



Programa
SOLO NA ESCOLA UFPR

O SOLO NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

KEMELYN HACK PIRES
LUANE APARECIDA STABEN
PAMELLA ALLANA LIMA DOMINGUES
MARCELO RICARDO DE LIMA



Reitor

Ricardo Marcelo Fonseca

Diretor do Setor de Ciências Agrárias
Amadeu Bona Filho

Chefe do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Renato Marques



Coordenador do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR
Marcelo Ricardo de Lima

Coordenador do Projeto de Extensão Universitária Educação Ambiental em Solos
Angelo Evaristo Sirtoli

Coordenadora do Projeto de Extensão Universitária Recursos Didáticos Para a Educação em Solos
Glaciela Kaschuck

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA SOLO NA ESCOLA/UFPR
PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SOLOS

O SOLO NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

KEMELYN HACK PIRES
LUANE APARECIDA STABEN
PAMELLA ALLANA LIMA DOMINGUES
MARCELO RICARDO DE LIMA

CURITIBA - PR
2021

Copyright©2021 - Departamento de Solos e Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do Paraná

Primeira edição: 2021

ISBN: 978-65-89713-97-5

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR
Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, Curitiba - PR
Tel. (41) 3350-5603
E-mail: projetosolonaescola@gmail.com
Site: www.escola.agrarias.ufpr.br

Foto da capa: Vale do rio Caí (Marcelo Ricardo de Lima,
divisa de Canela e São Francisco de Paula - RS)

O solo no licenciamento ambiental. / Kemelyn Hack Pires... [et al.]. - Curitiba, 2021. - 112 p.

Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR,
desenvolvido no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
da Universidade Federal do Paraná.

ISBN: 978-65-89713-97-5

1. Solos - Educação. 2. Licenciamento ambiental. 3. Estudos ambientais. I. Staben, Luane Aparecida. II. Domingues, Pamella Allana Lima. III. Lima, Marcelo Ricardo de.

AUTORES

Kemelyn Hack Pires

Graduanda em Engenharia Florestal.
Bolsista extensão do Programa Solo na Escola/UFPR.

Luane Aparecida Staben

Graduanda em Engenharia Florestal.
Bolsista extensão do Programa Solo na Escola/UFPR.

Pamella Allana Lima Domingues

Graduanda em Engenharia Florestal.
Bolsista extensão do Programa Solo na Escola/UFPR.

Marcelo Ricardo de Lima

Professor Associado do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
da Universidade Federal do Paraná.
Coordenador do Programa Solo na Escola/UFPR.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. O LICENCIAMENTO AMBIENTAL	4
2.1 A LICENÇA AMBIENTAL	6
2.2 COMPETÊNCIA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	9
2.2.1 Federal	9
2.2.2 Estadual	10
2.2.3 Municipal	10
3. ESTUDOS AMBIENTAIS PRELIMINARES	11
3.1 ETAPAS DO ESTUDO AMBIENTAL PRELIMINAR	12
3.1.1 Diagnóstico Ambiental	14
3.1.2 Prognóstico Ambiental	15
3.1.3 Medidas Mitigadoras	16
3.2 ALGUNS TIPOS DE ESTUDOS AMBIENTAIS PRELIMINARES	17
3.2.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	17
3.2.2 Relatório Ambiental Simplificado (RAS)	18
3.2.3 Relatório Ambiental Preliminar (RAP)	19
3.2.4 Relatório de Controle Ambiental (RCA)	19
3.3 RESPONSABILIDADE PELA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS	20
3.3.1 Responsabilidade Técnica pelos Estudos Pedológicos	21
4. O SOLO NO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	22
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS	24
4.2 PESQUISA DE CAMPO	26
4.3 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	29
4.4 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	30
4.5 USO ATUAL DO SOLO	31

4.6 APTIDÃO AGRÍCOLA DA TERRA	32
5. O SOLO NO PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	34
5.1 DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O SOLO	35
5.1.1 Agravamento dos Processos de Desertificação	37
5.1.2 Alteração da Estrutura do Solo	38
5.1.3 Alteração da Fertilidade do Solo	39
5.1.4 Alteração do Uso do Solo.....	40
5.1.5 Compactação do Solo	41
5.1.6 Contaminação do Solo (substâncias poluentes inorgânicas)	42
5.1.7 Contaminação do Solo (substâncias poluentes orgânicas)	43
5.1.8 Diminuição da Capacidade de Regeneração do Meio	44
5.1.9 Disposição de Resíduos e Efluentes	45
5.1.10 Erosão Hídrica	46
5.1.11 Impermeabilização	47
5.1.12 Aumento de Evapotranspiração do Solo	48
5.2 CATEGORIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	49
5.2.1 Magnitude	50
5.2.2 Área de Abrangência	50
5.2.3 Duração ou Temporalidade	51
5.2.4 Natureza do Impacto	52
5.2.5 Grau de Reversibilidade	53
5.2.6 Forma de Incidência ou Tipologia do Impacto	54
5.2.7 Prazo para Manifestação	55
5.3 RELAÇÃO ENTRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS E AS MEDIDAS MITIGATÓRIAS	56
6. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O SOLO	57
6.1 EXEMPLOS DE MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS NO SOLO	59

6.1.1 Exemplos de Medidas Mitigatórias do Agravamento dos Processos de Desertificação	59
6.1.2 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Alteração da Estrutura do Solo	60
6.1.3 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Alteração da Fertilidade do Solo	61
6.1.4 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Alteração do Uso do Solo	62
6.1.5 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Compactação do Solo	63
6.1.6 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Contaminação do Solo	66
6.1.7 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Diminuição da Capacidade de Regeneração do Meio	67
6.1.8 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Disposição de Resíduos e Efluentes	69
6.1.9 Exemplos de Medidas Mitigatórias da Erosão do Solo	70
6.1.10 Exemplos de medidas mitigatórias da impermeabilização do solo	72
6.1.11 Exemplos de medidas mitigatórias do aumento da evapotranspiração do solo	73
7. O SOLO NAS ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM EMPREENDIMENTOS	74
7.1 A POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	75
7.2. OS PROGRAMAS AMBIENTAIS COMO MEDIDA MITIGADORA DOS IMPACTOS NO SOLO	76
7.3 O SOLO NAS ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA)	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	89

LISTA DE IMAGENS

Capa do capítulo 1 – Reservatório no rio Jamari (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro, RO)	1
Imagem da página 2 – Área de manguezal no Parque Estadual do Palmito (Marcelo Ricardo de Lima, Paranaguá – PR)	2
Imagem da página 3 – Área de manguezal (Marcelo Ricardo de Lima, Pontal do Paraná – PR)	3
Capa do capítulo 2 – Vale do rio Caí (Marcelo Ricardo de Lima, Canela – RS)	4
Imagem 1 – Área degradada pela mineração de areia (Marcelo R. de Lima, Santo Antônio do Tauá – PA)	5
Imagem 2 – Mata Ciliar do rio Iguaçu (Marcelo Ricardo de Lima, Foz do Iguaçu – PR).....	6
Imagem 3 – Construção de tomada d'água em PCH (Marcelo R. de Lima, Palestina de Goiás – GO)	8
Imagem 4 – Construção de rodovia (Marcelo Ricardo de Lima, Imbaú – PR)	10
Capa do capítulo 3 – Vale do rio Caçador (Marcelo Ricardo de Lima, Canela – RS)	11
Imagem 5 – Vale do rio Irapurú (Marcelo Ricardo de Lima, Gramado – RS)	13
Imagem 6 – Espécie de Psittacidae (Marcelo Ricardo de Lima, Goiás – GO)	14
Imagem 7 – <i>Araucaria angustifolia</i> (Marcelo Ricardo de Lima, Mangueirinha – PR)	14
Imagem 8 – Degradação do solo pela construção de uma pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Ariquemes – RO)	15
Imagem 9 – Degradação do solo (voçoroca) iniciada pela atividade mineradora (Marcelo Ricardo de Lima, Cristalina – GO)	15
Imagem 10 – Camada superficial do solo separada em bota espera para recuperação de área degradada (Marcelo Ricardo de Lima, Arenópolis – GO)	16
Imagem 11 – Viveiro de mudas florestais para recuperação de área degradada (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás – GO)	16
Imagem 12 – Impermeabilização do canal adutor de PCH (Marcelo R. de Lima, Palestina de Goiás, GO)	17
Imagem 13 – Rio Canaã (Marcelo Ricardo de Lima, Ariquemes – RO)	18
Imagem 14 – Área de mineração (Angelo Evaristo Sirtoli, Rio Branco do Sul, PR)	19
Imagem 15 – Descrição do perfil de solo (Marcelo Ricardo de Lima, Pinhais – PR)	21
Capa do Capítulo 4 – Descrição do perfil de solo (Angelo Evaristo Sirtoli, Prata – MG)	24
Imagem 16 – Trabalho de campo no levantamento de solos (Marcelo Ricardo de Lima, Prata – MG)	23
Imagem 17 – Área de empréstimo (Marcelo Ricardo de Lima, Santo Antônio do Tauá – PA)	24
Imagem 18 – Amostragem de solo com trado tipo holandês (Marcelo R. de Lima, Pontal do Paraná – PR)	28
Imagem 19 – Descrição do solo em perfil escavado (Angelo Evaristo Sirtoli, Prata – MG)	29

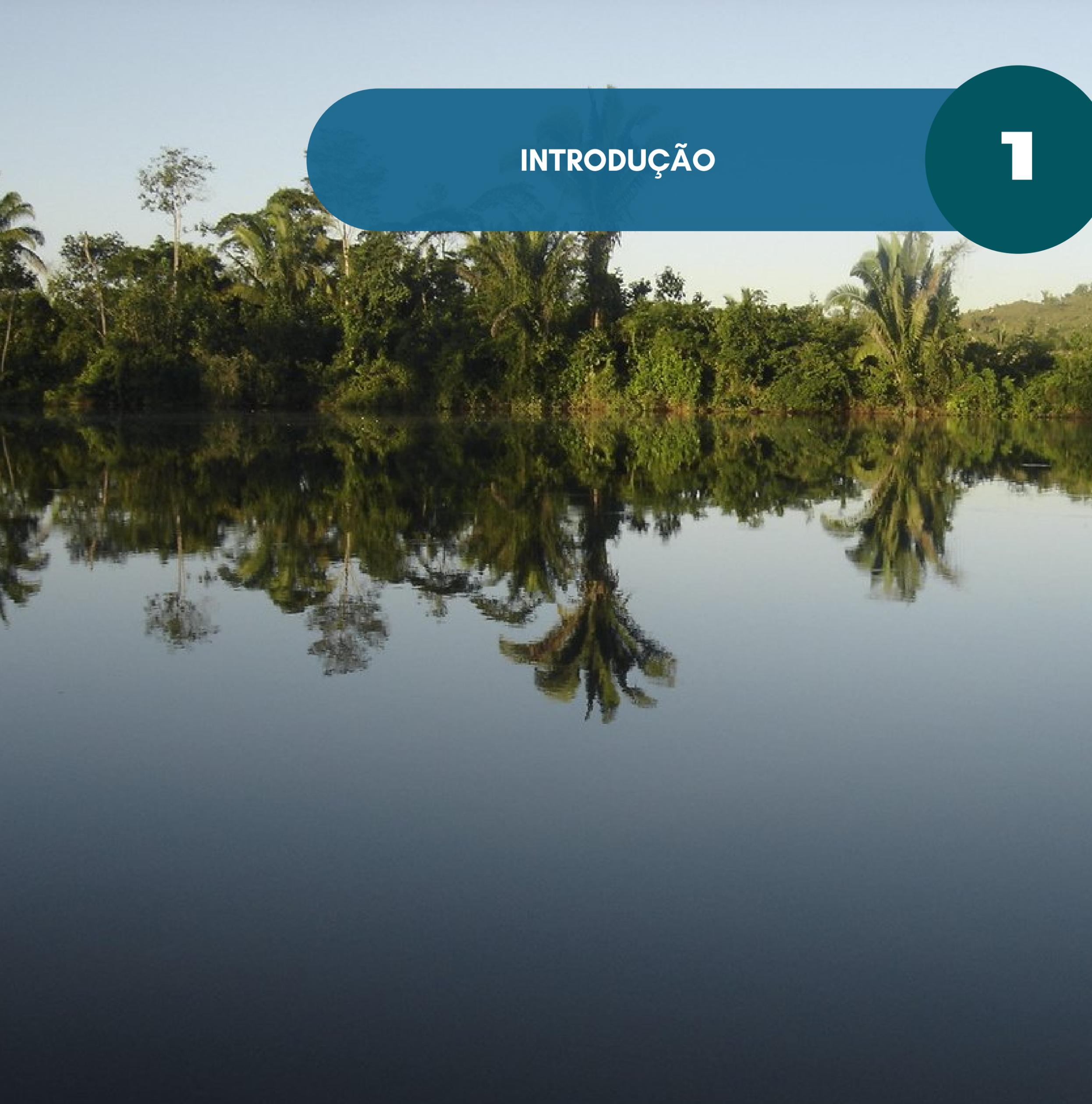
Imagem 20 – Área com predominância de florestas e campos nativos (Marcelo Ricardo de Lima, Ponta Grossa – PR)	31
Imagem 21 – Área agrícola (Marcelo Ricardo de Lima, Baliza – GO)	31
Imagem 22 – Paisagem rural (Marcelo Ricardo de Lima, Mangueirinha – PR)	33
Capa do Capítulo 5 – Canteiro de obras de uma pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Arenópolis – GO)	34
Imagem 23 – Erosão em plantio de <i>Pinus</i> sp. (Marcelo Ricardo de Lima, Prata – MG)	36
Imagem 24 – Área em processo de desertificação (Marcelo R. de Lima, Sobral – CE)	37
Imagem 25 – Área em processo de desertificação (Marcelo R. de Lima, Cabrobó- PE)	37
Imagem 26 – Área em processo de desertificação (Marcelo Ricardo de Lima, Lajes – RN)	37
Imagem 27 – Área de empréstimo (Marcelo R. de Lima, Santo Antônio do Tauá – PA)	38
Imagem 28 – Área de escavação e tráfego de veículo em canteiro de obra de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro – RO)	38
Imagem 29 – Remoção do horizonte superficial do solo para implantação de canteiro de obras (Marcelo Ricardo de Lima, Cristalina – GO)	39
Imagem 30 – Aplicação de calcário no solo (Marcelo Ricardo de Lima, Ibirubá – RS)	39
Imagem 31 – Alteração do uso do solo para construção de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás, GO)	40
Imagem 32 – Alteração do Uso do Solo para construção de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Ariquemes – RO)	40
Imagem 33 – Compactação do solo pelo tráfego de equipamentos (Marcelo R. de Lima, Prata – MG)	41
Imagem 34 – Contaminação do solo (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pollution-in-china.jpg – Imagem com licença Creative Commons)	42
Imagem 35 – Resíduos inorgânicos sobre o solo (Sara de Paula Santana, Curitiba, PR)	42
Imagem 36 – Esquema de vazamento de esgoto no solo (https://openclipart.org/detail/289928/sewer-system-leak – Imagem com licença Creative Commons)	43
Imagem 37 – Área de abastecimento de veículos no canteiro de obras (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro, RO)	43
Imagem 38 – Área de implantação de oleoduto no estado de São Paulo (Angelo Evaristo Sirtoli)	44
Imagem 39 – Área de extração de areia em Espodossolo (Marcelo R. de Lima, Pontal do Paraná – PR)	44
Imagem 40 – Erosão em sulcos em área que foi terraplanada para construção civil (Marcelo Ricardo de Lima, Guarapuava – PR)	46
Imagem 41 – Voçoroca (Marcelo Ricardo de Lima, Prata – MG)	46
Imagem 42 – Área industrial (Marcelo Ricardo de Lima, Pires do Rio – GO)	47
Imagem 43 – Rodovia asfaltada (Marcelo Ricardo de Lima, Pires do Rio – GO)	47
Imagem 44 – Terraplanagem para implantar de canteiro de obras (Marcelo R. de Lima, Ariquemes – RO) ..	48

Imagem 45 - Área de empréstimo para implantação de empreendimento industrial (Marcelo Ricardo de Lima, São José dos Pinhais - PR)	48
Imagem 46 - Obra de implantação de conduto forçado de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás - GO)	49
Imagem 47 - Obra de implantação de casa de força de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás - GO)	50
Imagem 48- Lixeira para separação de resíduos em unidade de conservação estadual (Marcelo Ricardo de Lima, Ponta Grossa - PR)	51
Imagem 49 - Lixão em Sumé (PB) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lix%C3%A3o_da_Cidade_-_City_Dump_-_Sum%C3%A9-PB_Ugly_%5E_Dirty_-_panoramio.jpg - Imagem com licença Creative Commons)	52
Imagem 50 - Tráfego de caminhões sobre o solo em obra de pequena central hidrelétrica (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro - RO)	52
Imagem 51 - Área de loteamento urbano com erosão do solo (Nerilde Favaretto, Curitiba - PR)	53
Imagem 52 - Construção de pequena central hidrelétrica (Marcelo R. de Lima, Monte Negro - RO)	54
Imagem 53 - Remoção da vegetação para implantação de empreendimento (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro - RO)	55
Imagem 54 - Remoção da camada superficial do solo para implantação de canteiro de obra (Marcelo Ricardo de Lima, Cristalina - GO)	55
Capa do Capítulo 6 - Solo coberto por resíduos vegetais (Marcelo Ricardo de Lima, Mangueirinha - PR) ...	57
Imagem 55 - Área degradada no bioma Caatinga (Marcelo R. de Lima, Juazeiro do Norte - CE)	59
Imagem 56 - Operação de corte em solo com uso de tratores e caminhões (Angelo Evaristo Sirtoli, Ariquemes - RO)	60
Imagem 57 - Solo com cobertura morta e viva (Marcelo Ricardo de Lima, Mangueirinha - PR)	61
Imagem 58 - Camada superficial do solo depositada em "bota-espera" para posterior uso em recuperação de área degradada (Marcelo Ricardo de Lima, Cristalina - GO)	60
Imagem 59 - Remoção do horizonte A do solo por um trator com esteiras (Marcelo Ricardo de Lima, Cristalina - GO)	64
Imagem 60 - Detalhe das hastes de um subsolador (Programa Solo na Escola, Pinhais - PR)	65
Imagem 61 - Subsolador em operação (Programa Solo na Escola, Pinhais - PR)	65
Imagem 62 - Área de estocagem de combustível e abastecimento de veículos no canteiro de obras (Marcelo Ricardo de Lima, Monte Negro - RO)	66
Imagem 63 - Desenvolvimento inicial da vegetação implantada na APP de rio (Angelo Evaristo Sirtoli, Mangueirinha - PR)	68

Imagem 64 – Recipiente para coleta de resíduos recicláveis em canteiro de obra (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás – GO)	70
Imagem 65 – Revegetação de talude com gramíneas em solos com barragem de terra (Angelo Evaristo Sirtoli, Cristalina – GO)	70
Imagem 66 – Revegetação com gramíneas no entorno do sistema de drenagem (Angelo Evaristo Sirtoli, Cristalina – GO)	71
Imagem 67 – Sistema de drenagem com revegetação dos taludes (Angelo E. Sirtoli, Cristalina – GO)	71
Imagem 68 – Hidrossemeadura em ambiente pedoturbado por escavação de túnel (Angelo Evaristo Sirtoli, Mangueirinha – PR)	71
Imagem 69 – Revegetação dos taludes (Angelo Evaristo Sirtoli, Mangueirinha – PR)	72
Imagem 70 – Desenvolvimento inicial da vegetação implantada na APP de rio (Angelo Evaristo Sirtoli, Mangueirinha – PR)	73
Capa do Capítulo 7 – Atividades de educação ambiental na Exposição Didática de Solos da Universidade Federal do Paraná (Marcelo Ricardo de Lima, Curitiba – PR)	74
Imagem 71 – Campanha para descarte correto de resíduos em canteiro de obras (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás – GO)	76
Imagem 72 – Atividade de educação ambiental em solos com a comunidade da área de influência de empreendimento de infraestrutura (Angelo Evaristo Sirtoli, Arenópolis – GO)	78
Imagem 73 – Atividade de educação ambiental em solos com trabalhadores de obra de infraestrutura (Angelo Evaristo Sirtoli, Arenópolis – GO)	79
Imagem 74 – Conjunto de lixeiras de coleta seletiva em canteiro de obra (Marcelo Ricardo de Lima, Arenópolis – GO)	79
Imagem 75 – Ação de educação ambiental em solos com a comunidade da área de influência de empreendimento de infraestrutura (Angelo Evaristo Sirtoli, em Palestina de Goiás – GO)	80
Capa das Referências Bibliográficas – Rio Mãe Catira (Marcelo Ricardo de Lima, Morretes – PR)	82
Imagem 76 – Rio Canaã (Marcelo Ricardo de Lima, Ariquemes – RO)	83
Imagem 77 – Rio Bonito (Marcelo Ricardo de Lima, Palestina de Goiás – GO)	84
Imagem 78 – Rio Iguaçu (Marcelo Ricardo de Lima, Foz do Iguaçu – PR)	85
Imagem 79 – Paisagem do vale do rio Bonito (Marcelo Ricardo de Lima, Arenópolis – GO)	86
Imagem 80 – <i>Araucaria angustifolia</i> (Marcelo Ricardo de Lima, Canela – RS)	87
Imagem 81 – Vale do rio Caí (Marcelo Ricardo de Lima, divisa de Canela e São Francisco de Paula – RS) ..	88
Capa dos Anexos – Terraplanagem em área de implantação de empreendimento hidrelétrico (Marcelo Ricardo de Lima, Ariquemes – RO)	89

INTRODUÇÃO

1



Ao longo da história das civilizações humanas, grandes ou pequenas obras foram necessárias para acompanhar o crescimento da população e de suas demandas. Porém, tais obras podem degradar o meio no qual o solo e outros componentes do ambiente se inserem. Devido a este problema, cabe ao Poder Público impor diretrizes que visam garantir um ambiente ecologicamente equilibrado para seus cidadãos, nos termos do artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). O licenciamento ambiental é o instrumento de preservação e fiscalização instituído pela Lei nº 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente, (BRASIL, 1981).

A licença ambiental, segundo Feitosa et al. (2004, p. 5), é o documento, com prazo de validade definido, no qual o órgão ambiental estabelece regras, condições, restrições e medidas de controle ambiental a serem seguidas pelo empreendedor. Entre as características avaliadas no processo é possível ressaltar: o potencial de geração de líquidos poluentes (despejos e efluentes), resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruídos e o potencial de riscos de explosões e de incêndios. Ao receber a Licença Ambiental, o empreendedor assume os compromissos para a manutenção da qualidade ambiental do local em que se instala.

Portanto, durante o processo de licenciamento ambiental, é necessário que sejam realizados estudos ambientais que apresentem o diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico, o prognóstico dos impactos a serem causados no meio e as medidas de mitigação dos mesmos.

Existem diversos tipos de estudos ambientais, que variam de acordo com o porte do impacto ambiental gerado pelo empreendimento ou atividade e até mesmo com a localidade. Esses estudos devem ser realizados por equipe legalmente habilitada.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), por exemplo, são exigidos no início do processo de licenciamento, para concessão da Licença Prévia de empreendimentos que podem causar significativos impactos ambientais devido às suas atividades, e consistem em um estudo realizado no local, mais precisamente no solo, água e ar para verificar se a área contém algum passivo ambiental além de prever como o meio socioeconômico e biótico serão afetados pela implantação do empreendimento (FEITOSA; LIMA; FAGUNDES, 2004, p. 6).



Contudo, apesar dos estudos ambientais contemplarem informações pertinentes aos impactos ambientais gerados pela atividade ou empreendimento e suas medidas de mitigação, geralmente pouca informação é encontrada sobre o solo, tanto na questão do diagnóstico, quanto no prognóstico da forma como esse recurso pode ser afetado, bem como na apresentação de medidas mitigatórias, preventivas ou corretivas dos impactos causados ao mesmo.

De acordo com Liberal (2009), mesmo o solo sendo um componente ambiental de relevante importância para manutenção da vida nos ecossistemas terrestres e o habitat de várias espécies de animais e organismos, muitas vezes este tema é abordado, nos estudos ambientais, apenas com dados secundários, desatualizados ou sem pesquisa em campo, o que pode resultar na degradação deste, devido à falta de conhecimento mais detalhado de suas condições locais.

Assim, o solo é, frequentemente, negligenciado nos processos de Licenciamento Ambiental, como

se fosse um componente ambiental que poderia ser desconsiderado.

Assim, considerando estes aspectos, a presente publicação aborda desde os estudos ambientais preliminares, o diagnóstico do meio físico e prognóstico dos impactos ambientais, até sugestões de medidas de mitigação dos impactos sobre o solo, bem como uma abordagem deste componente ambiental nas atividades de educação ambiental.

Dessa maneira, se espera que o solo deixe de ser um mero coadjuvante nos estudos ambientais e no processo de licenciamento ambiental, e passe a ter o devido reconhecimento como recurso natural indispensável e que pode ser severamente afetado por diferentes tipos de empreendimentos.

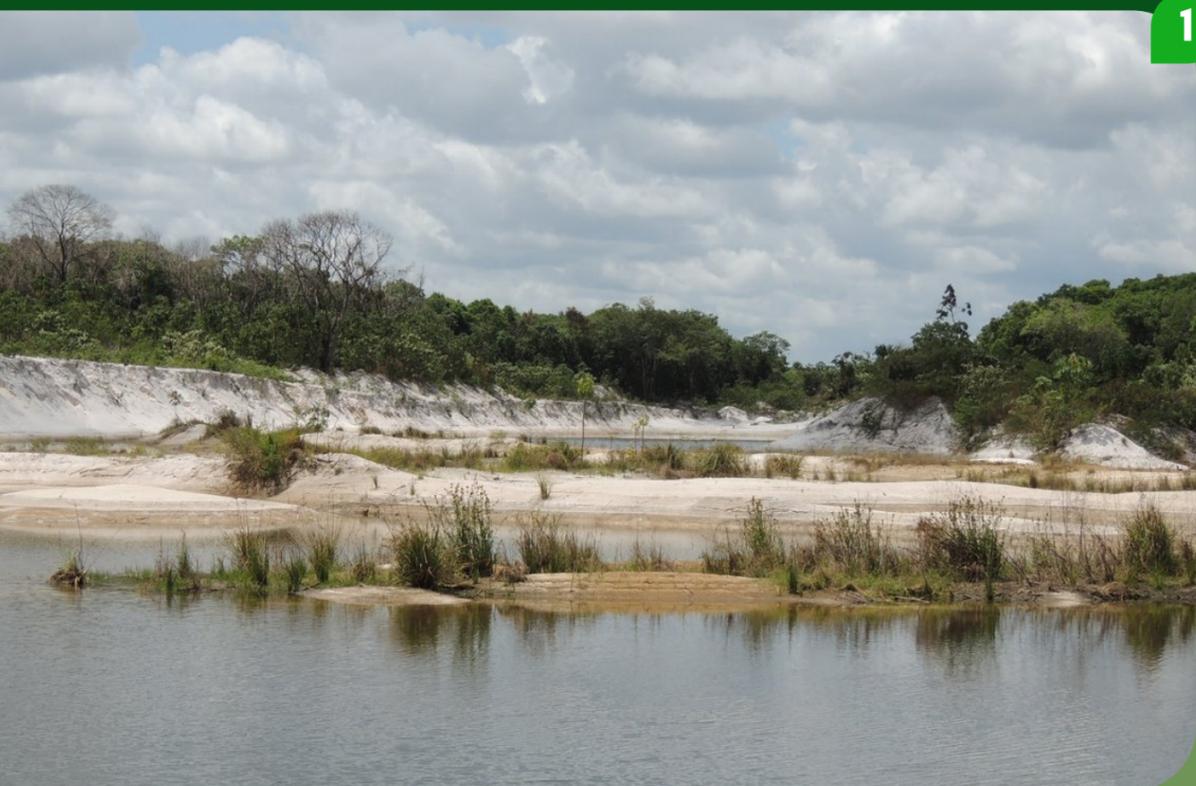
Diante disso, a presente obra foi elaborada com o objetivo de qualificar a inserção do tema solo no licenciamento ambiental, auxiliando os profissionais que atuam, tanto na elaboração quanto na análise de estudos ambientais.

○ LICENCIAMENTO AMBIENTAL

2



Segundo o artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Cabe então, ao Poder Público, para assegurar tal direito, segundo o inciso IV do parágrafo 1º do mesmo artigo, “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”. Portanto, os estudos de impacto ambiental são, antes de mais nada, uma exigência constitucional, prevista expressamente na carta magna do país.



Atendendo a esta demanda constitucional, a Lei Federal nº 6.938 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece no art. 10º que “a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental”.

A Lei Federal nº 6.938 (BRASIL, 1981), também estabelece a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), ao qual cabe estabelecer normas e critérios para o licenciamento ambiental.

A Lei Complementar nº 140 (BRASIL, 2011), no inciso I do art. 2º, estabelece que o licenciamento ambiental é “o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.



A Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), no inciso I do art. 10, ainda complementa que o licenciamento ambiental é o “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

Os empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental são descritos na Resolução CONAMA no 237/1997 (BRASIL, 1997), os quais se encontram listados no Anexo I da presente publicação, que deverão obrigatoriamente ter licença ambiental para o início de suas atividades.

2.1 A Licença Ambiental

A Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), no inciso II do art. 10, define o conceito de **licença ambiental** como o “ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”. Assim, nenhum empreendimento, potencialmente causador de impacto ambiental e sujeito ao licenciamento ambiental, pode sequer ser instalado ou operar sem a respectiva licença ambiental.



Existem, essencialmente, três tipos de Licença Ambiental: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Cada licença é requerida em uma etapa do Licenciamento Ambiental.

- **Licença Prévia (LP):** aprova a localização e concepção do empreendimento, atividade ou obra que se encontra na fase preliminar do planejamento atestando a sua viabilidade ambiental, estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implantação, bem como suprindo o requerente com parâmetros para lançamento de efluentes líquidos e gasosos, resíduos sólidos, emissões sonoras, além de exigir a apresentação de propostas de medidas de controle ambiental em função dos possíveis impactos ambientais a serem gerados (PORTAL NACIONAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL, 2018). Nesta etapa do licenciamento é importante que o recurso “solo” seja adequadamente caracterizado, bem como sejam estimados os impactos potencialmente causados sobre o mesmo, e a previsão das medidas mitigadoras a serem implementadas para minimizar este impacto.

- **Licença de Instalação (LI):** autoriza a instalação do empreendimento, atividade ou obra de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, fixando cronograma para execução das medidas mitigadoras e da implantação dos sistemas de controle ambiental (PNLA, 2018). A execução do projeto deve ser feita conforme a proposta apresentada. Qualquer alteração na planta ou nos sistemas instalados deve ser formalmente encaminhada ao órgão licenciador para avaliação (FEITOSA; LIMA; FAGUNDES, 2004, p. 6). Nesta etapa é importante que sejam detalhados especificamente as ações, planos, projetos e programas de mitigação dos impactos do empreendimento sobre o solo, dentro de um cronograma viável, com indicação da necessidade de profissionais qualificados para supervisão destas ações e especificação orçamentária definida.



- **Licença de Operação (LO):** autoriza a operação da atividade, obra ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento das medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas nas licenças anteriores (PNLA, 2018), sendo requerido quando o empreendimento estiver edificado. Nas restrições da LO estão expressos os métodos de controle e as condições de operação (FEITOSA; LIMA; FAGUNDES, 2004, p. 6). Em alguns órgãos ambientais esta licença também é denominada de licença de funcionamento. Nesta etapa é necessário detalhar as ações, planos, projetos e programas de mitigação dos impactos sobre o solo, que terão continuidade ou início na fase de operação (funcionamento) do empreendimento, dentro de um cronograma viável e com especificação orçamentária definida.



3



2.2 Competência do Licenciamento Ambiental

De acordo com a Lei Complementar nº 140 (BRASIL, 2011), o licenciamento do empreendimento pode ser de competência federal, estadual ou municipal. Assim, é necessário verificar as exigências do órgão competente, para a realização dos estudos ambientais pertinentes. Além da legislação federal, há legislações estaduais ou municipais, ou normativas dos órgãos ambientais federais, estaduais ou municipais, que podem definir parâmetros para a realização dos estudos ambientais para a obtenção das licenças ambientais (LP, LI e LO). Assim, os profissionais que atuam no licenciamento ambiental devem estar atentos, não somente à competência do licenciamento, como também às legislações, resoluções, portarias, decretos, etc. relacionados a esta competência. É necessário verificar quais são as exigências específicas do órgão ambiental competente para a elaboração dos estudos ambientais, inclusive no que tange aos aspectos do solo.

2.2.1 Federal

Segundo o art. 4º da Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), compete ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional:

- I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União;
- II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais estados;
- III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do país ou de um ou mais estados;
- IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN);
- V - bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

2.2.2 Estadual

De acordo com o art. 5º da Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

- I - localizados ou desenvolvidos em mais de um município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;
- II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente (...), e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;
- III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios;
- IV - delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

2.2.3 Municipal

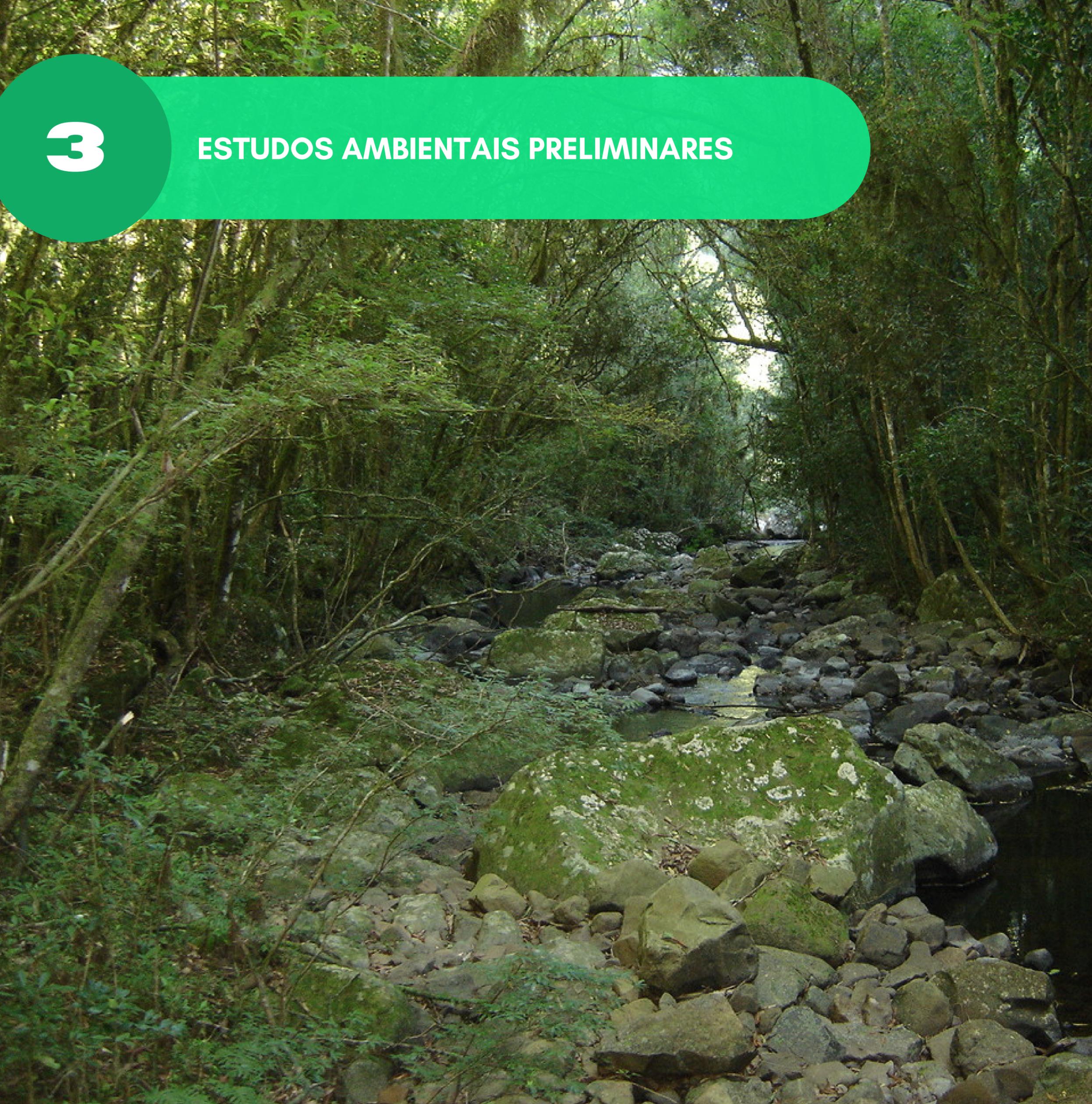
Segundo o art. 6º da Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), "compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de:

empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio."



3

ESTUDOS AMBIENTAIS PRELIMINARES



Segundo o inciso III do art. 1º da Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), os estudos ambientais “são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco”.

De acordo com o Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (2018), no Brasil, apesar da existência de alguns estudos ambientais comuns, exigidos na maioria dos estados, o conteúdo dos estudos ambientais, e a fase do licenciamento em que poderão ser solicitados, podem variar em cada estado ou município, de acordo com legislações e procedimentos próprios. Em muitos estados, o estudo ambiental é substituído por uma listagem de documentos pré-determinados de acordo com a atividade e porte do empreendimento.

3.1 Etapas do Estudo Ambiental Preliminar

Em geral, os estudos ambientais preliminares, normalmente exigidos para a obtenção da licença prévia, apresentam três etapas básicas: diagnóstico ambiental, prognóstico ambiental e medidas mitigadoras.



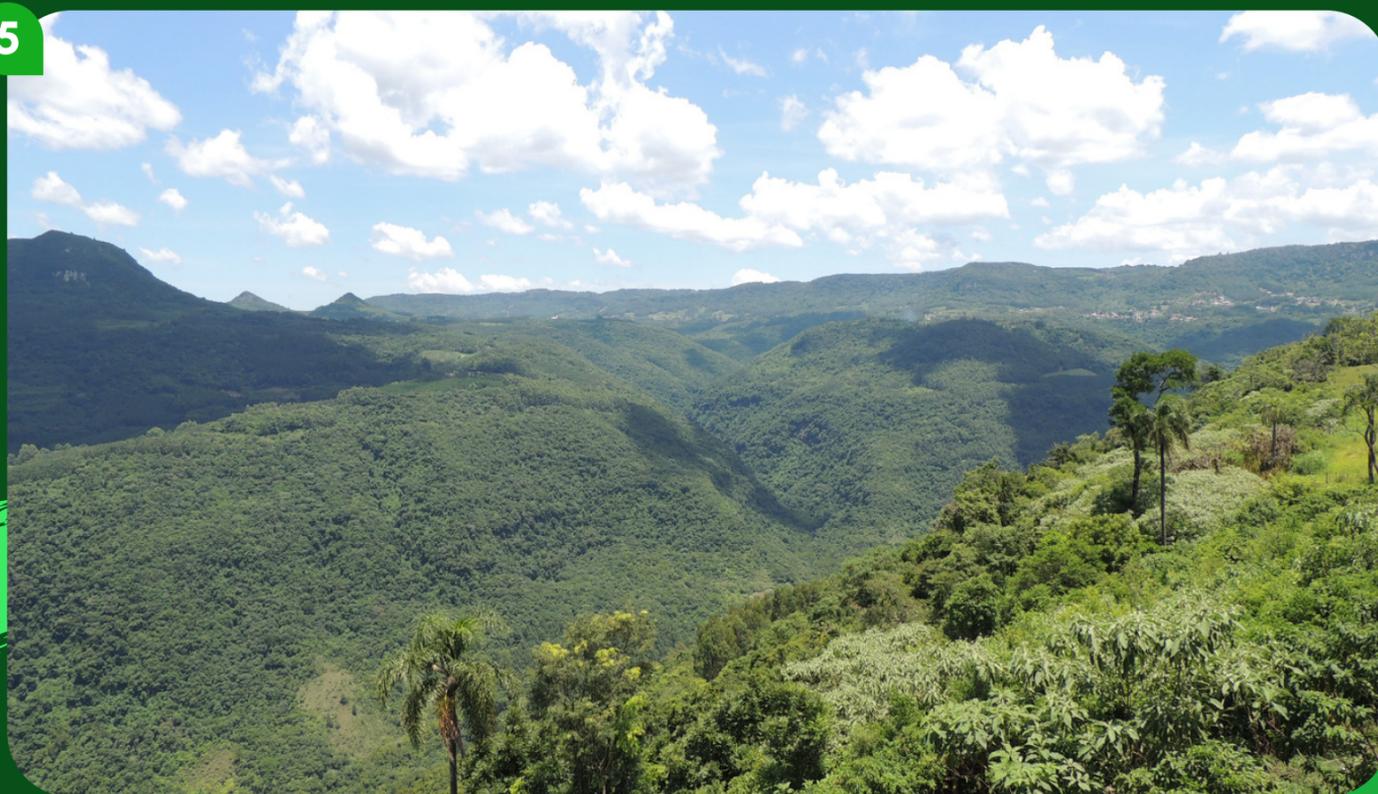
É importante ressaltar que cada etapa é consequência daquela que lhe antecedeu. O prognóstico ambiental, ou seja, a definição dos impactos (negativos ou positivos) que o empreendimento terá sobre o solo, somente será efetivo se houve um adequado diagnóstico ambiental deste recurso ambiental na fase anterior do estudo. Assim, os impactos sobre o solo devem ser avaliados, não conforme uma estimativa “aleatória”, mas fundamentados na real condição dos solos na situação local daquele empreendimento.

Da mesma forma, as medidas mitigatórias, que pretendem prevenir, corrigir ou compensar os danos sobre o solo, devem ser diretamente relacionadas aos impactos caracterizados no prognóstico ambiental.

Não há sentido em haver medidas mitigatórias para impactos não caracterizados. Igualmente, também não se pode imaginar uma situação na qual há impactos caracterizados no estudo ambiental, para os quais não existam medidas mitigatórias correspondentes.

Assim, deve haver um perfeito “casamento” entre o prognóstico dos solos naquele determinado ambiente, os impactos que o empreendimento irá causar nos mesmos, e as medidas mitigatórias a serem implantadas para minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos sobre este componente ambiental.

5





3.1.1 Diagnóstico Ambiental

O Diagnóstico Ambiental deverá caracterizar a situação ambiental atual das Áreas de Influência do Empreendimento, nas abrangências dos aspectos físico, biótico e socioeconômico. Será assim, obtido um “retrato” das condições ambientais da região antes da existência do empreendimento, o qual servirá de referência para a avaliação dos impactos advindos da implantação e operação do empreendimento (DNIT, 2006).



Esta etapa apresenta informações pertinentes ao meio físico como clima, qualidade do ar, geologia e geomorfologia, relevo e pedologia, aptidão das terras, recursos hídricos; ao meio biótico, como vegetação e fauna; e no meio antrópico (ou socioeconômico) são encontradas informações sobre as atividades econômicas desenvolvidas no local, educação, transporte, segurança, saúde, etc.



3.1.2 Prognóstico Ambiental

O Prognóstico Ambiental objetiva estabelecer uma previsão da caracterização ambiental futura das áreas de influência do empreendimento. Deve ser estruturado com base nos mesmos meios ambientais (físico, biótico e socioeconômico) e respectivos elementos considerados na etapa de Diagnóstico Ambiental (DNIT, 2006). Uma das funções do prognóstico é embasar a elaboração de um plano mitigatório adequado para os impactos ambientais e socioeconômicos futuros.



Nesta etapa são caracterizados a identificação do impacto, sua localização, fase de ocorrência do impacto, meio do impacto, classificação do impacto, natureza, reversibilidade, entre outros aspectos.



3.1.3 Medidas Mitigadoras

As medidas mitigadoras são ações propostas no estudo ambiental, com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos ambientais adversos (SÁNCHEZ, 2013), bem como otimizar os impactos positivos do empreendimento.

Nesta etapa, encontram-se informações sobre o meio impactado (físico, biótico ou socioeconômico), os componentes ambientais afetados (água, solo, ar, fauna, flora, população, etc.), as medidas mitigadoras propriamente ditas, o caráter da medida (preventivo, corretivo ou compensatório), o programa ambiental relacionado e a responsabilidade (empreendedor, empreiteira, órgão público, etc.).

10



11



3.2 Alguns Tipos de Estudos Ambientais Preliminares

Alguns exemplos de estudos ambientais requeridos na fase preliminar do licenciamento ambiental, ou seja, para concessão de licença prévia (LP), são o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) e o Relatório de Controle Ambiental (RCA). Há outros tipos de estudos, ou outras denominações dos mesmos, de acordo com as normatizações dos diferentes órgãos licenciadores federais, estaduais ou municipais, mas que tendem a se assemelhar àqueles descritos a seguir.

3.2.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

Exigência legal de acordo com a Resolução CONAMA 001/1986 e comum a todos os estados, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são requeridos no licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos de significativo impacto ambiental para obtenção da Licença Prévia.

É importante, antes de tudo, saber que o EIA e RIMA são documentos distintos, cada um com suas especificidades.

- **Estudo de Impacto Ambiental (EIA):** é o estudo ambiental que tem como objeto o diagnóstico das potencialidades naturais e socioeconômicas, os impactos do empreendimento e as medidas destinadas a mitigação, compensação e controle desses impactos (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2007). O EIA é essencialmente um produto técnico, fruto do estudo minucioso, e destinado a subsidiar a análise técnica da equipe do órgão ambiental. No EIA as informações sobre o solo deverão ter um caráter eminentemente técnico, de acordo com os parâmetros definidos por órgãos públicos conceituados na área pedológica como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

12



- **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA):** é um documento que reflete as conclusões do EIA, apresentado de forma objetiva e com informações em linguagem acessível ao público em geral, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens da atividade ou empreendimento, bem como as consequências ambientais de sua implantação (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, s.d.). Assim, o público-alvo do RIMA são, de fato, as populações a serem atingidas, direta ou indiretamente, pelo empreendimento. Desse modo, é importante que as informações do RIMA sobre o tema “solo” estejam apresentadas de modo claro para o público leigo sem, no entanto, descuidar do rigor destas informações. O RIMA será um instrumento importante nas audiências públicas, que serão necessárias no processo de licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental.

3.2.2 Relatório ambiental simplificado (RAS)

Solicitado para concessão de Licença Prévia no licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que não causem impactos ambientais significativos. Deve conter informações relativas à descrição geral área de influência, diagnóstico ambiental da região de inserção do empreendimento, sua caracterização, identificação dos impactos ambientais e medidas de controle, de mitigação e compensação.

Apesar de ser um estudo mais expedito que o EIA, as informações sobre solos devem se basear preferencialmente em dados primários, obtidos no campo, e não secundários, visto que, geralmente, há impactos significativos sobre este componente ambiental devido às obras civis.

13



3.2.3 Relatório Ambiental Preliminar (RAP)

É um tipo de estudo ambiental simplificado, requerido na fase de Licença Prévia de empreendimento e atividades de alguns estados.

De acordo com a Resolução CEMA nº 107 (PARANÁ, 2020), no inciso IV do art. 56º, seção V, o RAP é constituído dos estudos técnicos e científicos, elaborados por equipe multidisciplinar que, além de oferecer instrumentos para a análise da viabilidade ambiental do empreendimento ou atividade, destinam-se a avaliar sistematicamente as consequências das atividades ou empreendimentos considerados potencialmente causadores de degradação do meio ambiente, em que são propostas medidas mitigadoras com vistas a sua implantação.

“Este relatório constitui em apresentar a viabilidade ambiental de empreendimentos e atividades com potencial poluidor ou efetivamente poluidoras, considerando os aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, projeto urbanístico, bem como os impactos que podem e serão causados com a implantação do empreendimento e, assim, com a visão holística da situação propor medidas mitigatórias para os impactos previstos” (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, s.d.).

3.2.4 Relatório de controle ambiental (RCA)

É solicitado para empreendimentos ou atividades que não gerem impactos ambientais significativos, sendo seu conteúdo estabelecido caso a caso. Este estudo apresenta a localização frente ao Plano Diretor Municipal, a caracterização da região de instalação do empreendimento, alvarás e documentos similares, além do plano de controle ambiental, contendo fontes de poluição ou degradação e suas medidas de controle (Portal Nacional de Licenciamento Ambiental, 2018).



3.3 Responsabilidade pela Elaboração dos Estudos Ambientais

De acordo com o art. 7º da Resolução CONAMA nº 001 (BRASIL, 1986), o estudo de impacto ambiental será realizado por equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados. Assim, é evidente que o estudo ambiental deve ser realizado por empresa ou instituição idônea e não envolvida diretamente com o empreendimento.

Para que os estudos ambientais sejam válidos como instrumento de conhecimento e de gestão ambiental, é importante que haja participação de uma equipe interdisciplinar, com profissionais de diversas áreas do conhecimento. A avaliação ambiental é uma ação multidisciplinar e deve contar com o conhecimento e técnica de profissionais que conhecem as diferentes facetas do meio ambiente e suas relações, inclusive dos aspectos relacionados ao solo e sua potencialidade de uso.

Contudo, deve ser ressaltado que a mera participação de profissionais de várias áreas, cada um atuando em sua especificidade profissional, não garante, por si só, a desejada in-

terdisciplinaridade de um estudo ambiental. É necessária a real integração destes profissionais, de modo a discutirem, em conjunto, como os impactos de meios distintos (físico, biótico e socioeconômico) interagem entre si, maximizando ou minimizando os mesmos, e como as medidas mitigadoras podem ser complementares entre si. Assim, não basta o profissional responsável pelo levantamento dos aspectos pedológicos atuar somente na etapa do diagnóstico ambiental, sem ter real participação e interação, com os demais membros da equipe, nas etapas seguintes de prognóstico ambiental e definição de medidas mitigadoras.



3.3.1 Responsabilidade Técnica pelos Estudos Pedológicos

É relevante que exista, nessa equipe técnica multidisciplinar, um profissional habilitado a trabalhar com a pedologia. Vários profissionais podem trabalhar com esta área no estudo ambiental, uma vez que a mesma não é atribuição específica de uma única profissão, mas é evidente que a formação do profissional deve contemplar essa área de estudo.



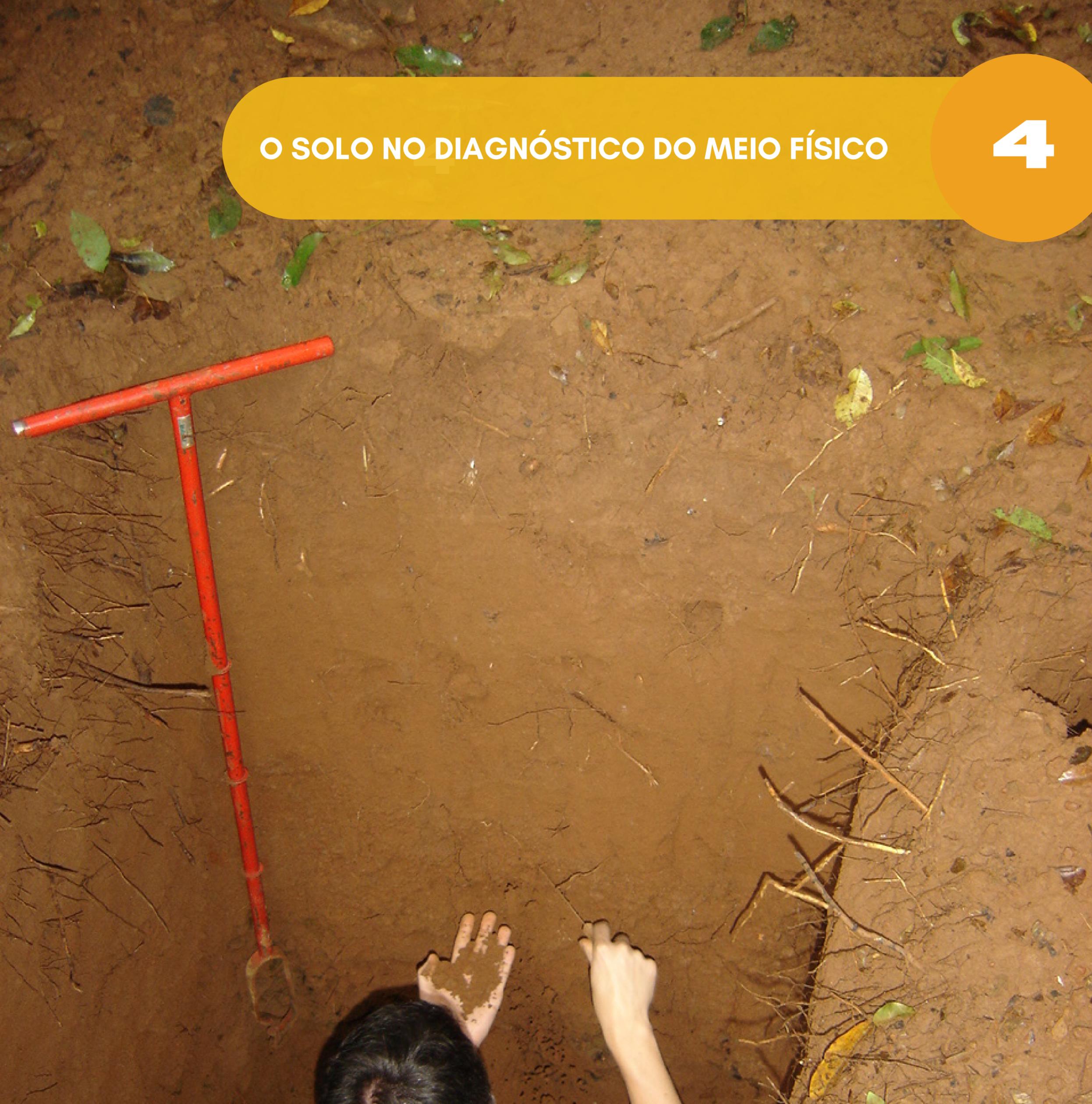
De fato, não há nenhuma profissão, regulamentada no Brasil, que indique formalmente o campo da “pedologia” como atribuição específica da mesma. A pedologia é a ciência “que trata da origem, morfologia, distribuição, mapeamento e classificação dos solos” (CURI et al., 1993; IBGE, 2004).

Em algumas profissões o termo “solo” é citado nas Leis Federais ou Resoluções dos Conselhos Profissionais que tratam das atribuições, mas geralmente aplicado a questões mais específicas de manejo (Engenheiro Agrônomo e Engenheiro Florestal), fertilização e conservação do solo (Zootecnista) ou solo como componente da produção agrícola (Engenheiro Agrícola).

Assim, diversos profissionais têm atuado na área de Pedologia, como Engenheiros Agrônomos, Engenheiros Florestais, Zootecnistas, Geólogos, Engenheiros Ambientais, Biólogos, Geógrafos, dentre outros, desde que contemplados pela respectiva formação profissional. Ressalta-se que o conhecimento pedológico, conforme descrito acima, envolve a “origem, morfologia, distribuição, mapeamento e classificação dos solos”, caracterizando, portanto, um conhecimento bastante especializado, sendo recomendável que o profissional possua pós-graduação na área específica.

O SOLO NO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

4



A primeira etapa de um estudo ambiental, para a licença prévia de um empreendimento, é o diagnóstico, que deverá retratar a qualidade ambiental atual nas áreas de influência dos estudos, indicando as principais características dos diversos fatores que compõem o sistema ambiental, de forma a permitir o entendimento da dinâmica e das interações existentes entre os meios (CEPEMAR, 2009).

A alínea “a” do inciso I do artigo 6º da Resolução CONAMA no 01/1986 define que o Estudo de Impacto Ambiental deverá desenvolver o diagnóstico ambiental do subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas e as correntes atmosféricas (BRASIL, 1986). Assim, observa-se que a legislação prevê explicitamente a necessidade de incluir o tema “solo” no diagnóstico de estudos ambientais.

Contudo, nos estudos de impactos ambientais o solo geralmente não tem a devida importância e, assim, pode haver uma subestimação ou superestimação dos impactos causados a este recurso natural, em função de um diagnóstico incompleto e/ou baseado somente em dados secundários, com elevada generalização.

Um estudo realizado por LIBERAL (2019), com estudos ambientais da área de geração e transmissão de energia no estado do Paraná, constatou que “o estudo do aspecto solo está presente na quase totalidade dos documentos”. Contudo, a autora ressalta que “a maioria deles é realizada com dados secundários, visto que quase a metade não apresenta indícios de pesquisa de campo específica para análise do solo”. Esta pesquisa ainda revelou que o tema “solo” ocupa parte muito limitada destes estudos, o que se reflete em pouca ou ausência de identificação de impactos ambientais sobre este componente nestes estudos.

A seguir é apresentada uma sugestão de abordagem do tema “solo” no diagnóstico de estudos ambientais, que deve ser adequada, conforme a necessidade.



4.1. Levantamento de dados secundários

Se refere aos dados obtidos em materiais já publicados ou disponíveis em bases de dados, referentes aos solos e suas aptidões nas áreas de influência onde será implantado o empreendimento.

Pode-se recorrer aos levantamentos pedológicos mais recentes, os quais apresentam os principais solos da região a ser avaliada. No entanto, ressalta-se que, na maior parte do país, os levantamentos de solos disponíveis encontram em pequena escala, o que dificulta o seu uso para fins mais detalhados, conforme seria adequado nos estudos ambientais. Não se deve utilizar mapas esquemáticos de solos, que não fruto de levantamentos, mas apenas compilações destes, normalmente em menor escala.

O levantamento de solos, composto pelo relatório e seu respectivo mapa, é o primeiro recurso de que dispõe o usuário para localizar sua área, identificar os solos ali existentes e reportar-se ao texto explicativo para compreensão da natureza dos solos, suas aptidões e limitações de uso (EMBRAPA, 1995). Conforme descrito anteriormente, devido à pequena escala dos estudos pedológicos, geralmente existente no país, os levantamentos disponíveis servem tão somente como referência inicial. Além disso, muitos dos levantamentos realizados no Brasil não dispõem de arquivos editáveis, que possam ser utilizados em Sistemas de Informação Geográficas (SIG), dispondo apenas de mapas em formato PDF ou mesmo analógico.



Alguns repositórios já realizam o arquivamento dos levantamentos de solos e/ou perfis de solos descritos, para facilitar o uso dos dados de pontos já coletados. A seguir estão descritos alguns repositórios que dispõem de levantamentos de solos ou perfis de solos já descritos, os quais podem servir como referência para levantamento de dados secundários.



Ressalta-se que, se disponíveis, a existência de perfis de solo anteriormente descritos, nas áreas de influência do empreendimento, facilita o trabalho de campo a ser realizado no estudo ambiental.

O uso dos mapas e relatórios pedológicos já existentes (dados secundários) serve para iniciar uma base de dados. Porém, a eventual existência destes levantamentos, em pequena escala cartográfica, não dispensa o reconhecimento dos tipos de solos que serão identificados em campo nas áreas de influência do empreendimento, através de levantamentos de campo.

Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo (FEBR):



<https://www.pedometria.org/projeto/febr/>

Banco de Dados de Informações Ambientais - Pedologia (IBGE):



<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>

Sistema de Informação de Solos Brasileiros (EMBRAPA):



https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html

Portal de Solos do Programa Nacional de Solos (PronaSolos):



<https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>

Open Soils (UFRRJ):



<https://opensoils.org/>

Podem ser usadas bases cartográficas, sensores remotos e geoprocessamento para a confecção de mapas, em escala adequada. Os mapas geológicos, mapas de vegetação, climáticos e mapas geomorfológicos também devem também ser consultados como materiais de apoio na separação dos padrões ambientais e caracterização geral da área (OLIVEIRA et al., 2019).

4.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo, para coleta de dados de solos, é importante para se conhecer este componente nas áreas de influência do empreendimento. Obviamente que a etapa de campo é uma atividade mais custosa, pois depende de uma equipe, bases cartográficas, transporte, alojamento, ferramentas, alimentação, análises de solo, entre outros aspectos.

Segundo o item 3.2.6.5 do Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015), um fator muito importante para o sucesso dos trabalhos de campo é a escolha da época certa para realização dos mesmos. Os períodos chuvosos trazem desconforto durante os trabalhos, dificultam ou impedem o acesso a alguns pontos

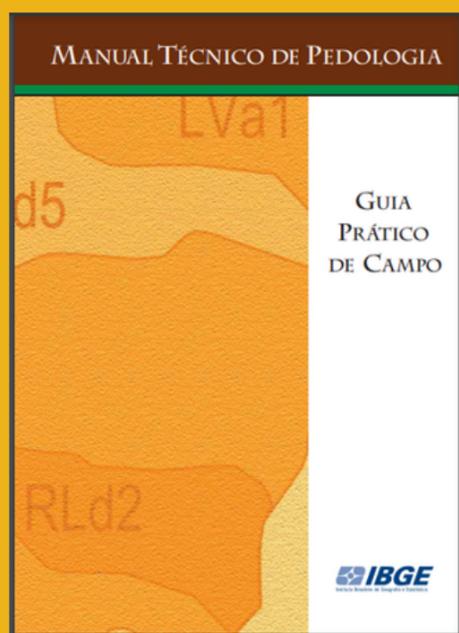
da área por condições de trafegabilidade e ainda limitam, ou muitas vezes impossibilitam, o trabalho em determinadas regiões, em função de elevação do lençol freático. Por isso, é importante planejar quando será realizada a etapa de estudos pedológicos de campo, para evitar períodos nos quais o deslocamento com veículos, barcos ou a pé seja dificultado.

A intensidade do levantamento de campo dependerá do tipo de levantamento a ser realizado, o qual também depende da finalidade. Em estudos ambientais é esperado que os tipos de levantamento mais comuns sejam enquadrados como reconhecimento de alta intensidade, semi-detalhado ou detalhado, dependendo da finalidade a ser atendida. Por exemplo, em um estudo ambiental de um loteamento urbano é esperado que o levantamento de solos tenha maior densidade de pontos de amostragem e de observação, caracterizando um levantamento detalhado.

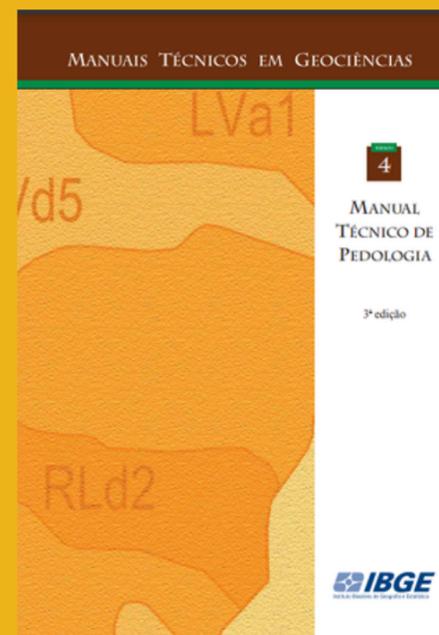


Para mais detalhes sobre os procedimentos para abertura, descrição de perfis e coleta de amostras de solos no campo, deve-se consultar o Guia Prático de Campo do IBGE (IBGE, 2015), o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2015) ou Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015).

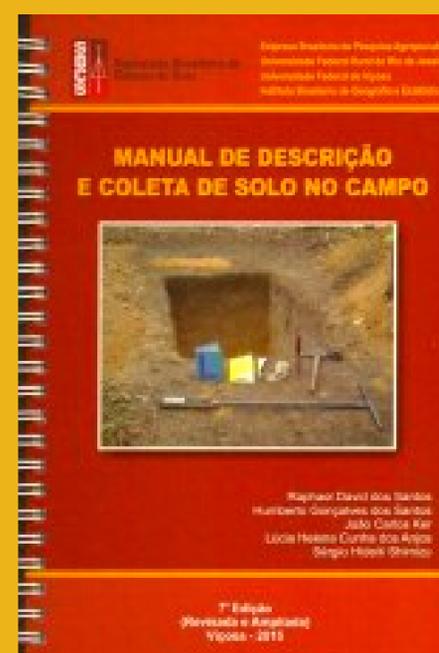
Guia Prático de Campo do IBGE (IBGE, 2015)



Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015).



Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2015)

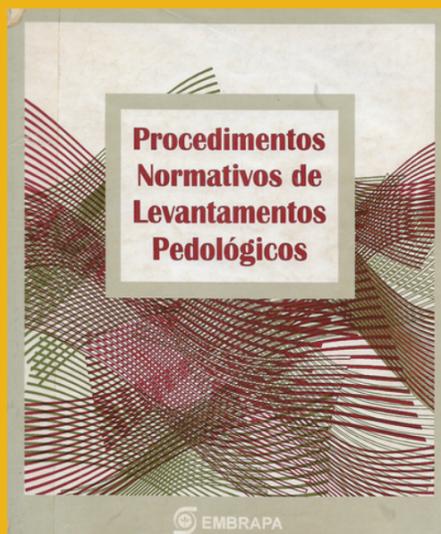


As amostras, coletadas a campo, deverão ser analisadas em conformidade com o Manual de Métodos de Análises de Solos (TEIXEIRA et al., 2017), que corresponde à metodologia padrão para levantamentos de solos.

Para maiores detalhes a respeito dos procedimentos de levantamento de solos devem ser consultadas as publicações “Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos” (EMBRAPA, 1995) ou o “Manual Técnico de Pedologia” (IBGE, 2015, Parte 3).



Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos (EMBRAPA, 1995)



4.3 Critérios de Classificação dos Solos

Os critérios de classificação dos solos incluem os seguintes conceitos usados nos níveis categóricos das classes, que são os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais e os atributos diagnósticos (EMBRAPA, 2018).

Muitas vezes, os dados secundários, anteriormente descritos, ainda constam com classificações antigas de solos, que devem ser atualizadas. Não há uma correlação exata entre as classificações em uso no Brasil anteriormente a 1999 e o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). Assim, é necessário reclassificar os perfis de solos das bases secundárias, utilizando a descrição dos mesmos existente nos relatórios destes levantamentos.

Para a classificação dos solos descritos e coletados a campo deve ser utilizada a atual versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), que é o sistema oficialmente adotado pela instituição federal responsável pelo desenvolvimento do mesmo, ou seja, a Empresa Brasileira de Pesquisa de Pesquisa Agropecuária.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018)



19

4.4 Descrição das Unidades de Mapeamento

Unidades de mapeamento são representações geográficas de áreas no mapa que contém uma ou mais classes de solos. Essas unidades taxonômicas são agrupadas em grupos maiores denominados classes.

Enquanto uma unidade taxonômica é uma classe de solo definida e conceituada, segundo parâmetros de classificação, estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, uma unidade de mapeamento é um conjunto de áreas de solos com relações e posições definidas na paisagem (EMBRAPA, 1995).

São apresentadas nos relatórios dos levantamentos as descrições das principais classes de solos existentes em cada unidade de mapeamento, contendo as suas características morfológicas, físicas e químicas dos solos.

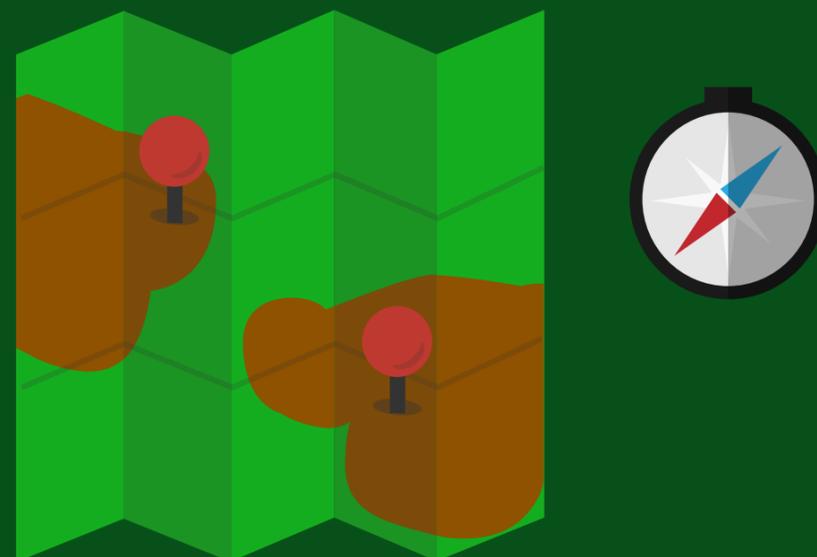
A distribuição espacial destas unidades de mapeamento também é representada nos mapas de solos, que acompanham estes relatórios.



Assim, tanto ao se manusear os mapas e levantamentos já existentes, quanto ao se produzir um novo levantamento, deve ser considerado que as unidades de mapeamento muitas vezes não são simples, ou seja, compreendem mais de uma classe de solos, em associações, complexos ou grupos indiscriminados. Mesmo as unidades de mapeamento simples geralmente possuem outras classes taxonômicas de solos como inclusões.

Deste modo, deve-se perceber que cada unidade de mapeamento, em um mapa de solo, geralmente não está representando uma única classe de solo. E, quanto mais generalizado for o levantamento de solos, maior deverá ser a diversidade de solos existentes em uma determinada unidade de mapeamento.

Para maiores detalhes a respeito das unidades de mapeamento devem ser consultadas as publicações “Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos” (EMBRAPA, 1995) ou o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015, Parte 3).

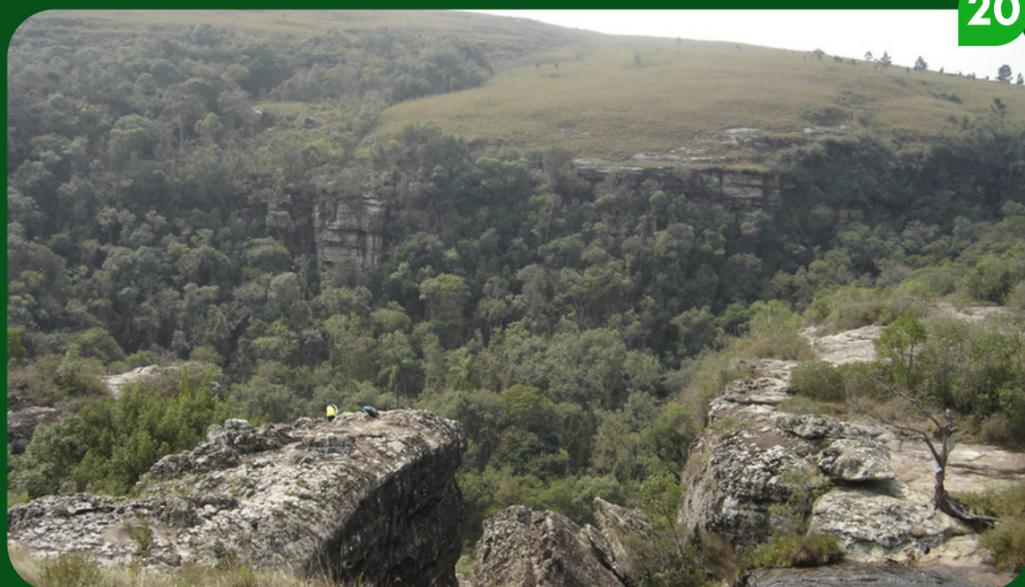


4.5 Uso Atual da Terra

O uso atual da terra pode ser compreendido como sendo a forma que o espaço geográfico está sendo ocupado, seja por florestas e campos naturais, ou utilizado pelo próprio ser humano e suas atividades, como agricultura, pecuária, reflorestamento, uso urbano, industrial, minerário, etc.

Na descrição do uso da terra, é importante estabelecer relações com os solos existentes na paisagem, procurando entender a lógica de ocupação dos espaços pelo ser humano, nas áreas antropizadas, ou de tipos vegetacionais ou ausência destes, nas áreas naturais.

Para mais detalhes sobre a classificação de uso do solo é sugerida a publicação “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2013).



20

Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).



21



4.6 Aptidão Agrícola das Terras

A interpretação de levantamento de solos é uma tarefa relevante para utilização racional desse recurso natural, na agricultura, pecuária, silvicultura, construção civil e em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades. Assim, podem ser realizadas interpretações para atividades agrícolas, classificando-se as terras de acordo com sua aptidão para diversas culturas sob diferentes condições de manejo e viabilidade de melhoramento, através de novas tecnologias e, também, para outros fins, tais como geotécnica, engenharia sanitária, engenharia rodoviária e ferroviária, etc. Ainda, no campo das possibilidades de interpretação de levantamentos de solos, podem ser consideradas as necessidades de fertilizantes e corretivos, possibilitando a avaliação da demanda potencial desses insumos em função da área cultivada (EMBRAPA, 1995).



A classificação da aptidão de terras, como tem sido empregada, não é precisamente um guia para obtenção do máximo benefício das terras, e sim uma orientação de como devem ser utilizados seus recursos no planejamento regional e nacional (RAMALHO FILHO; BECK, 1995).

Os aspectos básicos utilizados na classificação da aptidão de terras são: Níveis de manejo considerados; Grupos, subgrupos e classes de aptidão das terras.

Este sistema considera três níveis de manejo (A - primitivo; B - pouco desenvolvido; C- desenvolvido) e, assim sendo, esta informação tem uma interação direta com as informações do diagnóstico do meio socioeconômico das áreas de influência do empreendimento.



Os grupos são divididos de 1 a 6, sendo que o nível 1 pode ter maior intensidade de uso do solo. Assim, quanto maior o número atribuído ao grupo de aptidão agrícola maiores são as restrições daquele solo e, conseqüentemente, maiores serão os riscos de o empreendimento causar danos mais substanciais a este componente ambiental.

Para mais informações, e detalhamento da metodologia, sugere-se consultar a publicação “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras” (RAMALHO FILHO; BECK, 1995).

Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO; BECK, 1995).



Está em elaboração uma nova edição desta publicação



O SOLO NO PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5



O **prognóstico ambiental** procura prever e caracterizar os potenciais impactos sobre seus diversos ângulos. Para isso, por meio de técnicas específicas e com o objetivo de avaliar e interpretar, estabelece a importância de cada um dos potenciais **impactos** em relação aos fatores ambientais afetados e constrói subsídios para a proposta de medidas mitigadoras, compensatórias e programas de monitoramento ambiental (DNIT, 2006).

Assim, a principal finalidade do prognóstico é estabelecer quais impactos o empreendimento irá proporcionar ao ambiente. A identificação dos impactos deve estar intimamente relacionada com o diagnóstico anteriormente realizado. Se, por exemplo, o diagnóstico identificou a existência de solos arenosos na área de influência direta do empreendimento, este pode ser um fato condicionante de um elevado risco de erosão dos solos eventualmente expostos pela remoção da cobertura vegetal.



5.1 Descrição dos impactos sobre o solo

Segundo o artigo 1º da Resolução CONAMA no 01/1986 (BRASIL, 1986), “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam: I - A saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - As atividades sociais e econômicas; III - A biota; IV - As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - A qualidade dos recursos ambientais”.

Ressalta-se que os impactos sobre o solo não se restringem ao inciso V acima descrito, visto que os demais incisos também podem estar relacionados a este componente ambiental.

Com o intuito de facilitar o agrupamento dos impactos, que as atividades de implantação do empreendimento podem causar sobre o solo, nesta publicação será utilizada, como base, a Matriz de Impactos Ambientais, instituída pela Portaria no 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

Nesta matriz são identificados os possíveis impactos das atividades sobre o solo, os quais podem ocorrer ou não, em consequência da implantação de determinado empreendimento, isolados ou conjuntamente, os quais serão descritos a seguir.

POSSÍVEIS IMPACTOS DOS EMPREENDIMENTOS NO SOLO

- Agravamento dos processos de desertificação;
- Alteração da estrutura do solo;
- Alteração da fertilidade do solo;
- Alteração do uso do solo;
- Compactação do solo;
- Contaminação do solo (substâncias poluentes inorgânicas);
- Contaminação do solo (substâncias poluentes orgânicas);
- Diminuição da capacidade de regeneração do meio;
- Disposição de resíduos e efluentes;
- Erosão;
- Impermeabilização;



5.1.1 Agravamento dos processos de desertificação

A desertificação corresponde à degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas, sendo que esta compreende a degradação dos solos, recursos hídricos, vegetação e redução da qualidade de vida das populações afetadas (IBGE, 2004).

Alguns processos que podem contribuir para a desertificação são o desmatamento, a extração excessiva de produtos florestais, as queimadas, a sobrecarga animal, o uso intensivo do solo e seu manejo inadequado e o emprego de tecnologias não apropriadas para ecossistemas frágeis (SÁ et al., 2010).



24



26

5.1.2 Alteração da estrutura do solo

A estrutura do solo é o padrão de arranjo das partículas primárias do solo (areia, silte e argila) em unidades estruturais compostas, denominadas agregados, e separadas entre si pelas superfícies de fraqueza (SANTOS et al., 2015).

Um solo bem estruturado apresenta várias vantagens como: rápida infiltração da água da chuva; maior espaço poroso para as trocas gasosas do sistema radicular das plantas; maior atividade biológica no solo (macro e microrganismos), devido à melhor aeração; maior resistência à erosão; maior resistência à compactação; maior eficácia dos corretivos da fertilidade do solo e aproveitamento dos fertilizantes pelas plantas; maior rapidez na decomposição dos resíduos orgânicos e liberação de nutrientes (CAPECHE, 2008).

A alteração da estrutura do solo geralmente é um impacto negativo, cuja intensidade depende e como será implantado o empreendimento ou a ação envolvendo o solo.

A movimentação do solo, principalmente decorrente de ações como cortes e aterros, pode afetar a estrutura, destruindo a mesma severamente.

27



28



5.1.3 Alteração da fertilidade do solo

A implantação do empreendimento pode alterar vários aspectos da fertilidade do solo, tais como disponibilidade de macro e micronutrientes, pH do solo, conteúdo de matéria orgânica etc.

A alteração da fertilidade pode ser um impacto positivo se, por exemplo, um solo, carente em nutrientes, receber resíduos da construção civil, como cal e cimento, que possam incorporar cálcio e aumentar o pH da solução do solo.

Por outro lado, esta alteração pode ser negativa com a retirada da cobertura vegetal e a perda de matéria orgânica, que é muito relevante para a retenção de nutrientes em solos tropicais intemperizados. Ou, ainda, o decapeamento do terreno, que é uma atividade comum em muitas obras civis, pode reduzir a fertilidade do solo, ao retirar os horizontes mais superficiais que, usualmente, apresentam maior fertilidade química natural.



5.1.4 Alteração do uso do solo

A alteração do uso do solo ocorre quando a função do solo muda em relação à situação anterior. Pode ser uma área de floresta nativa que foi transformada em uma área de floresta plantada, área urbana, aeroporto ou hidrelétrica, por exemplo.

Praticamente todos os tipos de empreendimentos provocam alterações no uso do solo. Desde alterações mais discretas, com a implantação, por exemplo, de empreendimentos eólicos, até alterações muito pronunciadas como a transformação de uma área florestada em uma área de indústria ou de mineração. Outro exemplo seria a conversão, de áreas originalmente com vegetação nativa ou uso agropecuário, para corpos hídricos, no caso dos reservatórios dos empreendimentos de geração de energia hidrelétrica. Independentemente da intensidade desta alteração, de fato, sempre há uma modificação no uso do solo em função da implantação do empreendimento.

Eventualmente a alteração pode ser positiva quando, por exemplo, uma área degradada urbana é convertida em uma área recuperada, como um parque.



32



5.1.5 Compactação do solo

A compactação do solo é a diminuição do volume do solo ocasionado por compressão, causando um rearranjo mais denso das partículas do solo e a consequente redução da porosidade, provocada pela ação antrópica (IBGE, 2004).

A compactação do solo provoca a redução na proporção de macroporos, ou seja, os poros com maior diâmetro no solo. Assim, em um solo com reduzida macroporosidade, haverá maior dificuldade para a infiltração de água e trocas gasosas com o ar atmosférico, sendo um impacto negativo no solo.

O tráfego de máquinas e operários e o empilhamento de materiais são as causas usuais da compactação do solo nas obras de um empreendimento. Esta compactação, devido ao efeito de redução da taxa de infiltração da água no solo, também aumenta o escoamento superficial, favorecendo processos erosivos e de assoreamento dos corpos hídricos.

A compactação do solo traz diversos prejuízos à flora e à fauna no ambiente onde se está presente como, por exemplo, impermeabilização e redução da infiltração da água (consequentemente causando enxurradas), erosão e diminuição do crescimento e desenvolvimento das plantas, visto que dificulta o crescimento radicular. Assim, a compactação prejudica o desenvolvimento de raízes de árvores e outros vegetais utilizados nos processos de recuperação de áreas degradadas pela implantação do empreendimento.

33



5.1.6 Contaminação do solo (substâncias poluentes inorgânicas)

A contaminação do solo por substâncias inorgânicas ocorre quando estas são introduzidas devido à atividade antrópica.

Um solo é contaminado quando sofre uma mudança em seus atributos físicos, químicos ou biológicos, podendo representar uma ameaça para a saúde pública e o ambiente. A contaminação por metais pesados pode ser incolor e inodora e, por isso, é difícil de ser notada. Não obstante, quando excede a tolerância ambiental, ou quando as condições ambientais são alteradas, os metais pesados no solo podem causar graves danos ecológicos (Li et al., 2014), sendo um impacto negativo ao solo.

Este tipo de impacto ocorre, por exemplo, quando são depositados resíduos produzidos pelos trabalhadores da obra. Ou, ainda, a instalação de uma indústria, na qual ocorre o descarte inadequado de poluentes inorgânicos, a qual tem potencial para contaminar o solo, além do risco de também atingir o lençol freático.



34



35

5.1.7 Contaminação do solo (substâncias poluentes orgânicas)

A contaminação do solo também pode ocorrer por substâncias orgânicas persistentes ou não persistentes, sendo as primeiras as mais preocupantes.

Os poluentes orgânicos persistentes (POP) são compostos orgânicos produzidos, direta ou indiretamente pela ação antrópica, cujos impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente são relevantes. São compostos altamente tóxicos que sofrem bioacumulação e não se degradam facilmente, causando disfunções hormonais, danos ao sistema nervoso central e aos rins, hepatotoxicidade, indução de abortos, dentre outros problemas (IBGE, 2004).

A contaminação orgânica ocorre, por exemplo, em lixões e na maioria dos aterros controlados, nos quais a lixiviação do chorume pode contaminar o solo e o lençol freático. Também pode ocorrer pela deposição de resíduos industriais de natureza orgânica no solo.

O setor de abastecimento de veículos, em canteiros de obras, também é um local com potencial para contaminação orgânica do solo.



5.1.8 Diminuição da capacidade de regeneração do meio

O uso intensivo do solo e a diminuição no tempo de pousio (período sem cultivo) tem como efeito a diminuição no aporte de biomassa, proveniente da regeneração natural, acelerando a degradação do solo (DENICH et al., 2004).

Áreas degradadas são definidas como aquelas nas quais ocorreram modificações do espaço e do sistema natural, sobretudo proveniente de atividades humanas (DIAS; GRIFFITH, 1998). A alteração de uma área não configura, necessariamente, um ambiente degradado, mas é assim considerada, quando o ambiente sofre alterações que levam à redução ou perda da capacidade produtiva, comprometendo seu potencial de regeneração.

A diminuição da capacidade de regeneração do meio pode ser consequência, inclusive, de outros processos anteriormente descritos, como a diminuição da fertilidade, a compactação e a contaminação dos solos.

38



39



5.1.9 Disposição de resíduos e efluentes

Os resíduos sólidos são encontrados nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição de ruas (IBGE, 2004).

Segundo a Resolução CONAMA no 499 de 2020, os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, e cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2020).



Um efluente é qualquer tipo de água ou líquido, que flui de um sistema de coleta, ou de transporte, como tubulações, canais, reservatórios ou elevatórias, ou de um sistema de tratamento ou disposição final, como estações de tratamento e corpos de água receptores (IBGE, 2004). Os efluentes despejados de forma incorreta no ambiente causam a alteração da qualidade dos receptores e, conseqüentemente, a sua poluição.

Se o efluente for lançado/infiltrado no solo, o responsável deverá garantir que não ocorra contaminação do solo e, especialmente, das águas subterrâneas, pois o artigo 2º da Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece que a disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas (BRASIL, 2011).



5.1.10 Erosão hídrica

A erosão hídrica é o processo de desagregação do solo e transporte dos sedimentos pela ação mecânica da água, a qual, embora seja um processo natural, pode acelerar, direta ou indiretamente, pela ação humana, como consequência da remoção da cobertura vegetal e destruição da flora (DNIT, 2006).

O processo de erosão é considerado um impacto negativo ao solo, em que ocorre a perda de água e solo, prejudicando a capacidade de regeneração do meio, bem como comprometendo os corpos hídricos, devido ao aumento da turbidez e assoreamento.



40

Os principais tipos de processos erosivos que podem ocorrer nas encostas são: a) erosão pelo impacto da gota da chuva - desagregação e movimentação de partículas do solo causadas pelo impacto da gota da chuva; b) erosão entre sulcos - remoção de uma camada uniforme de solo; c) erosão em sulcos - processo no qual numerosos canais de vários centímetros de profundidade são formados; d) erosão em voçorocas - processo de erosão onde a água se acumula em canais estreitos e com profundidade considerável de 0,5 m até 20 a 30 m (CURI et al., 1993).

41



5.1.11 Impermeabilização

A impermeabilização do solo ocorre devido à construção de edificações e implantação de áreas asfaltadas, cimentadas ou calçadas, em obras como, por exemplo, construção de rodovias, aeroportos, plantas industriais, conjuntos residenciais, etc. A impermeabilização é prejudicial ao solo, pois reduz ou impede a infiltração da água, bem como as trocas gasosas entre o ar do solo e o ar atmosférico, sendo um impacto negativo.

A impermeabilização do solo, causada pela compactação ou pelo cobrimento de grandes parcelas do solo com construções ou infraestrutura, traz diversas consequências para o ambiente, como a diminuição da capacidade de retenção de água da chuva que pode alterar o estado das bacias hidrográficas, a diminuição da biodiversidade terrestre e subterrânea, alteração no ciclo do carbono, entre outros problemas (COMISSÃO EUROPEIA, 2012).

A impermeabilização também reduz o tempo de concentração, ou seja, o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto cinematicamente mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência (MATA-LIMA et al., 2007), o que contribui para a ocorrência de enchentes.



5.1.12 Aumento da evapotranspiração do solo

A evaporação é o processo pelo qual a água no estado líquido passa para o gasosa, ou seja, o vapor d'água. A evaporação corresponde à perda de água de superfícies aquáticas ou do solo nu, enquanto a evapotranspiração é usada para descrever a perda de água das superfícies com vegetação, em que a transpiração das plantas é considerada. Em outras palavras, a evapotranspiração é um processo combinado de evaporação e transpiração (AYOADE, 1996, p. 129).

A retirada a cobertura vegetal (viva e/ou morta) da superfície do terreno, para a implantação do empreendimento, aumenta a incidência direta da radiação solar sobre o solo descoberto, conseqüentemente ampliando a evaporação da água diretamente da superfície e reduzindo o estoque hídrico, o que pode comprometer processos de recuperação de áreas degradadas.

44



45



5.2 Categorização dos impactos ambientais

O inciso II do artigo 6 da Resolução CONAMA no 01/1986 estabelece que a “análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas” (BRASIL, 1986).



De acordo com Carvalho, Reis e Giordano (2016), um ponto primordial nos estudos ambientais é a determinação dos graus de significância dos impactos, ou seja, o poder de transformação que cada impacto exerce sobre o meio em que se encontra. Ainda, segundo estes autores, os estudos ambientais, embora tenham obtido uma grande evolução em termos metodológicos e de aprofundamento dos levantamentos, continuam com importantes lacunas e subjetividades em sua elaboração, especialmente na avaliação de impactos ambientais. A falta de metodologias específicas e estudos de referência a esse respeito dificultam o estabelecimento de critérios uniformes para determinação do grau de significância em um mesmo tipo de empreendimento.

Vários critérios podem ser abordados na categorização dos impactos ambientais, tais como: Magnitude, Abrangência, Duração, Natureza, Reversibilidade, Importância, Incidência, Temporalidade, Efeito, Fase do Empreendimento, Ocorrência, Indutibilidade, Sensibilidade (CARVALHO et al., 2016), dentre outros. Alguns destes critérios serão descritos a seguir.

5.2.1 Magnitude

A magnitude representa a grandeza de um impacto ou a medida da mudança de um valor de um ou mais fatores ambientais (KUPUSTA; RODRIGUEZ, 2009).

Este atributo considera a intensidade com que o impacto pode se manifestar, isto é, a intensidade com que as características ambientais podem ser alteradas, adotando-se uma escala nominal de fraco, médio, forte ou variável (CEPEMAR, 2009). O impacto na compactação do solo, por exemplo, pode ter diferentes magnitudes, dependendo de fatores como a carga aplicada, a umidade do solo, o estado de compactação inicial, etc.

5.2.2 Área de Abrangência

A definição criteriosa e bem delimitada das áreas de influência de um determinado empreendimento permite a classificação da abrangência de um impacto em local, regional ou estratégico (CEPEMAR, 2009).

a) Impacto local:

Quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações (DNIT, 2006). Por exemplo, a contaminação do solo, devido ao vazamento de combustíveis e lubrificantes próximo ao ponto de abastecimento do canteiro de obras, desde que não atinja os lençóis freáticos.



b) Impacto regional:

Quando um efeito se propaga por uma área além das imediações onde ocorre a ação (DNIT, 2006). Um exemplo deste tipo de impacto é o carreamento de partículas de solo pelo vento, que podem afetar extensas áreas, considerando a intensidade do vento e o tipo de partícula.

c) Impacto estratégico:

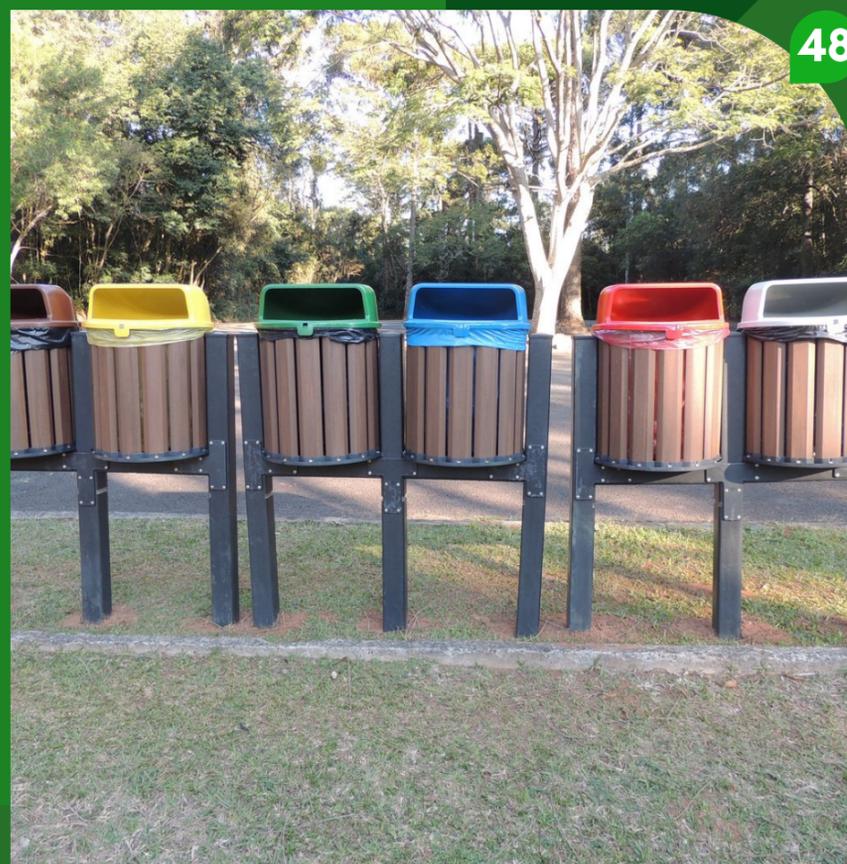
Quando um componente ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional é atingido (DNIT, 2006). Um exemplo é a perda de solo por erosão, que pode assorear e aumentar a turbidez dos corpos hídricos em grande extensão, prejudicando os usos consumptivos ou não consumptivos da água em toda a bacia hidrográfica a jusante do empreendimento.

5.2.3 Duração ou Temporalidade

Este atributo de classificação/valoração corresponde ao tempo de duração do impacto na área em que se manifesta, variando como temporário, permanente (CEPEMAR, 2009) ou cíclico.

a) Impacto temporário:

Quando o efeito permanece por um tempo determinado (DNIT, 2006). Um exemplo seriam as atividades de ecoturismo que geram disposição de resíduos no solo, devido à circulação de pessoas no local. Este impacto pode ser controlado com medidas de fiscalização e educação ambiental, em um curto período de tempo.



b) Impacto permanente:

Quando uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar, num horizonte temporal conhecido. Exemplo são atividades que podem contaminar o solo com substâncias poluentes orgânicas persistentes e inorgânicas. Outro exemplo seria o decapeamento da superfície do solo por ações de terraplanagem, pois não há mais como recuperar a condição original do solo, mesmo que, eventualmente, recupere a cobertura vegetal.

c) Impacto cíclico:

Quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados (KUPUSTA; RODRIGUEZ, 2009). Um exemplo é a erosão hídrica do solo, que pode se manifestar de modo cíclico, nas regiões com marcante diferença na pluviosidade entre os períodos seco e chuvoso.



49

5.2.4 Natureza do Impacto

O atributo de natureza do impacto é classificado em negativo (adverso) ou positivo (benéfico) (CEPEMAR, 2009).

a) Impacto negativo ou adverso:

Quando a ação resulta em danos à qualidade de um fator ambiental (DNIT, 2006). Por exemplo, atividades de aterro e terraplanagem podem causar compactação do solo e alteração da sequência de horizontes no perfil e estrutura, que são impactos negativos na qualidade do meio.



50

b) Impacto positivo ou benéfico:

Quando uma ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (DNIT, 2006). São raras as situações nas quais a implantação de um empreendimento gera impactos positivos sobre o solo. Isto ocorre, por exemplo, quando o solo recebe resíduos orgânicos e/ou inorgânicos que possam incrementar positivamente seu conteúdo de matéria orgânica e/ou disponibilidade de nutrientes. Contudo, ressalta-se que há um limite tênue entre a melhoria dos atributos físicos e químicos do solo e o excesso que possa causar poluição.

5.2.5 Grau de Reversibilidade

A classificação de um impacto segundo este atributo considera as possibilidades de ser reversível ou irreversível (CEPEMAR, 2009).

a) Impacto reversível:

Quando o fator ou parâmetro afetado retorna às suas condições originais, cessada a ação (KUPUSTA; RODRIGUEZ, 2009). De fato, a maioria dos impactos sobre o solo são irreversíveis, considerando a sua impossibilidade de regeneração, na escala temporal humana, ao contrário da fauna ou flora que tem a capacidade de se reproduzir.

b) Impacto irreversível:

Quando não é possível reverter a sua tendência, mesmo com a suspensão da atividade geradora do impacto. A maior parte dos impactos sobre o solo são irreversíveis, pois, mesmo que se recondicione o meio através de ações de recuperação de áreas degradadas, o solo, ainda assim, não retornará à sua condição inicial. Certas ações, como, por exemplo, a impermeabilização do solo por instalações e estradas, e o decapeamento do mesmo, tendem a ser praticamente irreversíveis, mesmo no longo prazo.

5.2.6 Forma de Incidência ou Tipologia do Impacto

Este atributo considera a consequência do impacto ou de seus efeitos em relação ao empreendimento, podendo ser classificado como direto ou indireto (CEPEMAR, 2009).

a) Impacto direto:

Quando resulta de uma simples relação de causa e efeito, também chamado de impacto primário ou de primeira ordem (DNIT, 2006). Um exemplo é o efeito direto da compactação do solo, devido ao tráfego de máquinas durante a construção de um empreendimento. O tráfego das máquinas imediatamente e diretamente imprime força sobre a superfície do solo, aumentando a densidade do solo e reduzindo o espaço poroso.

b) Impacto indireto:

Quando é uma reação secundária em relação à ação ou quando é parte de uma cadeia de reações; também chamado de impacto secundário ou de enésima ordem (segunda, terceira, etc.), de acordo com sua situação na cadeia de reações (DNIT, 2006). Um exemplo é o aumento dos processos erosivos no solo, decorrentes da remoção da cobertura vegetal ou decapeamento de horizontes do solo. Note que a erosão não é consequência direta da remoção da cobertura ou decapeamento da superfície do solo, mas é intensificada em função destes processos.



5.2.7 Prazo para Manifestação

Este atributo considera o tempo para que o impacto ou seus efeitos se manifestem, desde a ação geradora, independentemente de sua área de abrangência, podendo ser classificado como imediato, de médio prazo ou de longo prazo (CEPEMAR, 2009).

a) Impacto imediato:

Quando o efeito surge no instante em que se dá a ação (KUPUSTA; RODRIGUEZ, 2009). A compactação do solo é um exemplo de impacto imediato, pois ocorre no mesmo instante em que o solo é submetido à pressão de rodados ou esteiras de máquinas ou operários.

b) Impacto a médio ou longo prazos:

Quando o impacto se manifesta certo tempo após a ação (KUPUSTA; RODRIGUEZ, 2009). Um exemplo é a bioacumulação de substâncias contaminantes pela vegetação ou organismos dos solos contaminados.

53



54



IMPORTANTE

5.3 Relação entre os impactos ambientais e as medidas mitigatórias

É importante destacar que deve haver uma coerência estreita entre os impactos, descritos em um estudo ambiental, e as respectivas medidas mitigatórias.

Não há sentido em se definirem impactos sobre o solo, decorrentes da implantação de empreendimentos, se não há as respectivas medidas mitigatórias.

Assim, se há a identificação de um impacto sobre o solo como, por exemplo, o aumento do risco de erosão, é necessário que exista, ao menos, uma medida mitigatória (preventiva, corretiva ou compensatória) deste impacto.



Também é relevante que, os mesmos profissionais estejam envolvidos, tanto no diagnóstico (caracterização do solo, aptidão e uso), quanto no prognóstico (impactos), pois esses dois temas estão interligados nos estudos de licenciamento. Logo, não se pode simplesmente “copiar e colar” prognósticos baseados em outros tipos de solos, com atributos físicos, morfológicos e biológicos distintos. Da mesma forma, é interessante que os mesmos profissionais estejam envolvidos na etapa de elaboração das medidas mitigadoras, com base no diagnóstico e no prognóstico previamente realizados.



6

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O SOLO



Conforme o art. 6º da Resolução CONAMA 01/1986, é obrigatória a “definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos” (BRASIL, 1986) do empreendimento.

Assim, após a fase de diagnóstico do meio físico, com a identificação dos impactos ambientais potenciais que irão ocorrer no solo nas fases de implantação e operação da atividade, a equipe multidisciplinar deve discutir, em conjunto, as propostas de medidas que eliminem ou reduzam os impactos negativos e, também, potencializem os impactos positivos. O solo é o meio que sustenta o empreendimento e, portanto, será muito afetado, independentemente da atividade que será feita no local. Por isso, é importante propor medidas mitigatórias que reduzam a degradação do solo, ou que corrijam ou compensem os impactos causados neste.

Segundo Dalazen, Pazetti e Freitas (2019), as medidas devem ser implantadas conforme o impacto que a atividade irá causar, e podem ser classificadas em:

a) Medidas mitigadoras preventivas: têm como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que apresentam potencial para causar prejuízos

ao meio natural. Por exemplo, em atividades de mineração é necessário tomar cuidado com o volume e com o local do descarte de rejeitos (“bota fora” ou “bota espera”) de forma a não interromper sistemas de drenagem ou cursos d’água.

b) Medidas mitigadoras corretivas: visam estabelecer a situação anterior à ocorrência de um evento adverso sobre o meio ambiente, através de ações de controle ou de eliminação do fato provocado. A revegetação de áreas desmatadas, por exemplo, é uma medida que visa minimizar os efeitos do impacto da gota na chuva no solo e, conseqüentemente, a erosão.

c) Medidas mitigadoras compensatórias: procuram repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento. Em áreas cuja floresta nativa foi retirada e o solo alterado para construções civis, não há mais como restaurar a condição original. Assim, pode-se encontrar alternativas como, por exemplo, investir em projetos de educação em solos, nos quais o empreendedor poderá desenvolver ou patrocinar atividades que ressaltem a importância da conservação dos solos e das tipologias florestais nativas.

6.1 Exemplos de medidas mitigadoras de impactos no solo

Existem várias medidas que podem ser tomadas para mitigar os efeitos negativos que o empreendimento pode causar no solo. Como descrito anteriormente, é importante que exista uma efetiva correlação entre os impactos ambientais, identificados no prognóstico ambiental, e as medidas mitigadoras.

A seguir é apresentada uma lista de possíveis ações que poderiam mitigar os impactos ambientais sobre o solo, não sendo, no entanto, uma relação completa, mas apenas um conjunto de sugestões. As medidas mitigatórias foram separadas de acordo com os respectivos impactos, facilitar a relação com os mesmos.

6.1.1 Exemplos de medidas mitigatórias do agravamento dos processos de desertificação

A principal causa do início do processo de desertificação é a substituição da vegetação natural dos ambientes áridos e semiáridos por áreas de agricultura e pecuária, atividades de extração e mineração, ou implantação de parques industriais, eólicos ou solares fotovoltaicos.

Por isso, a melhor medida contra a desertificação é a prevenção, visto que quando esse processo se instala é difícil revertê-lo. É recomendável a preservação da cobertura vegetal destes ambientes já que a retirada desta acarretaria na destruição do banco de sementes presente no solo (VASCONCELOS SOBRINHO, 1983).

55



A técnica de revegetação pode ser utilizada e deve considerar o grau de desmatamento do local e é melhor que seja feito com espécies nativas da região para que este volte à situação mais próxima da original (LIMA, 2004).

Existem algumas iniciativas, inclusive do Governo Federal, para conscientizar as populações a respeito do desmatamento nas regiões suscetíveis ao processo de desertificação. Segundo documento publicado pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (2005), a combinação entre pobreza e desigualdade acelera o processo nesses ambientes. Por isso, o incentivo a atividades de educação ambiental, a respeito do processo de desertificação, pode ser uma medida compensatória quando os impactos causados pelo empreendimento não podem ser compensados diretamente.

6.1.2 Exemplos de medidas mitigatórias da alteração da estrutura do solo

Uma medida preventiva que pode ser tomada ainda na fase de implantação do empreendimento, para minimizar a alteração da estrutura do solo, é a utilização de veículos mais leves ou com áreas de pneus ou esteiras mais largas para reduzir a compressão da estrutura do solo e, conseqüentemente, a sua desestruturação. É aconselhável diminuir ao máximo a movimentação desnecessária no local, principalmente de máquinas pesadas.

A cobertura vegetal e morta também ajuda a manter a estrutura do solo estável visto que ela impede o impacto direto da gota da chuva no solo, evitando a desagregação das partículas, ou seja, a primeira fase da erosão. Além disso,



os resíduos adicionados pelas plantas contribuirão para o aumento da matéria orgânica no solo e também absorverão, devido a sua característica elástica, as cargas aplicadas pelas máquinas no solo.

A adição de matéria orgânica no solo também ajuda na agregação e estabilidade dos agregados, em decorrência das ligações químicas entre os compostos da matéria orgânica e as superfícies minerais do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

6.1.3 Exemplos de medidas mitigatórias da alteração da fertilidade do solo

A adição de matéria orgânica (MO) contribui para o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) no solo e, conseqüentemente, reduz a perda de nutrientes por lixiviação, além de contribuir para uma melhor capacidade de retenção de água. Assim, a adição de MO pode ser realizada através da incorporação de resíduos de plantas e animais, que contribuem para a ciclagem de nutrientes no local. À medida em que se decompõe, a matéria orgânica libera nutrientes essenciais no solo, como nitrogênio, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio, potássio, entre outros.



Além disso, a presença de serapilheira e cobertura vegetal em locais que sofreram com a alteração da fertilidade induz o aparecimento da fauna edáfica e de microrganismos que são responsáveis pela fragmentação da matéria orgânica, e de imobilização e mineralização dos nutrientes (VICENTE et al., 2010), processos que melhoram significativamente a fertilidade do solo.

A adubação verde também contribui para as condições químicas do solo e para o controle da erosão, que tem como consequência a perda de nutrientes devido à enxurrada da água da chuva. Esta prática consiste, por exemplo, no plantio de espécies de leguminosas que fornecem nitrogênio ao solo (quando decompostas) a partir da associação destas com bactérias fixadoras de nitrogênio do ar (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 2011), podendo ser utilizada em processos de recuperação de áreas degradadas na implantação do empreendimento.

Solos tropicais, de regiões úmidas, são geralmente ácidos, e uma forma de mitigar este efeito é a prática da calagem, que visa diminuir a acidez e aumentar a disponibilidade de cálcio e magnésio. Deve-se tomar cuidado com as

características e com as necessidades de calagem de cada solo e grupo vegetacional, porque, em excesso, o efeito desta técnica pode ser negativo.

6.1.4 Exemplos de medidas mitigatórias da alteração do uso do solo

As matas nativas são responsáveis por estocar quantidades expressivas de carbono em sua biomassa e, ao transformá-la em uma área industrial ou em uma área urbana, por exemplo, essa capacidade é perdida. Além disso, a ciclagem natural dos nutrientes presentes na floresta é alterada, sendo necessária a reposição destes com fertilizantes. Uma medida comum em áreas de mineração, por exemplo, é a prática de decapeamento e armazenamento da camada mais fértil do solo, e com maior estoque genético, em “bota espera”, para posterior utilização nas áreas em reabilitação (LIMA, 2004). Esta é uma medida que pode ser utilizada para mitigar a alteração do uso do solo em outras atividades onde também se faz necessária a remoção da primeira camada do solo.

Para isso, a serapilheira e o resto da vegetação, juntamente com a camada do solo removida, devem ser armazenados em áreas planas, protegidas contra a erosão e compactação para o posterior recobrimento do solo a ser revegetado (DNIT, 2009).

58



6.1.5 Exemplos de medidas mitigatórias da compactação do solo

As atividades que geram uma grande necessidade de movimentação de máquinas e objetos pesados estão sujeitas a causar maior compactação do solo. Assim, é necessário minimizar o tráfego de máquinas.

A umidade do solo é um fator importante que influencia a compactação do solo, atuando como “lubrificante” e facilitando o rearranjo das partículas do solo quando este é submetido a pressões (REICHERT et al., 2007). Deste modo, o mais adequado é evitar, sempre que possível, a movimentação das máquinas em solos molhados (RICHART et al., 2005). Neste sentido, as ações de educação ambiental com os trabalhadores da obra podem ser relevantes para minimizar este impacto.

O tipo de rodado, número de eixos e carga por eixo das máquinas também são fatores que ajudam a minimizar a compactação. O ideal seria a utilização de máquinas com baixa carga por eixo e rodados com elevada área de contato para minimizar a pressão no solo (REICHERT et al., 2007). Richart et al. (2005) também recomen-

dam a utilização de pneus com carcaça flexível, baixa pressão de inflação, diâmetro largo e uma pequena largura de secção para reduzir a compactação. Deve-se escolher pneus ou esteiras com superfícies maiores que ajudam a distribuir melhor a massa do veículo sobre o solo. De acordo com Rodrigues (2013, p. 14), em geral o uso de rodados com semiesteiras ou esteiras, causam menores impactos ao solo comparados aos pneus.



59

Quando possível, o tráfego sobre resíduos vegetais pode reduzir a compactação devido a sua elasticidade e capacidade de reduzir as cargas aplicadas pelas máquinas sobre o solo (FRANZ et al., 2016), pois os mesmos afetam a dissipação da energia de compactação (REICHERT et al., 2007).

O rompimento de camadas compactadas do solo traz benefícios expressos pela redução da densidade do solo, que diminui a resistência à penetração das raízes e aumento no volume de macroporos, que melhora a aeração e a drenagem interna do solo, permitindo infiltração mais rápida da água, reduzindo o escoamento superficial e o tempo de encharcamento do solo (SANTOS; ALONÇO; BAUMHARDT, 2011).

A escarificação é uma prática que pode ser utilizada para descompactar o solo até a profundidade de 30 cm, sendo uma técnica que pode ser considerada um implemento para o preparo do solo com a vantagem de não destruir os agregados deste (SILVA; FURLANI; TAVARES; VOLTARELLI, 2015).

A subsolagem também pode ser utilizada como uma medida corretiva que consiste em descompactar o solo em camadas mais profundas, sendo realizada com um subsolador tracionado por um trator de pneus ou esteiras, antes das operações de revegetação da área degradada.

Sendo assim, no caso de compactação superficial, muitas vezes, a solução é a escarificação. Quando é subsuperficial a solução pode ser fazer subsolagem.

Outra solução é usar plantas com sistema radicular que possa romper estas camadas compactadas (BALIEIRO; TAVARES, 2008). A escolha de espécies mais aptas, a se desenvolverem em solo mais compactado, é uma medida minimização do problema da compactação, citada por Seixas (1988).



6.1.6 Exemplos de medidas mitigatórias da contaminação do solo

Atividades de mineração, disposição de resíduos industriais e locais para descarte de lixo podem poluir o local utilizado com metais pesados, e outras substâncias inorgânicas, que podem permanecer no solo muito tempo após o encerramento da atividade, tornando-o, até mesmo, inutilizável.

Como possível solução para este problema, algumas empresas removem o solo contaminado, destinando o mesmo para aterros industriais. Porém, esta é uma alternativa que pode ter um custo elevado, além de gerar um passivo ambiental. O ideal são medidas preventivas, que possam evitar a contaminação, como, por exemplo, a adequação dos pisos de áreas de manutenção dos veículos, para evitar vazamentos de poluentes, ou caixas de contenção ao redor destas áreas para evitar a absorção no solo.

Áreas de oficinas mecânicas e de lavagem de equipamentos, por exemplo, devem conter pisos impermeáveis para evitar que os resíduos penetrem o solo. O local deve ser cercado por canaletas que levem o líquido para caixas separadoras de água e óleo (NERI; SÁNCHEZ, 2012).

62



Em locais de despejos de lixo urbano ou em cemitérios, por exemplo, é comum a produção de chorume e necrochorume, os quais, além de contaminar o solo, também podem poluir lençóis freáticos com substâncias orgânicas.

Uma medida que visa prevenir os problemas ambientais que estas substâncias podem causar é a utilização de aterros sanitários, que são preparados para receber o material contaminado, ao invés de lixões e aterros controlados. Sistemas de drenagem e tratamento devem ser instalados nestes locais para que o chorume não penetre o solo e acabe contaminando o ambiente.

É importante também a escolha correta do local do aterro. Deve-se evitar solos que retêm muita água ou que sejam excessivamente drenados, facilitando a contaminação do lençol freático.

Quando já presente no solo, o chorume pode ser tratado biologicamente com técnicas aeróbicas ou anaeróbicas. Dentre os processos aeróbicos mais utilizados estão os com lodos ativados, lagoas aeradas e filtros biológicos. E entre os processos anaeróbicos estão os tratamentos com lagoas e filtros anaeróbicos (PIRES, 2002).

Já antigos locais utilizados como “lixões” urbanos podem ser transformados em aterros sanitários controlados, mudança que vai recuperar gradualmente a área degradada sem interromper, de fato, sua operação (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

A fitorremediação é uma técnica que pode ser utilizada para remover, reter ou imobilizar substâncias que causam contaminação do solo. Além de ter baixo custo, as plantas utilizadas irão prevenir o processo erosivo (CEARÁ, 2018).

6.1.7 Exemplos de medidas mitigatórias da diminuição da capacidade de regeneração do meio

A melhor forma para se recuperar ambientes que não se regeneram sozinhos é proporcionar ao local as condições mais semelhantes possíveis à original, e isto pode ser feito através da revegetação com espécies que permitam uma maior diversidade no local e que promovam posteriormente a regeneração do meio de forma natural (BALIEIRO; TAVARES, 2008). Deve-se considerar as características do ambiente para escolher as espécies que melhor se adaptam às adversidades que este oferece, sendo necessário, então, um estudo do local.

Muitas vezes, porém, é necessário mitigar outros tipos de problemas do solo, descritos neste capítulo, para que o ambiente volte a ter capacidade de regeneração, não sendo possível recuperar a área apenas com a revegetação.

IMPORTANTE: Segundo a Instrução Normativa ICMBIO nº 11, de 11 de dezembro de 2014, apenas espécies naturais do ambiente devem ser utilizadas na revegetação de áreas degradadas (ICMBIO, 2014).

6.1.8 Exemplos de medidas mitigatórias da disposição de resíduos e efluentes no solo

O órgão ambiental fiscalizador é responsável por impor condicionantes na licença ambiental cujo objetivo é limitar a disposição de efluentes e resíduos no solo. A Resolução CONAMA nº 420 de 2009 especifica que “A avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base em Valores Orientadores de Referência de Qualidade, de Prevenção e de Investigação” (BRASIL, 2009).

Para os resíduos é exigido o tratamento prévio ao descarte do mesmo, de tal maneira que os níveis das substâncias presentes não contaminem o solo e corpos d’água. Estes devem ser separados em perigosos ou não e, após isso, devem ser encaminhados para tratamento ou destinação correta.

Os locais que recebem a disposição de resíduos correm o risco de movimentação do solo, devido ao recobrimento dos resíduos e construção de taludes, que podem favorecer o processo erosivo.

Por isso, é importante monitorar constantemente estas áreas e também aplicar medidas preventivas contra a erosão.



DICA: Resíduos sólidos inertes, da fase de obra, podem, em alguns casos, ser processados e reutilizados na pavimentação.

Tanto na fase de obra, quanto na fase de operação do empreendimento, efluentes líquidos podem ser gerados devido à utilização de instalações sanitárias, refeitórios para os funcionários, locais de abastecimento e manutenção de veículos, ou à própria atividade. A melhor alternativa que pode prevenir possíveis impactos ao solo e ao ambiente é a separação destes efluentes. Após a devida separação, os efluentes devem ser encaminhados para tratamento ou destinação adequada.

Medidas de redução, reuso e reciclagem também ajudam na prevenção dos impactos ao solo. Os resíduos e os efluentes gerados a partir da construção do empreendimento podem, inclusive, quando não perigosos, ser tratados e reutilizados na própria atividade.

Outra atitude que contribui para a diminuição dos resíduos gerados é a conscientização de trabalhadores e funcionários sobre a importância da redução, separação e reciclagem dos resíduos e efluentes produzidos em todas as fases do empreendimento. Iniciativas de educação ambiental podem ser eficientes neste objetivo, através de palestras ou outras atividades que despertem a responsabilidade ambiental dos trabalhadores, e que previnam, de alguma forma, os impactos causados pelo empreendimento.

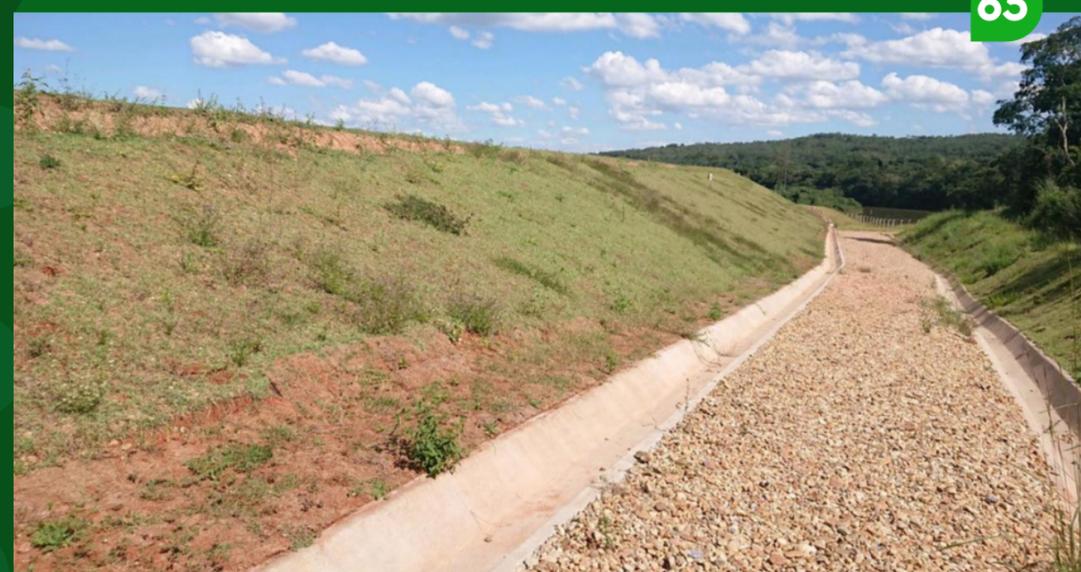


64

6.1.9 Exemplos de medidas mitigatórias da erosão do solo

Para atividades que desencadeiam processos erosivos é possível utilizar técnicas para a conservação do solo, como terraceamento ou canais escoadouros, e evitar deixar o solo completamente descoberto, visto que a vegetação auxilia sobremaneira na redução do impacto da gota da chuva, bem como no controle da enxurrada.

A cobertura vegetal, arbórea ou não, é uma forma de prevenir a erosão, pois esta diminui o impacto da gota da chuva no solo, e os materiais orgânicos depositados, juntamente com as raízes das plantas, contribuirão com a formação e estabilidade de agregados. Além disso, a vegetação também diminui o escoamento superficial, principal causador da erosão entressulcos.



65

Para áreas onde a remoção da vegetação foi necessária, deixando o solo exposto, é importante instalar vias de drenagem, canaletas ou drenos que controlem a intensidade do escoamento superficial. A água da chuva captada nestes sistemas pode ser reaproveitada ou encaminhada para os sistemas de drenagens naturais ou pode, até mesmo, ser dirigida para bacias de infiltração (NERI; SÁNCHEZ, 2012).



66



67



68

O terraceamento do tipo patamar é indicado para declividades acima de 18% e consiste na movimentação de terra com cortes e aterros em forma de escada, com construção transversal à linha de maior declive do terreno. É aconselhável a inserção de vegetação rasteira no talude a fim de manter a estabilidade deste (WADT, 2003).

Outra técnica utilizada no controle da erosão é a hidrossemeadura, que pode ser aplicada em locais que foram alterados com terraplanagem, por exemplo, e que consiste na mistura de, no mínimo, sementes de leguminosas e gramíneas, adesivos específicos para fixação das sementes e celulose, adubos e matéria orgânica que serão espalhados no solo através de um jato de água (MACEDO et al., 2003). Esta prática permite a revegetação em locais que podem ser afetados pela erosão e também permite melhorar a estabilidade de agregados do solo, devido à presença da matéria orgânica.

Para locais com voçorocas, que são erosões de grandes proporções causadas por ações naturais ou induzidas, é importante construir um sistema de drenagem superficial em torno da área afetada. É necessário também a proteção para além do contorno da voçoroca, de pelo menos 3 m, que pode ser feito com vegetação e telas plásticas, conjuntamente (DNIT, 2006).

6.1.10 Exemplos de medidas mitigatórias da impermeabilização do solo

Segundo a Comissão Europeia (2012), algumas técnicas podem ser utilizadas para diminuir ou compensar a impermeabilização do solo. A cobertura verde, por exemplo, consiste em deixar uma parcela do solo com remanescentes de vegetação, em casos de construções, para diminuir o escoamento superficial e também para ajudar na infiltração da água da chuva. Poderiam ser feitos jardins em locais estratégicos com plantas de pequeno e médio porte.

Quando não é possível a infiltração da água da chuva no solo, é importante diminuir o escoamento superficial com dispositivos de canaletas ou drenos, por exemplo, para evitar contribuir com inundações.



DICA: outra forma de mitigar a impermeabilização é a utilização de materiais e superfícies permeáveis, os quais permitem melhor infiltração da água no solo. Alguns exemplos são os asfaltos ou concretos porosos, que permitem a passagem de água (SANTOS, 2016). Contudo deve ser considerada a demanda de carga das superfícies impermeabilizadas, ao utilizar esta opção.



6.1.11 Exemplos de medidas mitigatórias do aumento da evapotranspiração do solo

Para evitar o aumento da evaporação da água do solo, o ideal é não deixar o solo completamente descoberto, preferindo sempre uma vegetação não densa, como gramíneas, por exemplo, que seja compatível com a capacidade de fornecimento de água do solo, ou até mesmo uma cobertura morta. Além de atuar diretamente na interceptação dos raios solares, a cobertura vegetal irá fornecer matéria orgânica ao solo, conferindo ao mesmo uma maior capacidade de retenção de água.



O SOLO NAS ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM EMPREENDIMENTOS

7



7.1 A Política Nacional de Educação Ambiental

Em 1999 foi instituída a Lei Federal nº 9.795 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Os artigos 2º e 3º desta estabelecem que a educação ambiental deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, **em caráter formal e não formal**, e que esta é um direito de todos.

No art. 6º da Lei Federal nº 9.795 foi instituída a Política Nacional de Educação Ambiental, que definiu quatro linhas de atuação inter-relacionadas das atividades vinculadas à mesma: I - capacitação de recursos humanos; II - desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações; III - produção e divulgação de material educativo; IV - acompanhamento e avaliação (BRASIL, 1999).

De acordo com o Decreto Federal nº 4.281 (BRASIL, 2002), que regulamenta a Lei Federal nº 9.795, deverão ser criados, mantidos e implementados, sem prejuízo de outras ações, programas de educação ambiental integrados às

atividades de licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e de gerenciamento de resíduos.

O Decreto Federal nº 4.281 (BRASIL, 2002) ainda estabelece que o PNEA é coordenada por um Órgão Gestor dirigido pelo Ministério da Educação conjuntamente com o Ministério do Meio Ambiente, e estes são responsáveis por estimular e promover parcerias entre instituições públicas e privadas, com ou sem fins lucrativos, objetivando o desenvolvimento de práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre questões ambientais. Neste sentido, se inserem os empreendedores de obras potencialmente impactantes no meio ambiente, como parceiros de práticas de educação ambiental.



7.2 Programas de Educação Ambiental como medida mitigadora dos impactos no solo

As ações de educação ambiental podem servir como medida preventiva de impactos quando tem como público alvo aqueles indivíduos que estão diretamente envolvidos nas ações que impactam o solo, nas diferentes fases do empreendimento, quer sejam colaboradores diretos ou terceirizados.

Impactos como compactação do solo, contaminação do solo, disposição de resíduos e efluentes, dentre outros, podem ser expressivamente minimizados com ações relativamente simples de educação ambiental com o pessoal envolvido na construção e operação do empreendimento, tanto as equipes administrativas, gerenciais ou operacionais.

Quando os impactos não podem ser prevenidos ou corrigidos, existem algumas formas de tentar compensar este resultado. Em muitos empreendimentos, por exemplo, não é possível evitar a impermeabilização de áreas de solos. Contudo, é possível contribuir para conscientização da comunidade no entorno do empreendimento, em relação aos problemas causados por esta impermeabilização, construindo, assim, uma medida compensatória naquele ambiente.

As iniciativas em educação ambiental também visam informar as pessoas sobre os problemas causados por essas atividades que, por demanda da população, são necessárias e não podem deixar de funcionar, mas com responsabilidade ambiental e uso racional, podem gerar muito menos impacto no ambiente.

71



A Lei Federal nº 9.795 estabelece que a educação ambiental é um conjunto de “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999). Esta construção de valores, e a consequente mudança de atitude dos indivíduos em relação ao meio ambiente, pode ser entendida, assim, como uma compensação dos impactos causados pelo empreendimento.

Ressalta-se que o Programa de Educação Ambiental (PEA) não é meramente o agrupamento de ações isoladas, realizadas com a comunidade residente nas áreas de influência do empreendimento. O PEA precisa fazer sentido no contexto do diagnóstico e prognóstico ambiental do empreendimento.

As atividades em educação ambiental devem compartilhar conhecimentos e saberes sobre o ambiente com as pessoas atingidas ou envolvidas nos impactos do empreendimento e, logo, sobre a importância da preservação e utilização sustentável dos recursos (SILVA, 2012). Ações de divulgação do papel social do empreendedor até podem ser desenvolvidas conjuntamente, porém, é importante que seja mantido o objetivo da ação

educativa, que é sensibilizar as pessoas a respeito do meio ambiente que as cercam para diminuir o impacto sobre os recursos naturais.

É importante que a ação educativa esteja presente em todas as esferas da comunidade, não apenas nas escolas e colégios, para tentar reverter ao máximo os danos gerados aos recursos naturais (WENTZ; NISHIJIMA, 2011).

O órgão ambiental é o responsável por aprovar o Programa de Educação Ambiental (PEA), proposto no estudo ambiental, e fiscalizar a aplicação do mesmo pelo empreendedor, atendendo as condições do licenciamento ambiental e exigindo que estas ações tenham foco na prevenção, correção ou compensação dos impactos causados pelo empreendimento.

É possível, também, que o empreendedor trabalhe em parceria com Organizações não Governamentais (ONGs), Instituições de Ensino Superior (IES), secretarias municipais ou estaduais de educação e meio ambiente, unidades de conservação, dentre outros parceiros, no desenvolvimento dos projetos.



É relevante que o empreendedor desenvolva uma, ou algumas, formas de avaliação da satisfação ao final das atividades do programa para identificar e corrigir possíveis desacertos na metodologia educativa. Também, “é importante haver análises quantitativas e qualitativas de todo o programa de educação ambiental, com todos os envolvidos no processo, desde os participantes, até os educadores e colaboradores” (ESTEVES, 2013, p. 63).

7.3 O solo nas atividades de Educação Ambiental (EA)

O foco dos projetos de educação ambiental deve ser os grupos ou áreas atingidas pela atividade do empreendimento, considerados os mais vulneráveis aos riscos do impacto (WALTER; ANELLO, 2012), bem como os trabalhadores do empreendimento.

Dito isto, empreendimentos ou atividades que geram impactos no solo deveriam desenvolver ou investir em programas que ajudem a entender também a importância do solo, bem como os outros aspectos do meio ambiente, como a flora, a fauna, a água e o ar.

A partir do entendimento sobre a importância, do solo, é possível desenvolver a percepção do porquê este recurso natural deve ter um uso racional por parte da sociedade. Além disso, alinhados com as demais medidas de mitigação, o Programa de Educação Ambiental (PEA) pode, de fato, potencializar os efeitos positivos e, principalmente, ajudar a prevenir, corrigir ou compensar os impactos negativos do empreendimento sobre o solo.



73



Contudo, essas ações também são importantes para estimular a sensibilização dos colaboradores, próprios ou terceirizados, na fase de obra e operação, sobre o tema. Caso estes se sensibilizem com o assunto abordado, poderão praticar atitudes durante sua jornada de trabalho que contribuirão para a preservação do solo, evitando ou minimizando os impactos previstos, caracterizando a efetiva conscientização.

74



Espaços e incentivo para separação e coleta de resíduos, no local de trabalho, também são eficazes para evitar a poluição do solo. Cartazes que reforcem as consequências de um solo degradado, e quanto tempo este leva para se formar, podem ser colocados em lugares estratégicos para ajudar na sensibilização dos colaboradores envolvidos na obra e operação do empreendimento. Esta percepção não perpassa apenas o pessoal diretamente envolvido na obra em si, mas também as equipes administrativas e de apoio (alimentação, limpeza, segurança, manutenção, etc.) em todo o canteiro de obras, e na instalação operacional após a obra.

Todavia, as ações do PEA, em relação ao solo, não devem se limitar ao pessoal diretamente envolvido na obra e na operação do empreendimento.



O empreendedor pode ser um colaborador importante em ações ambientais, relacionadas ao tema solo, em parcerias com escolas e colégios, instituições de ensino superior (IES), unidades de conservação, secretarias municipais ou estadual de educação ou meio ambiente, organizações não governamentais (ONGs), instituições religiosas, dentre outros, na área de influência do empreendimento. Assim, o empreendedor pode ser contribuinte em ações em andamento, ou um catalisador de novas iniciativas no(s) município(s) da área de influência do empreendimento.

Palestras sobre a importância do solo para a vida na Terra, ou atividades que envolvam trilhas interpretativas, são exemplos de atividades que

podem ser desenvolvidas para o público externo.

Em pesquisa realizada por Rosa et al. (2018), observou-se que 41 % das pessoas entrevistadas acreditavam que não há vida no solo. Muitas pessoas não apresentam empatia com o solo, por acreditarem que o mesmo é um sistema “morto” e que nenhuma relação tem com a vida na Terra.

Assim, ao realizar atividades que mostrem a fauna presente no solo, pode ser que as pessoas desenvolvam maior preocupação com esse meio de suporte à vida e, assim, passem a desmistificar a imagem deste como um “lugar morto”.

Ao mudar essa percepção, as pessoas podem ser estimuladas a cuidar desse recurso tão necessário à sustentação da vida.

75





Outra possibilidade, por exemplo, é investir em animações, teatros e outras produções culturais que debatam o tema solo, pois estas são ferramentas que tendem a estimular as emoções das pessoas e podem contribuir com os objetivos da educação ambiental, deixando as pessoas em uma posição de reflexão e autoquestionamento perante às suas atitudes (LUVIELMO; LEIVAS, 2009).

Destaca-se, ainda, que há dezenas de iniciativas de Educação em Solos no Brasil (LIMA et al., 2020), vinculadas a instituições de ensino superior, pesquisa ou meio ambiente, as quais podem fornecer recursos e ferramentas didáticas, ou mesmo serem parceiras em processos de educação ambiental, fomentados pelo empreendedor.

De todo modo, o PEA deve estar sempre articulado, organicamente, aos impactos sobre o solo previstos na fase de diagnóstico, no estudo ambiental.

Consulte o livro “Iniciativas de Educação em Solos no Brasil” da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), que mapeia 78 atividades espalhadas pelo país, que podem ser possíveis parceiras do PEA do empreendimento.



Por fim, deve ser ressaltado que o PEA deve estabelecer claramente os objetivos, público alvo, metas, metodologia (inclusive processos avaliativos) e cronograma, para que possa realmente contribuir para a minimizar os impactos sobre o solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência**, Feira de Santana, ano 3, n. 5, p. 1-15, 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BACELLAR, L. A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo.br**, Ouro Preto, v. 1, p. 1-39, 2005.

BALIEIRO, F. C.; TAVARES, S. R. L. Revegetação de áreas degradadas. In: TAVARES, S. R. L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p. 174-210. Disponível em: https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2012/02/curso_rad_2008.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 17 fev. 1986, Seção I, p. 2548-2549.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 237 de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 dez. 1997, n. 247, Seção I, p. 30841-30843.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 mar. 2005, n. 53, Seção I, p. 58-63.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2009, n. 249, p. 81-84.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 maio 2011, n. 92, Seção I, p. 89-91.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 460 de 30 de dezembro de 2013. Altera a Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 dez. 2013, n. 253, Seção I, p. 153.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 5 out. 1988, n. 191-A, Seção I, p. 1-32.

BRASIL. Decreto Federal nº 4.281, de 25 de junho de 2002. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jun. 2002, Seção 1, p. 13.

BRASIL. Lei Complementar no 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 09 dez. 2011, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 set. 1981, Seção 1, p. 16509.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 abr. 1999, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 499 de 6 de outubro de 2020. Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 out. 2020, n. 194, Seção 1, p. 50.

CAPECHE, C. L. **Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 6 p. Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 51).

CARVALHO, D. N.; REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. C. Análise dos procedimentos metodológicos utilizados na determinação de graus de significância em estudos de impacto ambiental de dutovias. **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 126-133, 2016.

CEARÁ. Governo do Estado. Secretaria de Meio Ambiente. **Plano de Transição para Recuperação da Área Degradada (PTRAD) do Lixão de Cascavel (Mataquiri)**. Cascavel (CE), 2018. 147 p.

CEPEMAR. Análise de impactos ambientais e medidas mitigadoras. In: **Estudo de impacto ambiental do projeto de implantação da central de tratamentos de resíduos** - Terramar. [s.l.], 2009. 73 p. Relatório técnico. Disponível em: <https://bit.ly/3j2qzkD>. Acesso em: 27 set. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos**. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2012. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_pt.pdf. Acesso em: 19 dez. 2020.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 p.

DALAZEN, M. L.; PAZETTI, C. F.; FREITAS, V. A. L. Ações mitigadoras e compensatórias dos impactos ambientais nas fases de implantação e operação de parque ambiental: um estudo de caso. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2., Foz do Iguaçu, 2019. **Anais...** Foz do Iguaçu: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2019. p. 1-7.

DENICH, M. et al. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 61-62, n. 1-3, p. 91-106, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028992.01414.2a>. Acesso em: 20 maio 2021.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J. W. U. (Ed) **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-7.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Glossário de termos técnicos ambientais rodoviários**. Rio de Janeiro, 2006. 116 p.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas íngremes ou de difícil acesso pelo processo de revegetação herbácea: especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2006. (DNIT. Norma 072/2006-ES).

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Diretrizes para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários**: escopos básicos / instruções de serviço. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. 484 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 06 nov. 2020.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de vegetação rodoviária**. Volume 1. Implantação e recuperação de revestimentos vegetais rodoviários. Rio de Janeiro, 2009. 127 p.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Utilização de leguminosas contribui no fornecimento de nitrogênio para culturas de interesse comercial e protege solo da erosão**. Seropédica, 2011. Folder.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1995. 108 p.

ESTEVES, L. M. C. **Empresas privadas e programas de educação ambiental**: desafios de uma prática. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2013.

FEITOSA, I. R.; LIMA, L. S.; FAGUNDES, R. L. **Manual de licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: GMA, 2004. 23 p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cart_sebrae.pdf. Acesso em: 15 de set. 2020.

FRANZ, R. C. B.; EIGEN, M. L.; STURMER, S. L. K.; VALICHESKI, R. R. Resíduos orgânicos e tráfego de máquinas: efeitos nos atributos físicos do solo. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, 9., Videira, 2016. **Anais...** Videira: IFC, 2016. Disponível em: <http://eventos.ifc.edu.br/micti/anais-do-evento/>. Acesso em: 20 maio 2021.

IAT. INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **EIA/RIMA**. Curitiba, [s.d.]. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/EIA-RIMA>. Acesso em: 22 abril de 2021.

IAT. INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Estudos ambientais**. Curitiba, [s.d.]. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Estudos-Ambientais>. Acesso em: 22 abril de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 171 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 7).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. 332 p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa no 11, de 11 de dezembro de 2014. Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 dez. 2014, Seção I, p. 126.

IMETAME. ECONSERVATION. **Medidas mitigatórias, compensatórias e potencializadoras**. Relatório técnico. [s.l.], 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3k4wxCX>. Acesso em: 27 set. 2020.

KONFLANZ, T.; FREITAS, N. A educação ambiental inserida no licenciamento. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n. especial, p. 180-187, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/18751>. Acesso em: 29 set. 2020.

KUPUSTA, S. C.; RODRIGUEZ, T. M. R. **Análise de impacto ambiental**. Porto Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Curso Técnico em Meio Ambiente, 2009. 69 p.

LI, Z.; MA, Z.; VAN DER KUIJP, T. J.; YUAN, Z.; HUANG, L. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. **Science of the Total Environment**, v. 468-469, p. 843-853, 2014.

LIBERAL, L. F. **O componente "solo" nos estudos ambientais do setor energético no paraná: uma análise do período 2015-2017**. 2019. 88 f. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Curitiba, 2019.

LIMA, M. R.; VEZZANI, F. M.; SILVA, V.; MUGGLER, C. C. (Org.). **Iniciativas de educação em solos no Brasil**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2020. 83 p.

LIMA, P. C. F. reas degradadas: métodos de recuperação no semi-rido brasileiro. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., Petrolina, 2004. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-rido, SBB, UNEB, 2004. p. 70-79. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB406.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

LUVIELMO, M. de M.; LEIVAS, R. Z. Um pedido de socorro do planeta Terra: cinema de animação e educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 22, p. 487-508, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v22i0.2835>. Acesso em: 22 abr. 2021.

MACEDO, R. L. G.; VALE, R. S.; FRANCISO, F. A.; GOMES, J. E. Hidrossemeadura para recuperação de áreas tropicais degradadas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 1, p. 1-7, 2003.

MATA-LIMA, H.; VARGAS, H.; CARVALHO, J.; GONÇALVES, M.; CAETANO, H.; MARQUES, A.; RAMINHOS, C. Comportamento hidrológico de bacias hidrográficas: integração de métodos e aplicação a um estudo de caso. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 60, n. 3, p. 525-536, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca PAN-Brasil**. Brasília, 2005. 213 p.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. **Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2012.

OLIVEIRA, J. G. R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 66-80, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/24590>. Acesso em: 18 dez. 2020.

OLIVEIRA, V. A. et al. **Recomendações práticas para levantamentos de reconhecimento a detalhado de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2019. 22 p.

PARANÁ. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CEMA nº 107 de 09 de setembro de 2020**. Estabelece conceitos, requisitos, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos referentes ao Licenciamento Ambiental, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná, na forma da presente Resolução. Curitiba, 2020.

PIRES, J. C. A. **Projeto de tratamento do chorume produzido no aterro metropolitano de gramacho através de "wetland"**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

PNLA. PORTAL NACIONAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL. **Estudos ambientais. Brasília**, [s.d]. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/estudos-ambientais>. Acesso em: 16 set. 2020.

RAMALHO FILHO, J.; BECK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 65 p.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E.A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 5, p. 49-134, 2007.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; FUENTES LLANILLO, R.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

RODRIGUES, C. K. **Compactação do solo causada por dois sistemas de colheita de madeira em florestas de Eucalyptus grandis**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Irati, 2013.

RODRIGUES, C. K. **Compactação do solo causada por dois sistemas de colheita de madeira em florestas de Eucalyptus grandis**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Irati, 2013.

ROSA, L. A. B.; ROCHA, A. C.; MOTKE, F. D.; ZAMBERLAN, J. F.; GOMES, C. M.; BERVIG, A. A. A educação ambiental para um manejo correto do solo: percepção de agricultores no município de Jaboticabal/SP. **Educação Ambiental em Ação**, v. 19, n. 74, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1350>.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficinas de Textos, 2013. 529 p.

SANTOS, C. A. **Impacto da utilização de pavimentação permeável em áreas urbanas na recuperação de bacias hidrográficas**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

SANTOS, M. S.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, U. B. Principais fatores que influenciam o desempenho de escarificadores e subsoladores: uma revisão de literatura. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 13-19, 2011.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2015. 102 p.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal: causas, efeitos e práticas de controle**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1988. 11 p. (Circular Técnica, 163).

SILVA, D. G. A importância da educação ambiental para a sustentabilidade. 2012. 11 f. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas) – Faculdade Estadual de Educação, Ciências e Letras de Paranaíba, São Joaquim, 2012.

SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; TAVARES, T. O.; VOLTARELLI, M. A. **Compactação do solo, escurificação e subsolagem.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 2015. 10 p. (Material didático).

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Cartilha de licenciamento ambiental.** Brasília: TCU/IBAMA, 2007. 83 p. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/cartilha-de-licenciamento-ambiental-2-edicao.htm>. Acesso em: 14 set. 20.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação no Nordeste do Brasil:** sua gênese e sua contenção. Recife: SUDENE, 1982. 101 p.

VICENTE, N. M. F.; CURTINHAS, J. N.; PEREZ, A. L.; PREZOTTI, L. Fauna edáfica auxiliando a recuperação de áreas degradadas do córrego Brejaúba, MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.17, n. 2, p. 104-110, 2010.

WADT, P. G. S. **Saneamento ambiental:** Controle da poluição urbana e industrial. Rio branco: Embrapa Acre, 2003.

WALTER, T.; ANELLO, L. F. S. A educação ambiental enquanto medida mitigadora e compensatória: uma reflexão sobre os conceitos intrínsecos na relação com o licenciamento ambiental de petróleo e gás tendo a pesca artesanal como contexto. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 17, n. 1, p. 73-98, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/2657>. Acesso em: 18 abr. 2021.

WENTZ, F. M. A.; NISHIJIMA, T. A educação ambiental como meio de ação nas atividades agrícolas para preservação dos solos e da água nas comunidades rurais do município de Santo Ângelo – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 4, n. 4, p. 558-571, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/223611703904>. Acesso em: 20 maio 2021.

ANEXOS



Tabela 1 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos comerciais e de serviços, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
LABORATÓRIOS DE ANÁLISES CLÍNICAS, BIOLÓGICAS, RADIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATIVIDADES COMERCIAIS E DE SERVIÇOS	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
ATIVIDADES DE TURISMO E LAZER (GRANDES EMPREENDIMENTOS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BASE DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HOSPITAIS, CLÍNICAS E CONGÊNERES		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LAVAGEM DE VEÍCULOS PESADOS		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
PEQUENAS UNIDADES DE SERVIÇOS DE SAÚDE		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POLOS TURÍSTICOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SHOPPING CENTER, ACIMA DE 20.000 m ²			X										

Tabela 2 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos de beneficiamento de minerais não metálicos, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
BRITAGEM E BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICO (BRITA, GRANITO, MÁRMORE E OUTRAS ROCHAS)				X		X	X		X				
PRODUÇÃO DE AMIANTO, VIDROS E OUTROS				X	X	X	X		X			X	X
PRODUÇÃO DE CAL E CALCÁRIO				X		X	X		X				
PRODUÇÃO DE MATERIAL CERÂMICO, TELHAS E TIJOLOS				X		X	X		X				

Tabela 3 – Impactos prováveis no solo em empreendimentos de infraestrutura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (parte 1).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
AERÓDROMOS		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
AEROPORTOS E SUAS AMPLIAÇÕES		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
BARRAGENS / RESERVATÓRIOS PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO		X	X	X	X			X		X	X	X	X
CANAIS PARA DRENAGEM, BARRAGENS, DIQUES, CAPTAÇÕES E RETIFICAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA		X	X	X	X					X	X	X	X
OLEODUTOS, ALCOODUTOS, GASODUTOS E POLIDUTOS				X		X	X			X	X		
DRAGAGEM DE CORPOS DE ÁGUA		X	X	X	X					X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA ELÉTRICA - LINHAS DE TRANSMISSÃO ATÉ DE 230 kV				X									
EMPREENDIMENTOS DE SANEAMENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS DE SUBESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 3 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos de infraestrutura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (parte 2).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
EMPREENDIMENTOS DE TRANSPORTE, TERMINAIS E DEPÓSITOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS VIÁRIOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INTERCEPTORES, EMISSÁRIOS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS				X					X			X	X
LINHAS DE TRANSMISSÃO ENERGIA ELÉTRICA ACIMA DE 230 kV				X									
LOTEAMENTOS, CONDOMÍNIOS E CONJUNTOS HABITACIONAIS (EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS)		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
MARINAS				X		X	X		X	X			
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (CGH ATÉ 1 MW) E SUAS AMPLIAÇÕES		X		X						X	X		
PROJETOS DE IRRIGAÇÃO PARA ÁREAS ACIMA DE 100 ha			X	X						X	X		
PROJETOS URBANÍSTICOS, ACIMA DE 100 ha		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

Tabela 3 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos de infraestrutura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (parte 3).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS (MINÉRIOS, COMBUSTÍVEIS, DERIVADOS DE PETRÓLEO, CONTEINERES, ETC.)		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RODOVIAS PRIMÁRIAS E OUTROS EMPREENDIMENTOS VIÁRIOS		X	X	X	X			X		X	X	X	X
RODOVIAS, FERROVIAS E HIDROVIAS		X	X	X	X			X		X	X	X	X
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO				X				X				X	X
TERRAPLANAGEM ACIMA DE 100 m³		X	X		X			X		X	X	X	X
TRANSPORTE POR DUTOS (GASODUTOS, OLEODUTOS, MINERODUTOS, ETC.)				X		X	X			X	X		
USINA DE ENERGIA ELÉTRICA SOLAR		X		X	X						X	X	X
USINAS EÓLICAS PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, ACIMA DE 10 MW, E SUAS AMPLIAÇÕES				X									
USINAS EÓLICAS PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, ATÉ 10 MW, E SUAS AMPLIAÇÕES				X									

Tabela 3 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos de infraestrutura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (parte 4).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
USINA FOTOVOLTAICA DE ENERGIA ELÉTRICA		X		X	X							X	X
USINAS HIDRELÉTRICAS, ACIMA DE 10 MW (PCH E UHE) E SUAS AMPLIAÇÕES		X	X	X	X			X		X	X	X	X
USINAS HIDRELÉTRICAS ATÉ 10 MW (PCH) E SUAS AMPLIAÇÕES		X	X	X	X			X		X	X	X	X
USINAS TERMOELÉTRICAS, ACIMA DE 10 MW, QUALQUER QUE SEJA A FONTE DE ENERGIA PRIMÁRIA, E SUAS AMPLIAÇÕES				X		X	X	X	X				
USINAS TERMOELÉTRICAS ATÉ 10 MW, QUALQUER QUE SEJA A FONTE DE ENERGIA PRIMÁRIA, E SUAS AMPLIAÇÕES				X		X	X	X	X				
USO DE AGROTÓXICOS EM ÁREAS NÃO AGRÍCOLAS (FERROVIAS, RODOVIAS, ACEIROS, LINHAS DE ALTA TENSÃO, ETC.)			X	X		X	X	X		X	X		

Tabela 4 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos de tratamento, transporte e disposição final de resíduos sólidos, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERROS SANITÁRIOS QUE RECEBAM MAIS DE 20 t/dia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERROS SANITÁRIOS QUE RECEBAM MENOS DE 20 t/dia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS TRATAMENTO, TRANSPORTE E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OUTRAS FORMAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SISTEMAS DE TRATAMENTO, PROCESSAMENTO E DESTINO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TRATAMENTO, TRANSPORTE E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 5 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos rurais de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (Parte 1)

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
AGROTÓXICOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APROVEITAMENTO DE MATERIAL LENHOSO	X		X	X	X			X		X	X	X	X
ATIVIDADES FLORESTAIS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATIVIDADES PECUÁRIAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS DE AVICULTURA,		X	X		X		X						
CORTE DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS COMPROVADAMENTE E PLANTADAS, SEM VÍNCULO COM OUTRAS INSTITUIÇÕES OFICIAIS	X		X	X	X			X		X	X	X	X
CORTE DE VEGETAÇÃO NATIVA PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE UTILIDADE PÚBLICA OU INTERESSE SOCIAL	X		X	X	X			X		X	X	X	X
DESMATE DE VEGETAÇÃO SUCESSIONAL EM ESTÁGIO INICIAL E MÉDIO, CONFORME RESOLUÇÃO ESPECÍFICA	X		X	X	X			X		X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS DE PISCICULTURA		X		X	X		X			X			

Tabela 5 - Impactos prováveis no solo em empreendimentos rurais de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (Parte 2)

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ESTAÇÕES COMERCIAIS EMISSORAS DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POSTOS OU CENTRAIS DE RECOLHIMENTO DE EMBALAGEM DE AGROTÓXICOS					X	X	X	X	X			X	X
SUINOCULTURA		X		X		X	X		X	X	X	X	X
USO DE FOGO EM PRÁTICAS AGRO-SILVO-PASTORIS (QUEIMA CONTROLADA)			X	X			X			X			

Tabela 6 - Impactos prováveis no solo na indústria de açúcar e álcool, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
AÇÚCAR MASCAVO					X	X	X		X			X	X
DESTILARIA DE ÁLCOOL				X	X	X	X		X			X	X
PRODUÇÃO DE AGUARDENTE				X		X	X		X				
USINA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL				X	X	X	X		X			X	X
USINA DE PRODUÇÃO DE AÇÚCAR				X	X	X	X		X			X	X

Tabela 7 - Impactos prováveis no solo na indústria de beneficiamento de mandioca, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE MANDIOCA		AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FARINHEIRA					X		X	X		X				
FECULARIA					X		X	X		X				

Tabela 8 - Impactos prováveis no solo na indústria da borracha, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
BENEFICIAMENTO DE BORRACHA NATURAL				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE ESPUMA DE BORRACHA				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE LAMINADOS E FIOS DE BORRACHA				X		X	X		X				

Tabela 9 - Impactos prováveis no solo na indústria da couros e peles, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ACABAMENTO DE COUROS E PELES				X		X	X		X				
CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COUROS E PELES				X	X	X	X		X			X	X
FABRICAÇÃO DE COLA ANIMAL				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE COUROS E PELES				X		X	X		X				
SECAGEM E SALGA DE COUROS E PELES				X		X	X		X				



Tabela 10 - Impactos prováveis no solo na indústria do fumo, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE CIGARROS/CHARUTOS/CIRGARRILHAS				X		X	X		X				

Tabela 11 - Impactos prováveis no solo na indústria da madeira, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

INDÚSTRIA DE MADEIRA													
	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
BENEFICIAMENTO DE MADEIRA				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE CHAPAS, PLACAS DE MADEIRA, AGLOMERADA, PRENSADA E COMPENSADA				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA				X		X	X		X				
USINA DE PRESERVAÇÃO E TRATAMENTO DE MADEIRA				X		X	X		X				

Tabela 12 - Impactos prováveis no solo na indústria de material de transporte, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

INDÚSTRIA DE MATERIAL DE TRANSPORTE													
	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PNEUS				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE VEÍCULOS RODOVIÁRIOS, FERROVIÁRIOS, AEREOVIÁRIOS, HIDROVIÁRIOS E ESTRUTURAS				X	X	X	X		X			X	X

Tabela 13 – Impactos prováveis no solo na indústria de material de material elétrico, eletrônico e de comunicações, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE MATERIAL E APARELHOS ELÉTRICOS, ELETRÔNICOS E EQUIPAMENTOS PARA TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PILHAS, BATERIAS NÃO AUTOMOTIVAS E OUTROS ACUMULADORES				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO/ RECICLAGEM DE BATERIAS AUTOMOTIVAS				X	X	X	X		X			X	X
RECUPERAÇÃO DE TRANSFORMADORES				X		X	X		X				

Tabela 14 – Impactos prováveis no solo na indústria de papel e celulose, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE PAPEL, PAPELÃO, CARTOLINA, CARTÃO E FIBRA Prensada				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PASTA MECÂNICA				X	X	X	X		X			X	X
FABRICAÇÃO DE PASTA QUÍMICA (CELULOSE E OUTRAS) E SEMI-QUÍMICA				X	X	X	X		X			X	X

Tabela 15 – Impactos prováveis no solo na indústria de produtos alimentares e bebidas, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ABATEDOUROS, FRIGORÍFICOS E DERIVADOS DE ORIGEM ANIMAL				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS EM GERAL				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE BEBIDAS EM GERAL				X		X	X		X				
LATICÍNIOS				X		X	X		X				
PREPARAÇÃO DE PESCADOS				X		X	X		X				
REFINAÇÃO DE AÇÚCAR				X		X	X		X				
REFINO / PREPARAÇÃO DE ÓLEO E GORDURA VEGETAL				X		X	X		X				

Tabela 16 - Impactos prováveis no solo na indústria de produtos sintéticos (plásticos e espumas), de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE LAMINADOS, FIOS E ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO				X		X	X		X				
PRODUÇÃO DE ESPUMA				X		X	X		X				
RECICLAGEM DE PLÁSTICOS				X		X	X		X				

Tabela 17 - Impactos prováveis no solo na indústria mecânica, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, PEÇAS, UTENSÍLIOS E ACESSÓRIOS COM OU SEM TRATAMENTO TÉRMICO				X		X	X		X				

Tabela 18 - Impactos prováveis no solo na indústria extrativa, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
EMPREENDIMENTOS DE EXPLORAÇÃO MINERAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMPREENDIMENTOS MINERÁRIOS	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
EXTRAÇÃO DE COMBUSTÍVEL FÓSSIL (PETRÓLEO, XISTO, CARVÃO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EXPLOTAÇÃO DE PEQUENAS CASCALHEIRAS	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
EXPLOTAÇÃO E BENEFICIAMENTO MINERAL	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
PERFURAÇÃO DE POÇOS E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 19 – Impactos prováveis no solo na indústria metalúrgica e de metalurgia, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ARTEFATOS DE FERRO/AÇO E DE METAIS NÃO-FERROSOS COM E SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE AÇO E DE PRODUTOS SIDERÚRGICOS	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS COM E SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE				X		X	X		X				
FUNDIDOS DE FERRO E AÇO/FORJADOS/ ARAMES/LAMINADO COM E SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE				X		X	X		X				
LAMINADOS/LIGAS /ARTEFATOS DE METAIS NÃO FERROSOS COM E SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE				X		X	X		X				
METALURGIA DE METAIS PRECIOSOS E NÃO FERROSOS				X		X	X		X				

Tabela 20 – Impactos prováveis no solo na indústria química, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (Parte 1).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO DE ADUBOS E FERTILIZANTES				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE AGROTÓXICOS				X	X	X	X		X				
FABRICAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO (BIO-COMBUSTÍVEIS)				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE DOMISSANITÁRIOS E SANEANTES				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PERFUMARIAS E COSMÉTICOS				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE PÓLVORA / EXPLOSIVOS/DETONANTES E MUNIÇÃO PARA CAÇA/DESPORTOS				X	X	X	X		X			X	X
FABRICAÇÃO DE RESINAS, FIBRAS E FIOS ARTIFICIAIS E SINTÉTICOS				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE SOLVENTES E SECANTES, TINTAS, ESMALTES, LACAS, VERNIZES E IMPERMEABILIZANTES				X		X	X		X				

Tabela 20 – Impactos prováveis no solo na indústria química, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) (Parte 2).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
PRODUÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS VEGETAIS E OUTROS PRODUTOS DA DESTILAÇÃO DA MADEIRA				X		X	X		X				
PRODUÇÃO DE ÓLEOS / GORDURAS E CERAS VEGETAIS E ANIMAIS				X		X	X		X				
RECUPERAÇÃO E REFINO DE SOLVENTES, ÓLEOS MINERAIS, LUBRIFICANTES, ÓLEOS VEGETAIS E ANIMAIS				X		X	X		X				

Tabela 21 – Impactos prováveis no solo na indústria têxtil, des vestuário, calçados e artefatos de tecido, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
FABRICAÇÃO E ACABAMENTO DE FIOS E TECIDOS DIVERSOS				X		X	X		X				
BENEFICIAMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS, VEGETAIS, DE ORIGEM ANIMAL E SINTÉTICOS				X		X	X		X				
FABRICAÇÃO DE CALÇADOS E COMPONENTES PARA CALÇADOS, EXCETO DE COURO				X		X	X		X				
TINGIMENTO E ESTAMPARIA				X		X	X		X				

Tabela 22 - Impactos prováveis no solo em indústrias diversas, de acordo com a matriz de impactos ambientais instituída pela Portaria 158, de 10 de setembro de 2009 (PARANÁ, 2009) do então Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra).

	AGRAVAMENTO DE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO	ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	ALTERAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO (NPK, MO, PH MICRONUTRIENTES)	ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO	COMPACTAÇÃO DO SOLO	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES INORGÂNICAS)	CONTAMINAÇÃO DO SOLO (SUBSTÂNCIAS POLUENTES ORGÂNICAS)	DIMINUIÇÃO NA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DO MEIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES	EROSÃO NAS ENCOSTAS	EROSÃO SUPERFICIAL	IMPERMEABILIZAÇÃO	AUMENTO DA EVAPO-TRANSPIRAÇÃO DO SOLO
ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERROS SANITÁRIOS QUE RECEBAM MAIS DE 20 t/dia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATERROS SANITÁRIOS QUE RECEBAM MENOS DE 20 t/dia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Programa
SOLO NA ESCOLA UFPR

ISBN 978-658971397-5

