

## Objectivo

Este trabalho foi realizado na Quinta da Senhora de Mércules (ESACB), numa área total de cerca de 82 ha, correspondente a 9 parcelas (Figura 1) e teve como objectivo a elaboração de um plano de gestão de solos para a área em estudo, através da avaliação da fertilidade do solo das parcelas em análise, utilizando para esse fim ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica.

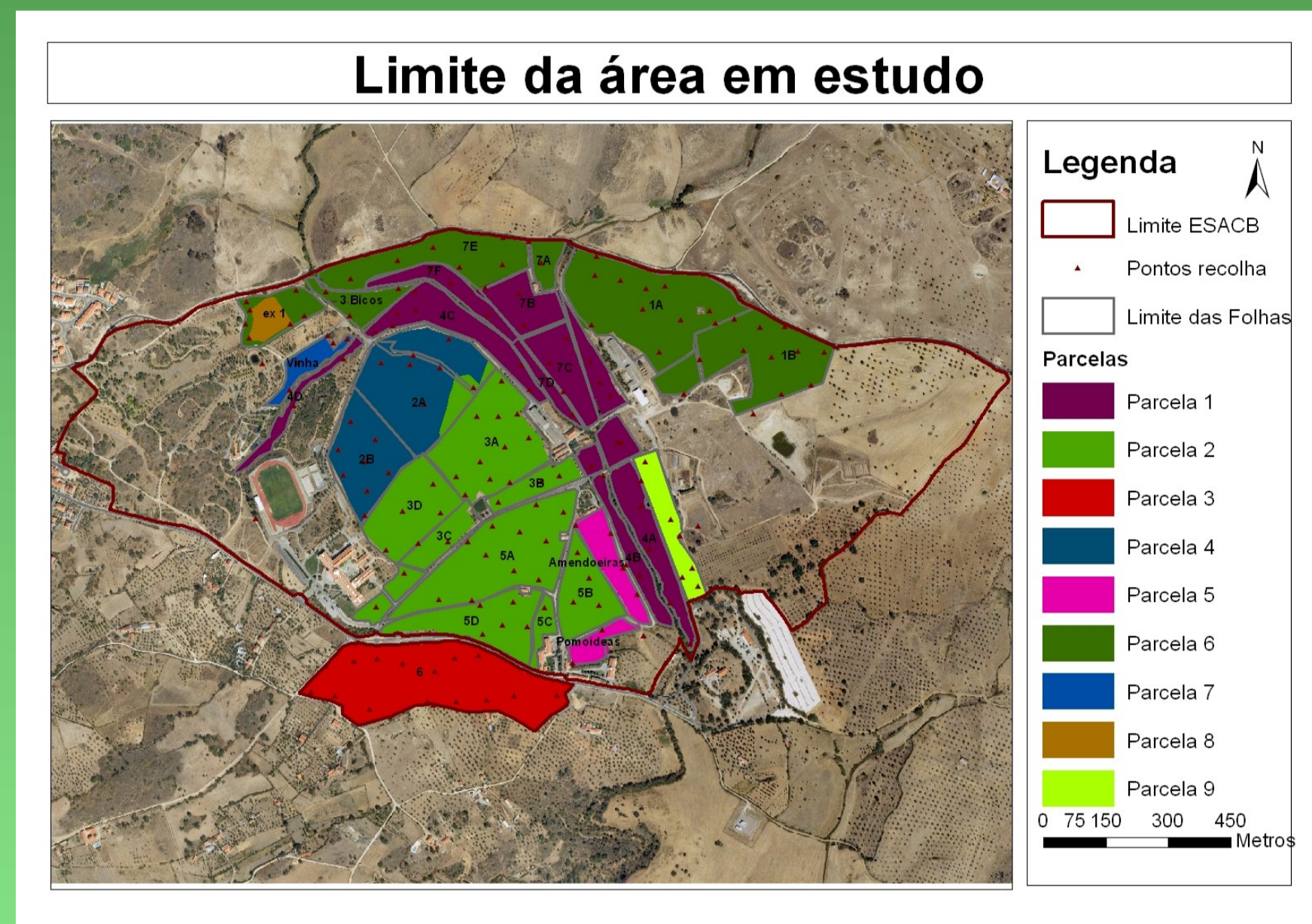


Figura 1 - Limite e localização das parcelas em estudo

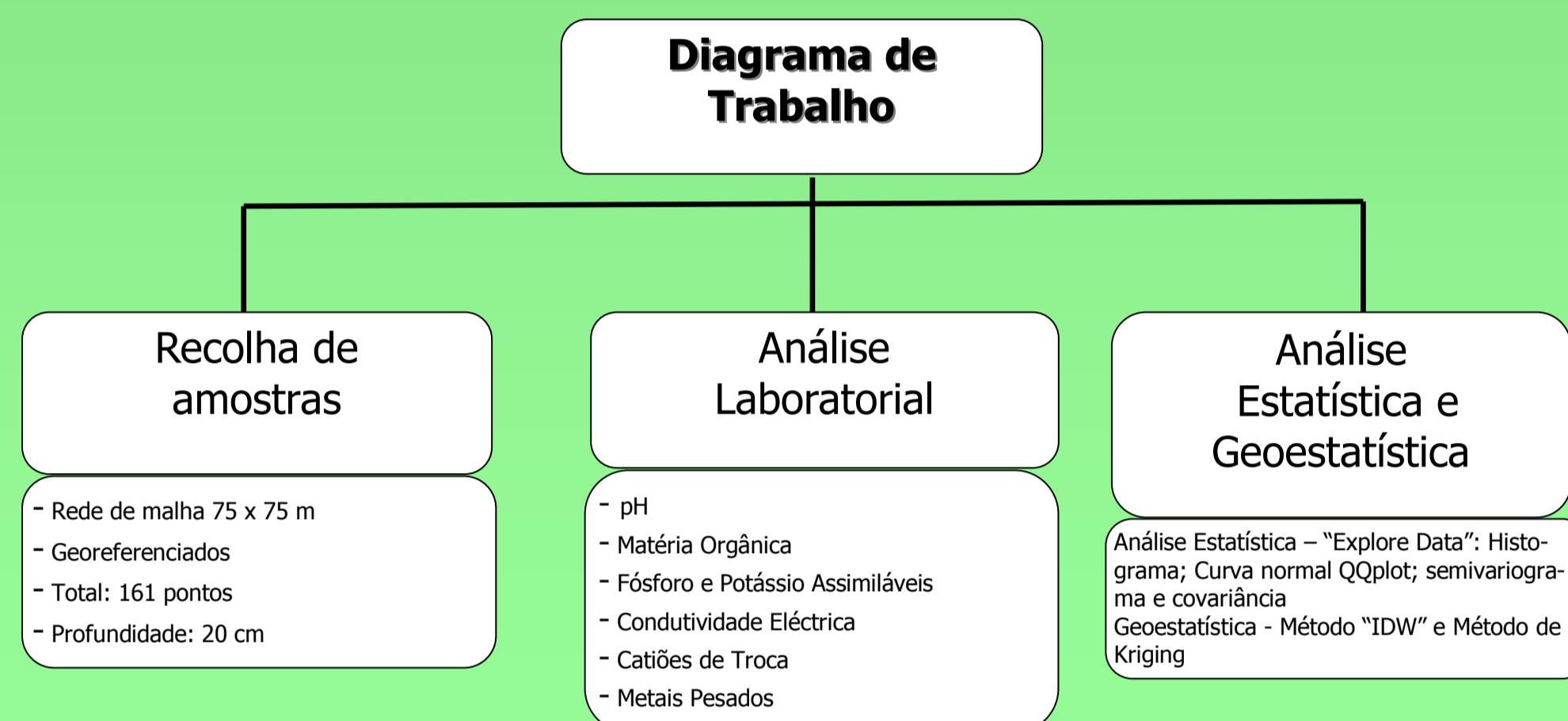


Figura 2 - Diagrama de Trabalho

## Material e Métodos

A elaboração deste trabalho decorreu segundo o descrito na Figura 2. A recolha de amostras de solos efectuou-se entre 25 de Fevereiro e 22 de Julho de 2009. A georeferenciação realizou-se aquando da recolha das amostras, utilizando para isso, o equipamento de recepção de sinal GPS - marca Trimble, integrado com *Windows Mobile CE 3.0*. As metodologias analíticas utilizadas encontram-se descritas na tabela 1. Na fase de georeferenciação, efectuaram-se, em média 13 posições por cada ponto amostrado; obtendo-se um PDOP médio de 3,1 e uma precisão horizontal média de 36 cm por ponto. A análise estatística e geoestatística dos dados relativos às propriedades químicas analisadas foi realizada através da utilização do programa ArcGIS versão 9.1., extensão Geostatistical Wizard. Os métodos de interpolação utilizados na análise geoestatística encontram-se descritos na tabela 2.

Tabela 1 - Metodologias analíticas utilizadas

Parâmetro analisado	Metodologia utilizada	Unidades
pH (H <sub>2</sub> O)	Potenciometria; eléctrodo de vidro; suspensão da terra em água, 1:2,5	Escala de Sorensen
Matéria Orgânica (MO)	Método de Walkley & Black (1934)	%
Potássio assimilável (K <sub>2</sub> O)	Egnér et al 1960, fotometria de chama (doseamento)	mg kg <sup>-1</sup>
Fósforo assimilável (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Egnér et al 1960, colorimetria por espectrofotometria de absorção molecular (doseamento)	mg kg <sup>-1</sup>
Condutividade Eléctrica (C.E.)	Condutímetro; suspensão da terra em água, 1:5	dS.m <sup>-1</sup>
Bases de Troca (Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> e K <sup>+</sup> )	Extracção com Acetato de Amónio e leitura em espectrofotometria de absorção atómica	cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>
Metais Pesados (Cobre, Zinco, Níquel, Chumbo, Cádmio e Crómio)	Extracção pelo método das águas régias (EN13346, 2000) e leitura em espectrofotometria de absorção atómica	mg kg <sup>-1</sup>

Tabela 2 - Metodologias de interpolação geoestatística utilizadas

Variável	Modelo	Características do modelo	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Erro de Estimativa
pH	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 161 pontos	y = 0,251 x + 4,21	0,9265	0,5791
MO	"IDW"	- Amostragem: 157 pontos	y = 0,411 x + 1,64	0,9978	a)
K <sub>2</sub> O	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 161 pontos	y = 0,254 x + 135,97	0,9766	125,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 161 pontos	y = 0,293 x + 141,15	0,9520	105,7
C.E.	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 161 pontos	y = 0,286 x + 0,031	0,9623	0,0278
<b>Bases de Troca:</b>					
Ca <sup>2+</sup>	"ordinary kriging"	- Com transformação logarítmica - Amostragem: 139 pontos	y = 0,029 x + 1,990	0,908	2,983
K <sup>+</sup>	"ordinary kriging"	- Amostragem: 139 pontos	y = 0,447 x + 0,215	0,7518	0,4355
Mg <sup>2+</sup>	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 141 pontos	y = 0,119 x + 1,150	0,9683	3,031
Na <sup>+</sup>	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 139 pontos	y = 0,495 x + 0,072	0,9637	0,1722
<b>Metais Pesados:</b>					
Cu	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 91 pontos	y = 0,381 x + 6,657	0,9688	6,331
Zn	"ordinary kriging"	- Amostragem: 91 pontos	y = 0,052 x + 78,88	0,9945	31,7
Cr	"ordinary kriging"	- Amostragem: 91 pontos	y = 0,117 x + 15,779	0,9971	14,71
Pb	"ordinary kriging"	- Sem transformação logarítmica - Amostragem: 56 pontos	y = 0,214 x + 15,756	0,8828	24,87
Cd	"ordinary kriging"	- Amostragem: 56 pontos	y = 0,019 x + 0,139	0,9791	0,2215
Ni	"ordinary kriging"	- Amostragem: 56 pontos	y = 0,005 x + 120,17	0,9941	30,12

## Resultados

Os parâmetros analisados ao longo deste trabalho permitiram a elaboração dos mapas de distribuição espacial, de forma a avaliar quais os parâmetros que apresentam maior risco a nível ambiental. Das propriedades avaliadas, a MO, a CE, os MP e o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Verifica-se que na área em estudo, existem áreas em risco ambiental, devido a mais do que um parâmetro químico do solo, nomeadamente, nas zonas de baixa e nas áreas de pastoreio dos bovinos, onde se verificam valores de MO superiores a 3,1 % (valor alto) e valores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superiores a 201 mg.kg<sup>-1</sup> (valor muito alto). Nesta área, verificou-se ainda valores de CE muito próximos do valor limite a partir do qual se verificam os efeitos da salinidade (CE > 0,40 dS.m<sup>-1</sup>). No que respeita aos valores dos MP, verificaram-se valores mais elevados de Zn, Ni e Pb, estes verificam-se nas áreas de produção da quinta entre o xisto e o granito. No entanto, os valores mais elevados de Pb localizam-se nas áreas de Pomar de Pessegueiros e Vinha, podendo estes valores estar associados à acumulação deste elemento no solo, devido à aplicação de produtos fitossanitários nas culturas.

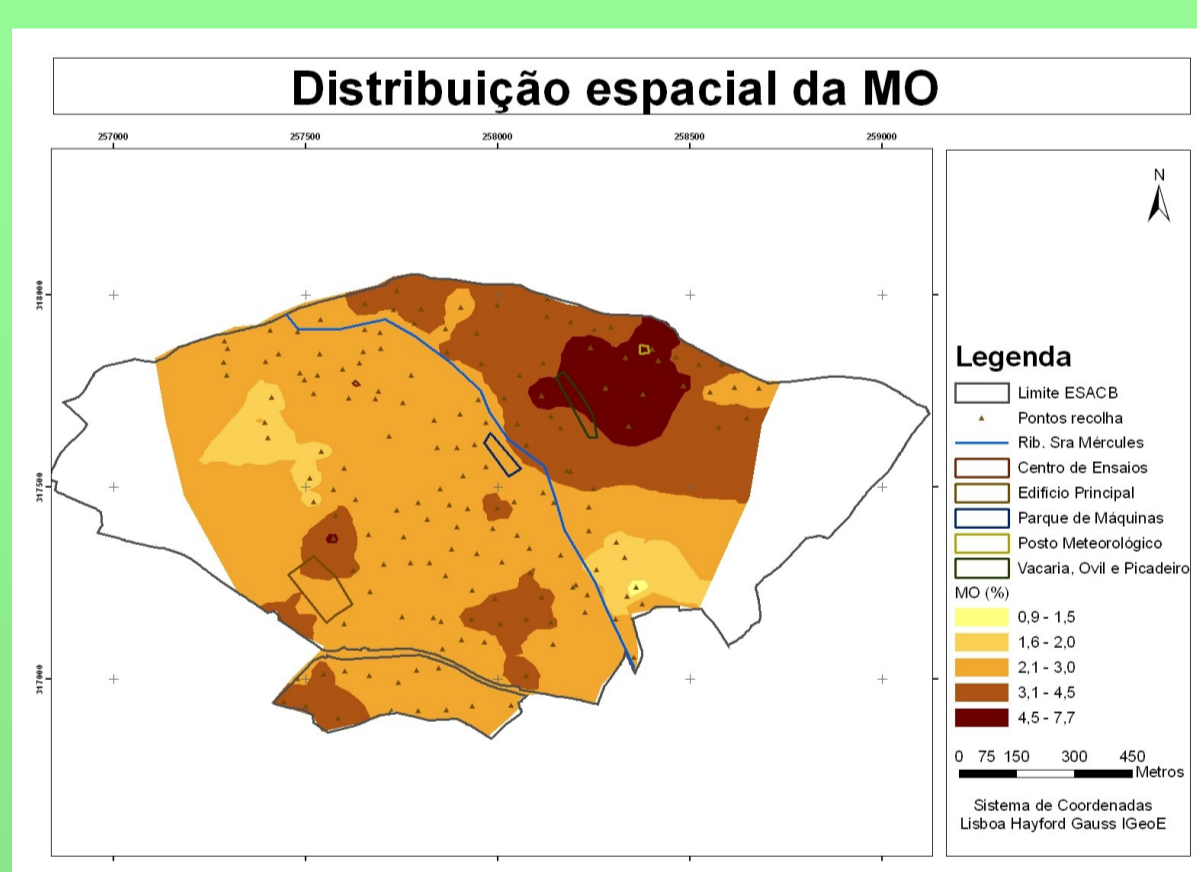


Figura 3 - Mapa de distribuição espacial da MO

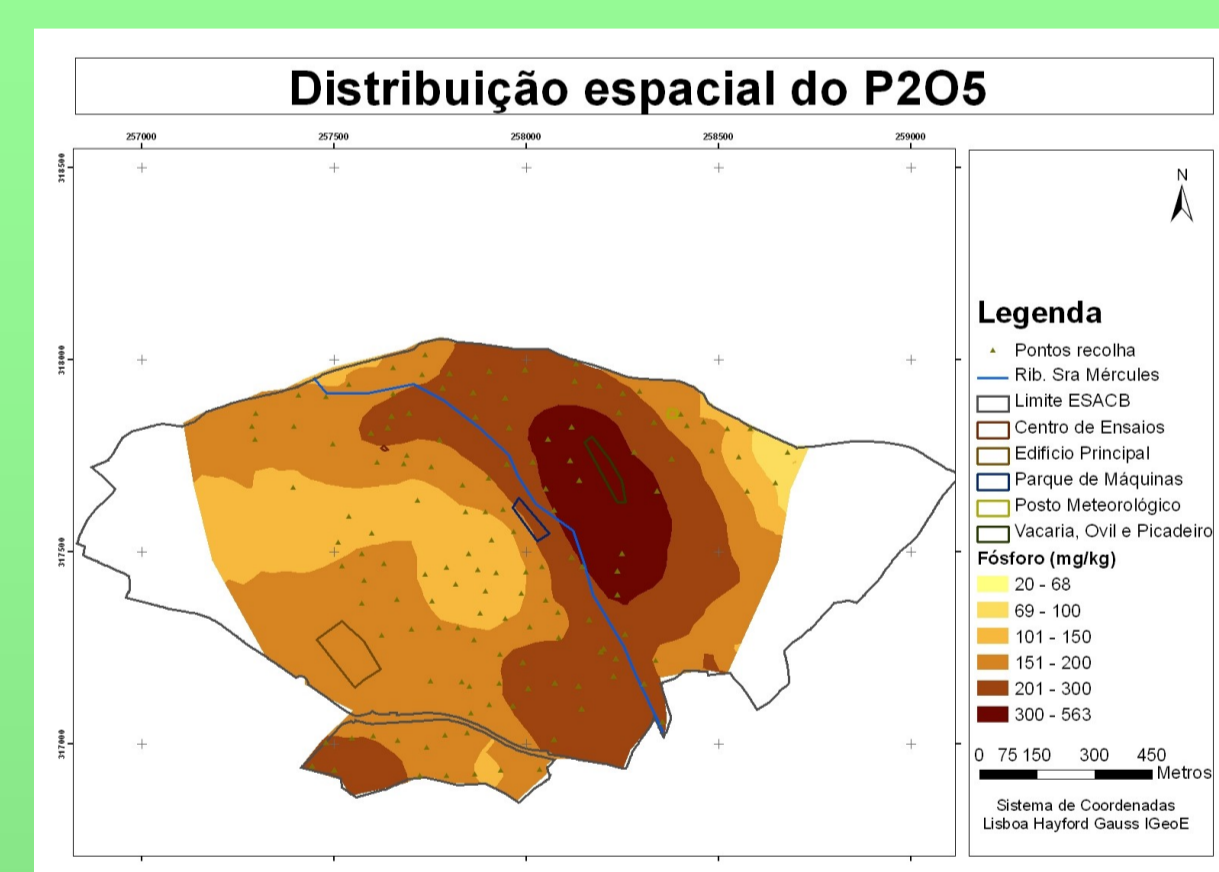


Figura 4 - Mapa de distribuição espacial do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

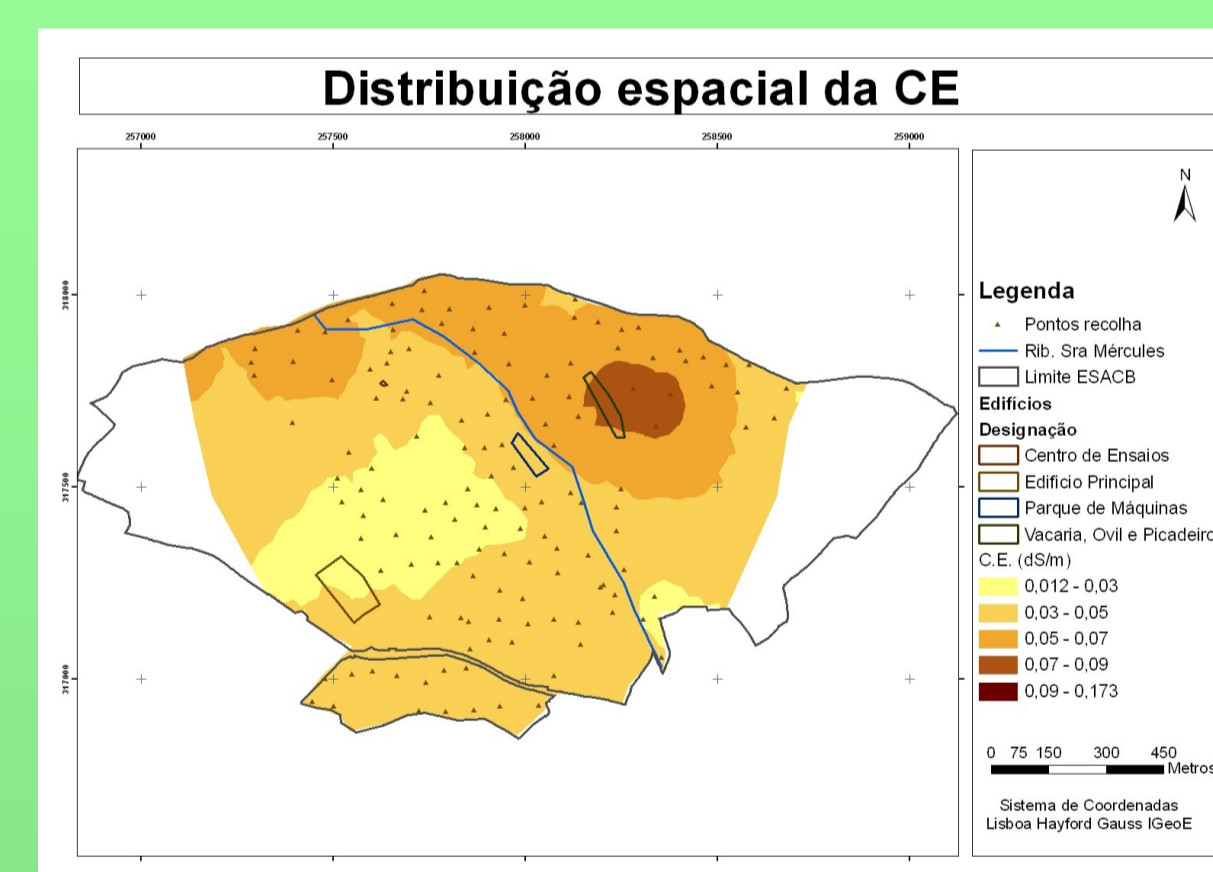


Figura 5 - Mapa de distribuição espacial da CE

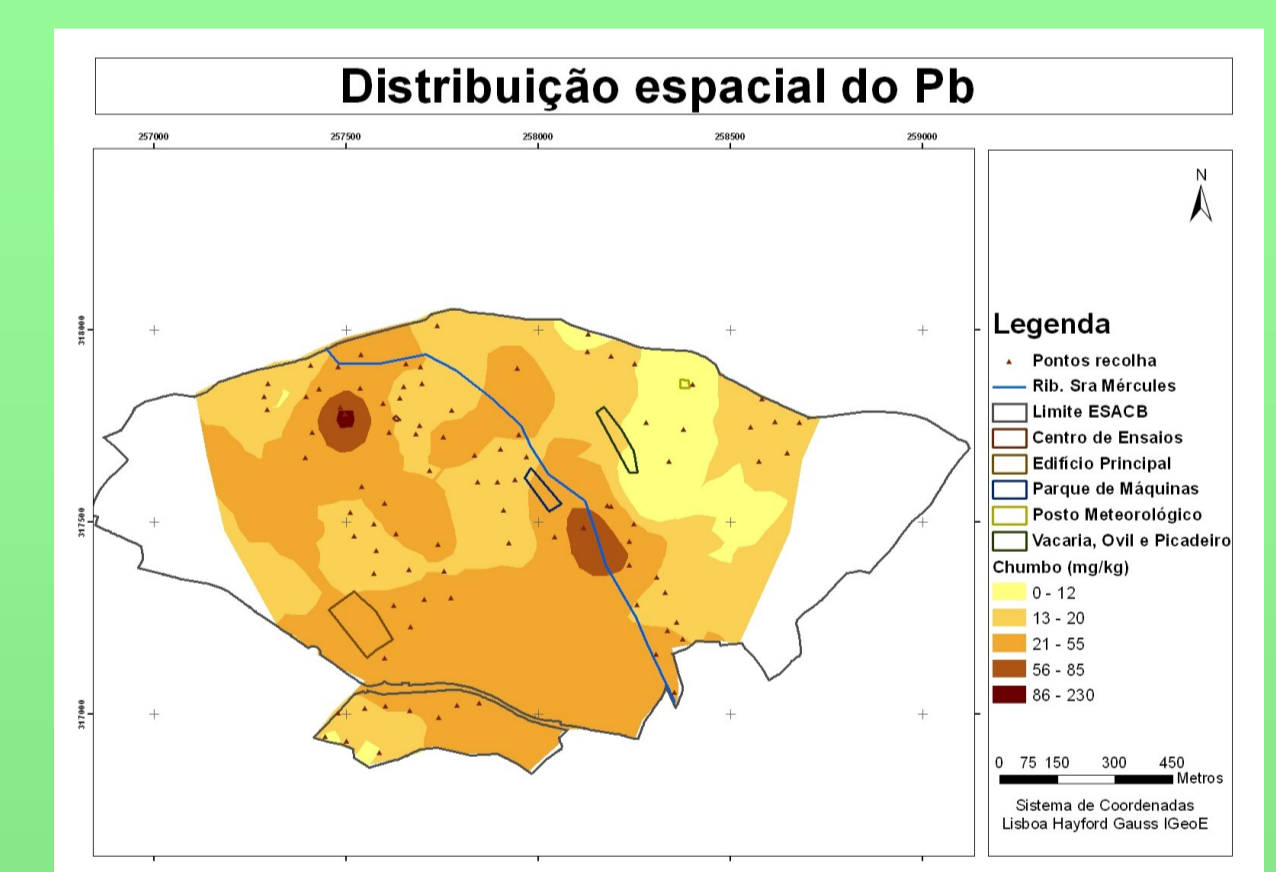


Figura 6 - Mapa de distribuição espacial do Pb

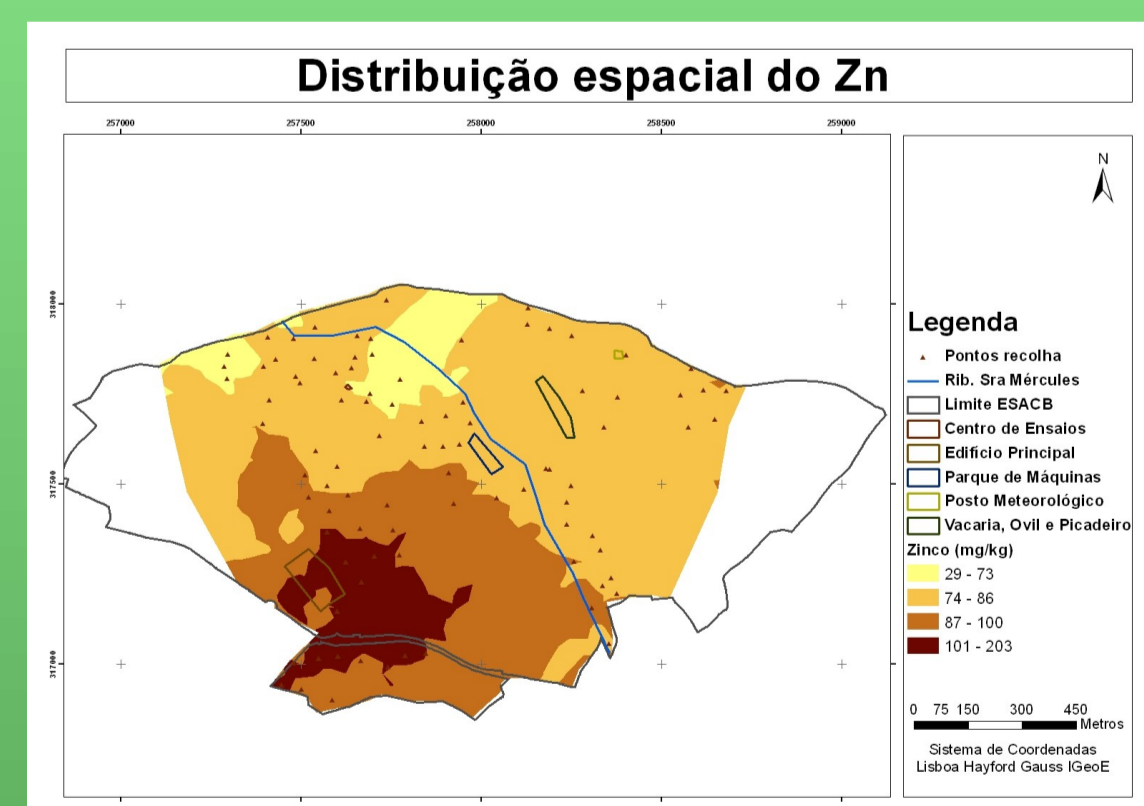


Figura 7 - Mapa de distribuição espacial do Zn

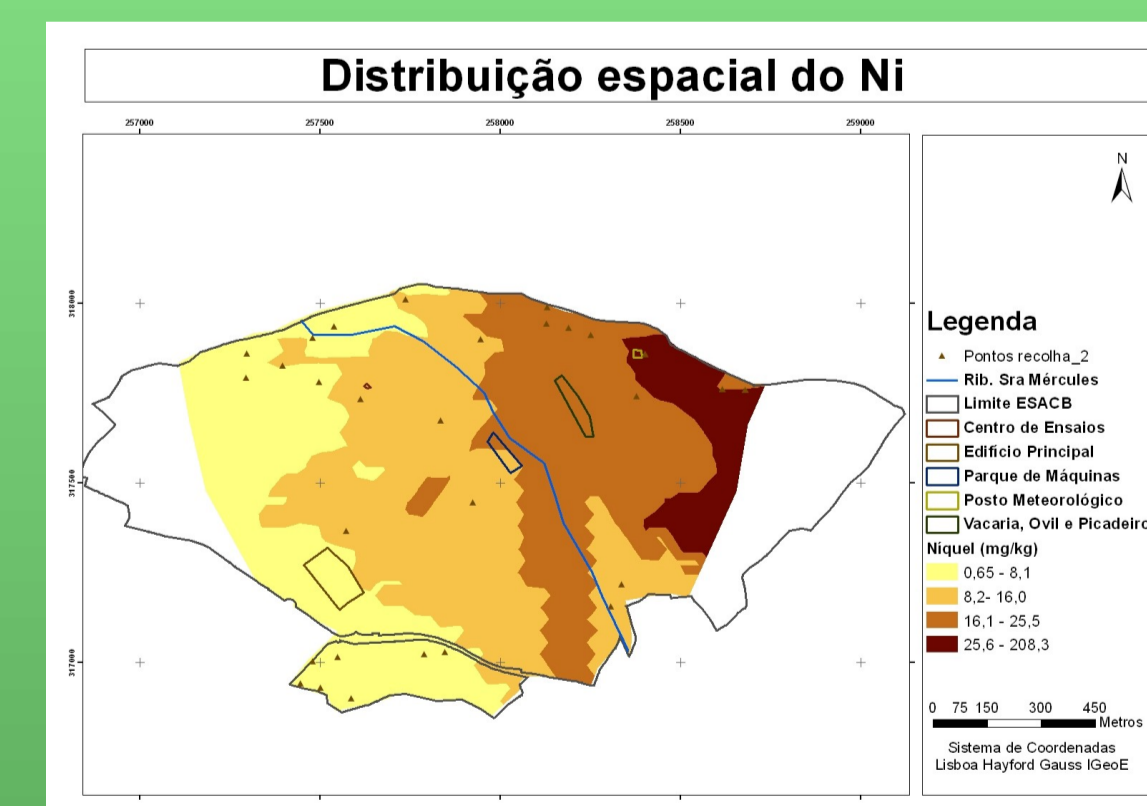


Figura 8 - Mapa de distribuição espacial do Ni

## Conclusões

A elaboração deste trabalho permitiu concluir que é possível com os procedimentos e ferramentas utilizadas efectuar um plano de gestão e uso do solo. Este plano de gestão deverá ter em conta que a actividade agropecuária desenvolvida na Quinta promove situações de risco a nível ambiental, em algumas das zonas analisadas, nomeadamente, nas zonas de pastoreio intensivo e ainda nas zonas de menor cota, onde se verifica um acentuado aumento de algumas das propriedades químicas analisadas. Para a manutenção da capacidade produtiva dos solos e minimização de impactos ambientais aconselha-se que se promova a gestão e monitorização das diferentes parcelas ao longo do tempo, no que diz respeito, essencialmente, ao P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CE, Zn, Ni e Pb, por apresentarem valores acima dos limites.

## Referências Bibliográficas

- ArcGIS 9 - *Using ArcGIS - Geostatistical Analyst*. Esri Press, 2001, 306 pp.
- FAO Soils Bulletin nº 32 (1976) - *A framework for land evaluation*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Netherlands, 87 pp.
- FAO Soils Bulletin nº 52 (1983) - *Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture*. Soil Resources Management and Conservation Service - Land and Water Development Division, Rome, Italy, 237 pp.
- FAO Soils Bulletin nº 55 (1985) - *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture*. Soil Resources Management and Conservation Service - Land and Water Development Division. Disponível em: [www.fao.org/docrep/009/096786x56R00101.htm](http://www.fao.org/docrep/009/096786x56R00101.htm) (Acesso em 27 de Junho de 2009).
- Kachigan, S. K. (1986) - *Statistical Analysis - Na interdisciplinary introduction to univariate and multivariate methods*. Radius Press, NY, USA, 589 pp.
- Rodcha, R., Narkwiabonwong, W. & A. Sawatruang (2008) - Land Evaluation for an Agricultural Land Reform area using GIS. *Agricultural Land Reform Office* (online). Disponível em: [arsr.com/library/asset/col/fbrow08/papers/papers/pap\\_1437.pdf](http://www.arsr.com/library/asset/col/fbrow08/papers/papers/pap_1437.pdf). (Acesso em: 15 de Maio de 2009)
- Matos, J. (2008) - *Fundamentos de Informação Geográfica*. Lidel - Edições Técnicas, Lda, Lisboa, 405 pp.
- Smagin, A.V., Azovtseva, M.V., Smagina, A.L., Stepanov, A.D. & Kurbatova, A.S. (2006) - *Criteria Methods to assess the ecological status of soils in relation to the landscaping of urban territories*. Eurasian Soil Science, 39 (5): 539-551.
- Soares, A. (2006) - *Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente*. IST - Press, Lisboa, 214 pp.
- Xue, F. e Bian, Z. (2008) - GIS combined with MCE to evaluate land quality. *IFIP International Federation for Information Processing, Computer and Computing Technologies in Agriculture*, Vol. 1; Daoliang Li; (Boston: Springer), 258: 215-222.