



**AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA**  
*A gente nunca pára.*



## América Latina Logística Malha Sul – ALL



### Capítulo 7 - Programa de Identificação e Controle de Processos

#### Erosivos

Rio Grande do Sul

Junho/2010



ISO 9001:2000  
FS 537783

Revisão 0


## 7.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Controle de Processos Erosivos da malha ferroviária da América Latina Logística no Estado do Rio Grande do Sul requer um diagnóstico da atual realidade da Via Permanente para a proposição de medidas corretivas.

Erosões são os processos geológicos de desgaste da superfície terrestre. São os frutos da interação entre solo – água – clima, onde ocorre a retirada e o transporte do material na forma de fragmentos, soluções e colóides para outros locais até atingir o nível de base onde se acumulam.

Nesses processos a força da gravidade é essencial na re-distribuição do material desbastado que se acumulam nos denominados sítios preferenciais, transitórios ou definitivos (como as bacias sedimentares).

A erosão é definida de acordo com o agente erosivo principal. A **Figura 7.1-1** apresenta as erosões segundo principais processos apontados no Glossário Geológico Ilustrado da UNB – Universidade de Brasília.



**Erosão Fluvial** – Desbaste da Superfície Terrestre por Rios e seus Tributários.

**Erosão Glacial** – Desbaste da Superfície Terrestre por Geleiras.

**Erosão Eólica** – Desbaste da Superfície Terrestre pela Ação do Vento.

**Erosão Marinha** – Desbaste da Superfície Terrestre pela Ação das Ondas e Correntes Marítimas e Litorâneas.

### **Figura 7.1-1 – Erosão diferenciada de acordo com o agente erosivo principal**

É importante destacar que os processos erosivos atuam diferentemente sobre cada tipo de rocha. Rochas resistentes contribuem na formação de relevos altos e proeminentes, enquanto rochas mais fracas contribuem na formação de relevos baixos e suaves. Esse processo é denominado Erosão Diferencial e é base para esculturação do relevo terrestre.

Além de atuar de modo diferenciado, a erosão ocorre em intensidades diferentes. No **Quadro 7.1-1** são apresentados os processos erosivos de acordo com a sua intensidade conforme a classificação adotada pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**Quadro 7.1-1 Erosão segundo classificação de intensidade adotada pelo IBGE**

<b>Erosão</b>	
<b>Intensidade</b>	<b>Laminar</b> – Promove a remoção mais ou menos uniforme do solo, sem ocorrência de sulcos.
	<b>Ligeira</b> – Solo apresenta menos de 25% do horizonte A ou da camada arável removida (quando esta é inteiramente constituída pelo horizonte A).
	<b>Moderada</b> – Solo apresenta entre 25% e 75% do horizonte A removido, com ocorrência freqüente de sulcos que não são mitigados por práticas normais de preparo do solo. A camada arável pode ser constituída por remanescentes de horizonte A e, ocasionalmente, por mistura dos horizontes A e B.
	<b>Forte</b> – Solo apresenta mais de 75% do horizonte A removido, com exceção de pequenas áreas entre os sulcos, enquanto o horizonte B já exposto apresenta sulcos profundos e/ou erosão em voçorocas ocasionais e freqüentes sulcos rasos.
	<b>Muito Forte</b> – Solo apresenta o horizonte A totalmente removido e o horizonte B bastante atingido por freqüentes sulcos profundos e/ou erosão em voçorocas. Nesta situação o terreno não pode ser cruzado por máquinas agrícolas.
	<b>Extremamente Forte</b> – Solo apresenta horizonte A e B totalmente removido, enquanto o horizonte C apresenta ocorrência muito forte de voçorocas. Nesta situação o solo é inadequado a qualquer prática agrícola.

Considerando os parâmetros acima, é necessário um mapeamento criterioso das diferentes interfaces que modelam a superfície terrestre, através de processos erosivos, para a realização de um diagnóstico preciso. Desta forma, o enfoque do programa de controle de processos erosivos é determinado pelas condições ambientais dos terrenos expostos, que sofreram alterações no relevo e no sistema natural de drenagem ao longo da faixa de domínio da malha ferroviária.

Atualmente existem trechos da faixa cujas superfícies do solo estão expostas, ou seja, sem a vegetação rasteira de cobertura ou mesmo vegetação escassa, devido à dificuldade de fixação dessa vegetação em função das condições do tipo de solo, topografia e pastoreio no local. Estes processos foram desencadeados por escoamento das águas superficiais que aumentaram a velocidade desse fluxo nas áreas com declividade acentuada.

As alterações associadas à vegetação, morfologia, geologia e pedologia dos terrenos resultaram em alterações nos processos do meio físico, principalmente em locais sensíveis e vulneráveis.

Assim, estes processos se manifestam como erosões laminares e lineares intensas, bem como instabilizações de encostas e maciços rochosos.

Com o aumento da velocidade do escoamento das águas superficiais nas áreas mais íngremes, houve o desencadeamento dos seguintes processos de erosão do solo:

- Erosões laminares: estágio inicial decorrente do impacto direto da gota da chuva sobre o solo exposto (efeito *splash*). Remove de forma mais ou menos uniforme o solo, sem que ocorra o aparecimento de sulcos na superfície;
- Erosões em sulcos (**Figura 7.1-2**): ao longo do tempo a erosão laminar evolui para a formação de sulcos, devido à interferência de fatores como a movimentação de gado em áreas mais íngremes. Ocorre nas linhas de maior concentração das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões no terreno. É importante destacar, ainda, que as erosões em sulcos podem ser classificadas de acordo com a sua frequência e profundidade como apresentado no **Quadro 7.1-2**, abaixo:

**Quadro 7.1-2 – Classificação de Erosão em Sulcos adotada pelo IBGE**

<b>Frequência</b>	<b>Profundidade</b>
<b>Ocasionais</b> – Distância entre os sulcos é superior a 30 metros.	<b>Superficiais</b> – Apresentam sulcos que podem ser cruzados por máquinas agrícolas, e que podem ser mitigados por práticas normais de preparação do solo.

**Quadro 7.1-2 – Classificação de Erosão em Sulcos adotada pelo IBGE**

<b>Frequência</b>	<b>Profundidade</b>
<i><b>Freqüentes</b></i> – Sulcos ocupam menos de 75% da área do terreno com distância entre os sulcos inferior a 30 metros.	<i><b>Rasos</b></i> – Apresentam sulcos com profundidade menor do que a largura. Podem ser cruzados por máquinas agrícolas, mas não são mitigados pelas práticas normais de preparo do solo.
<i><b>Muito Freqüentes</b></i> – Sulcos ocupam mais de 75% da área do terreno com distância entre os sulcos inferior a 30 metros.	<i><b>Profundos</b></i> – Apresenta sulcos com profundidades de até 2m, sendo esta, em geral, maior do que a largura do sulco. Não podem ser cruzados por máquinas agrícolas.



**Figura 7.1-2 – Erosão em Sulcos (fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/>)**

- Erosões ravinares (**Figura 7.1-3**): após a formação dos sulcos, toda a água pluvial começa a ser carregada pelo interior dos sulcos escavando ainda mais o solo; e



**Figura 7.1-3 – Erosão Ravinar (fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/>)**

- Erosões em voçorocas (**Figura 7.1-4**): estágio mais avançado do processo erosivo. Com o tempo a escavação torna-se cada vez maior formando enormes valas no solo e atingindo o lençol freático. Removem o solo em profundidade que varia entre 0,5 metro e 30 metros.



**Figura 7.1-4 – Erosão em Voçoroca (fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/>)**

Outros tipos de processos erosivos que ocorrem ao longo da faixa de domínio, referem-se às erosões naturais em barrancos de rios ou na forma de solapamentos de barrancos causados pelo efeito de umidificação e carreamento do solo das margens dos cursos d'água.

O controle dos processos erosivos é fundamental para evitar focos de degradação e requer a adoção de cuidados operacionais que procurem evitar ao máximo a sua ocorrência, em especial em situações que envolvam as seguintes obras e projetos:

- Obras de terraplanagem;
- Obras de drenagem;
- Execução de aterros, cortes e bota-foras;
- Instalação e operação de canteiros de obras e equipamentos em geral;
- Construção e operação de caminhos de serviços; e
- Carreamento de materiais inertes (rochas e solos) em direção a cursos d'água.



## 7.2 JUSTIFICATIVA

A elaboração do presente Programa se faz necessária para que sejam atendidas as condicionantes da Licença de Operação nº 888/2009 emitida pela Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA.

Além do caráter técnico exigido pelo IBAMA, a implantação de um programa específico voltado para questões de controle e prevenção de processos erosivos é necessária para garantia da continuidade operacional (via permanente), uma vez que terrenos instáveis sujeitos a processos erosivos podem danificar a infra-estrutura existente.

Nesse sentido, a manutenção dos processos físicos em encostas, maciços e na rede de drenagem deve garantir o bom funcionamento da ferrovia, bem como a sustentabilidade do meio ambiente onde está inserido o empreendimento.

Da mesma forma, a adoção de medidas de controle e prevenção contribui para o aumento geral das condições de segurança para o tráfego de trens e, por conseguinte, para a prevenção de acidentes decorrentes de danos na via causados por processos erosivos.

A malha em questão tem sido objeto de ações direcionadas para a identificação e o controle dos processos erosivos desde a época em que era operada pela RFFSA, já que implicava na garantia de continuidade das operações.

Desde a concessão, a ALL tem dado continuidade e aprimorado tais ações de mitigação das erosões ao longo da Via Permanente. Os procedimentos de vistoria e controle fazem parte da rotina da ferrovia e constam do Manual de Via da ALL. Em que pese a existência de tal rotina, a sistematização e consolidação das ações em curso na forma de um Programa de Identificação e Controle de Processos Erosivos propicia um grande avanço na gestão dos aspectos de segurança e preservação ambiental da operação ferroviária da ALL.



### 7.3 OBJETIVOS

Esse Programa visa diagnosticar a faixa de domínio da ALL quanto aos processos erosivos, sobretudo nas áreas de taludes de cortes e aterros e estabelecer as possíveis causas, tais como a inexistência de um manejo adequado do solo ou sub-dimensionamento da drenagem.

Visa ainda elencar as ações operacionais preventivas e corretivas destinadas a promover o controle dos processos erosivos potenciais ou efetivos na faixa de domínio da ferrovia.

As ações operacionais propostas devem promover a recomposição do equilíbrio em áreas que eventualmente foram desestabilizadas e que tenham processos erosivos desencadeados, como também evitar a instalação desses processos em áreas potenciais, contribuindo para a redução da perda de solos e do assoreamento da rede de drenagem e corpos d'água.

Tais ações se traduzem na implantação de um elenco de medidas e dispositivos adequados, associados a um conjunto de condicionantes a serem observadas ao longo da Via Permanente instalada, bem como nas eventuais ampliações da malha. Com isso devem ser reduzidas as situações específicas de risco de ocorrência de processos erosivos laminares, lineares e de processos ativos pré-existentes, assim como de estabilizações que possam vir a comprometer o corpo ferroviário ou atingir áreas limítrofes.



## 7.4 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS

A inter-relação deste programa com outros programas está demonstrada no **Quadro 7.4-1** abaixo:

**Quadro 7.4-1 – Inter-Relação entre Programas**

PROGRAMAS	INTER-RELAÇÕES
Identificação e Correção de Pontos Críticos de Drenagem	O controle de processos erosivos na Via Permanente considera, necessariamente, a necessidade de adequação e manutenção adequada do sistema de drenagem, pois esse podem ser indutores de erosões.
Comunicação Social	Divulgação de áreas com risco de erosões e escorregamentos, medidas de controle, mitigação e monitoramento dessas áreas através das equipes de controle com o público alvo – pequenos criadores e fazendas ao longo da Via Permanente.
Educação Ambiental	Em conjunto com o Programa de Comunicação Social, visa à conscientização das comunidades lindeiras e prefeituras quanto à necessidade de se evitar o lançamento continuado de efluentes domésticos clandestinos na faixa de domínio.
Revegetação de Matas Ciliares	O programa servirá de apoio para a fixação da flora nos pontos recuperados pelo programa de erosão, evitando o carreamento de materiais mais finos pelas águas superficiais dos locais.
Mapeamento das Unidades de Conservação	Projeto de apoio para o gerenciamento das medidas nas UCs no aspecto relacionado à flora.



**Quadro 7.4-1 – Inter-Relação entre Programas**

<b>PROGRAMAS</b>	<b>INTER-RELAÇÕES</b>
Diagrama Unifilar	Os processos erosivos constam do Diagrama Unifilar.
Imageamento por Satélite e Mapeamento da Malha Ferroviária	Todas as informações foram localizadas via GPS, para criação de banco de dados georreferenciado, utilizando o soft ArcGis. As planilhas de identificação dos pontos de maior incidência foram transformadas em arquivos <i>shape file</i> e compõem o SIG elaborado para as malhas ferroviárias.



## 7.5 ESCOPO

Esse Programa aplica-se à Via Permanente da malha ferroviária da ALL no Estado do Rio Grande do Sul, compreendendo 3.111 quilômetros. As instalações fixas associadas a essa malha são objetos de programa específico já elaborado e protocolado junto ao IBAMA.

A abrangência do Programa está restrita à faixa de domínio da ALL e às áreas imediatamente adjacentes que, em virtude de processos erosivos instalados, possam comprometer a integridade da Via Permanente.



## 7.6 MÉTODO

O método utilizado para a elaboração do presente Programa foi baseado em indicadores ambientais passíveis de serem acompanhados e monitorados refletindo a situação ambiental e permitindo a mensuração ao longo dos anos.

Os mecanismos de controle são baseados em técnicas conservacionistas de uso do solo que consideram o tipo e o porte da intervenção, assim como as características do ambiente local. Na **Figura 7.6-5** é apresentada a Planilha de Campo do Diagnóstico.

Para o trabalho foi percorrida toda a malha ferroviária do Rio Grande do Sul por meio de auto de linha cedido pela ALL. Durante o trajeto foram registrados os processos erosivos, identificados os estágios e registrados dados de altura, declividade e vegetação. Todos os pontos foram registrados conforme pode-se observar no Anexo 7-I – Planilha de Identificação de Processos Erosivos com acesso, via hyperlink, a fotografia tiradas dos processos erosivos.

Para o diagnóstico, a ferrovia foi segmentada por trechos, tanto para facilitar a localização do processo erosivo existente, como para relacioná-lo com o tipo de solo, gravidade e estágio atual do processo.

Na primeira etapa da análise os pontos levantados em campo foram processados e inseridos no *software* de SIG *ArcGIS 9.3* junto a um mapa pedológico oficial do Estado do Rio Grande do Sul adquirido no IBGE. Desta forma, foi possível identificar os diferentes tipos de solo predominantes em cada trecho mapeado.

Na segunda etapa optou-se por separar os locais por ordem de gravidade erosiva, sendo que aqueles locais que não oferecem risco a via ferroviária por motivo de distância da via férrea ou pela gravidade erosiva menor, foram classificados como (E3); as áreas com processos erosivos instalados que não oferecem risco imediato, mas que podem vir a se modificar devido a fenômenos naturais, tais como chuvas e etc., foram classificadas como (E2); e para as áreas com processos erosivos instalados de grau alto e que oferecem risco a ferrovia, adotou-se a classificação (E1).

A classificação também levou em conta o tipo de solo predominante nos trechos, uma vez que cada tipo de solo é mais ou menos susceptível a processos erosivos. A determinação da maior ou menor suscetibilidade a erosão dos solos foi feita com base nos Manuais Técnicos em Geociências do IBGE de Pedologia (nº4), Geomorfologia (nº5) e Uso da Terra (nº 7).

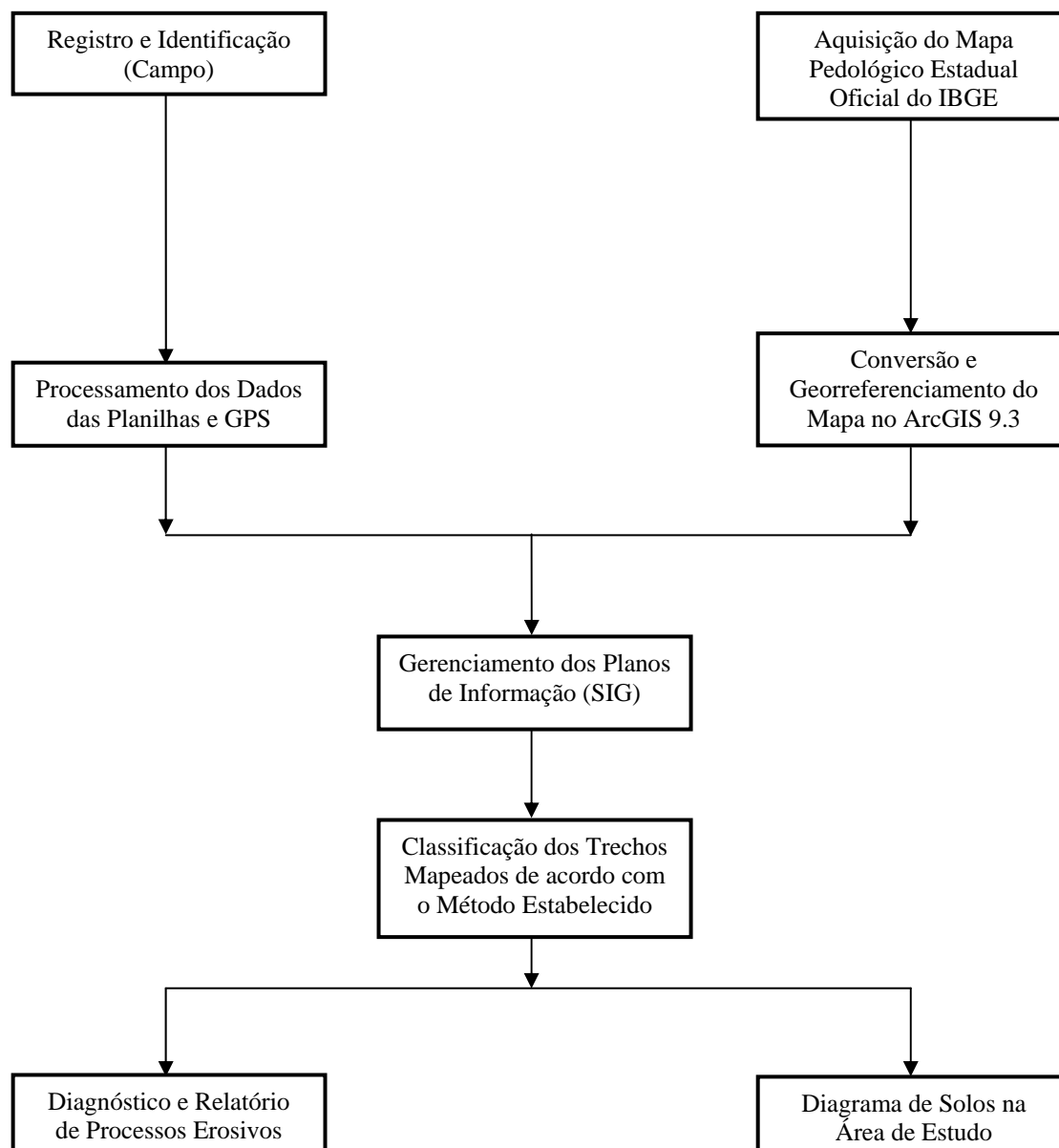
Na terceira fase, referente a implantação das ações de monitoramento das áreas diagnosticadas, estabeleceu-se um segundo marcador que adota (M1) para as áreas que devem ser vistoriadas e monitoradas a cada 3 meses por técnico habilitado, pois oferecem risco a via, (M2) para as áreas que devem ser vistoriadas ou monitoradas cada 6 meses, pois se classificam como áreas com potencial de risco erosivo menor e não oferecem risco iminente a via e, por fim, (M3) para as áreas a serem vistoriadas a cada ano devido ao potencial de risco ser menor que as anteriores.

O fluxograma do processo de diagnóstico e espacialização dos processos erosivos nos trechos da ALL no Estado do Rio Grande do Sul são apresentados na **Figura 7.6-6**, abaixo.



PARAMETROS		ITENS		Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto
Data		Trecho								
Estado		WP								
Município		KM								
	Processos Erosivo	geológica								
		Laminar								
		Linear ou Sulco								
		Ravinas								
		Voçorocas								
Caracterização		altura								
		largura								
	cobertura vegetal	Comprimento (trecho total)								
		A) Herbáceo, B) Arbustivo, C) Arborea D) Pinus, E) Eucalipto, D) Cultura								
		A) alta, B) média, C) Baixa, D) ausente								
	declividade									
interferência	Características Pontuais e uso ocupação		A) Solo exposto, B) movimentação de solo, C) Movimentação de rocha, D) Movimentação de Árvores, E) Trilha no talude, F) Fissura na parede rochosa G) movimentação da lãria do trilho H) movimentação de Aterro do trilho I) movimentação da contenção lateral J) Afetando o sistema de drenagem K) Afetando a Via L) área de pasto M) Plantação N) Solo instável							
		Foto								

**Figura 7.6-5 – Planilha de Campo para Diagnóstico de Processos Erosivos**



**Figura 7.6-6 – Fluxograma do Processo de Diagnóstico e Mapeamento dos Processos Erosivos nos trechos da ALL no Estado do Rio Grande do Sul**



## 7.7 DIAGNÓSTICO ATUAL

### 7.7.1 Malha Ferroviária do Rio Grande do Sul

A Malha Ferroviária do Rio Grande do Sul é composta pelos trechos: Capitão Ritter – Roca Sales, Roca Sales – Passo Fundo, Passo Fundo – Cruz Alta, Rio Grande – Bagé, Bagé – Cacequi, Cacequi – Uruguaiana, Santa Maria – Cacequi, Santa Maria – A. Dorneles, A. Dorneles – Pátio Industrial, Diretor Pestana – Triângulo Industrial, Roca Sales – Estrela, Roca Sales – General Luz, Cruz Alta – Triângulo/Santa Maria, Dilermando de Aguiar – Santiago, Santiago – São Borja, Santiago – Santo Ângelo, Santo Ângelo – Cruz Alta, Santa Rosa – Santo Ângelo.

Destaca-se que os trechos Roca – Sales e Santiago – São Borja não foram percorridos por auto de linha por estarem interditados, portanto as informações foram inferidas a partir de dados secundários referentes à pedologia local que pode determinar maior ou menor propensão a processos erosivos.

#### 7.7.1.1 Trecho Roca Sales – Passo Fundo

Neste trecho foram registrados e classificados 3 pontos como E1 nos Kms 5+450, 41+700 e 143+250; foram registrados e classificados 10 pontos como E2 nos Kms 25+380, 36+020, 58+200, 58+650, 67+050, 143+450, 144+400, 147+400, 148+100 e 152+550; e foram registrados e classificados 4 pontos como E3 nos Kms 32+200, 56+300, 61+700 e 147+000. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Roca Sales – Passo Fundo, Anexo 7-II – Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em áreas com predominância de Neossolos Litólicos.

Na **Tabela 7.7-1**, abaixo, são apresentadas as características gerais dos pontos levantados em campo.

**Tabela 7.7-1 – Pontos Levantados no Campo**

<b>Data</b>	<b>Processo Erosivo</b>	<b>Município</b>	<b>Km</b>	<b>Declividade</b>	<b>Solo Predominante</b>
18/03/2010	E1	Roca Sales	5+540	70°	Neossolos Litólicos
18/03/2010	E2	Vespasiano Correa	25+380	80°	Neossolos Litólicos

**Tabela 7.7-1 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
18/03/2010	E3	Vespasiano Correa	32+200	45°	Neossolos Litólicos
18/03/2010	E2	Dois Lajeados	36+020	70°	Neossolos Litólicos

### 7.7.1.2 Trecho Capitão Ritter – Roca Sales

Neste trecho foram registrados e classificados 6 pontos como E1 nos Kms 153+850, 200+200, 207+100, 211+100, 229+900, 253+200; foram registrados e classificados 6 pontos como E2 nos Kms 131+800, 137+700, 151+100, 153+250, 278+300, 279+100; e foi registrado e classificado 1 ponto como E3 no Km 267+600. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Capitão Ritter – Roca Sales, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em áreas com predominância de Neossolos Litólicos, Litossolos Háplicos e Latossolos.

Na **Tabela 7.7-2**, abaixo, são apresentadas as características gerais dos pontos levantados em campo.

**Tabela 7.7-2 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
18/03/2010	E2	Bento Gonçalves	131+800	45°	Neossolos Litólicos
18/03/2010	E2	Bento Gonçalves	137+700	60°	Neossolos Litólicos

**Tabela 7.7-2 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
18/03/2010	E2	Veranópolis	151+100	60°	Neossolos Litólicos
18/03/2010	E2	Veranópolis	153+250	75°	Nitossolos Háplicos
18/03/2010	E1	Veranópolis	153+850	90°	Nitossolos Háplicos
17/03/2010	E1	Ipê	200+200	90°	Neossolos Litólicos
17/03/2010	E1	Ipê	207+100	80°	Neossolos Litólicos
17/03/2010	E1	Ipê	211+100	70°	Neossolos Litólicos
17/03/2010	E1	Ipê	229+900	80°	Nitossolos Háplicos
17/03/2010	E1	Muitos Capões	253+200	60°	Nitossolos Háplicos
17/03/2010	E3	Vacaria	267+600	60°	Latossolos Brunos
17/03/2010	E2	Vacaria	278+300	50°	Latossolos Brunos
17/03/2010	E2	Vacaria	279+100	55°	Latossolos Brunos

### 7.7.1.3 Roca Sales – General Luz

Neste trecho foi classificado 1 ponto registrado e classificado como E1 no Km 39+300. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Roca Sales - General Luz, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, este ponto está inserido em uma área com predominância de Neossolos Litólicos.

Na **Tabela 7.7-3**, abaixo, são apresentadas as características gerais do ponto levantado em campo.

**Tabela 7.7-3 – Pontos Levantados no Campo**

<b>Data</b>	<b>Processo Erosivo</b>	<b>Município</b>	<b>Km</b>	<b>Declividade</b>	<b>Solo Predominante</b>
03/04/2010	E1	Montenegro	39+300	80°	Neossolo Litólico

#### 7.7.1.4 Santa Maria - A. Dorneles

Neste trecho foram registrados e classificados 3 pontos como E1 nos Kms 160+600, 165+600 e 188+800, 2 pontos como E2 nos Km 142+800 e 252+800 e foi registrado e classificado 1 ponto como E3 no Km 127+900. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Santa Maria – A. Dorneles (parte 01 e 02), Anexo 7-II– Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em áreas com predominância de Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos e Planossolo eutrófico.

Na **Tabela 7.7-4**, abaixo, são apresentadas as características gerais dos pontos levantados em campo.

**Tabela 7.7-4 – Pontos Levantados no Campo**

<b>Data</b>	<b>Processo Erosivo</b>	<b>Município</b>	<b>Km</b>	<b>Declividade</b>	<b>Solo Predominante</b>
01/04/2010	E1	Rio Pardo	160+600	80°	Argissolos Vermelhos
01/04/2010	E1	Rio Pardo	165+600	80°	Argissolos Vermelhos
01/04/2010	E1	Cachoeira do Sul	188+800	90°	Argissolos Vermelhos
01/04/2010	E2	Restinga Seca	252+800	70°	Planossolo eutrófico

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
02/04/2010	E2	Rio Pardo	142+800	60°	Argissolo Vermelho
02/04/2010	E3	Rio Pardo	127+900	50°	Argissolo Vermelho

### 7.7.1.5 Santa Maria - Cacequi

Neste trecho foram registrados e classificados 2 pontos como E1 nos Kms 320+450 e 324+700 e foi registrado e classificado 1 ponto como E2 no Km 332+700. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Santa Maria - Cacequi, Anexo 7-II- Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em áreas com predominância de Argissolos Vermelhos.

Na **Tabela 7.7-5**, abaixo, são apresentadas as características gerais do ponto levantado em campo.

**Tabela 7.7-5 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
23/03/2010	E1	Santa Maria	320+450	60°	Argissolos Vermelhos
23/03/2010	E1	Santa Maria	324+700	70°	Argissolos Vermelhos
23/03/2010	E2	Santa Maria	332+700	70°	Argissolos Vermelhos

### 7.7.1.6 Cruz Alta – Triângulo/Santa Maria

Neste trecho foram registrados e classificados 13 pontos como E1 nos Kms 32+800, 33+400, 63+000, 63+450, 66+800, 68+000, 68+200, 74+450, 82+200, 84+800, 86+600, 95+500, 116+100; foram registrados e classificados 10 pontos como E2 nos Kms 43+150, 49+850, 53+830, 64+750, 65+750, 67+200, 77+750, 81+450, 108+600, 115+900; e foi registrado e classificado 1 ponto como E3 no Km 128+900. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Cruz Alta – Triângulo/Santa Maria, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em áreas com predominância de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos.

Na **Tabela 7.7-6**, abaixo, são apresentadas as características gerais dos pontos levantados em campo.

**Tabela 7.7-6 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	32+800	60°	Argissolos Vermelhos
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	33+400	70°	Argissolos Vermelhos
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	43+150	60°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	49+850	70°	Argissolos Vermelhos
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	53+830	70°	Argissolos Vermelhos
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	63+000	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Júlio de	63+450	70°	Latossolo Vermelho

**Tabela 7.7-6 – Pontos Levantados no Campo**

<b>Data</b>	<b>Processo Erosivo</b>	<b>Município</b>	<b>Km</b>	<b>Declividade</b>	<b>Solo Predominante</b>
		Castilhos			
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	64+750	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	65+570	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	66+800	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Júlio de Castilhos	67+200	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	68+000	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	68+200	60°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Júlio de Castilhos	74+450	80°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Tupanciretã	77+750	60°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Tupanciretã	81+450	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Tupanciretã	82+200	80°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Tupanciretã	84+800	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Tupanciretã	86+600	60°	Latossolo Vermelho



**Tabela 7.7-6 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
22/03/2010	E1	Tupanciretã	95+500	70°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Tupanciretã	108+600	50°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E2	Cruz Alta	115+900	60°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E1	Cruz Alta	116+100	60°	Latossolo Vermelho
22/03/2010	E3	Cruz Alta	128+900	60°	Latossolo Vermelho



#### 7.7.1.7 Santa Rosa – Santo Ângelo

Neste trecho foi classificado 1 ponto registrado e classificado como E1 no Km 45+200. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Santa Rosa – Santo Ângelo, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, este ponto está inserido em uma área com predominância de Latossolo Roxo.

Na **Tabela 7.7-7**, abaixo, são apresentadas as características gerais do ponto levantado em campo.

**Tabela 7.7-7 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
20/03/2010	E1	Ijuí	45+200	60°	Latossolo Roxo

#### 7.7.1.8 Santiago – Santo Ângelo

Neste trecho foram registrados e classificados 5 pontos como E2 nos Kms 32+200, 37+600, 44+800, 49+900 e 83+560 e foi registro e classificado 1 ponto como E3 no Km 65+300. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Santiago – Santo Ângelo, *Programas Ambientais*



Anexo 7-II– Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em uma área com predominância de Argissolos Vermelhos, Nitossolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Latossolo Vermelho.

Na **Tabela 7.7-8**, abaixo, são apresentadas as características gerais do ponto levantado em campo.

**Tabela 7.7-8 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
24/03/2010	E2	Santiago	32+200	70°	Argissolo Vermelho
24/03/2010	E2	Santiago	37+600	50°	Nitossolos Vermelhos
24/03/2010	E2	Santiago	44+800	60°	Neossolos Litólicos
24/03/2010	E2	Santiago	49+900	60°	Nitossolos Vermelhos
24/03/2010	E3	Bossoroca	65+300	70°	Latossolo Vermelho
24/03/2010	E2	Bossoroca	83+560	70°	Nitossolos Vermelhos

#### 7.7.1.9 Dilermando de Aguiar – Santiago

Neste trecho foram registrados e classificados 9 pontos como E1 nos Kms 66+400, 68+800, 69+400, 89+300, 93+100, 93+800, 95+900, 96+100, 127+900; foram registrados e classificados 5 pontos como E2 nos Kms 67+600, 98+600, 99+500, 104+900, 117+100; e foi registrado e classificado 1 ponto como E3 no Km 6+300. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Dilermando de Aguiar - Santiago, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, estes pontos estão inseridos em uma área com predominância de Argissolos Vermelhos, Planossolos eutróficos e Neossolos Litólicos.

Na **Tabela 7.7-9** são apresentadas as características gerais do ponto levantado em campo.

**Tabela 7.7-9 – Pontos Levantados no Campo**

<b>Data</b>	<b>Processo Erosivo</b>	<b>Município</b>	<b>Km</b>	<b>Declividade</b>	<b>Solo Predominante</b>
23/03/2010	E3	São Pedro do Sul	6+300	45°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E1	Jaguari	66+400	90°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E2	Jaguari	67+600	90°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E1	Jaguari	68+800	90°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E1	Jaguari	69+400	80°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E1	Jaguari	89+300	80°	Planossolo eutrófico
23/03/2010	E1	Jaguari	93+100	70°	Planossolo eutrófico
23/03/2010	E1	Jaguari	93+800	80°	Planossolo eutrófico
23/03/2010	E1	Jaguari	95+900	70°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E1	Jaguari	96+100	80°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E2	Jaguari	98+600	60°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E2	Jaguari	99+500	60°	Argissolo Vermelho
23/03/2010	E2	Santiago	104+900	60°	Argissolo Vermelho
24/03/2010	E2	Santiago	117+100	60°	Neossolo Litólico
24/03/2010	E1	Santiago	127+900	80°	Neossolo Litólico

### 7.7.1.10 Cacequi – Uruguiana

Neste trecho foram classificados 2 pontos registrados e classificados como E1 nos Kms 476+500 e 520+800; 1 ponto registrado e classificado como E2 no Km 531+300; e 1 ponto registrado e classificado como E3 no Km 664+020. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Cacequi - Uruguiana, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, os pontos estão inseridos em áreas com predominância de solos Planossolo eutrófico, Latossolo Vermelho-Escuro e Neossolos.

Os pontos levantados são relacionados com os solos predominantes na área de estudo na **Tabela 7.7-10** abaixo.

**Tabela 7.7-10 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
27/03/2010	E1	Alegrete	476+500	80°	Planossolo eutrófico
27/03/2010	E1	Alegrete	520+800	60°	Latossolo Vermelho
27/03/2010	E2	Alegrete	531+300	60°	Neossolo Litólico
27/03/2010	E3	Uruguiana	664+020	45°	Neossolo Litólico

### 7.7.1.11 Bagé - Cacequi

Neste trecho foram classificados 1 ponto registrado e classificado como E2 no Km 124+070 e 3 pontos registrados e classificados como E3 nos Kms 103+600, 112+000 e 162+700. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, do Trecho Bagé - Cacequi, Anexo 7-II– Diagrama de Solos, os pontos estão inseridos em áreas com predominância de solos do tipo Luvisolos Crômicos, transição entre Luvisolos Crômicos e Argissolos Vermelho – Amarelo, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho – Amarelo.

Os pontos levantados são relacionados com os solos predominantes na área de estudo na **Tabela 7.7-11** abaixo.

**Tabela 7.7-11 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
29/03/2010	E3	São Gabriel	103+600	60°	Luvisolos Crômicos
29/03/2010	E3	São Gabriel	112+000	80°	Luvisolos Crômicos / Argissolos Vermelho – Amarelo
29/03/2010	E2	Lavras do Sul	124+070	60°	Neossolos Litólicos
29/03/2010	E3	Dom Pedrito	162+700	60°	Argissolos Vermelho – Amarelo



#### 7.7.1.12 Rio Grande - Bagé

Neste trecho foram classificados 2 pontos registrados e classificados como E1 nos Kms 328+650 e 380+370 e 1 ponto registrado e classificado como E2 no Km 423+870. De acordo com o Diagrama dos Solos da Área de Estudo, Trecho Rio Grande - Bagé, Anexo 7-II- Diagrama de Solos, os pontos estão inseridos em áreas com predominância de Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos e Chernossolos Ebânicos.

Os pontos levantados são relacionados com os solos predominantes na área de estudo na **Tabela 7.7-12** abaixo.

**Tabela 7.7-12 – Pontos Levantados no Campo**

Data	Processo Erosivo	Município	Km	Declividade	Solo Predominante
30/03/2010	E1	Pinheiro Machado	328+650	70°	Chernossolo Argilúvico

30/03/2010	E1	Pinheiro Machado	380+370	80°	Neossolo Litólico
30/03/2010	E2	Hulha Negra	423+870	45°	Chernossolo Ebânico

**7.7.1.13 Outros: Santiago – São Borja, Passo Fundo – Cruz Alta, A. Dorneles – Pátio Industrial, Diretor Pestana – Triângulo Industrial, Roca Sales – Estrela**

Nestes trechos não foram registrados ou classificados pontos com presença de processos erosivos.



## 7.8 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Os trechos apresentados acima possuem, ainda, pontos de solo exposto e queda de pequenos blocos. Ainda não são classificados e registrados como processos erosivos, entretanto, são destacados, no Anexo 7-III, pois podem desenvolver processos de erosão.


### 7.8.1 Solos

Para a implantação das ações de controle aplicáveis aos trechos diagnosticados no Rio Grande do Sul foram levantadas as características físicas de cada tipo de solo predominante por trecho estudado.

Ao final é apresentado, no Anexo 7-IV, o quadro de solos mapeados pelo IBGE no Estado do Rio Grande do Sul.

#### 7.8.1.1 Alissolos e Argissolos

De acordo com GUERRA e BOTELHO (2009), os alissolos e argissolos, antiga classificação como Podzólicos, possuem as seguintes características:



*São solos com horizonte B textural (Bt), caracterizado por acumulação de argila, por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte. Em geral, apresentam diferenças significativas no teor de argila entre os horizontes A e B (relação textural mais alta do que os Latossolos), passando de um horizonte superficial mais arenoso, para um horizonte subsuperficial mais argiloso. Tal fato pode representar um obstáculo à infiltração da água ao longo do perfil, diminuindo sua permeabilidade e favorecendo o escoamento superficial e subsuperficial na zona de contato entre os diferentes materiais. (p.184)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo GUERRA e BOTELHO (2009):

*[...]apesar das suas características de agregação e boa estruturação (horizonte Bt em blocos angulares ou subangulares), apresentam certa suscetibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as descontinuidades texturais e estruturais ao longo do perfil. (p.185)*

#### 7.8.1.2 Chernossolos

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os chernossolos possuem as seguintes características:

*Solos de pequena e mediana espessuras, que se caracterizam pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico (teores consideráveis de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade), sobre horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade. Ocorrem em várias regiões do Brasil, mas têm concentração expressiva na região da Campanha Gaúcha (Ebânicos), onde são utilizados com pasto e lavouras. No restante do Brasil ocorrem relativamente dispersos (Argilúvicos), ou em pequenas concentrações no Mato Grosso do Sul (Serra da Bodoquena) e Rio Grande do Norte (Rêndzicos). (Apêndice - p.280)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo pesquisas da Universidade Federal de Santa Maria (<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/solos.htm>), os chernossolos Argilúvicos apresentam ótima fertilidade natural, entretanto contém sérias restrições ao uso agrícola, devido ao fato de ocorrerem em relevo forte ondulado, serem muito pedregosos e apresentarem perfis com pouca profundidade. Estas características constituem fatores de restrição ou mesmo de impedimento ao uso de maquinaria agrícola e, além disso, tornam os solos muito susceptíveis à erosão hídrica, quando cultivados. Os chernossolos ebânicos são de ótima fertilidade natural; no entanto, apresentam propriedades físicas adversas ao uso, principalmente com cultivos anuais. Sua alta densidade aparente, baixa porosidade e alto grau de expansão volumétrica, notadamente no horizonte subsuperficial, tornando-os pouco permeáveis, muito plásticos e pegajosos, quando molhados, e muito duros, quando secos, dificultam o manejo.

### **7.8.1.3 Latossolos**

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os latossolos possuem as seguintes características:

*Em geral são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, que se reflete em valores de relação  $K_i$  baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Distribuem-se por amplas superfícies no Território Nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema brasileiro de classificação de solos (1999). (Apêndice - p.286)*

As 4 classes de Latossolos são descritas abaixo, segundo dados do Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007):

- **Latossolos Brunos:** *São em geral profundos, com horizonte superficial (A) escurecido e o subsuperficial (B) em tons brunados, com matiz mais amarelo que 2,5YR no horizonte BA ou em todo horizonte B, e com: horizonte A com mais de 30 cm de espessura e teor de carbono maior que 10g.kg-1, inclusive no BA; textura argilosa ou muito argilosa em todo o B; alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol por curto espaço de tempo (uma semana ou mais), formando uma estrutura do tipo prismática.*

*São comuns na Região Sul do País em grandes altitudes (> 800m), em condições de clima subtropical. A fertilidade natural é baixa, e têm teores de alumínio trocável relativamente elevados. Assim como outros Latossolos são muito utilizados com agricultura. (Apêndice – p.286)*

- **Latossolos Amarelos:** *Solos profundos, de coloração amarelada, perfis muito homogêneos, com boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria. Ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas e Zonas Úmidas Costeiras (tabuleiros). São cultivados com grande variedade de lavouras. (Apêndice – p.287)*
- **Latossolos Vermelhos (aluminoférricos, acriférricos, distroférricos e eutroférricos):** *Como os demais latossolos, têm também grande homogeneidade de características ao longo do perfil, são bem drenados e de coloração vermelho-escuro, geralmente bruno-avermelhado escuro. A estrutura é quase sempre do tipo forte pequena granular com aparência de “pó de café”.*

*A presença de quantidade significativa de óxidos de ferro (entre 180 e 400 g.kg-1) faz com que, em campo, apresente atração moderada a forte pelo imã (quando secos e pulverizados).*

*Têm baixa e alta fertilidade natural (são distróficos ou eutróficos) e muitas vezes apresentam relativa riqueza em micronutrientes. Originam-se de rochas básicas e têm grande ocorrência no País, especialmente na parte do território referente à*



*bacia do Paraná, derivados de basaltos da Formação Serra Geral (Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).*

*São importantíssimos pelo seu elevado potencial agrícola, sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar em São Paulo, e uma grande variedade de grãos na Região Sul. (Apêndice – p.288)*

- **Latossolos Vermelhos:** *Solos vermelhos, geralmente com grande profundidade, homogêneos, de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade natural (necessitam correções químicas para aproveitamento agrícola). Ocorrem em praticamente todas as regiões do Brasil, mas têm grande expressividade nos chapadões da Região Central (Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais e outros).*

*São responsáveis por boa parte da produção de grãos em sistema de manejo desenvolvido desta região do País. (Apêndice – p.289)*

- **Latossolos Vermelho-Amarelos:** *Têm cores vermelho-amareladas, são profundos, com boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural, embora se tenha verificado algumas ocorrências de solos eutróficos. Ocorrem em praticamente todo o território brasileiro, entretanto, são pouco expressivos nos estados nordestinos e no Rio Grande do Sul. Quando de textura argilosa são muito explorados com lavouras de grãos mecanizadas e quando de textura média são usados basicamente com pastagens. (Apêndice – p.290)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo GUERRA e BOTELHO (2009):

*Os Latossolos, de um modo geral, apresentam reduzida suscetibilidade à erosão (Vieira, 1998; Oliveira et al., 1992; Resende et al., 1995) A boa permeabilidade e drenabilidade e a baixa relação textural B/A (pouca diferenciação no teor de argila do horizonte A para o B) garantem, na maioria dos casos, uma boa resistência desses solos à erosão. (p.184)*

#### **7.8.1.4 Luvissolos**

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os luvissolos possuem as seguintes características:

*São solos de profundidade mediana, com cores desde vermelhas a acinzentadas, horizonte B textural ou nítico abaixo de horizonte A fraco, moderado ou horizonte E, argila de atividade alta e alta saturação por bases. Geralmente apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e os subsuperficiais. A mineralogia das argilas condiciona certo fendilhamento em alguns perfis nos períodos secos. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos e valores da relação Ki elevados (de 2,4 a 4,0), denotando presença expressiva de argilominerais do tipo 2:1.*

*Distribuem-se por boa parte do território brasileiro, com maior expressividade em regiões como o semi-árido nordestino (antigos Bruno Não-Cálcicos) Região Sul (antigos Podzólicos Bruno Acinzentados eutróficos) e mesmo na região Amazônica, Estado do Acre (antigos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros eutróficos com argila de atividade alta).*

*Na Região Sul são utilizados com lavouras de grãos e pastagens, na região Amazônica apenas com pastagens plantadas, enquanto no semi-árido a pecuária extensiva é a principal utilização. (Apêndice – p.292)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo GUERRA e BOTELHO (2009):

*[...]apesar das suas características de agregação e boa estruturação (horizonte Bt em blocos angulares ou subangulares), apresentam certa suscetibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as descontinuidades texturais e estruturais ao longo do perfil. (p.185)*

#### **7.8.1.5 Neossolos**

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os neossolos possuem as seguintes características:

*Solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:*

- *Ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes subjacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;*

- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;
- Ausência de horizonte plúntico dentro de 40cm, ou dentro de 200cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante, com uma ou mais das seguintes cores:
- Matiz 2,5Y ou 5Y; ou
- Matizes 10 YR a 7,5 YR com cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores
- a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10 YR;
- Ausência de horizonte A chernozêmico conjugado a horizonte cálcico ou horizonte carbonático.

*Boa parte dos Neossolos ocorre em praticamente todas as regiões do País, embora sem constituir representatividade espacial expressiva, ou seja, ocorrem de forma dispersa em ambientes específicos, como é o caso das planícies à margem de rios e córregos (Neossolos Flúvicos) e nos relevos muito acidentados de morrarias e serras (Neossolos Litólicos). (Apêndice - p.294)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo GUERRA e BOTELHO (2009):

*Devido a pequena espessura desses solos, o fluxo d'água em seu interior é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em superfície, gerado pela rápida saturação do solo, e em subsuperfície, na zona de contato solo-rocha. Tal situação pode responder pela ocorrência de processos erosivos e, mais especificamente, de deslizamentos, se agravando nas encostas íngremes e desprovidas de vegetação. (p.190).*

#### **7.8.1.6 Nitossolos**

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os nitossolos possuem as seguintes características:

*Trata-se de uma ordem recém-criada, caracterizada pela presença de um horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com moderado ou forte desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com a superfície dos agregados reluzentes, relacionadas a cerosidade ou superfícies de compressão. Têm textura argilosa ou muito argilosa e a diferença textural é inexpressiva. São em geral moderadamente ácidos a ácidos com saturação por bases baixa a alta, com composição caulinitico-oxídica, em sua*

*maioria com argila de atividade baixa, ou com atividade alta (> 20cmolc.kg-1) associado a caráter alumínico.*

*Os Nitossolos Vermelhos (Terras Roxas Estruturadas e Terras Roxas Estruturadas Similares) têm ocorrência em praticamente todo o País, sendo muito expressivos em terras da bacia platina que se estende desde o Rio Grande do Sul a Goiás (região sudoeste), além de terras no norte de Goiás, norte do Tocantins, sul do Maranhão, e algumas ocorrências no Mato Grosso (Juína e Salto do Céu) e Pará (Oriximiná, Alenquer e Altamira), entre outras.*

*Os Brunos (Terras Brunas Estruturadas e Terras Brunas Estruturadas Similares), por sua vez, são mais restritos às regiões altas do sul do País com pequena ocorrência também na região de Poços de Caldas - MG. (Apêndice – p.298)*

Quanto à suscetibilidade à erosão, segundo GUERRA e BOTELHO (2009):

*Corresponde a solos com baixo gradiente textural entre os horizontes A e B e alta porosidade, possibilitando, na maioria dos casos, apesar da textura pesada (argilosa), uma boa permeabilidade. Em casos de drenagem moderada ou imperfeita e terrenos mais declivosos, eleva-se a suscetibilidade desses solos à erosão. (p.185)*



## 7.9 AÇÕES DE CONTROLE

Para a implantação das ações de controle aplicáveis aos trechos diagnosticados no Rio Grande do Sul, foram estabelecidos dois níveis de prioridade a partir dos indicadores estabelecidos. Os prioritários foram classificados como E1 e dividem-se em duas classificações de cenários: cenário de **Alerta** e os secundários como de **Intervenção**.

Para as ações serem aplicadas, os cenários classificados como E1 foram escolhidos por encontraram-se dentro da faixa de domínio da via férrea e assim oferecem risco aos seus colaboradores, além de alguns trechos que se encontram em áreas urbanas oferecendo perigo aos moradores dessas áreas e os arredores, assim optou-se por classificar os seguintes cenários, conforme o **Quadro 7.9-1**.

**Quadro 7.9-1 – Indicadores Ambientais**

Indicadores		Cenário	Ação
Declividade do terreno mais acentuada		Alerta	Preventiva
Presença de solo exposto		Alerta	Preventiva
Presença de erosão	Laminar	Alerta	Preventiva
	Sulcos	Intervenção	Corretiva
	Ravinar	Intervenção	Corretiva
	Voçoroca	Intervenção	Corretiva
Assoreamento de cursos d'água		Intervenção	Corretiva

Com base na classificação acima foi possível elencar as seguintes ações preventivas e corretivas do Programa de Controle e Prevenção Contra a Erosão para as áreas E1:

### a) Ações Preventivas

- Manter as inspeções e manutenções periódicas realizadas por equipe treinada em todo o trajeto da faixa de servidão via terrestre, quando necessário;
- Priorizar a estação do ano com menor incidência de chuva para realização de obras de manutenção da ferrovia e da faixa de domínio;
- Manutenção do sistema de drenagem das águas pluviais;

- As saídas de água da faixa de domínio devem ser encaminhadas para o talvegue (fluxo natural do escoamento superficial das águas da chuva) mais próximo;
- Manutenção dos terraços que reduzem a velocidade do escoamento superficial das águas da chuva na faixa de servidão nos terrenos ondulados e acidentados;
- Nos trechos mais íngremes recomenda-se a manutenção periódica do sistema de drenagem atual, que é composto de terraços que direcionam o fluxo da água pluvial para o leito de drenagem natural;
- O monitoramento do sistema de drenagem envolve a sua inspeção periódica, de forma a detectar possíveis áreas de solo exposto com carreamento de sedimentos que possam originar focos de erosão;
- Para garantir a efetividade das coberturas vegetais, podem ser utilizadas novas técnicas de plantio adequado para as características do local; e
- Recompôr áreas desmatadas no âmbito do Programa de Revegetação de Matas Ciliares.



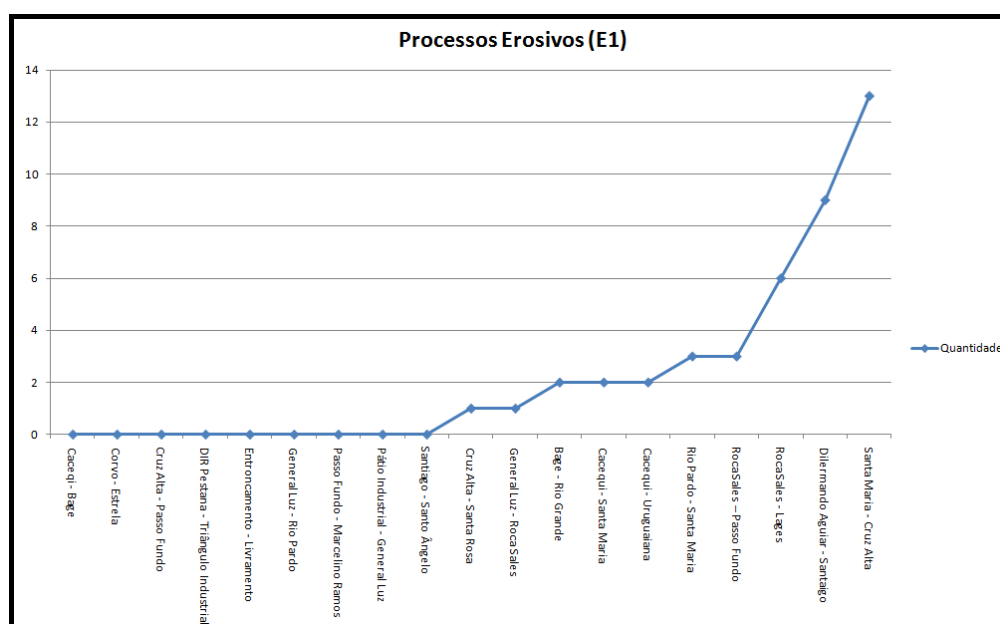
**b) Ações Corretivas**

- Avaliar a viabilidade para que os taludes acima de 60°, sejam refeitos e condicionados para uma declividade de 45°;
- Instalação de canaletas de drenagem a montante e a jusante da faixa de domínio em áreas com declividade acima de 30° e com início de processo erosivo. A canaleta a jusante deve ser provida de saídas laterais, com espaçamento de 20 metros entre elas, que direcionem a água da chuva para o talvegue e reduzam o volume da água enxurrada que carrega detritos e material particulado;
- Na eventual ocorrência de locais comprometidos pela erosão como barrancos desmoronados, deve ser realizada a recuperação da área afetada por meio de reaterro ou obras de proteção e contenção quando necessário, ou mesmo obras de drenagem que neste caso incluem gabiões, cortinas, e etc.;
- Construção de canaletas para o escoamento superficial nas áreas próximas das drenagens; e

- Nos leitos de drenagens escavados por enxurradas, deve-se impermeabilizar o solo com cimento e pedras. Outras técnicas poderão ser adotadas conforme cada caso em particular.

As ações iniciais devem priorizar os trechos que contenham menos ocorrências de processos classificados como **E1**, apontados na **Figura 7.9-1**. Ao longo do Programa os outros trechos **E1** devem ser progressivamente objeto das ações corretivas propostas, conforme apresentado no Capítulo 7.10 – Metas.

Terminados os trabalhos de recuperação desses trechos, por opção da empresa, podem ser corrigidos os trechos **E2** e em seguida os **E3** e assim sucessivamente, pois esses trechos não oferecem perigo iminente para a Via Permanente.




**Figura 7.9-1 – Quantidade de Erosões E1 Analisadas nos Trechos Percorridos no Rio Grande do Sul.**

## 7.10 METAS

Como principal meta, a ALL prevê no período de um ano recuperar pelo menos 25% do total dessas erosões classificadas como **E1**, e a medida que for avançando, corrigir as consideradas com grau menor.

Para o segundo, terceiro e quarto ano também são previstas metas de implantação da ordem de 25% anuais, de modo a se obter 100% dos processos erosivos **E1** corrigidos ao final do período.

O detalhamento cronológico das ações pode ser observado no Capítulo 7.11 onde é apresentado o cronograma físico para os quatro anos iniciais. Vale ressaltar que, em que pese o lapso temporal estabelecido pelo Programa, as ações de monitoramento de pontos prováveis ou efetivos de processos erosivos ao longo da Via Permanente deve perdurar por toda a vida útil do empreendimento.



Conforme descrito no capítulo relativo ao método do Programa, foi estabelecido que o monitoramento das áreas diagnosticadas (M1) deve ser realizado trimestralmente, para as áreas (M2) o monitoramento deve ocorrer semestralmente, e no caso (M3) está previsto um monitoramento anual. Constatando-se novos processos erosivos, os mesmos serão classificados segundo os critérios desse Programa e passarão a integrar o rol das metas estabelecidas.



## 7.11 INDICADORES

Os indicadores devem sinalizar as metas do trabalho. Assim, os locais que tiverem classificação E1 (maior grau de erosão), à medida que as erosões forem sendo reparadas, passam a não mais figurar no escopo do trabalho, desta forma o medidor avança na tabela de indicadores. Para as localidades classificadas como E2 e E3 vale a mesma lógica.

No final do período de um ano as tabelas de meta pretendidas e medidas efetivamente concluídas devem coincidir, evidenciando o atingimento das metas estabelecidas no Programa.




## 7.12 RESULTADOS ESPERADOS

A partir das ações elencadas na metodologia espera-se que estas sejam cumpridas e os resultados apresentados positivos, ou seja, os processos erosivos estabilizados e em perfeita condição de estabilidade.

Espera-se que as equipes de inspeções e manutenções estejam aptas para o trabalho de monitoramento e manutenção envolvendo os processos erosivos, e que mantenham as redes de drenagem em boas condições, ao mesmo tempo em que serão realizadas técnicas para recuperação dos solos nos taludes que apresentem maior perigo.

As obras nos locais diagnosticados devem privilegiar a morfologia da própria região, evitando maiores problemas de movimentos de massa. Após a construção de terraços e superfícies de escoamento, as áreas próximas à ferrovia devem sofrer menor impacto das águas superficiais uma vez que a forma do terraço diminui a velocidade da água e, portanto, seu potencial de erosão.



Após a implantação do Programa espera-se que os locais onde seja necessária a recuperação dos solos por meio de re-aterro, possam integrar a rede de drenagem de forma eficiente e sem desencadear novos processos erosivos.

## 7.13 CRONOGRAMA FÍSICO

A **Tabela 7.13-1** apresenta o cronograma de implantação e acompanhamento do programa.

**Tabela 7.13-1 – Cronograma Preliminar**

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS										
Atividade	Ações de Controle	Período								
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Ano 1	Ano 2	Ano 3
1	<b>1 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA E PLANEJAMENTO</b>									
	1.1 - Definição da Área de Abrangência e Planejamento da Execução das Obras (SC e PR)	■	■	■	■					
2	<b>2 - IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS</b>									
	2.1 - Identificação e reconhecimento dos locais	■	■	■	■					
3	<b>3 - PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO DE TÉCNICAS</b>									
	3.1 - Definição das Técnicas de Recuperação das Áreas (SC e PR)	■	■	■	■					
4	<b>4 - DEFINIÇÃO E REALIZAÇÃO DE OBRAS</b>									
	4.1 - Definição e execução de obras de reparação/contenção (SC e PR)				■	■	■	■	■	■
5	<b>5 - REGISTRO DE CAMPO</b>									
	5.1 - Levantamento de campo - Identificação, Caracterização, Mapeamento e Registros (PR)				■	■	■	■	■	■
	5.2 - Levantamento de campo - Identificação, Caracterização, Mapeamento e Registros (SC)						■	■	■	■
6	<b>6 - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA</b>									
	6.1 - Inserção de Sistema de Informação Geográfica (PR e SC)						■	■	■	■
7	<b>7 - ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO</b>									
	7.1 - Proposição das Atividades de Manutenção e de Monitoramento (SC e PR)						■	■	■	■
8	<b>8 - INTERAÇÃO COM PROGRAMA DE REVEGETAÇÃO</b>									
	8.1 - Consolidação do Programa de Revegetação dos Taludes (SC e PR)						■	■	■	■
9	<b>9 - REVISÃO DO PROGRAMA</b>									
	9.1 - Revisão 0 (PR e SC)							■	■	■
10	<b>10 - MONITORAMENTO</b>									
	10.1 - Acompanhamento do resultado dos Trabalhos (SC e PR)							■	■	■
11	<b>11 - AFERIÇÃO DO PROGRAMA E COMUNICAÇÃO COM O ÓRGÃO AMBIENTAL</b>									
	11.1 - Atualização das planilhas de registros.						■	■	■	■
	11.2 - Elaborar o relatório semestral e enviar ao IBAMA.						■	■	■	■

