para tornar o talude mais estável como: definição do ângulo de inclinação do talude; largura das bermas; implantação de sulcos ou canaletas em nível para condução de água; escadas d'água ou tubulações para locais adequados. Em alguns casos é necessário subdividir os taludes em patamares, manter as bermas com leve inclinação no sentido transversal, com declividade máxima das bermas de 2% no sentido longitudinal.

É interessante ressaltar a importância da drenagem nos taludes, que objetiva escoar a água de maneira segura para locais com estabilidade geotécnica, evitando assim a mobilização de partículas do solo em decorrência do escoamento superficial. A drenagem superficial é aquela que se faz pelas linhas naturais do curso d'água e pelo sistema formal construído, que deve estar harmonizado com as feições do relevo para permitir o efetivo escoamento das águas. Um exemplo disso são as canaletas, canais de pequenas dimensões, destinadas à captação das águas que, de algum modo, poderiam afetar a estrutura do solo ou danificar os taludes. Uma alternativa comumente utilizada são as canaletas verdes: uma alternativa à utilização de materiais inertes como o concreto, sendo escavadas no solo local em dimensões variáveis, compactadas e, posteriormente, cobertas com biomantas antierosivas (CBCN, 2010). Torna-se necessária a canalização da água e condução através de dispositivos, adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades. Casos de não conformidade relacionados podem ser observadas nas figuras 8 e 9.

Figura 8 - Km 588 +830 EFC Açailândia MA - Presença de processos erosivos devido a ausência de drenagem superficial, afetando o desenvolvimento das espécies vegetais.



Fonte: RAMOS, 2016.

Figura 9 - Locação 57-58 EFC Parauapebas PA - Presença de processos erosivos devido a ausência de drenagem superficial, causando carregamento do mix de sementes implantado e a queda da biomanta no talude de aterro.



Fonte: RAMOS, 2016.

4.3.1 Tratamento do solo

Além de analisar a metodologia que está sendo aplicada na revegetação e as espécies selecionadas, para que ocorra o desenvolvimento satisfatório da vegetação, é necessário verificar se o solo precisará receber algum tratamento ou preparação para recuperação da área. De acordo com Moretto (2012), para proporcionar condições mais favoráveis ao desenvolvimento da vegetação é necessário que o solo apresente condições adequadas de nutrientes e pH, para isso pode ser preciso o acréscimo de matéria orgânica ou outros, como corretivos e fertilizantes, previamente à revegetação.

Para subsidiar o Projeto de Proteção Vegetal da EFC (Projeto Corrente) foram realizadas análises físico-químicas do solo nas áreas a serem reabilitadas ao longo da EFC, visando adquirir dados importantes para a correção do solo, em nível de pH e nutrientes, para proporcionar condições mais favoráveis ao desenvolvimento da vegetação. Estas análises serviram de base para a escolha dos fertilizantes, bem como a sua composição de macro e micronutrientes. Em termos gerais, os insumos para as adubações recomendadas nas áreas da EFC são:

- Para reduzir a deficiência de fósforo: N:P:K 04:30:10 + supersimples
- Para a reduzir a deficiência de potássio: N:P:K 04:30:10 + aplicações de adubação de cobertura com cloreto de potássio.
- Para aumentar a matéria orgânica no solo: húmus de minhoca.
- Para aumentar a disponibilidade de nitrogênio na fase inicial das plântulas: Na adubação de cobertura com aplicações de uréia e sulfato de amônia.
- Para reduzir a deficiência de enxofre: Aplicação de gesso e de supersimples.
- Para reduzir a deficiência de micro-nutrientes: Aplicação de FTE BR12

Ficou claro nos estudos realizados em 2013 nos projetos de integridade da ferrovia e, em 2015 nas obras de duplicação da EFC, a necessidade de realizar a análise do solo previamente à semeadura para determinação dos tipos e quantidades de corretivos e fertilizantes necessários para enriquecer o solo. Não seguir essa orientação tem afetado a eficácia do processo de revegetação, seja pela dificuldade de estabelecimento das espécies vegetais ou pelo surgimento de novos processos erosivos, o que contribui para a elevação dos custos com o processo de revegetação e geração de novos passivos ambientais nas áreas objeto de recuperação.

4.3.2 Corrugação ou coveamento da superfície do solo

É fundamental que seja feita a corrugação (escarificação) ou coveamento do talude para se obter um bom resultado evitando, assim, comprometer o sucesso do revestimento vegetal e a boa qualidade do mesmo. A eliminação desta etapa pode provocar falhas na germinação ou plantas com sintomas de deficiência de nutrientes (devido ao adubo parar no pé dos taludes).

São confecções de pequenas covas côncavas, garantindo o alojamento das sementes e do adubo nos taludes, utilizando-se o canto da enxada (ou enxadão) ou então cortar as bordas das mesmas, para que a ferramenta fique mais pontiaguda e mais leve.

Nos projetos de integridade da ferrovia EFC foram recomendadas covas distanciadas de 20 em 20 cm, com dimensões de 10 x 10 cm, profundidade aproximada de 5 cm e distribuídas em xadrez, ou seja, covas desencontradas. No projeto de duplicação da ferrovia, foram confeccionadas covas espaçadas de 10 em 10 cm com objetivo de reter adubos e sementes. Nas inspeções realizadas nas áreas recém revegetadas da EFC, não foi observado variação na eficácia na germinação das espécies pela diferença no distanciamento das covas, sendo assim sugere-se adotar o espaçamento de 20 em 20 cm, para redução das quantidades de insumos utilizados. Nas obras inspecionadas, foram observadas falhas (conforme figura 10) ou falta da execução do coveamento, o que também contribui para a elevação dos custos com o processo de revegetação, por ser necessário em muitos casos o repasse da revegetação (reaplicação das sementes).

Figura 10 - Locação 54-55 EFC - Curionópolis PA - micro covas fora do padrão técnico muito rasas, possibilitando o carregamento de sementes e insumos agrícolas.



Fonte: RAMOS, 2016.

4.4 LEVANTAMENTO DAS TÉCNICAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO VEGETAL

Para a revegetação de taludes, algumas metodologias que são mais empregadas, cada qual com suas vantagens e desvantagens. Novos métodos de restauração estão em busca da introdução de outros elementos do ecossistema, tendo por objetivo o resgate da diversidade vegetal como um todo, e o restabelecimento dos processos mantenedores e das funções de uma área restaurada. Existem diversos métodos de plantio, que poderão ser utilizados isoladamente ou de forma conjunta, dependendo das características do relevo (plano, declivoso), disponibilidade de recursos financeiros, disponibilidade de material de propagação (sementes, mudas), mão-de-obra e equipamentos. Dentre as principais técnicas empregadas na proteção de taludes pode-se citar: enleivamento, hidrossemeadura, plantio em covas, semeadura direta, transposição de solo orgânico e/ou de serapilheira, sacos de aniagem e outros (EINLOFT et al. 1997). Serão abordadas a seguir algumas técnicas de revegetação, correlacionando-as com a utilização na EFC.

4.4.1 Cobertura do talude com sacos de aniagem

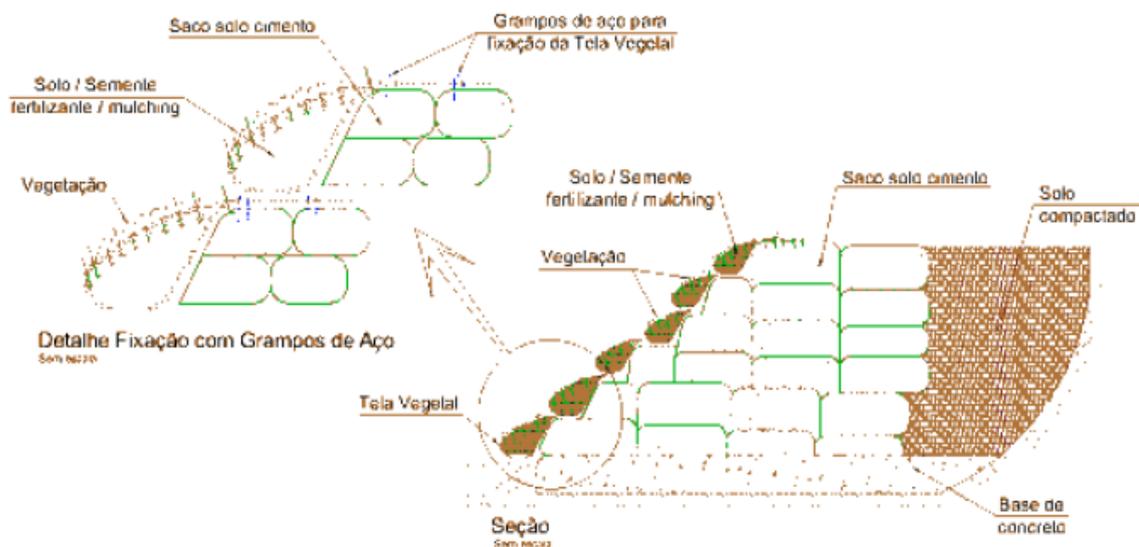
O plantio em sacos de aniagem ou aplicação de “sacos verdes” consiste em uma técnica que facilita a introdução de vegetação rasteira e arbustiva em taludes íngremes de corte (EINLOFT et al., 1997). Araújo et al. (2005) explicam que são utilizados sacos de aniagem preenchidos com uma mistura de sementes, capim picado, substrato e fertilizantes. Após o enchimento dos sacos eles são fechados e fixados nos taludes por meio de grampos de aço ou estacas de bambu ou madeira. A germinação das sementes começa a ocorrer após o terceiro dia da colocação dos sacos no campo. As raízes começam a penetrar no talude favorecendo a fixação definitiva das plantas, promovendo boa revegetação.

Costa et al. (1997) abordam que processo de utilização de sacos de aniagem para revegetação de taludes tem se mostrado altamente positivo, podendo estes ser usados de duas maneiras: a primeira descrita acima, e a segunda como uma manta, para posterior hidrossemeadura. Os sacos de aniagem inicialmente protegem o substrato do impacto direto da chuva e dos raios solares, retendo umidade e diminuindo as oscilações de temperatura. Com o início do crescimento das plantas, o sistema radicular passa a auxiliar na fixação dos sacos, em virtude da malha de raízes desenvolvidas. Em termos de trabalhos práticos que comprovem a eficiência do uso desta técnica, pode-se citar Costa et al. (1997), que testaram a capacidade de revegetação de taludes, usando sacos

de aniagem e concluíram que a técnica permite recobrimento vegetal de taludes; os sacos dão sustentabilidade às espécies plantadas, criando uma condição inicial para que as plantas se fortaleçam e adquiram capacidade para colonizar o solo degradado. Além disso, por estarem fixados no solo e recobrirem todo o talude eles atuam na sua contenção, mesmo após uma chuva muito intensa, evitando assim o deslizamento e o escoamento superficial dos taludes, mantendo desta forma a integridade dos mesmos.

No PRAD para a duplicação da ferrovia, foi indicada uma alternativa para preencher as concavidades erosivas, através do uso de “rip-rap”, que são dispositivos de ancoragem de sedimentos, constituídos de sacos de rafia preenchidos com uma mistura de solo-cimento na proporção de 10:1 em peso, respectivamente. São utilizados solos das proximidades da área, preferencialmente com características silto-arenosa, úmida e peneirada para moldar-se no terreno.

Figura 11 - Detalhes construtivos do rip-rap.



Fonte: PRAD VALE, 2012.

Em alguns trechos da EFC houve a utilização deste método, conforme mostrado na figura 12. Após o assentamento dos sacos foi aplicado solo vegetal sobre as áreas tratadas, com sementes e fertilizantes, para provocar a revegetação da região com maior rapidez.

Figura 12 - Km 388 – Talude de corte EFC Maranhão – exposição de material arenoso (lente de areia); obturação de erosão com rip rap de solo cimento e solo semente.



Fonte: RAMOS, 2014

As vantagens dessa técnica são baixo custo, uso de material biodegradável, facilidade na introdução da vegetação em taludes íngremes. Verificou-se na EFC que principalmente durante os períodos chuvosos, os sacos de rip-rap quando bem executados e fixados, dão suporte aos taludes que foram reconformados e/ou já revegetados, permitindo a integração posterior dessas áreas ao ambiente recuperado. Como desvantagens esta técnica, destaca a necessidade de fixar individualmente cada saco, demandando muita mão-de-obra.

4.4.2 Plantio por Semeadura

O plantio por semeadura pode ser realizado de duas maneiras: a lanço ou por hidrossemeadura (MANHAGO, 2008). Na semeadura a lanço, as sementes são espalhadas no terreno, manual ou mecanicamente e incorporadas superficialmente ao solo por meio de grade. A semente deve ficar ao redor de 3 cm de profundidade. A técnica de semeadura a lanço é indicada para áreas de difícil acesso: encosta íngreme, em região montanhosa e taludes de corte e aterro. Deve ser realizada como técnica complementar apenas para enriquecimento. As vantagens da semeadura a lanço são a rapidez e a economia; no entanto, a semeadura é irregular e a emergência das plantas é desuniforme. Gera grande perda de sementes em taludes íngremes. A semeadura aérea é

muito cara, pois necessita do uso de pequenas aeronaves. O método de semeadura a lanço é utilizado a EFC apenas em obras de pequeno porte/ com pequenas áreas de revegetação ou na reaplicação ou repasse da revegetação em áreas onde não houve fixação da vegetação na primeira aplicação.

O procedimento de hidrossemeadura é o método mais utilizado nas obras ao longo da EFC, e consiste em um método mecanizado, que por uma via aquo-pastosa recobre o talude com um coquetel de sementes e outros materiais que induzem a fixação das sementes ao solo, favorecendo o estabelecimento e o crescimento das plantas. Ocorre por meio de um maquinário especializado, constituído de um tanque com pás giratórias num eixo horizontal e moto-bomba para aplicação (MANHAGO, 2008). As misturas utilizadas são constituídas pelos seguintes materiais: corretivos de pH do solo, adubos químicos e orgânicos, celulose ou papelão picado para manter a suspensão homogênea e após a aplicação conservar a umidade e adesivo específico para fixar as sementes de gramíneas e leguminosas.

Como parte da metodologia adotada no PRAD da duplicação da ferrovia, após regularização das superfícies a serem revegetadas foi realizado o coveamento dos taludes com objetivo de reter adubos e sementes. Em seguida nesses trechos foi realizada a hidrossemeadura utilizando bomba hidráulica e agitadores acoplados a um caminhão tanque. Após o enchimento do tanque com água limpa, colocou o motor do tanque em funcionamento para que as paletas realizem a mistura do material que será lançado. No tanque foram misturados a celulose, o adesivo orgânico, o mix de sementes e os fertilizantes. Com a mistura pronta realizou a aplicação da mesma na área, por meio de jateamento com mangueira. O jato foi fino para que o produto ficasse aderido ao solo e não gerasse escorrimento. Cada mistura de um tanque cobriu uma área de aproximadamente 1.000 m².

Com relação à hidrossemeadura que foi utilizada ao longo da EFC, destaca-se como as principais vantagens a rapidez e a economia para grandes áreas, eficácia para locais de difícil acesso e custos relativamente baixos. Como desvantagens, há a necessidade de fontes de água nas proximidades, de repasses no plantio para o recobrimento de falhas, dificuldade de estabelecimento de espécies espontâneas, utilização de uma quantidade maior de sementes que o semeio manual e utilização de mão de obra especializada (MORETTO, 2012).

4.4.3 Grama em placas

O método de plantio de placas de grama é empregado para revestir taludes de cortes e aterros, quando se deseja obter uma rápida proteção (CARVALHO, 1991). A sua implantação é realizada normalmente sobre uma delgada camada de solo fértil, colocada uniformemente sobre a superfície do talude ou área plana. Em taludes mais íngremes, pode-se utilizar telas plásticas, fixadas por grampos ou chumbadores para a colocação da grama em placas.

Como vantagens podem ser citadas o rápido revestimento, efeito estético rápido e proteção contra erosão se bem fixadas. Como desvantagens, pode-se dizer que o custo é relativamente elevado e dificulta a entrada de outras espécies no sistema, inviabilizando a autossustentabilidade do local.

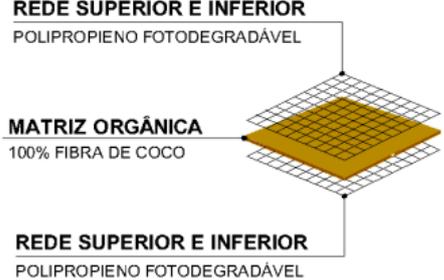
Ao longo da EFC observou-se a utilização de grama em placas em poucos locais, principalmente em áreas planas ou semi planas, como canteiros de obras durante a utilização e após a sua desmobilização, em áreas de empréstimo e áreas de disposição de material excedente.

4.4.4 Revegetação com mantas

Segundo a Norma Brasileira NBR 12553 - ABNT, geotêxtil se refere a um produto têxtil permeável utilizado predominantemente na engenharia geotécnica, com funções de drenagem, filtração, reforço, separação e proteção. Existem no mercado vários tipos de mantas para controle de erosão em taludes. Mantas sintéticas ou permanentes – não biodegradáveis (por exemplo, o geotêxtil, que consiste em tecido sintético permeável de polipropileno ou outro material). Sua recomendação de uso é para taludes íngremes e taludes sujeitos a deslizamentos.

Outro exemplo de manta é a biomanta ou manta natural. São biodegradáveis e incorporadas ao solo sendo confeccionadas a partir de uma grande variedade de materiais: palha de capim Napier, taquara, fibra de coco, entre outros. Recomenda-se o uso de telas vegetais constituídas em 100% por fibras naturais entrelaçadas por meio de uma costura industrial longitudinal, com redes resistentes de polipropileno, conferindo ao produto alta resistência e durabilidade, e com espaçamento mínimo, entre os pontos (malha) de 3cm, para proporcionar o crescimento dos folíolos das espécies dicotiledôneas. Seu uso é após a sistematização do terreno, sendo a mais recomendada do ponto de vista ecológico.

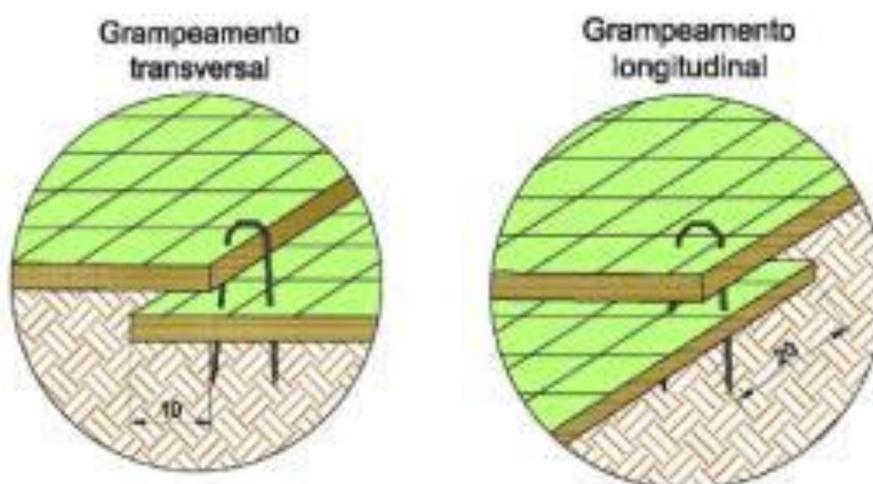
Figura 13 - Características mínimas recomendadas para aquisição de telas vegetais.

<p>REDE SUPERIOR E INFERIOR POLIPROPIENO FOTODEGRADÁVEL</p>  <p>MATRIZ ORGÂNICA 100% FIBRA DE COCO</p> <p>REDE SUPERIOR E INFERIOR POLIPROPIENO FOTODEGRADÁVEL</p>	Matriz orgânica	100% fibra de coco
	Comprimento (m)	33,40
Largura (m)	1,50 ou 3,00	
Área da bobina (m ²)	50,00 ou 100,00	
Gramatura da matriz orgânica (g/m ²)	400,00	
Peso da bobina (Kg)	20,0 ou 40,0	
Longevidade (meses)	48 ou 60	
Resistência à tração (kgf/m)	70,00	
Diâmetro da bobina (m)	0,40	
Espaçamento entre linhas (cm)	5,00	
Comprimento do ponto (cm)	6,00	
Inclinação máxima do talude (H:V)	>1:2	
Suscetibilidade à Erosão	Alta	
Malha de polipropileno (mm)	20 x 20	

Fonte: PRAD VALE, 2012.

A aplicação das telas vegetais deve ser iniciada pelo topo do talude, desenrolando-se a bobinas sempre no sentido da declividade do talude. Sua fixação deverá ser efetuada através de grampos de aço de tamanhos variados de acordo com a dureza do terreno, procurando-se sempre deixar a tela o mais rente possível ao solo, impedindo dessa forma o escoamento de água por baixo e o escorrimento de sedimentos sob a mesma. Esta fixação no topo do talude é preponderante para garantir a performance do produto. Os transpasses laterais das telas devem ser de aproximadamente 10 cm e a sobreposição longitudinal deverá ser de no mínimo 20 cm, conforme figura abaixo.

Figura 14 - Transpasse e grampeamento das biomantas.

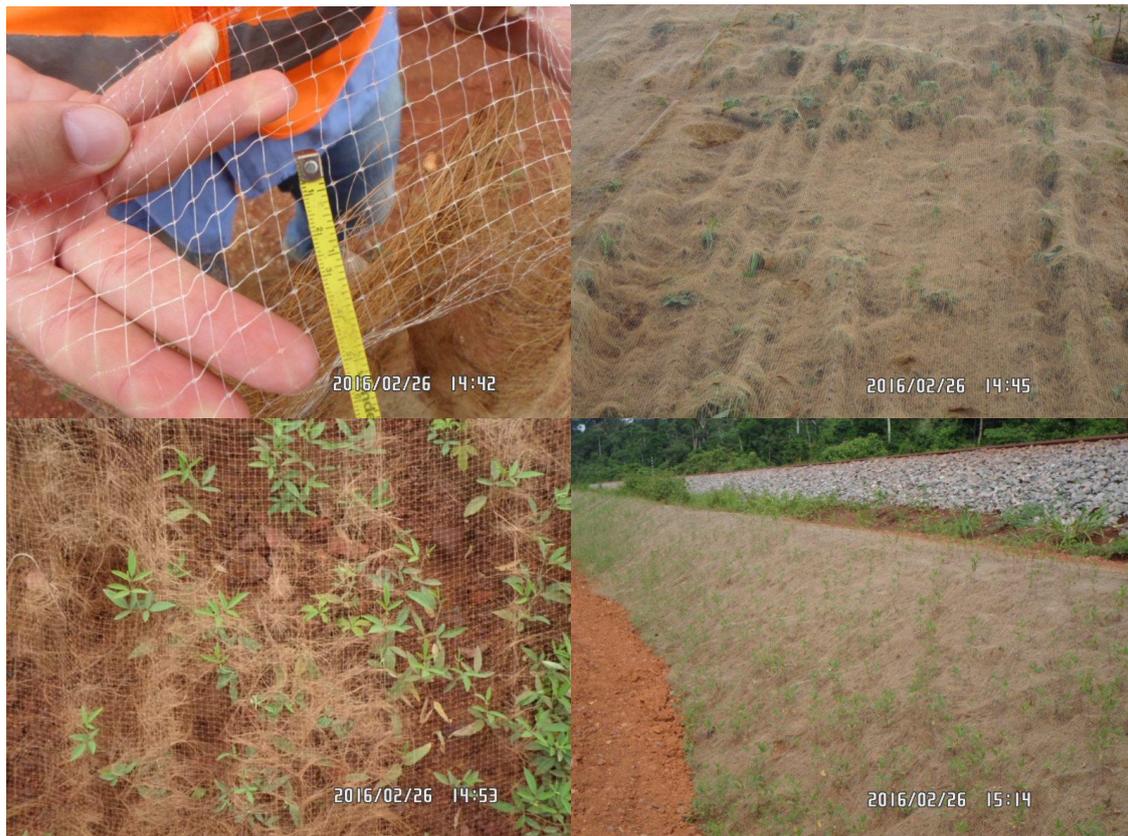


Fonte: PRAD VALE, 2012

Para o estabelecimento da vegetação, ao controlar a erosão superficial, a utilização de mantas cria condições favoráveis ao estabelecimento das sementes sem o risco de ser levada pela água da chuva ou, quando em germinação, danificada pelas partículas de solo desagregadas. Como vantagens, destaca-se a rápida aplicação, o controle imediato da erosão, a elevada eficiência, além da utilização em conjunto com outras práticas, como hidrossemeadura e plantio manual. Como desvantagem, observam-se os custos elevados, geralmente com as despesas com o transporte e a carência de informações por parte dos empreendedores. Outra desvantagem das mantas sintéticas é que não se incorporam ao solo e dificulta o estabelecimento de espécies arbóreas e herbáceas de maior porte, sendo a melhor técnica para taludes urbanos e rodoviários segundo Pereira (2006).

Observa-se efeitos semelhantes na aplicação de biomantas nos taludes da EFC. No caso dos taludes, o lançamento do coquetel de sementes foi realizado antes da instalação das biomantas, o que proporcionou a germinação das sementes e o entrelaçamento nas biomantas, estabilizando-a nos taludes. Nas obras da duplicação da ferrovia as biomantas foram utilizadas, principalmente em taludes com altura maior ou igual a 6m, vide exemplo evidenciado na figura 15.

Figura 15 – Aplicação da biomanta na localização 57/58 da EFC Parauapebas PA - espaçamento mínimo entre os pontos da biomanta (malha 1cm) dificultando o crescimento dos folíolos das espécies dicotiledôneas. Detalhe das leguminosas com problemas de crescimento dos folíolos.



Fonte: RAMOS, 2016.

4.4.5 Transposição do banco de sementes

O termo banco de semente do solo foi utilizado por Roberts (1981) para designar o reservatório viável de sementes atual em uma determinada área de solo. Thompson (1992) cita diversos estudos exemplificando o papel do banco de sementes após perturbação em áreas de pastagem e de agricultura, terras que sofrem chuvas frequentes ou incêndios, beira de rios e lagos que sofrem variação sazonal do nível de água, pântanos, comunidades árticas e alpinas, floresta temperada e floresta tropical. Em seu estudo, conclui que, em geral, a função do banco de sementes na dinâmica da vegetação é bem definida e está intimamente conectada com as perturbações.

Kageyama e Gandara (2000) ressaltam que, ao se escolher um modelo de revegetação, deve ser observado a existência de banco de sementes ou plântulas de espécies pioneiras e áreas com vegetação natural próximas, que podem funcionar como fonte de sementes não pioneiras. Segundo estes autores, havendo estas duas fontes de sementes, não há necessidade de introdução de espécies, sendo possível a utilização da regeneração natural como forma mais adequada de revegetação da área.

A transposição do banco de sementes do solo tem sido indicada como alternativa de restauração em áreas degradadas, dado o seu baixo custo financeiro e a possibilidade de conter alta riqueza florística e densidade de sementes viáveis (MARTINS, 2007, 2009a; CALEGARI et al., 2008). Além das sementes do banco, nutrientes, matéria orgânica, fungos decompositores e associações micorrízicas também estão presentes e serão essenciais para o estabelecimento das plântulas recrutadas do banco e posterior desenvolvimento da vegetação quando depositada em áreas onde o solo foi degradado, contribuindo para o aumento da diversidade e redução dos custos de implantação e manutenção dos projetos de restauração (ZHANG et al., 2001). Esta técnica possibilita uma elevada diversidade, possui baixo custo, fornecimento de nutrientes, matéria orgânica, fauna edáfica e microrganismos ao solo do talude. Aplicado diretamente no talude escarificado, é indicado para uso nas bermas e cortes com taludes pouco acentuado. Em taludes íngremes é facilmente removido pela chuva, precisando do uso de sacos de aniagem ou mantas.

O sucesso de um banco de semente depende da densidade de sementes prontas para germinar quando a reposição de uma planta é necessária e quando as condições ambientais para o estabelecimento são favoráveis (CARVALHO; FAVORETTO, 1995).

Durante o desenvolvimento das obras ao longo da EFC, em especial após as atividades de supressão vegetal, a camada superficial do solo decapeada é armazenada em pilhas, até que o solo seja reutilizado na recuperação de áreas. No entanto, durante a estocagem deste material pode haver redução na qualidade do solo, devido a alterações nos processos biológicos e químicos, como resultados de condições anaeróbias no interior das pilhas, e também como resultado do manuseio durante o processo de decapeamento mecanizado e estocagem. Assim, quando possível, é sugerido seu uso imediato.

4.5 LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES EMPREGADAS NO REVESTIMENTO VEGETAL

Outra etapa na revegetação de taludes é a seleção das espécies para revegetação. A escolha correta de plantas para uso em áreas degradadas, erosões e áreas instáveis, permite obter sucesso da revegetação e até mesmo de estabilizar áreas que apresentavam instabilidade (PEREIRA, 2006). No entanto, para cada tipo de ambiente e de talude, determinadas espécies vegetais irão se adaptar melhor (SOUZA, 2007). O emprego inadequado da vegetação pode colocar em risco a estabilidade do talude, e o não

conhecimento das espécies mais indicadas pode aumentar a intensidade da erosão. Em muitos casos uma só espécie vegetal não contém todas as características desejáveis, então, deve-se optar por aquelas que tenham o maior número de características e procurar consorciá-las (SOUZA, 2007).

A atividade que envolve revegetação de taludes requer uma vegetação possuidora de características específicas que possam favorecer seu desenvolvimento nesses locais. Essas características são: tolerância à seca, crescimento vigoroso, disponibilidade de sementes, facilidade na propagação, sobrevivência em condições de baixa fertilidade e eficácia no revestimento do solo (EINLOFT et al., 1997).

Para o controle do processo erosivo, é importante a presença de espécies vegetais com capacidade de estabelecimento em locais de condição adversa, já que sua existência e vigor dependem da disponibilidade de nutrientes e umidade do solo, fatores que prevalecem em níveis insuficientes nas áreas erodidas (STOCKING, 1982). Dentre essas espécies, se encontram as leguminosas e as gramíneas, que podem facilitar o recobrimento do solo e contribuir para a melhoria biológica e química do solo (SOUZA, 1997).

Na tabela 2 é apresentado o consórcio utilizado no processo de revegetação nas obras de manutenção da integridade estrutural da EFC (Projetos de Investimento Corrente), conforme Projeto de Revestimento Vegetal proposto em 2009 e revisado em 2010. Foram definidos três conjuntos de espécies (consórcio de gramíneas e leguminosas), levando-se em conta as principais tipologias ao longo da estrada ferroviária, com foco nos taludes de corte e aterros.

Tabela 2 - Espécies e quantidade de sementes recomendadas para taludes de corte e aterro por ha.

Nome científico	Nome comum	Quantidade (Kg)	VC (%)
<i>Urochloa decubens</i>	U. decubens	130	40
<i>Urochloa brizantha</i>	U. brizantha	70	40
<i>Urochloa humidicola</i> (utilizar em áreas úmidas)	U. humidícola	55	25
<i>Melinis minutiflora</i>	Capim Gordura	15	20
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	20	75
<i>Neonotonia wightii</i>	Soja Perene	20	75
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	20	75

Fonte: Relatório DSI Revestimento Vegetal Ltda., 2010.

Conforme o PRAD da duplicação da ferrovia (2012), a escolha adequada das espécies e respectivas quantidades é fator decisivo no estabelecimento da vegetação e proteção contra os processos erosivos. A partir desta premissa foram avaliados os aspectos climáticos, edáficos, fisiológicos e ambientais ocorrentes ao longo de toda a EFC para se chegar a um consórcio de espécies adequado aos plantios no âmbito de toda a ferrovia. De posse dos aspectos citados acima, foi determinado um mix de espécies para a recuperação de taludes e áreas planas, com pequenas variações nas quantidades de sementes, conforme apresentado na tabela 3 para a hidrossemeadura.

Tabela 3 - Mix de sementes vegetais utilizado na EFC em processos de hidrossemeadura

Nome científico	Nome comum	Quantidade (Kg)	VC (%)
<i>Urochloa decubens</i>	U. decubens	60	40
<i>Urochloa brizantha</i>	U. brizantha	60	40
<i>Urochloa humidicola</i>	U. humidícula	30	25
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão de porco	10	75
<i>Cajanus cajan</i>	Feijão guandu	10	75
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	10	75
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	10	75

Fonte: PRAD VALE, 2012.

De forma geral, observou-se algumas falhas no recobrimento da área quando utilizado apenas um dos grupos do consórcio de espécies (apenas gramíneas ou leguminosas) conforme demonstrado nas figuras 16 e 17, pois, conforme apresentado anteriormente, as gramíneas têm finalidade de proteger inicialmente o solo, propiciando a colonização primária. As leguminosas por sua vez dão continuidade ao processo de sucessão iniciado pelas gramíneas, fornecendo um revestimento permanente de superfícies sujeitas à erosão, com a possibilidade de fixar N da atmosférica e adicionar nas áreas revegetadas.

Ressalta-se a importância de verificar durante a elaboração do projeto se a área é sensível ou há alguma restrição ao uso de espécies exóticas, como por exemplo, em Unidades de Conservação situadas no Pará. Nestas áreas recomenda-se a inclusão de espécies nativas nos consórcios a serem aplicados no programa de revegetação. Os mix de espécies que serão utilizados nessas áreas precisam ser aprovados pelos órgãos ambientais competentes antes da execução dos serviços de revegetação.

Figura 16 – Revegetação nos 670 a 680 da EFC Maranhão - Falha no processo de germinação das sementes hidrossemeadas. Necessitou-se de repasse nos pontos falhos. Observa-se que é praticamente nula a presença de leguminosas.



Fonte: RAMOS, 2014.

Figura 17 – Revegetação na Loc. 57/58 EFC Parauapebas PA Baixo índice de germinação do mix de sementes plantadas. Em alguns taludes observa-se ausência de gramíneas, sendo o mix composto na sua maioria de leguminosas.



Fonte: RAMOS, 2016

A seguir pode-se visualizar nas figuras abaixo os resultados alcançados em alguns trechos da EFC com o uso dos consórcios de gramíneas e leguminosas:

Figura 18 - Km 374 EFC Maranhão - Aspectos dos trabalhos de hidrossemeadura no final do período chuvoso; consórcio de gramíneas e leguminosas verificado na formação vegetal final.



Fonte: RAMOS, 2014

Figura 19 - km 586 EFC Cidelândia – MA - Hidrossemeadura do consórcio de gramíneas e leguminosas aplicado no final do período chuvoso na região, necessidade de irrigação para germinação das espécies – aumento dos custos da obra.



Fonte: RAMOS, 2016.

Figura 20 - Duplicação dos km's 576 ao 585 EFC Maranhão - Aspectos dos trabalhos de hidrossemeadura no final do período chuvoso; cobertura realizada com bom aspecto nutricional; consórcio de gramíneas e leguminosas verificado na formação vegetal final.



Fonte: RAMOS, 2016

4.6 MONITORAMENTO PÓS REVEGETAÇÃO NAS ÁREAS DA EFC

Uma das etapas mais negligenciadas em um PRAD é o monitoramento da implantação do projeto e a manutenção do mesmo após sua implantação. Isso tem acontecido principalmente nas obras de manutenção da integridade estrutural da EFC, o que leva a aumento significativos dos gastos da Vale com execução de novas obras para recuperação ambiental. Por isso, inspeções periódicas por pelo menos 2 anos a partir da implantação do projeto são essenciais para o sucesso das soluções propostas.

Importante salientar que a dinâmica dos processos erosivos varia em função das condições climatológicas da região. Conforme o estudo do meio físico realizado previamente a execução do projeto de duplicação da EFC, a maior parte da área da ferrovia apresenta chuvas concentradas nos meses de janeiro a abril, sendo que em algumas áreas essa concentração acontece de novembro a abril. Em resumo pode-se afirmar que o regime pluviométrico da região do empreendimento apresenta um comportamento sazonal bem definido, marcado por chuvas de grande intensidade, sobretudo na segunda metade da estação chuvosa. Diante disso, é importante que durante o período chuvoso as inspeções sejam mais frequentes e, que os plantios e atividades de revegetação sejam realizados no início desse período. No entanto, nas estações secas, a vigilância é importante devido a possibilidade de fogo nas áreas. Os itens que podem ser monitorados são basicamente o índice de recobrimento vegetal, a incidência de pragas, o surgimento de sulcos erosivos e verificar os dispositivos de drenagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estratégias recuperação de áreas degradadas por empreendimentos ferroviários constituem-se normalmente de práticas mecânicas e vegetativas.

É possível reduzir a degradação do solo nas áreas observadas ao longo da EFC, através da adoção de práticas de recuperação, manejo e conservação do solo e da água. Entretanto, melhor do que buscar as formas para se conter uma erosão é adotar as medidas que previnam a sua formação. Desta maneira, ressalta-se que prevenir o aparecimento das erosões pode reduzir os custos.

A seguir é apresentado um resumo das principais recomendações realizadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, que relata os processos de revegetação de áreas degradadas ao longo da EFC:

- Além da regularização prévia dos taludes e áreas a serem revegetadas, recomenda-se a necessidade de implementar os dispositivos de drenagem, antes da etapa de aplicação das espécies vegetais selecionadas, para evitar o surgimento de novos processos erosivos, bem como a remoção indevida das plantas já germinadas.
- Realizar previamente à execução da revegetação, as análises de solo para se determinar especificamente os insumos e quantidades que devem ser utilizados em cada área, levando-se em conta as variações nas características particulares dos sítios abrangidos.
- Utilizar sementes com alta qualidade em termos de pureza e germinação.
- Conduzir a revegetação, principalmente o preparo do solo e implantação das sementes, no período de chuvas. Quando as etapas pré-definidas são realizadas no período correto, espera-se maior eficiência na recuperação das áreas.
- Recomenda-se que a equipe responsável pela revegetação faça um planejamento detalhado da atividade no início da execução das obras, com máximo de atenção possível ao plano de ação definido, estabelecendo novas ações e prazos para o monitoramento das áreas revegetadas.
- Aplicar o check list de liberação para o plantio (Anexo A) em todas as áreas. Esse check list permite observar as etapas fundamentais para obter sucesso no processo de revegetação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 320 p. 2005.
- CALEGARI, L. et al. Caracterização do banco de sementes de espécies arbustivo-arbóreas para fins de restauração florestal de área degradada por mineração, Carandaí, MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADAS, 7., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, SOBRADE, 2008. p.135-146.
- CARVALHO, P. A. S. (Coord.). **Manual de Geotecnia**: taludes de rodovias, orientações para diagnóstico e soluções dos seus problemas. São Paulo: IPT, 1991. 338 p.
- CARVALHO, P.C. de F.; FAVORETTO, V. Impacto das reservas de sementes no solo sobre a dinâmica populacional das pastagens. **Informativo Abrates**, v.5, n.1, p. 87-108, 1995.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de Áreas Degradadas**. SOBRADE/FINEP, Viçosa, MG. p. 1-7, 1998.
- DSI Revestimento Vegetal Ltda. **Projeto Detalhado, Ferrovia Geral – Estrada de Ferro Carajás**: Relatório Final. São Luís, 2010. 23 p.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares**: Conservação e Recuperação. São Paulo: Editora da EDUSP/FAPESP, 2000.
- MANHAGO, S. R. **Técnicas de revegetação de Talude de Aterro Sanitário**. 2008. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 255 p.
- _____. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2009. 270 p.
- MORETTO, R. L. **Análise dos efeitos da vegetação na proteção de taludes rodoviários e proposição de alternativas de revegetação na BR-386**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 150 p.

PEREIRA, I. M. **Revegetação de taludes**. Laboratório de Conservação de Ecossistemas e Recuperação de Áreas Degradadas, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas gerais, sem data. (45 slides). Disponível em: <http://files.pereiraim.webnode.com.br/200000056-9ceae9de4f/aula%20revegeta%C3%A7%C3%A3o%20de%20taludes.pdf>. Acesso em 20 set. 2016.

PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA (Maranhão). **Estrada de Ferro Carajás - Auditoria Técnica das Estruturas Geotécnicas e Hidráulicas da Estrada de Ferro Carajás**: Relatório Final. São Luís, 2013. 91 p.

ROBERTS, H.A. Seed banks in the soil. In: _____. **Advances in Applied Biology**. Cambridge: Academic Press, 1981. v. 6, 55 p.

SOARES, S. M. P. Técnicas de restauração de áreas degradadas. 2008. TABUTI, Y.; MENDONÇA, A. L. F.; CRISPINO, R. L. A recuperação de áreas degradadas; ação individual em propriedade rural. **Revista da Pós Graduação Meio Ambiente**, UNIFIEO, 2007. p. 169-191.

SOUZA, C. M. de. **Recuperação de áreas degradadas em Aterros Sanitários**. 2007. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SOUZA, M. G. de. **Revegetação de taludes com geotêxtil em áreas minerada**. 1997. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

STOCKING, J. **Modelling soil losses**: suggestions for a Brazilian approach. Brasília: Ministério da Agricultura. Mission Report, UNDP Project, 1982

THOMPSON, K. The Functional Ecology of Soil Seed Banks. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, U.K.: CAB International, 1992. p. 231-258.

ZHANG, Z. Q. et al. Soil seed banks as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. **Restoration Ecology**, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.

ANEXOS



REVESTIMENTO VEGETAL

REF. RELATÓRIO – RB-200K-N-23560 Rev. 02

CHECK LIST – LIBERAÇÃO PARA O PLANTIO

Data ____/____/____

Local: Km____ Corte () Aterro () ADME () Jazida () Área____m² Declividade____

Clima: Sol () Nublado () Chuva ()

Processo de Revegetação

Hidrosseadura () Semeadura ()

Atividade

Plantio () Replante/Repasse ()

Reabilitação da Área

As áreas que sofrem intervenção geralmente apresentam solo exposto com alta probabilidade de erosão, para este serviço, estes materiais foram removidos da superfície que será plantada?

Sim () Não ()

Os sistemas de drenagens projetados têm o objetivo de evitar erosões e o consequente arraste do solo para os cursos d'água, evitando processos de assoreamento dos mesmos. A superfície somente estará apta para receber a cobertura vegetal após concluídos os serviços de drenagens. Os sistemas de drenagens projetados foram implantados integralmente?

Sim () Não ()

Plantio

Os corretivos indicados para o solo foram aplicados?

Sim () Não ()

A superfície foi preparada adequadamente para receber as sementes, com corrugação, escarificação e ou coveamento?

Sim () Não ()

Sementes

Todas as sementes indicadas na composição fornecidas pela Vale serão aplicadas?

Sim () Não ()

Foram checadas as quantidades de sementes e insumos em proporção com a área que será revegetada?

Sim () Não ()

A contratada apresentou a certificação das sementes aplicadas?

Sim () Não ()

A contratada apresentou o laudo do Valor Cultural (VC) das sementes aplicadas?

Sim () Não ()

Insumos

O adubo químico especificado foi aplicado?

Sim () Não ()

O adubo orgânico especificado foi aplicado?

Sim () Não ()

Aplicação

O sistema de bombas do caminhão aplicador está funcionando perfeitamente?

Sim () Não ()

O sistema de batedor do tanque do caminhão aplicador está funcionando perfeitamente?

Sim () Não ()

O Mulch indicado será aplicado?

Sim () Não ()

A mistura dentro do tanque apresenta consistência, que garantem a distribuição homogênea das sementes e também formar uma cobertura no solo, para proteção desta cobertura?

Sim () Não ()

Controle de pragas

Foi realizado previamente o controle de formigas e cupins?

Sim () Não ()

Foi realizado previamente o controle de lagartas e cigarrinhas?

Sim () Não ()

Comentários

Liberação para o plantio?

Sim () Não ()

Nome: _____ Empresa/Gerência: _____ Assinatura _____