

Projecto Agro 254

Título do sub-projecto.

Produção de suínos ao ar livre: avaliação de efeitos ambientais

Responsável pelo sub-projecto: Maria do Carmo Simões Mendonça Horta Monteiro
(Doutora, Professor Adjunto da Escola Superior Agrária de Castelo Branco)

1- Introdução:

A produção de suínos ao ar livre é actualmente uma alternativa à produção agropecuária tradicional principalmente em zonas desfavorecidas. Relativamente à produção intensiva tem como vantagens um baixo encabeçamento e, o facto de contar com o solo como o meio de deposição natural dos resíduos orgânicos produzidos. Esta forma de produção pode ter no entanto efeitos ambientais negativos, no que diz respeito à poluição do solo e transporte dessa poluição para áreas adjacentes ou águas subterrâneas.

Objectivos

O objectivo deste trabalho foi o de avaliar a evolução das propriedades químicas do solo e caracterizar as águas de drenagem interna, numa unidade experimental de produção de suínos parqueados ao ar livre.

2-Material e métodos

Esta unidade experimental situa-se na quinta da Escola Superior Agrária de Castelo Branco – Portugal, consta de uma área total de 2.8 ha e está dividida em 6 parques. Os animais encontram-se distribuídos por estes parques de acordo com a idade, estado fisiológico e sexo. Assim, existe um parque para leitões, quatro para porcas reprodutoras e um parque para varrascos. As raças em estudo são: Alentejana e Bízara. O solo onde se instalou a unidade de demonstração é um cambisol dístrico (FAO, 1994). O declive dos parques varia entre os 5 e os 30 % com um valor médio de 14%

(Figura 5 do anexo). Antes da instalação da unidade experimental foi caracterizado o solo, quanto ao seu teor em carbono orgânico (C_{org}), azoto total (N), fósforo e potássio “assimiláveis” (P e K), Bases de troca (Ca, Mg, Na e K), os metais pesados Cobre e Zinco (Cu e Zn), pH e condutividade eléctrica (CE). O nível inicial destes elementos constituiu o nível base de referência deste solo. A data de início do projecto foi em Janeiro de 2005. Estabeleceu-se um plano de monitorização desta área que consta de amostragens ao solo com periodicidade bi-mensal. A colheita de terra iniciou-se em Maio analisando-se os parâmetros acima referidos. A nomenclatura utilizada foi a de denominar os parques de 1 a 6 (ex: P1...P6), em que o parque P1 é o dos varrascos e o P6 é o dos leitões, sendo os outros ocupados pelas fêmeas. Consideraram-se em cada parque duas zonas de colheita de terra. Uma mais suja, que corresponde à zona onde os animais comem e dormem (S) e outra mais limpa (L) na restante área. A colheita de amostras de terra foi efectuada a 20 cm de profundidade por meio de uma amostra compósita.

Para a recolha da água de drenagem interna (lixiviados), instalaram-se a 60 cm de profundidade cápsulas de recolha de lixiviados. Colocaram-se 4 cápsulas por cada parque, duas na zona considerada mais suja e as outras duas na restante zona (ex: P1S1, P1S2, P1L1; P1L2). A água lixiviada foi recolhida após a ocorrência de precipitação. Nesta amostra foi quantificado o azoto na forma mineral (NH_4^+ e NO_3^-), o fósforo total (Pt), o pH, a CE, o Cu e Zn. O volume de água recolhido foi por vezes insuficiente para a quantificação de todos os parâmetros referidos. Optou-se por quantificar sempre o azoto mineral e sempre que possível também os outros elementos.

No Quadro 1 apresentam-se as metodologias analíticas e as unidades dos diversos parâmetros avaliados.

Quadro 1-Parâmetros avaliados no solo e lixiviados e respectiva metodologia analítica

Parâmetros	Metodologia	Unidades
Solo		
pH	Potenciometria; eléctrodo de vidro; suspensão de terra em água 1:2,5	
Condutividade eléctrica	Conductivímetro; suspensão de terra em água 1:5	dS m ⁻¹ (µS cm ⁻¹)
Carbono orgânico	Walkley e Black	g kg ⁻¹
Azoto total	Metodo de Kjeldahl	g kg ⁻¹
Fósforo “assimilável”	Egnér-Riehm (extracção), colorimetria por espectrofotometria de absorção molecular (doseamento)	mg kg ⁻¹
Potássio “assimilável”	Egnér-Riehm (extracção), fotometria de chama (doseamento)	mg kg ⁻¹
Bases de troca (Ca, mg, Na e K)	Soluçãp molar de acetato de amónio tamponizado a pH 7,0 (extracção), leituta em absorção atómica (doseamento)	Cmol ₍₊₎ kg ⁻¹
Metais pesados (Cu e Zn)	Método de DTPA_TEA (Lindsay e Norvell, 1978).	mg kg ⁻¹
Lixiviados		
pH	Potenciometria; eléctrodo de vidro	
Condutividade eléctrica	Conductivímetro	dS m ⁻¹ (µS cm ⁻¹)
NH ₄ ⁺ e NO ₃ ⁻	Standardt Methods, 1980	mg L ⁻¹
Fósforo total	Digestão com persulfato em autoclave e doseamento por, colorimetria em espectrofotometria de absorção molecular	mg L ⁻¹
Cu e Zn	Leitura directa em absorção atómica	mg L ⁻¹

3-Resultados

Os resultados obtidos em 2005 e 2006 relativamente à evolução das propriedades do solo e caracterização de lixiviados na unidade experimental de produção de suínos ao ar livre da ESA-CB apresentam-se de seguida.

3.1- Análises ao solo

Pode-se observar no quadro 2 as características físico-químicas iniciais do solo da Unidade Experimental. O solo em causa é de textura média, ácido e pobre em matéria orgânica e em fósforo. Tem um teor elevado em potássio, baixo em bases de troca e um teor baixo a médio em Cu e Zn. A condutividade eléctrica é também baixa.

Quadro 2- Características físico-químicas iniciais do solo da Unidade Experimental

C _o g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	pH	CE μScm ⁻¹	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Ca	Mg Cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na	K	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
8,1	0,98	5,1	46,7	9	111	0,35	0,085	0,011	0,048	0,43	0,39

Após um ano, verifica-se que os valores médios da condutividade eléctrica do solo permanecem baixos, mas há um aumento considerável nalguns parques e uma variabilidade também elevada. O pH do solo e o teor em C_o apresentam uma tendência para aumentar (Quadro 2).

Quadro 2- Características do solo da Unidade Experimental após um ano (Maio 2005 a Abril de 2006; n=8), valores médios da condutividade eléctrica, pH e Carbono orgânico

Parcela	CE μScm ⁻¹	dp	CV (%)	pH	dp	CV (%)	C _o g kg ⁻¹	dp	CV (%)
Solo inicial	46,7	0,0		5,1			8,08		
P1S	46,1	12,8	28	6,0	0,4	7,0	14,36	2,41	17
P1L	67,9	20,0	29	6,2	0,5	7,3	11,67	2,91	25
P2S	71,9	47,8	66	5,9	0,2	2,9	12,72	2,70	21
P2L	71,0	73,0	103	5,8	0,5	7,8	13,81	5,67	41
P3S	104,5	37,8	36	5,7	0,3	5,1	14,79	3,71	25
P3L	98,2	150,2	153	5,9	0,4	7,5	11,15	2,44	22
P4S	97,1	39,9	41	5,7	0,2	4,0	11,73	2,09	18
P4L	92,8	70,7	76	6,0	0,4	5,9	12,23	2,96	24
P5S	68,4	41,4	60	5,9	0,2	3,2	14,54	3,44	24
P5L	51,6	16,5	32	6,2	0,4	5,7	11,32	1,12	10
P6S	132,0	57,7	44	6,1	0,3	5,4	15,70	4,59	29
P6L	57,3	34,0	59	5,8	0,1	2,4	15,20	5,53	36
CV (%)	32*		61**	3		5	12		24

dp- desvio padrão; CV- coeficiente de variação; *-coeficiente de variação dos valores médios, **-média dos coeficientes de variação.

No Quadro 3 apresentam-se os valores das bases e troca. Observa-se que o valor médio é superior ao valor inicial do solo para qualquer das bases de troca. Esta observação está de acordo com o aumento também observado no pH e na CE do solo. Nas Figuras 1 a 4 pode-se observar que ao longo do tempo houve um aumento (acumulação) das bases de troca no solo.

Quadro 3- Características do solo da Unidade Experimental após um ano (Maio 2005 a Abril de 2006; n=8), valores médios das bases de troca

Parcela	Ca ²⁺	dp	CV (%)	Mg ²⁺	dp	CV (%)	Na ⁺	dp	CV (%)	K ⁺	dp	CV (%)
Solo inicial	0,35	0	0	0,085	0	0	0,011	0	0	0,048	0	0
P1S	4,87	0	0	0,911	0	0	0,156	0	0	0,860	0	0
P1L	2,99	2,91	101	0,718	0,828	115	0,026	0,028	109	0,300	0,337	112
P2S	2,49	2,79	101	0,458	0,626	136	0,044	0,052	120	0,373	0,539	144
P2L	1,24	1,24	101	0,297	0,415	140	0,010	0,013	141	0,243	0,338	139
P3S	2,60	2,99	101	0,313	0,346	111	0,023	0,024	105	0,504	0,655	130
P3L	2,03	2,27	101	0,332	0,407	123	0,009	0,006	73	0,295	0,383	130
P4S	2,00	1,99	101	0,324	0,339	104	0,056	0,037	66	0,394	0,427	109
P4L	2,04	1,94	101	0,329	0,370	112	0,018	0,012	70	0,402	0,518	129
P5S	3,03	3,88	101	0,450	0,555	123	0,066	0,072	110	0,468	0,558	119
P5L	2,78	3,24	101	0,515	0,651	126	0,012	0,009	74	0,295	0,388	132
P6S	3,54	4,48	101	0,594	0,747	126	0,041	0,037	91	0,567	0,719	127
P6L	1,98	2,25	101	0,485	0,681	140	0,028	0,035	124	0,316	0,448	142
CV (%)	36		101	39		113	100		98	41		128

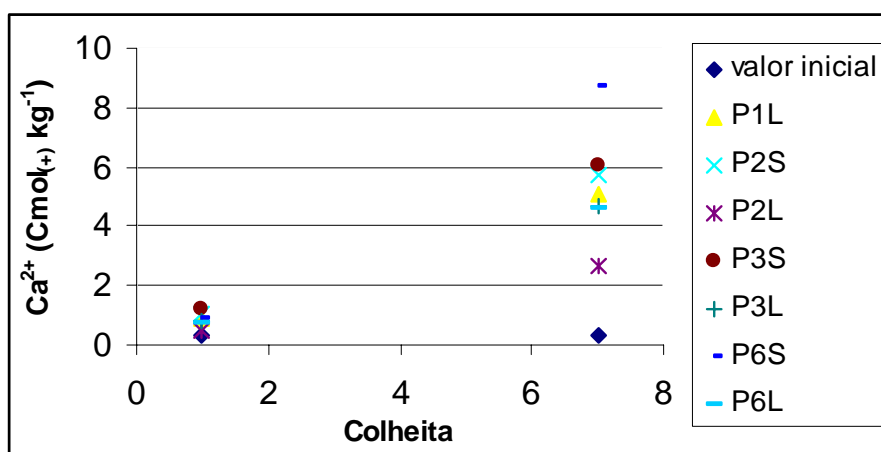


Figura 1- Evolução no teor em cálcio de troca do solo desde Maio de 2005 até Fevereiro de 2006

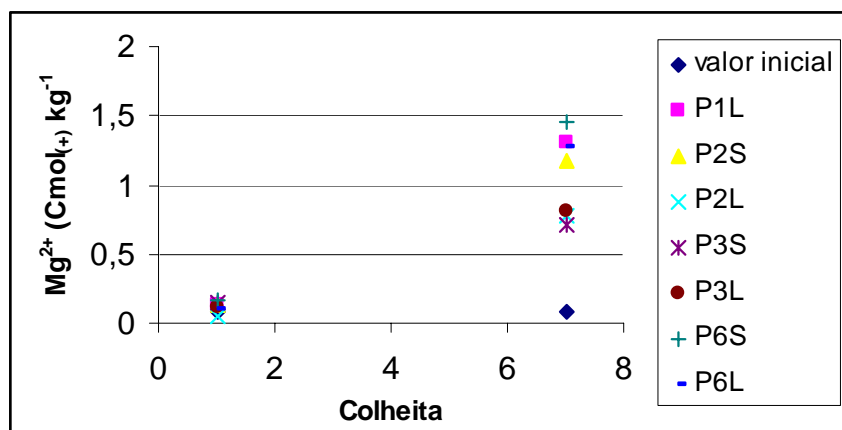


Figura 2- Evolução no teor em magnésio de troca do solo desde Maio de 2005 até Fevereiro de 2006

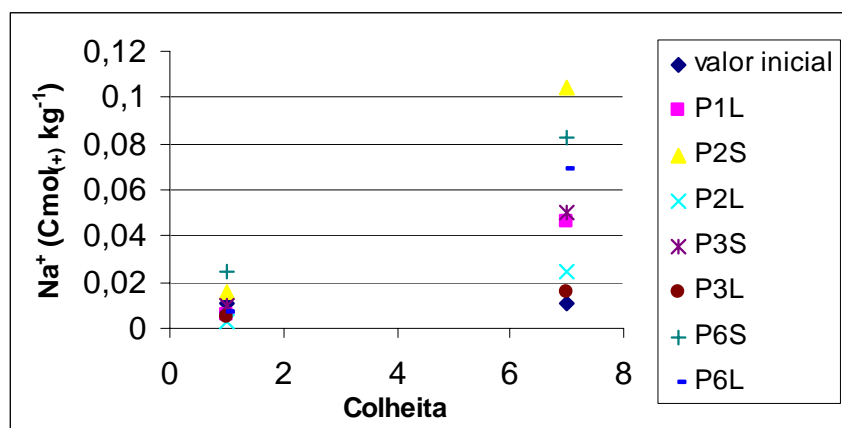


Figura 3- Evolução no teor em sódio de troca do solo desde Maio de 2005 até Fevereiro de 2006

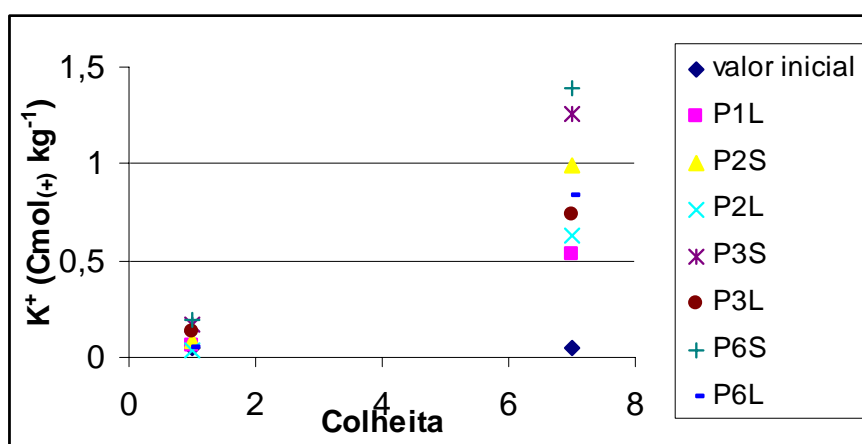


Figura 4- Evolução no teor em potássio de troca do solo desde Maio de 2005 até Fevereiro de 2006.

À semelhança dos outros parâmetros observa-se uma tendência na acumulação no solo em fósforo, potássio e azoto. Este aumento provém essencialmente dos excrementos dos animais e de restos de ração. O valor mais elevado de fósforo observa-se na zona mais suja do parque dos leitões (P6S). Os valores mais elevados de potássio nos parques das fêmeas reprodutoras e no dos leitões. O valor em azoto total praticamente duplica e apresenta valores semelhantes nos diversos parques.

Quadro 4- Características do solo da Unidade Experimental após um ano (Maio 2005 a Abril de 2006; n=8), valores médios do fósforo, potássio e azoto total

Parcela	P mgkg⁻¹	dp	CV (%)	K mgkg⁻¹	dp	CV (%)	N- total g kg⁻¹	dp	CV (%)
Solo inicial	9,2			111			0,98		
P1S	29	16	57	177	31	18	1,60	0,32	20
P1L	37	26	71	185	78	42	1,40	0,61	43
P2S	21	9	43	139	32	23	1,44	0,36	25
P2L	11	4	43	111	28	25	1,55	0,64	41
P3S	28	17	61	223	125	56	1,86	0,68	37
P3L	11	2	22	132	45	34	1,42	0,54	38
P4S	28	12	43	189	43	23	1,43	0,43	30
P4L	23	18	75	256	179	70	1,43	0,27	19
P5S	44	25	58	200	81	41	1,89	0,68	36
P5L	16	8	47	163	65	40	1,40	0,22	15
P6S	63	46	73	228	106	47	1,85	0,54	29
P6L	22	14	62	161	110	68	1,84	0,65	35
CV (%)	53		55	24		41	14		38

Os teores em metais pesados Cu e Zn mantêm-se próximo do valor inicial do solo, excepto para o Zn no parque dos leitões (P6S) que apresenta um valor médio considerado elevado. Este aumento poderá ser devido à composição da ração e ao metabolismo dos leitões, que nesta fase do seu desenvolvimento fisiológico poderão excretar uma proporção elevada do Zn ingerido.

Quadro 4- Características do solo da Unidade Experimental após um ano (Maio 2005 a Abril de 2006; n=8), valores médios do cobre e zinco

Parcela	Cu mgkg⁻¹	dp	CV (%)	Zn mgkg⁻¹	dp	CV (%)
Solo inicial	0,43			0,39		
P1S	0,42	0,03	7	0,59	0,27	47
P1L	0,42	0,10	23	0,48	0,22	46
P2S	0,44	0,19	43	0,41	0,29	71
P2L	0,36	0,15	42	0,14	0,06	41
P3S	0,40	0,11	28	0,52	0,28	53
P3L	0,37	0,05	15	0,27	0,11	41
P4S	0,43	0,11	25	0,44	0,21	48
P4L	0,44	0,05	12	0,29	0,12	41
P5S	0,42	0,08	18	0,65	0,37	56
P5L	0,40	0,10	26	0,26	0,07	27
P6S	0,56	0,12	22	1,48	0,93	63
P6L	0,48	0,08	17	0,52	0,18	35
CV (%)	12		23	68		48

Em Maio de 2006 efectuaram-se recolhas de amostras de terra georreferenciadas o que permitiu efectuar para cada parâmetro analisado o respectivo mapa de concentração. Apresentam-se em anexo os mapas referentes à distribuição espacial do C_o e do P quantificados em Maio de 2006 (Figuras 6 e 7). Como se pode observar a variabilidade espacial é elevada, verificando-se as zonas de maior concentração junto aos locais de alimentação e de descanso. Observa-se ainda uma acumulação nas zonas adjacentes à unidade experimental.

3.2- Análise de águas lixiviadas:

A análise dos parâmetros analisados nas águas lixiviadas permite dizer que apresentam um pH próximo da neutralidade o que poder ser o resultado de alguma lixiviação de bases uma vez que no solo se observa acumulação de bases de troca e também subida de pH. O valor médio da CE apresenta alguma variabilidade, denotando diferenças acentuadas na composição dos lixiviados. A CE varia desde um valor mínimo de 0,192 dSm⁻¹ até 1,8 dS m⁻¹ (Quadro 5).

Quadro 5- Valores médios (n=6) nas águas lixiviadas do pH e condutividade eléctrica

Amostra / parcela	pH	dp	CV (%)	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	dp	CV (%)
P1S1	6,5	0,7	11	347,5	68,3	20
P1S2	6,8	0,8	11	297,7	55,9	27
P1L1	6,7	0,7	11	319,5	167,9	53
P1L2	5,9	0,7	12	884,0	233,4	26
P2S1	5,9	1,0	17	1077,2	457,9	43
P2S2	6,5	0,8	12	191,5	23,4	12
P2L1	5,9	1,0	17	272,8	26,4	10
P2L2	6,5	0,8	13	382,0	20,3	5
P3S1	6,0	1,0	16	224,0	60,6	27
P3S2	5,8	1,0	18	1001,0	728,2	73
P3L1	6,4	0,8	12	489,2	468,3	96
P3L2	6,9	0,7	9	262,3	42,4	16
P4S1	6,0	0,8	13	1131,5	158,6	14
P4S2	7,0	0,7	10	427,6	201,4	47
P4L1	6,8	0,6	9	223,0	22,5	10
P4L2	6,4	0,4	5	590,0	175,3	30
P5S1	6,6	0,3	4	1107,7	126,6	11
P5S2	6,9	0,8	11	198,4	66,4	33
P5L1	6,6	0,8	13	251,8	39,1	16
P5L2	6,5	0,8	12	280,0	25,9	9
P6S1	6,7	0,6	8	671,0	326,1	49
P6S2	7,2	0,6	8	1836,4	356,7	49
P6L1	7,1	0,8	11	252,5	25,4	10
P6L2	6,8	0,8	11	353,8	26,9	8
CV (%)	6		12	78		28

Os valores da concentração em NH_4^+ e NO_3^- das águas lixiviadas não é elevado (Quadro 6). No entanto o cálculo da quantidade total de azoto mineral potencialmente lixiviável é de 16 kg de V por ha em média (Quadro 7). Este valor foi calculado a partir do produto do valor médio de azoto mineral lixiviado em todos os parques e da quantidade de água infiltrada. O teor em P total apresenta uma elevada variabilidade e em quase todos os parques apresenta valores $>0,1 \text{ mg L}^{-1}$. este valor é considerado um valor crítico na água de drenagem interna para a qualidade das águas subterrâneas no que diz respeito ao risco de contribuir para a eutrofização das águas superficiais.. O teor em Cu e Zn é muito baixo reflectindo a também baixa concentração no solo (Quadro 8).

Quadro 6- Valores médios (n=6) nas águas lixiviadas do azoto mineral

Amostra / parcela	NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	dp	CV (%)	NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	dp	CV (%)
P1S1	0,85	0,32	37	9,2	7,1	77
P1S2	0,46	0,30	66	4,0	2,8	70
P1L1	2,92	3,34	115	3,9	2,8	71
P1L2	3,34	2,01	60	2,4	2,2	91
P2S1	2,54	2,07	81	3,5	3,6	104
P2S2	0,84	0,47	55	4,0	1,7	43
P2L1	1,11	0,37	34	3,6	1,7	46
P2L2	0,72	0,27	38	5,5	4,4	80
P3S1	0,81	0,51	63	5,6	3,5	63
P3S2	1,88	1,07	57	6,4	6,7	104
P3L1	1,14	0,79	69	6,9	3,5	51
P3L2	0,61	0,39	65	6,2	1,4	23
P4S1	7,46	3,37	45	3,6	2,4	65
P4S2	0,57	0,35	61	3,1	0,7	24
P4L1	1,03	0,46	45	4,3	3,4	79
P4L2	1,26	0,1	8	3,2	0,7	22
P5S1	12,01	1,52	13	3,3	1,2	38
P5S2	0,88	0,47	53	5,7	4,8	85
P5L1	1,14	0,17	15	2,9	1,1	36
P5L2	0,81	0,22	28	4,9	2,8	56
P6S1	1,36	0,44	32	6,0	1,8	30
P6S2	15,13	3,40	22	4,4	2,6	60
P6L1	1,44	0,91	63	5,7	1,2	22
P6L2	1,0	0,43	43	7,1	1,1	15
CV (%)	146		49	34		57

Quadro 7- Quantidade total de azoto mineral lixiviado (kg N / ha)

	Máximo	Mínimo	Médio
N-NH ₄ ⁺	66,8	1,4	9,8
N-NO ₃ ⁻	17,7	2,7	6,0
N-mineral	84,5	4,1	15,8

Setembro de 2005 a Maio de 2006

Quadro 8- Concentração em Fósforo total (n=4) e em Cu e Zn (n=1) nas águas
lixiviadas

Amostra / parcela	Pt mg L ⁻¹	dp	CV (%)	Cu mg L ⁻¹	Zn mg L ⁻¹
P1S1	0,008	0,005	59	< 0,001	0,005
P1S2	0,017	0,022	129	< 0,001	nd
P1L1	0,019	0,013	71	< 0,001	0,011
P1L2	0,193	0,137	71	< 0,001	0,018
P2S1	0,037	0,042	114	< 0,001	0,004
P2S2	0,03	0,019	65	< 0,001	0,002
P2L1	0,012	0,012	99	< 0,001	0,013
P2L2	0,006	0		< 0,001	0,027
P3S1	0,013	0,005	36	< 0,001	0,004
P3S2	0,016	0,014	90	0,012	0,03
P3L1	0,007	0,006	80	< 0,001	0,006
P3L2	0,052	0,065	125	0,001	0,005
P4S1	0,07	0,048	69	< 0,001	0,011
P4S2	2,698	1,953	72	-	nd
P4L1	0,232	0,161	69	-	nd
P4L2	0,176	0,178	101	-	-
P5S1	0,204	0		-	-
P5S2	0,270	0,188	70	< 0,001	nd
P5L1	0,067	0,034	51	-	-
P5L2	0,165	0,029	17	-	-
P6S1	0,173	0,031	18	< 0,001	0,021
P6S2	0,176	0,168	96	0,002	nd
P6L1	0,024	0,015	64	0,002	0,007
P6L2	0,011	0,010	84	< 0,001	0,009
CV (%)	277		75	-	-

4-Comentário final

Os resultados obtidos após o primeiro ano permitem-nos concluir o seguinte: i) Os níveis no solo de todos os parâmetros analisados aumentaram acentuadamente e ii) A variabilidade destes parâmetros é elevada espacial e temporalmente. A variabilidade entre parques é elevada e é função da razão nº animais/área e idade/alimentação. A acumulação no solo de elementos minerais é fortemente influenciada pela precipitação. A intensidade da precipitação e o declive dos parques favorece o arrastamento da zona superficial mais contaminada, para zonas de menor declive. Verifica-se uma acumulação do material arrastado por erosão / escoamento superficial no solo da zona adjacente à unidade experimental. A acumulação de matéria orgânica e de fósforo parece-nos particularmente importante. O teor em fósforo no solo passou de baixo a alto nalguns parques. A composição das águas lixiviadas reflecte este aumento em P no solo, sendo a sua concentração por vezes superior à considerada admissível em termos de

risco de eutrofização das águas superficiais. Por este motivo somos de opinião que se testem diferentes arraçoamentos e tipos de ração com vista a minimizar este problema.

A lixiviação em azoto mineral apresenta uma elevada variabilidade com um valor médio de azoto mineral lixiviado de 16 kg / ha.

A continuação da monitorização desta área, e a avaliação do efeito ambiental de diferentes tipos de alimentação dos suínos reveste-se de todo o interesse, numa perspectiva de um manejo mais sustentável e portanto com menores impacte ambientais.

5- Publicações apresentadas

Horta-Monteiro M.C. (2006). Evolução das propriedades químicas de um Cambissolo sujeito à produção de suínos ao ar livre. *Livro de Resumos do II Congresso Ibérico da Ciência dom Solo*, 13-17 de Junho de 2006, Huelva, Espanha.

Em anexo apresenta-se o Poster exibido no Congresso.

Anexo

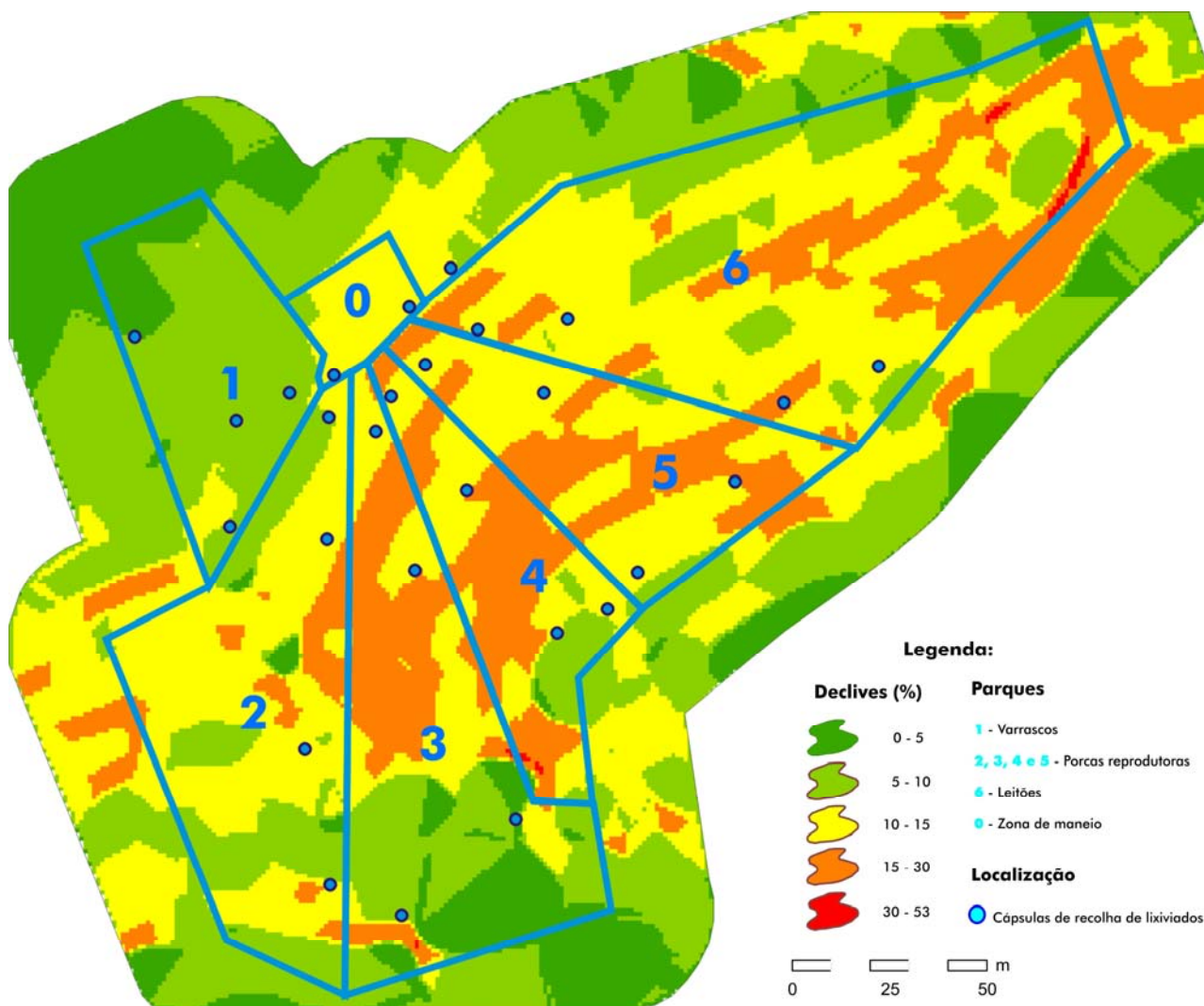


Figura 5- Mapa com a localização dos parques e com o declive da unidade experimental de produção de suínos ao ar livre.

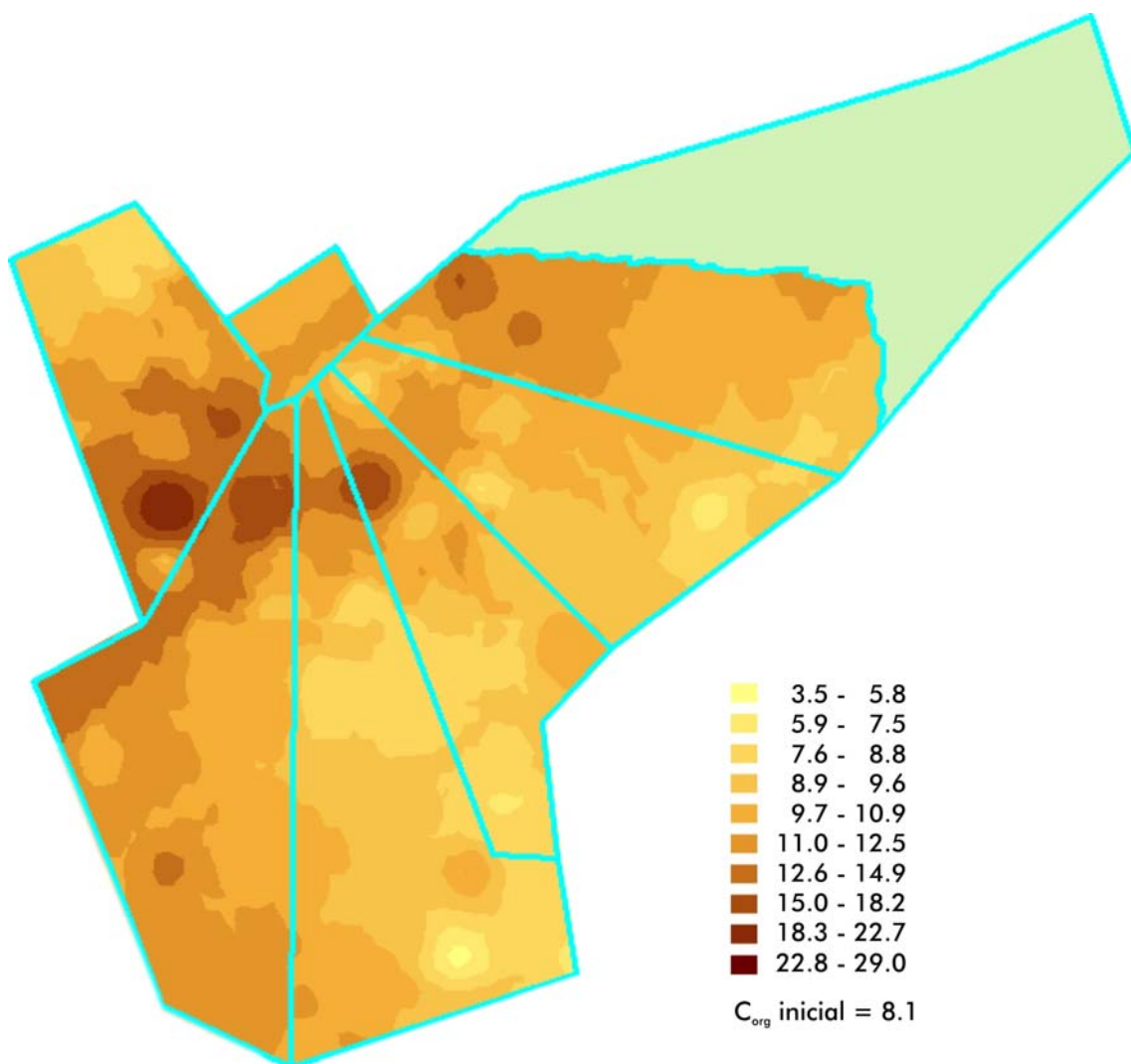


Figura 6- Mapa da concentração em carbono orgânico na unidade experimental de produção de suínos ao ar livre em Maio de 2006

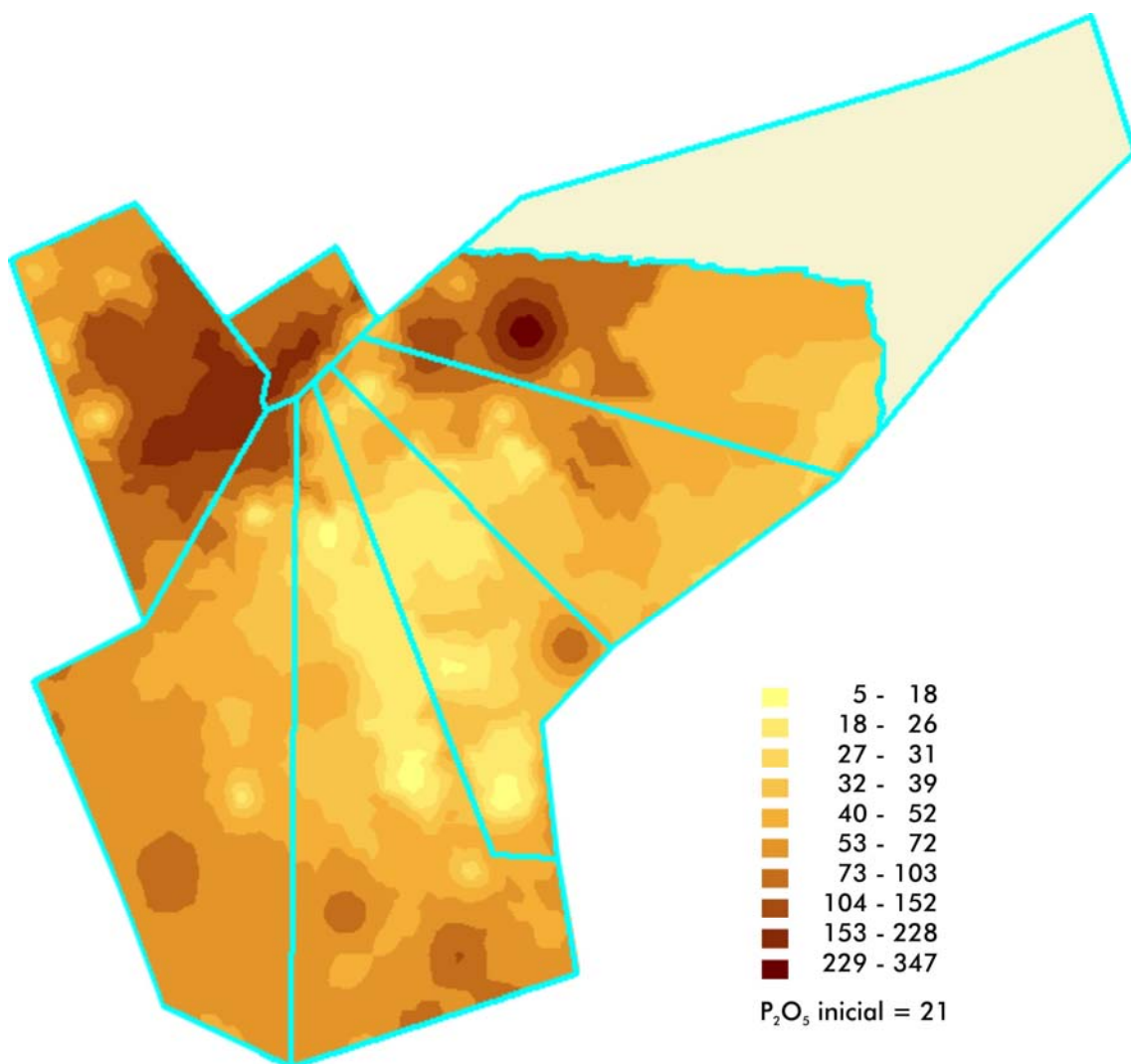


Figura 7- Mapa da concentração em fósforo (P_2O_5 , $mg\ kg^{-1}$, método de Egnér-Riehm) na unidade experimental de produção de suínos ao ar livre em Maio de 2006