

PROJECTO FORSEE

Divulgação de métodos e resultados



Critério 5 - SOLOS

Paulo Morais
Sonia Faias
Fernando Páscoa
Margarida Tomé
Beatriz Fidalgo
M. Cristina Cameira
M. Carmo Magalhães



Projet cofinancé par l'Union Européenne
Initiative Communautaire
FEDER - INTERREG IIB Espace Atlantique



Indicadores de gestão sustentável do Critério 5

O objectivo foi testar 5 indicadores:

- 1 definidos na conferência interministerial de Viena 2003
- 4 propostos pelo grupo de peritos

Indicador	Descrição	Origem
5.1.1.	Percentagem e comprimento dos cursos de água com uma faixa ripária apropriada	Proposto
5.1.2.	Risco de erosão do solo	Proposto
5.1.3.	Densidade das estradas/caminhos-de-ferro nas áreas ripárias	Proposto
5.3.2.	Estado nutricional dos povoamentos florestais	Vienna 2003
5.3.4.	Rápida visualização das perturbações do solo	Proposto

Indicador 5.1.1. *Percentagem e comprimento da rede hidrográfica com uma faixa ripária apropriada*

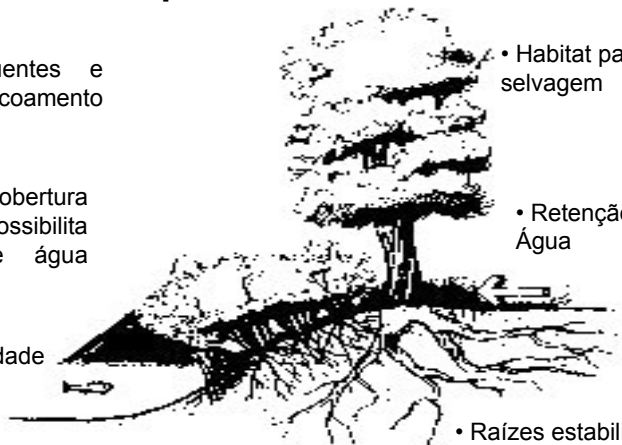
Funções da mata ripária:

- Filtro de poluentes e sedimentos do escoamento superficial

- Proporciona cobertura aos peixes e possibilita temperaturas de água mais baixas

- Melhora a qualidade da água

- Fornece alimento orgânico aos invertebrados aquáticos



- Habitat para vida selvagem

- Retenção da Água

- Raízes estabilizam os taludes das margens

Indicador 5.1.1. *Percentagem e comprimento da rede hidrográfica com uma faixa ripária apropriada*



Representa um papel primordial no controle do escoamento hídrico, dos sedimentos, interceptação de nutrientes, redução do processo erosivo, aumento da biodiversidade e valorização estética da paisagem.

As faixas ripárias, funcionam como filtros específicos e habitats para determinadas espécies.

Qual a largura da faixa ripária?

Segundo alguns autores:

largura mínima do buffer mais frequentemente utilizada na manutenção do habitat e da qualidade da água é 7 m ou 25 m.

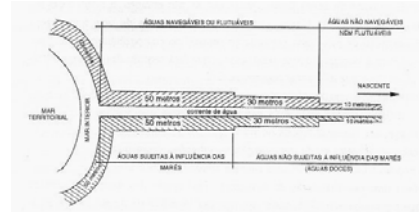
OBJECTIVOS	LARGURA DA FAIXA RIPÁRIA (m)
Protecção da fauna selvagem	60-90
Protecção de albufeiras	25-90
Controlo do input de nutrientes no rio	25-65
Controlo da erosão das margens e leito	25-60
Controlo da sedimentação nas cheias	15-60
Controlo da temperatura da água do rio	7-60
Protecção das espécies aquáticas	7-15

[FONTE: Cortes, R., UTAD]

Indicador 5.1.1. *Percentagem e comprimento da rede hidrográfica com uma faixa ripária apropriada*

Os leitos ou margens públicas (zonas adjacentes) é definido pelo Decreto-Lei 468/71 do Domínio Público Hídrico segundo a seguinte largura das margens:

- 50 m, quando sujeitas a influência das marés;
- 30 m, na zona de água superficiais ou fluviáveis, não sujeitas à influência das marés;
- 10 m, nas zonas de águas não navegáveis nem fluviáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontinuo.



A aplicação da legislação do Domínio Público Hídrico, dá origem a uma faixa de protecção de 20 m. Largura que se considera razoável para a manutenção do habitat e qualidade da água.

Indicador 5.1.1. *Percentagem e comprimento da rede hidrográfica com uma faixa ripária apropriada*

1. Considerou-se que a mata ripária apropriada é formada por espécies ripícolas (*Salix*, *Populus*, *Fraxinus*, *Alnus*,...) com uma largura de 20 m.
2. Apenas se consideraram os cursos de água permanentes, que representam um comprimento de apenas 12 % (44.1 km) do comprimento total da rede hidrográfica (360.2 km).
3. Utilizou-se a cobertura do uso do solo de 1995.

TYPE	buffer 20 m	
	Área (ha)	Área (%)
Agriculture	31.8	24
Incultivated land	8.7	6
Social areas	1.7	1
Unproductive land	0.3	0
<i>Pinus pinaster</i> pure stand	5.7	4
<i>Pinus pinaster</i> dominant	6.5	5
<i>Eucalyptus globulus</i> pure stand	2.3	2
Mixed broadleaves	76.8	57
TOTAL	133.8	100

Resultados:

Um aumento da largura da faixa de protecção promove essencialmente um acréscimo das áreas agrícolas, reduzindo em termos percentuais a área de povoamentos mistos de folhosas.

Cerca de 76% da rede hidrográfica (33.4 km) apresenta uma faixa ripária constituída por folhosas diversas

Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*

Equação Universal do Uso do Solo (USLE)

$$A = R K L S C P$$

- A Erosão do solo (ton ha⁻¹ ano⁻¹)
R factor de erosividade da chuva
K factor erodibilidade do solo
LS factor topográfico
C factor cultural
P factor relativo a práticas culturais de conservação e preparação do solo

Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*

R factor de erosividade da chuva

$$R = 1.5651 \cdot PPT_{\max} - 36.04$$

Equação estabelecida pelo ICONA (1986) para o País Basco

Mês	Precipitação média mensal (mm)				
	Carapinhal	L. do Outeiro	Góis	Lousã	V. N. Poiares
JAN	93,32	187,95	153,07	143,99	116,50
FEV	78,08	182,97	135,32	135,69	117,95
MAR	68,69	109,06	81,38	77,19	153,83
ABR	86,32	132,05	99,86	98,16	123,54
MAI	50,99	117,13	89,72	90,83	107,34
JUN	35,56	65,45	48,05	48,51	52,26
JUL	14,11	21,11	20,51	16,85	87,46
AGO	22,68	17,03	15,57	18,46	88,03
SET	71,27	56,75	50,93	47,47	40,94
OUT	101,78	145,56	108,62	106,01	16,55
NOV	106,96	161,42	128,90	113,42	14,75
DEZ	120,39	201,92	158,53	150,12	41,88
PPT _{máx}	120,39	201,92	158,53	150,12	153,83
R	152,43	280,02	212,12	198,95	204,75

Foram utilizados registos de precipitação de 5 estações udométricas num período de 30 anos [Fonte: INAG]

Método da Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW) → interpolação do índice de erosividade da chuva (ArcInfo 9.x)

Indicador 5.1.2. Risco de erosão do solo

K factor erodibilidade do solo

Classificação F.A.O. Escala 1:1 000 000			Classificação S.R.O.A. Escala 1:25 000																Valor de Erodibilidade	
Nome	Codigo(s)		Nome		Codigo(s)															
	RO		Afloramentos rochosos																0.00	
Fluvisolos	Jc		Aluvisolos Antigos Calcários	Alc	Alc	Alac													0.41	
	Je		Aluvisolos Antigos Não Calcários	Alf	Alf	Ala													0.19	
	Jc		Aluvisolos Modernos Calcários	Alc	Ac	Aac													0.44	
	Jd	Je	Aluvisolos Modernos Não Calcários	Alf	A	Aa													0.26	
Luvissolos	Lo		Argiluviosos Pouco Insaturados (Atlânticos)	Med.Pard	Verm	Am													0.30	
Vertissolos	Vc		Barros Castanho-Aveimelhados	Cb	Bvc	Cpv	Cbc												0.34	
	Vp		Barros Pretos	Bp	Bpc	Cp	Cpc												0.32	
Cambissolos	Bkv		Calcários Pardos Para-Barros	Pc															0.30	
	Bkv		Calcários Pardos, Normais	Pc	Pog	Pcr	Pcs	Pcx	Plc	Pct	Rc								0.32	
	Boc		Calcários Vermelhos, Normais	Vac	Vc	Vcr	Vcs	Vct	Vcx										0.36	
	Bov		Calcários Vermelhos Para-Barros	Vc															0.33	
Luvissolos	Lg		Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Solos Argiluviosos Pouco Insaturados	Pb	Sag														0.36	
Cambissolos	Bh		Litolitos Húmicos	Mrs	Mnx														0.32	
	Bhc		Litolitos Húmicos Vermelhos																0.32	
	Bd	Be	Litolitos Não Húmicos	Par	Pg	Pga	Pgm	Ppg	Psa	Pl	VI	Vts	VI						0.31	
	Bc		Litolitos Não Húmicos (Vermelhos)																0.31	
Litossolos	Id	Ie	Litossolos	Eb	Ec	Ed	Eg	Egn	Ep	Eq	Els	Elc	Et	Ex					0.39	
	Ie		Litossolos de Climas Sub-húmidos e Semiáridos	Eb	Ec	Ed	Eg	Egn	Ep	Eq	Els	Elc	Et	Ex					0.39	
	Ie		Litossolos de Climas Sub-húmidos e Semiáridos (de rochas ultrabásicas)	Eb	Ec	Ed	Eg	Egn	Ep	Eq	Els	Elc	Et	Ex					0.39	
Luvissolos	Lo		Mediterâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Normais	Pgn	Ppx	Pmg	Px												0.29	
	Lv		Mediterâneos Pardos de Materiais Não Calcários Para-Barros	Pm															0.23	
	Lga	Lg	Mediterâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Para Solos Hidromórficos	Pag	Pagx	Pdg	Pmh	Ppm											0.26	
	Lo		Mediterâneos Pardos de Materiais Calcários, Normais																0.34	

Fonte: Pimenta, Maria Teresa (s.d.); Diretrizes para a aplicação da Equação Universal de Perda dos Solos em SIG - Factor de Cultura C e Factor de Erodibilidade do Solo K; INAG / DSRH

Indicador 5.1.2. Risco de erosão do solo

K factor erodibilidade do solo (cont.)

Classificação da FAO (Escala 1: 1000000)	Código	Valor de erodibilidade (K)
Fluvisolos	Je	0.19
Cambissolos Húmicos	Bh	0.32
Cambissolos eutrícos	Be	0.31

[Fonte: Pimenta, Maria Teresa (s.d.)]

LS factor topográfico

Foi utilizado valores tabelados que estimam directamente o factor LS através da percentagem de declive.

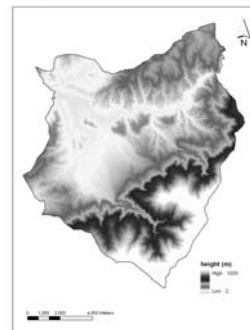
Declive (%)	Factor LS
0-3	0.3
3-12	1.5
12-18	3.4
18-24	5.6
24-30	8.7
30-60	14.6
60-70	20.2
70-100	25.2

[Forsee, C5 workgroup]

Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*

LS factor topográfico (cont.)

A percentagem de declive da área piloto foi obtida através do DTM (Digital Terrain Model) referente à área piloto



Estabeleceu-se uma relação entre o declive (%) e os valores tabelados para obter a o Factor LS

Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*

C factor cultural

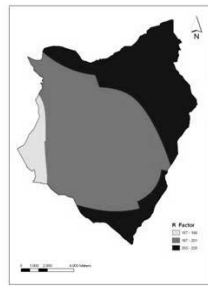
Calculado com base em valores tabelados para as diferentes coberturas do solo.

Foi utilizada a cobertura do uso do solo de 1995.

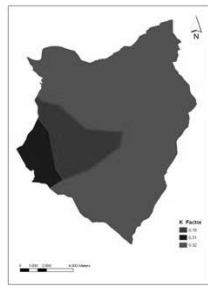
Factor C	Coberto vegetal
0.02	Pastagens
0.10	Olival
0.05	Pomar
0.20	Culturas de regadio
0.05	Vinha
0.05	Pinheiro bravo
0.20	Eucalipto
0.10	Folhosas
0.05	Resinosas
0.05	Pastagens naturais pobres
0.02	Inculto
0.10	Espaços florestais degradados
0.01	Ocupação urbana

[Fonte: Pimenta, Maria Teresa (s.d.)]

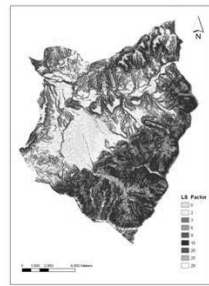
Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*



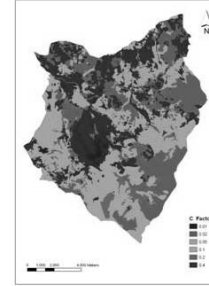
Factor R



Factor K



Factor LS

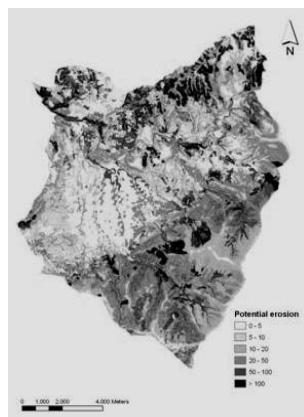


Factor C

Factor P = 1 → Não foi considerado o efeito de eventuais práticas de preparação e conservação do solo

Indicador 5.1.2. *Risco de erosão do solo*

Erosão potencial



Classe erosão (ton ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Area		Erosão	
	(ha)	(%)	(ton ano ⁻¹)	(%)
0 - 5	2688	19	6719	2
5 - 10	1740	13	13049	3
10 - 20	2458	18	36866	8
20 - 50	4095	30	143317	32
50 - 100	1620	12	121487	27
>100	1236	9	123615	28
TOTAL	13836	100	445053	100

- A erosão potencial média anual é de 32.2 ton ha⁻¹ ano⁻¹.
- Verifica-se que a classe erosão potencial mais baixa, com 19% da área total, representa apenas 2% da erosão potencial total.
- A classes com a erosão potencial superior a 100%, possui apenas 9% da área total, sendo responsável por 28% da erosão.

PROBLEMAS → Para uma melhor análise deste indicador é necessário aplicar práticas de conservação do solo para poder estimar a erosão real.

Indicador 5.1.3. *Densidade das estrada/caminhos-de-ferro nas áreas ripárias*

Devido ao processo erosivo, os caminhos situados à volta dos cursos de água são em muitas circunstâncias, a principal origem de sedimentos nos cursos de água, podendo conduzir à alteração dos respectivos cursos de água e/ou levar à degradação do solo.

As vias situadas próximas dos cursos de água (<100 m) apresentam-representam maior risco.

1. Criação de um mapa de cursos de água,
2. Medição da rede de drenagem com a ajuda da cartografia digital,
3. Determinação das zonas com as seguintes larguras (buffer): 10, 25, 50 e 100 m em redor de todos os cursos de água;
4. Carregar no SIG, o mapa da rede viária;
5. Para cada buffer verificar o comprimento de cada tipo de via, interceptando as acessibilidades com o buffer (Clip);
6. Estudar o comprimento dos diversos tipos de vias.

Indicador 5.1.3. *Densidade das estrada/caminhos-de-ferro nas áreas ripárias*

TIPO	buffer 10 (m) (%)		buffer 25 (m) (%)		buffer 50 (m) (%)		buffer 100 (m) (%)	
Estrada Nacional	4265	8	14605	9	40698	10	77007	9
Estrada Municipal	15441	28	51487	30	123954	31	259499	32
Estrada Florestal	34699	63	102782	60	228569	57	474712	58
Aceiro	25	0	174	0	1081	0	3503	0
Caminho de ferro	791	1	1706	1	4057	1	6925	1
	55221	100	170754	100	398360	100	821646	100

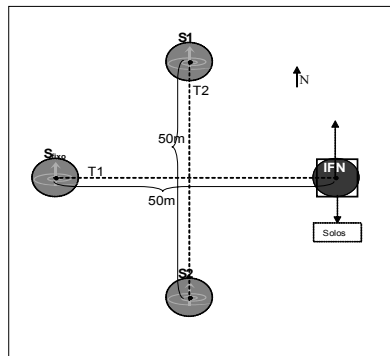
Resultados:

Em termos percentuais o aumento da largura do buffer não influencia o comprimento da rede viária por tipo de via.

A criação de um buffer de 10 m é considerado adequado, uma vez que a maioria dos sedimentos vão directamente para os cursos de água.

As estradas florestais são as vias que apresentam maior representatividade, sendo também as que potencialmente emitem maiores sedimentos para os cursos de água → representam 63% da rede viária total.

Indicador 5.3.2. Estado nutricional dos povoamentos florestais

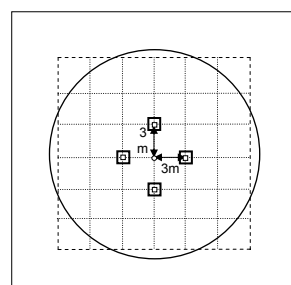


A amostragem de solos realizou-se na parcela IFN



Colheram-se 37 parcelas de amostragem distribuídas pelos diferentes tipos de povoamento

Foram recolhidas 4 amostras de solo em cada parcela a duas profundidades: 0-30 cm e 30-60 cm.



Indicador 5.3.2. Estado nutricional dos povoamentos florestais

	Pinus pinaster pure stand	Pinus pinaster dominan	Eucalyptus globulus pure stand	Eucalyptus globulus dominant	Mixed stand
Profundidade (m)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
pH (H2O)	4,66	4,75	4,92	4,90	4,82
M.O. (%)	12,00	7,61	3,92	2,02	13,47
N total (%)	0,35	0,23	0,12	0,17	0,49
NH ₄ (%)	3,69	12,82	2,98	4,55	4,45
C total (%)	6,96	4,41	2,27	3,13	7,81
C/N	19,76	19,40	18,71	18,13	15,94
P (mg kg ⁻¹)	30,20	38,50	11,80	38,50	90,58
K (mg kg ⁻¹)	69,60	102,25	62,20	86,50	92,17
Ca (mg kg ⁻¹)	52,80	118,50	32,00	151,00	228,08
Mg (mg kg ⁻¹)	33,20	67,88	55,00	42,00	57,83

Os solos florestais na zona piloto apresentam textura média e pH ácido.

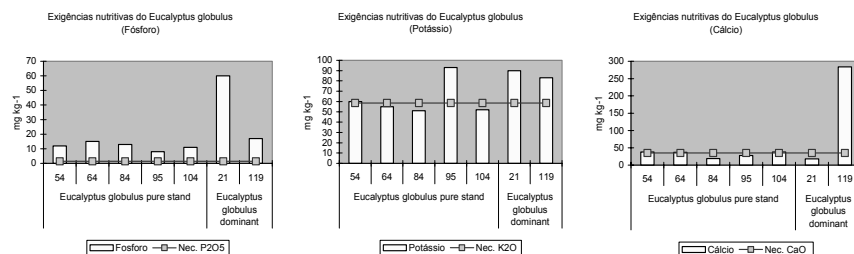
São ricos em matéria orgânica e apresentam uma percentagem de carbono elevada nos povoamentos de pinheiro bravo e nos povoamentos mistos.

Em virtude dos altos valores de matéria orgânica nos solos florestais, os valores de Azoto são também elevados.

Como é característico dos solos florestais ácidos, apresenta níveis muito baixos a baixos de Fósforo.

O Potássio (K) e o Cálcio (Ca) apresentam valores médios a altos e o Magnésio (Mg) exibe valores baixos, excepto nos povoamentos de pinheiro bravo dominante que apresenta valores médios.

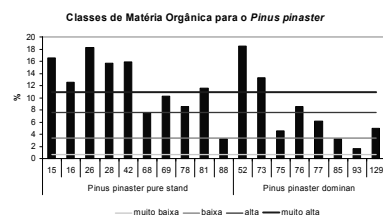
Indicador 5.3.2. Estado nutricional dos povoamentos florestais



Não existe carência de fósforo.

As necessidades em Potássio e Cálcio não são satisfeitas em algumas parcelas.

Indicador 5.3.2. Estado nutricional dos povoamentos florestais



Matéria orgânica muito elevada a elevada em praticamente todas as parcelas de pinheiro bravo puro.

Apresenta valores mais baixos nos povoamentos de pinheiro bravo dominante.

Conclusão:

- Os solos mais ricos em matéria orgânica e em macronutrientes são aqueles onde se encontram instalados os povoamentos mistos de folhosas. Por outro lado, os solos mais pobres são onde se encontram instalados os povoamentos de eucalipto.

Indicador 5.3.4. Rápida visualização das perturbações do solo

Durante a caracterização geral da parcela do inventário florestal foi analisada, por parcela de amostragem, a existência de perturbações no solo.

Declive

Class	Slope (°)
0	not stated
1	Flat (0 -10)
2	low (11-20)
3	medium (20-30)
4	high (> 30)

Topografia

Class	topography
1	not stated
2	straight flank
3	top
4	high slope
5	medium slope
6	low slope
7	valley
8	low convex slope
9	flat

Pedregosidade

Class	stony
0	not stated
1	low
2	medium
3	high

Erosão

Class	erosion
0	not stated
1	low
2	medium
3	high

Compactação

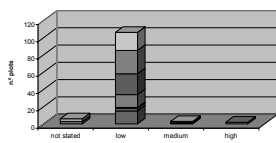
Class	compaction
0	not stated
1	low
2	medium
3	high

Tipo compactação

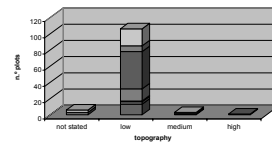
Class	compaction type
0	not stated
1	machinery
2	roads density
3	farming
4	other type

Indicador 5.3.4. Rápida visualização das perturbações do solo

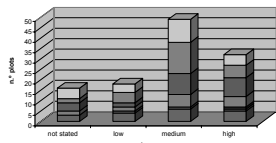
Tipo povoamento



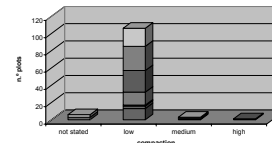
■ Eucalyptus globulus pure stand ■ Eucalyptus globulus dominant ■ Shrubs pure stand
■ Shrubs dominant ■ Pinus pinaster pure stand ■ Pinus pinaster dominant ■ Other species



■ Eucalyptus globulus pure stand ■ Eucalyptus globulus dominant ■ Shrubs pure stand
■ Shrubs dominant ■ Pinus pinaster pure stand ■ Pinus pinaster dominant ■ Other species



■ Eucalyptus globulus pure stand ■ Eucalyptus globulus dominant ■ Shrubs pure stand
■ Shrubs dominant ■ Pinus pinaster pure stand ■ Pinus pinaster dominant ■ Other species

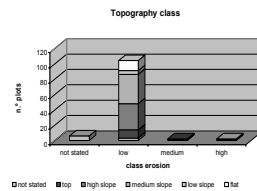


■ Eucalyptus globulus pure stand ■ Eucalyptus globulus dominant ■ Shrubs pure stand
■ Shrubs dominant ■ Pinus pinaster pure stand ■ Pinus pinaster dominant ■ Other species

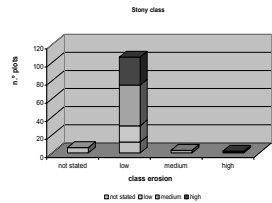
Cerca de 96% das parcelas amostrada apresentaram erosão, compactação e topografia baixa e apenas 2% apresentaram erosão, compactação e topografia elevada.

Cerca de 49% das parcelas apresentarem valores de pedregosidade médios e 32% das parcelas valores elevados.

Indicador 5.3.4. Rápida visualização das perturbações do solo

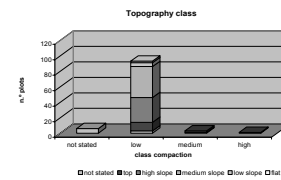
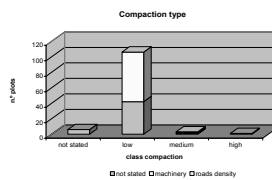


Classe de erosão



Nas parcelas com erosão baixa, a maioria exibe pedregosidade média a elevada, situando-se entre a encosta superior e a cumeada e com declives superiores a 10 graus.

Indicador 5.3.4. Rápida visualização das perturbações do solo



Compactação

Do total das parcelas, 96% apresentam compactação baixa, 3% média e 1% elevada.

Sempre que existe compactação, esta resulta da passagem de maquinaria e situa-se essencialmente na meia encosta ou encosta superior.

Conclusões:

- Não permite uma análise quantitativa das perturbações do solo, apenas permite a sua estratificação pelo grau de perturbação (baixo, médio e alto).
- É muito fiável na identificação de perturbações do solo recentes. Já em perturbações mais antigas e cobertas por vegetação apresenta algumas limitações.
- A análise qualitativa é muito rápida e barata. Depende da capacidade do observador.