

Bragança, Portugal - 8 e 9 de Outubro 2009

# Qualidade do Ambiente Urbano: novos desafios



Livro de actas

## Ficha Técnica

**Título**

Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios

**ISBN**

978-972-745-105-0

**Depósito legal**

299074/09

**Âmbito**

Esta publicação contém as comunicações escritas apresentadas na conferência Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios, realizada em 8 e 9 de Outubro de 2009, em Bragança

**Editores**

Manuel Feliciano, Artur Gonçalves, António Ribeiro, Filipe Maia

**Concepção da Capa**

Serviços de Imagem do IPB

**Impressão**

Serviços de Imagem do IPB

**Edição**

Instituto Politécnico de Bragança

**Tiragem**

200 exemplares

O projecto de investigação GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004) é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER).

# Contribuição para a Elaboração da Carta de Solos da Cidade de Bragança

Natália Afonso & Margarida Arrobas

CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal; [marrobas@iph.pt](mailto:marrobas@iph.pt)

*Resumo:* Este trabalho teve como objectivo dar um contributo para o estudo dos solos existentes no perímetro urbano da Cidade de Bragança, estudo este integrado na elaboração do Plano Verde da cidade. Foram seleccionados 22 locais para o estudo de perfis pedológicos. Foram estudadas algumas das características mais importantes para proceder à sua classificação e avaliar a sua fertilidade. Foi ainda elaborada uma primeira versão da carta de solos do perímetro urbano da cidade. Como principais resultados destacam-se: a dominância de Leptossolos, ocupando 72% da área do perímetro urbano da cidade de Bragança, logo seguidos dos Regossolos identificados em 16% da área. A dominância dos Leptossolos (solos esqueléticos) está de acordo com a fisiografia do terreno, frequentemente com declives acentuados que beneficiam os fenómenos erosivos. Registou-se uma boa fertilidade dos solos, com valores de pH próximos da neutralidade e valores altos de cálcio e magnésio, situação relacionada com a natureza básica/ultrabásica do material litológico do maciço de Bragança. Os valores médios de fósforo e potássio dos solos foram classificados de Médios e Altos, respectivamente.

## 1. Introdução

O **solo** é um conjunto de materiais não consolidados existentes à superfície da Terra e resulta da acção cumulativa dos factores envolvidos na sua formação: clima, relevo, rocha mãe, organismos e tempo. É constituído principalmente por matéria mineral sólida e matéria orgânica e possui proporções variáveis de água com substâncias dissolvidas (solução do solo) e de ar (atmosfera do solo) (SSSA, 1996).

O solo desempenha uma grande variedade de funções vitais, de carácter ambiental, ecológico, social e económico, constituindo um importante elemento paisagístico, patrimonial e físico para o estabelecimento de infra-estruturas e desenvolvimento de actividades humanas. No entanto, considerando que a taxa de formação do solo é lenta, pode tratar-se de um recurso finito, limitado e não renovável, face às taxas de degradação potencialmente rápidas, que têm vindo a aumentar nas últimas décadas, pela pressão crescente da actividade humana. Por estes motivos, a utilização adequada do recurso "solo" deverá passar pelo conhecimento aprofundado das suas características, potencialidades e limitações.

## 2. Material e Métodos

A metodologia adoptada para se proceder à elaboração da carta dos solos da área do perímetro urbano da cidade de Bragança (PUB) foi idêntica à adoptada para a elaboração da carta de solos de Trás-os-Montes (Agroconsultores e Coba, 1991), englobando os seguintes passos:

*a) Compilação de elementos disponíveis:*

O trabalho iniciou-se com a recolha de elementos disponíveis: ortofotomapas; morfologia do terreno (relevo, altitude, rede hidrográfica); elementos geológicos e litológicos.

*b) Reconhecimento de campo*

Com os elementos disponíveis e com vista a efectuar reconhecimentos sistemáticos facilitados, o PUB foi dividido em 10 zonas onde foram estabelecidos percursos para estudo dos factores de formação dos solos e para recolha de amostras (figura 1). Foram abertos perfis e estudados outros correspondentes a cortes previamente existentes no terreno, perfazendo um total de 22.

*c) Análises físico-químicas das amostras*

Todas as análises foram efectuadas no Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Bragança, de acordo com as metodologias recomendadas pela FAO (Van Reeuwijk, 2002). O fósforo e potássio disponíveis para as plantas ( $P_2O_{5ex}$  e  $K_2O_{ex}$ ) foram determinados pelo método de Égner-Riehm. Para a classificação da fertilidade dos solos foram adaptados os critérios descritos por Agroconsultores e Coba (1991) baseados nos valores de capacidade de troca catiónica (CTC), obtidos pelo somatório dos catiões  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Al^{3+}$  e  $H^+$  e pelo grau de saturação em bases (GSB), valor obtido através da relação  $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+)/CTC$ .

Eventuais desequilíbrios nutricionais podem ser identificados com base na relação  $Ca^{++}/Mg^{++}$  (LQARS, 2006).

*d) Caracterização e classificação dos solos*

A definição e caracterização das unidades pedológicas identificadas foram baseadas na informação recolhida nos percursos efectuados e nos resultados das análises detalhadas aos perfis. Definiram-se unidades pedológicas de acordo com os critérios expressos no *World Reference Book* (FAO, 2006).

*e) Representação gráfica da carta de solos do PUB*

As representações gráficas deste trabalho (zonas, localização de amostras e de perfis, carta de solos) foram feitas usando como recurso o programa informático ArcGIS9.

### **3. Resultados**

Os solos do perímetro urbano da cidade de Bragança formaram-se quase exclusivamente em rochas máficas e ultramáficas (rochas particularmente ricas em minerais ferromagnesianos), em geral peridotitos com diferentes graus de serpentinização (Afonso, 2006). Na parte NW do PUB (zonas I, II e III da figura 1) existe também material litológico associado aos depósitos de cobertura do Cenozóico. Este material é, em grande parte, responsável pelas características exibidas pelos solos que se desenvolveram a partir dele. A análise resultante da observação do terreno nas áreas consideradas bem como às características físico-químicas dos 22 perfis estudados no PUB permitiu identificar 7 famílias taxonómicas, de acordo com o quadro 1. Os resultados das análises químicas efectuadas às amostras recolhidas em cada perfil encontram-se no quadro 2 e serão discutidos na descrição de cada classe taxonómica.

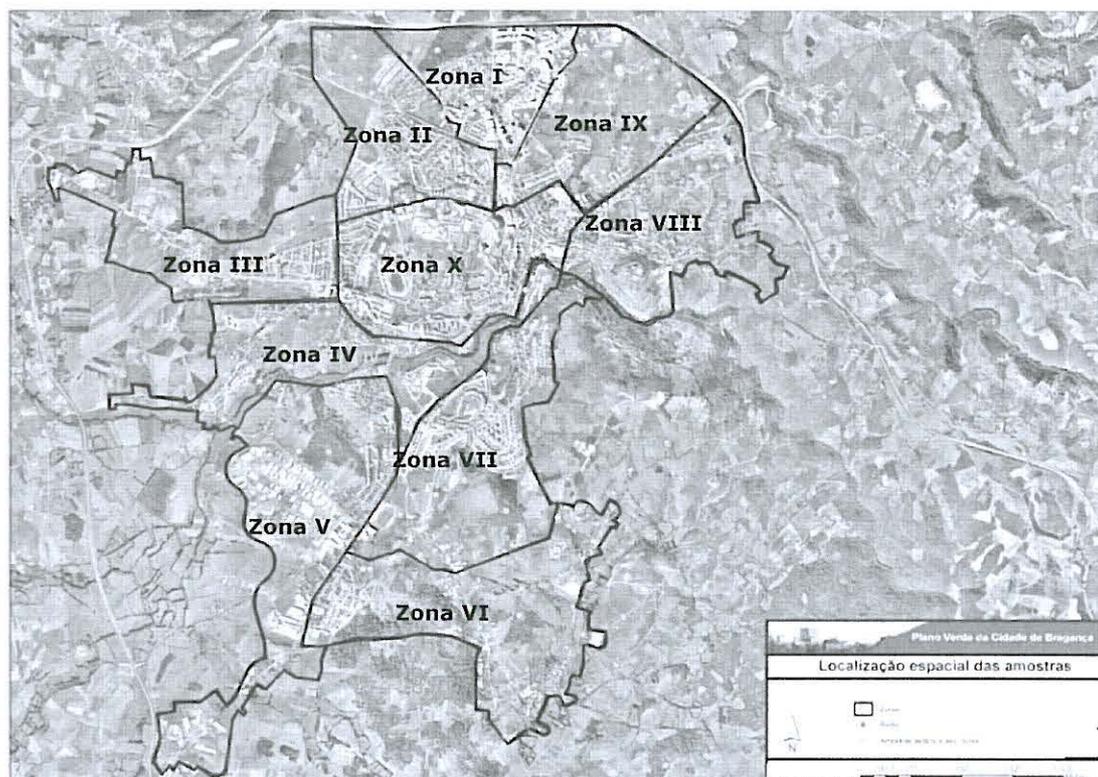


Figura 1- Zona definidas no PUB para estudo detalhado dos solos e das áreas envolventes (Afonso, 2006).

Tabela 1 – Distribuição dos perfis por zonas previamente estabelecidas.

Zona de colheita	Nº do perfil	Classe taxonómica
Zona I	P1	RG
Zona II	P2	VR
	P3	RG
Zona III	P4	CM
	P5	GL
	P6	RG
Zona IV	P7	RG co
	P8	FL
	P9	LU gl
Zona V	P10	CM gl
	P11	RG co
Zona VI	P12	LP
Zona VII	P13	LP li
	P14	CM
	P15	CM
	P16	CM
Zona VIII	P17	LP
Zona IX	P18	CM
	P19	LP
	P20	LP
	P21	RG co
Zona X	P22	RG

RG- Regossolo; RG co- Regossolo de origem coluvial; CM- Cambissolo; LP- Leptossolo; VR- Vertissolo; LU- Luvisso; FL- Fluvisso; GL- Gleissolo; gl- gleico.

Como principais características de cada classe taxonómica destacam-se as seguintes:

*Leptossolos (LP)*: São solos jovens ou incipientes, delgados, sem horizontes nitidamente diferenciados, característicos de zonas com declive acentuado. Esta unidade inclui o sub-grupo dos solos líticos, muito delgados, com rocha-mãe a menos de 10 cm de profundidade, localizados nas proximidades de afloramentos rochosos. Foram estudados 5

perfis de leptossolos distribuídos por várias zonas (quadro 1). A textura destes solos varia entre franca, franco-arenosa e franco-limosa (resultados não apresentados). Possuem um nível médio de fertilidade, caracterizado por uma capacidade de troca catiónica média (quadro 2) e por valores médios de fósforo e potássio. Os leptossolos ocupam a maior parte da área da zona de estudo (73% da área) e distribuem-se em todas as orientações. Encontram-se em zonas declivosas de formas convexas mas também em zonas de inclinação muito suave.

**Tabela 2** - Valores médios das principais características químicas das amostras analisadas, por classe pedológica

Classe	Nº de perfis	Nº de amostras	pH	m.o.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>ex</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>ex</sub>	Ca	Mg	K	Na	CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Ca/Mg
			(H <sub>2</sub> O)	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>						
CM	5	17	6.72	9.1	43	79	12.68	9.03	0.18	0.07	21.97	1.40
FL	1	3	6.61	19.5	28	39	5.74	2.16	0.06	0.10	8.07	2.66
GL	1	3	5.57	14.1	15	59	1.73	0.6	0.18	0.12	2.63	2.88
LP	5	9	6.81	12.0	52	93	11.57	5.83	0.24	0.06	17.71	1.98
LU	1	3	7.01	16.0	48	40	7.65	11.27	0.04	0.11	19.07	0.68
RG	4	11	7.24	5.2	37	110	10.67	15.01	0.36	0.07	26.11	0.71
RG co	4	9	6.75	9.8	33	71	10.60	8.92	0.17	0.10	19.78	1.19
VR	1	4	6.85	2.4	62	87	17.33	30.74	0.28	0.06	48.40	0.56

Classificação dos valores de CTC: muito baixa - ≤5; baixa - 5.1 a 10; média - 10.1 - 20; alta - 20.1 a 40; muito alta - >40

Classificação dos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: ≤25; baixo - 26 a 50; médio - 51 a 100; alto - 101 a 200 (LQARS, 2006)

(o quadro não contempla os valores de Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> e GSB porque a concentração de Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> foi sempre zero e por isso GSB foi sempre 100, de acordo com cálculos descritos no material e métodos).

*Regossolos (RG)*: Solos pouco evoluídos, de material não consolidado. Dominam na zona litológica de depósitos de cobertura, na zona III (figura 1) onde se encontra quartzo filoniano (quartzo de filões que sofreu transporte) que pode corresponder a depósitos conglomeráticos de natureza fluvial ocorridos na idade Cenozóica. Este material apresenta-se, por vezes, muito compactado e duro, o que dificulta o desenvolvimento radicular de espécies vegetais. A textura destes solos é predominantemente franco-argilosa. Do ponto de vista químico são solos com valores de capacidade de troca catiónica elevados. Foi identificado outro tipo de regossolos em áreas sujeitas a erosão, em depósitos coluviais (zonas V e VII). Estes depósitos decorrem do transporte por acção da gravidade ou por transporte pelas águas de escoamento superficial, facilitado ainda pela gravidade. A textura destes solos varia entre franca e franco-limosa. Estes solos possuem uma fertilidade mais baixa que os regossolos anteriores (média) (quadro 2) mas apresentam melhores condições físicas para o desenvolvimento radicular por não serem tão compactos. A seguir aos leptossolos, são os mais representados, ocupando cerca de 16% da área (13,92% + 1,97% de regossolos de origem coluvial) (figura 3).

*Cambissolos (CM)*: Solos pouco evoluídos. Os solos incluídos nesta classe desenvolvem-se a partir de materiais de alteração da rocha subjacente ou a partir de materiais de transporte de outros locais. Alguns sofrem a influência da proximidade de uma toalha freática, o que lhes confere características hidromórficas. Foi identificado um perfil com estas características junto ao rio Fervença. Esta é a terceira classe de solos mais representada na área de estudo (figura 3). Estes solos situam-se sobretudo nas áreas que, num passado recente, foram utilizadas na agricultura. A textura destes solos varia entre franca, franco-argilosa e franco-limosa. São solos com uma capacidade de troca catiónica alta a muito alta (quadro 2), características que, do ponto de vista químico, são muito favoráveis à produção de biomassa.

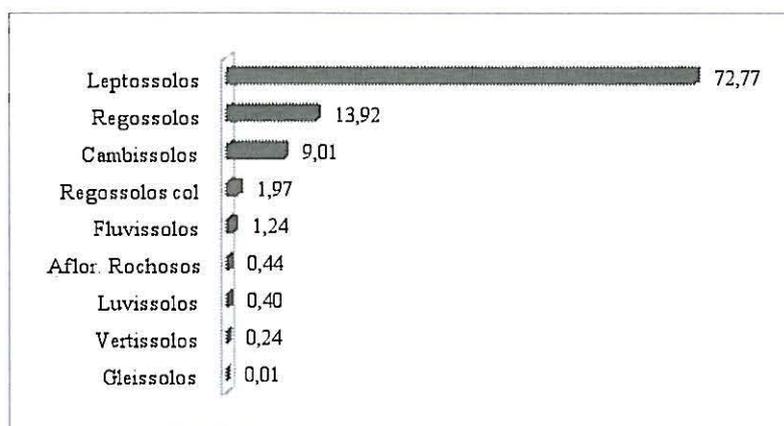


Figura 3 – Área ocupada por cada família de solos no PUB, expressa em percentagem.

*Fluvissolos (FL)*: Encontram-se nos vales de rios. São solos desenvolvidos a partir de depósitos aluvionares, com propriedades flúvicas (solos recentes de aluvião) e localizam-se nas margens do rio Fervença.

*Luvisolos (LV)*: São solos com teores mais elevados em argila no subsolo do que à superfície, resultado dos processos pedogenéticos (especialmente migração de argila). Estes solos possuem uma elevada actividade das argilas e uma elevada capacidade de troca catiónica, ou seja, uma elevada capacidade de retenção de catiões.

*Gleissolos (GL)*: Solos húmidos, saturados de água por períodos longos de tempo. Apresentam padrões de cores: avermelhadas, castanhas, acinzentadas. O material originário deste tipo de solos pode ser material não consolidado da idade Cenozóico, com mineralogia ácida ou básica. Aparecem em depressões. Na área de estudo, os solos identificados pertencentes a esta categoria são os que apresentam valores mais baixos de pH (5,6) (quadro 2), situam-se numa área confinada da zona III, não possuindo por isso representação cartográfica.

*Vertissolos (VL)*: A formação de vertissolos é característica de climas com estações contrastantes. Podem estar localizados em locais confinados a materiais originários ricos em bases. O cálcio, associado a fenómenos de alternância de humedecimento, possui um papel determinante na neoformação de minerais de argila expansíveis em quantidade considerável. São os movimentos vérticos causados pela contracção e expansão das argilas que resultam na homogeneização do perfil e em particularidades estruturais (fendas, faces de fricção). A existência de argilas expansíveis neste tipo de solos manifesta-se através de uma elevada capacidade de troca catiónica. No quadro 2 pode ver-se que estes solos possuem o valor médio mais elevado para este parâmetro. À semelhança dos Gleissolos, estes solos ocupam uma área reduzida situada na Zona II e por isso também não têm representação cartográfica.

No que respeita à fertilidade dos solos estudados, há que referir possíveis problemas que podem surgir associados aos desequilíbrios entre os iões Ca e Mg. Uma razão Ca/Mg igual a 5 é considerada uma situação adequada para o desenvolvimento das plantas (LQARS, 2006). No entanto, como se pode ver no quadro 2, não foi identificada nenhuma situação semelhante devido aos teores muito elevados em magnésio, tendo-se registado situações em que esta relação é inferior a 1 (RG, LU, VR). Estes resultados estão relacionados com a natureza máfica e ultramáfica do material originário dos solos, tendo sido registados resultados semelhantes em outros trabalhos desenvolvidos na mesma região (Lazaro *et al*, 2006). À excepção dos Leptossolos e Vertissolos, os teores em fósforo ( $P_2O_5$ ) foram inferiores a  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo classificados de *baixos*, situação frequente na maioria dos solos portugueses. Os valores de potássio ( $K_2O$ ) variaram, entre 50 e  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo

classificados de *médios*. Apenas os Regossolos apresentaram valores superiores a 100 mg kg<sup>-1</sup> neste nutriente.

A figura 4 apresenta a distribuição das classes taxonómicas identificadas no PUB, à excepção das unidades sem representação cartográfica (Gleissolos e Vertissolos).

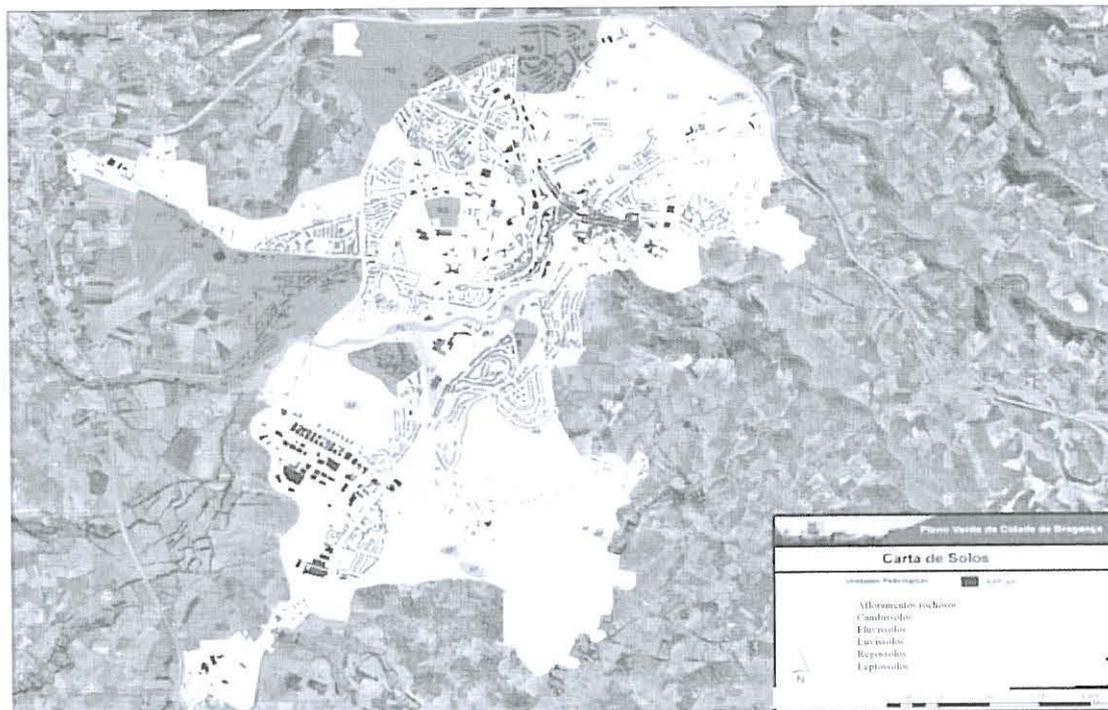


Figura 4 - Primeira versão da carta de solos do perímetro urbano de Bragança (Afonso, 2006).

### Classificação dos solos de acordo com o seu valor ecológico

Após a apreciação das características dos solos apresenta-se em seguida uma classificação do valor ecológico dos solos. De acordo com os critérios da FAO (1981) foram estabelecidas 4 classes de adequabilidade dos solos à produção de biomassa:

*Classe S1 – solos com elevado valor ecológico* – solos sem limitações significativas para um determinado uso. São solos com maior espessura efectiva, com índices de elevada fertilidade ou solos onde a incorporação de factores de produção (como a rega ou fertilizantes) se traduz por efeitos benéficos significativos na produção de biomassa. Incluem-se ainda nesta classe solos associados a sistemas agrícolas e/ou florestais tradicionais: Fluvisolos, Luvisolos e Cambissolos.

*Classe S2 – Solos de moderado valor ecológico* – Solos de valor variável, com aptidão moderada: Vertissolos, Regossolos de origem coluvial e os Leptossolos tradicionalmente ocupados com culturas agrícolas e/ou florestais.

*Classe S3 – Solos de reduzido valor ecológico* – Solos de muito reduzida aptidão para a produção de biomassa: os Regossolos de origem nos depósitos sedimentares do cenozóico (são solos muito pedregosos, compactos, onde o desenvolvimento radicular é extremamente difícil); Gleissolos.

*Classe N- Sem aptidão* – áreas a que correspondem os afloramentos rochosos e os Leptossolos líticos que lhe estão associados.

## 4. Conclusões

Como principais resultados destacam-se os seguintes:

- As rochas máficas e ultramáficas constituem o material litológico dominante do perímetro urbano da cidade de Bragança. Este facto reflecte-se na fertilidade relativamente elevada dos solos, caracterizada por valores médios a altos de capacidade de troca catiónica e por alguns valores da razão Ca/Mg inferiores a 1 o que pode dar indicação de situações favoráveis à ocorrência de desequilíbrios nutricionais para as plantas.

- Dominam os Leptosolos que ocupam mais de 70% da área de estudo. Dada a reduzida espessura efectiva destes solos, são necessários cuidados no seu manuseamento para minimizar problemas relacionados com a sua degradação.

- A área de solos de valor ecológico elevado é relativamente reduzida.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, N., 2006. *Contribuição para o estudo dos solos do PDM de Bragança*. Trabalho de fim de curso em Eng<sup>a</sup> do Ambiente e do Território. IPB/ESA.
- Agroconsultores & Coba. 1991. *Carta de Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Agroconsultores e Coba.
- FAO, 1981. *A framework for land evaluation*. FAO Soils Bulletin 32.
- FAO, 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006 (WRB)*. IUSS, ISRIC, FAO.
- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. 2006. *Manual de Fertilização das Culturas*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas.
- Lázaro D., Kidd P.S., Martínéz C.M., 2006. A phytogeochemical study of the Trás-os-Montes region (NE Portugal). Possible species for plant-based soil remediation technologies. *Science of the total environment*. 354:265-277.
- SSSA - Soil Science Society of America, 1996. *Glossary of Soil Terms*. SSSA, Inc
- Van Reeuwijk L.P., 2002. *Procedures for Soil Analysis*. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).