

POCI/AGR/59180/2004

**AVALIAÇÃO DO IMPACTE DE FOGOS FLORESTAIS NOS
RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

Relatório da Execução Material



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Departamento de Hidráulica e Ambiente
Núcleo de Águas Subterrâneas



INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA



INETI

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P.
Departamento de Hidrogeologia

Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental
Núcleo de Caracterização de Cinzas dos Processos Termoquímicos

1 Introdução

O presente relatório apresenta os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste Projecto desde a data do seu início, em 1 de Maio de 2005, até 31 de Dezembro de 2005, num total de 8 meses de decurso do Projecto.

O relatório organiza-se pela descrição das tarefas a desenvolver que, recorde-se, são as seguintes:

- T1 – Selecção das áreas de estudo;
- T2 – Caracterização agro-florestal;
- T3 – Caracterização de cinzas e testes laboratoriais de combustão;
- T4 – Modelação do ciclo hidrológico e caracterização da qualidade da água;
- T5 – Coordenação e integração.

As datas de início e finalização de cada tarefa, obtidas por translação de quatro meses do calendário inicialmente proposto, devida ao início do Projecto quatro meses após a data inicialmente prevista, são as apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Datas de Início e finalização de cada tarefa e esforço para cumprir cada tarefa

Tarefa	Data de início	Data de fim	Esforço (Pessoa * mês)
T1	2005-05-01	2005-10-30	3,7
T2	2005-08-01	2007-04-30	16,9
T3	2006-01-01	2007-09-30	14,9
T4	2005-08-01	2008-04-30	18,7
T5	2005-05-01	2008-04-30	10,5

2 Selecção das áreas de estudo (Tarefa T1)

2.1 Introdução

A selecção das áreas de estudo é uma tarefa desempenhada por toda a equipa do Projecto.

De acordo com a proposta previram-se três áreas de estudo: uma que tenha sofrido um fogo recentemente (principal área do Projecto), outra que não tenha sido recentemente sujeita a um fogo (área de controlo em termos de qualidade e quantidade de água) e uma terceira onde é necessário haver um bom conhecimento acerca do coberto vegetal, solos e climatologia. Para cada uma dessas áreas, pretende-se juntar toda a informação disponível relevante para os objectivos do Projecto.

O escoamento e a qualidade da água superficial e subterrânea registados na segunda área de estudo serve para verificar as diferenças de escoamento e de qualidade antes e pós-incêndio.

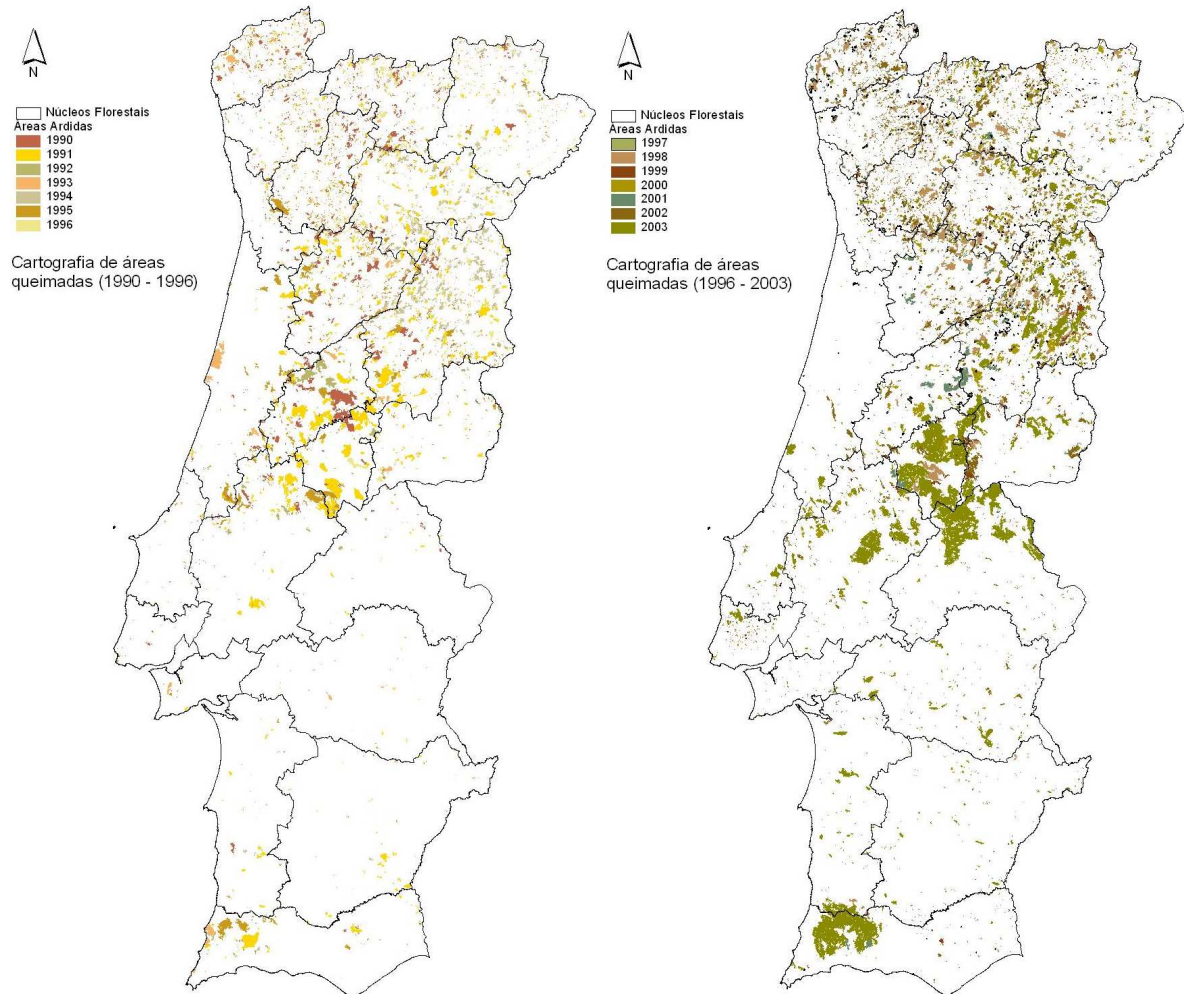
Um requisito é que ambas as áreas tenham registos de escoamento superficial.

A terceira área é definida para que, conhecendo todos os dados de entrada necessários para o Projecto (coberto vegetal, solos, (hidro)geologia, clima e condições de escoamento), se faça uma previsão de qual seria o impacte de um fogo florestal na área.

2.2 Pesquisa da informação disponível

Para a identificação das áreas a estudar começou por se observar o mapa das áreas ardidadas em Portugal nos últimos anos. O sítio da Internet da Direcção Geral dos Recursos Florestais apresenta informação sobre as áreas ardidadas. A Fig. 1 mostra as áreas ardidadas desde 1900 até 2003, segundo <http://www.dgrf.min-agricultura.pt/v4/dgf/pub.php?ndx=1470>. A Fig. 2 ilustra o inventário por freguesia das áreas ardidadas e do número de ocorrências segundo <http://www.dgrf.min-agricultura.pt/v4/dgf/ficheiros/20050513152200DSVPF-P.zip>.





Fonte: <http://www.dgrf.min-agricultura.pt/v4/dgf/pub.php?ndx=1470>

Fig. 1 – Áreas ardidas no Continente de 1990 até 2003

Microsoft Excel - Totais_Freguesia99_04N.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

100% Arial 10

L12

TOTAIS POR FREGUESIA (1999 - 2004)								
CONCELHO		Castelo Branco						
FREGUESIA	Dados	ANO						
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	Grand Total
Alcains	Soma de OCORRÊNCIAS	4	8	7	6	9	4	38
	Soma de POVOAMENTOS	0.0	0.0	0.1		75.0	4.1	79.1
	Soma de MATOS	0.107	6.606	4.05	1.73	11.061		23.554
	Soma de TOTAL	0.107	6.606	4.11	1.73	86.061	4.055	102.681
Castelo Branco	Soma de OCORRÊNCIAS	32	22	21	16	16	25	132
	Soma de POVOAMENTOS	24.5	0.0	8.0	7.6	3.8	110.8	154.7
	Soma de MATOS	11.189	13.648	8.612	10.5655	3.6095	3065.8301	3113.4543
	Soma de TOTAL	35.699	13.669	16.629	18.1255	7.4095	3176.5933	3268.1253
Cebolais de Cima	Soma de OCORRÊNCIAS	3	2	3	2		2	12
	Soma de POVOAMENTOS	4.5	0.0		1.0		2.5	8.0
	Soma de MATOS	0	0.1	2.011	2.5			4.611
	Soma de TOTAL	4.5	0.1	2.011	3.5		2.5	12.611
Escalvos de Baixo	Soma de OCORRÊNCIAS	3	4	5	3	3	4	22
	Soma de POVOAMENTOS	0.0	20.0	0.5	204.5		16.0	241.0
	Soma de MATOS	6.07	44.52	2.07	190.05	2.505	0.0001	245.2151
	Soma de TOTAL	6.07	64.52	2.57	394.55	2.505	16.0301	488.2451
Escalvos de Cima	Soma de OCORRÊNCIAS		1	4	1		1	8
	Soma de POVOAMENTOS		0.0	8.0	120.0		5.0	133.0

Fonte: <http://www.dgrf.min-agricultura.pt/v4/dgf/ficheiros/20050513152200DSVPF-P.zip>

Fig. 2 – Inventário por freguesia das áreas ardidas



O estudo do impacto dos fogos nos diversos processos do ciclo hidrológico, requer o conhecimento de uma série de processos, para que a partir deles se possa calcular os outros. Basicamente pretende-se ver como a água da precipitação se distribui pelas três componentes principais do ciclo hidrológico terrestre (escoamento directo, escoamento subterrâneo e evapotranspiração). Um quarto processo a ser considerado é a variação do armazenamento de água no solo, que a longo prazo é pouco significativo. Os processos que são monitorizados são a precipitação e o escoamento superficial (este último, por sua vez, é composto pelo escoamento directo e pela descarga do escoamento subterrâneo para a superfície = escoamento de base, podendo estes processos ser afectados pelo degelo no caso de áreas com queda de neve e formação de gelo). Enquanto a monitorização da precipitação se encontra bem distribuída pelo território nacional e é possível fazer a sua interpolação para qualquer área do território, a monitorização do escoamento superficial diz respeito apenas às bacias hidrográficas onde estão instaladas as estações de monitorização, não havendo uma distribuição uniforme destas estações.

Para a área proposta de estudo apresenta-se no Quadro 2 e na Fig. 3 os locais onde há monitorização do escoamento superficial. Os desenvolvimentos iniciais deste Projecto recaíram sobre as áreas com estações hidrométricas não automáticas. Considerando somente as estações desta rede, cuja informação é disponibilizada pelo Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH), como se pode observar, na Beira Baixa existem fundamentalmente duas estações, a 11L/01-Manteigas (com dados diários de 1948 até 1996, substituída pela 11L/02-Manteigas, automática, com dados de 2001 a 2005) e a 15K/01-Almourão (dados diários de 1941 a 1967). Existe uma terceira estação no rio Erges, que drena também uma área de Espanha. Os dados relativos a Manteigas são interessantes embora nesta bacia haja a considerar a ocorrência de neve; este facto introduz uma dificuldade acrescida na metodologia a utilizar para a separação do escoamento superficial em escoamento directo e em escoamento de base pelo que, a esse nível, não é uma área desejável. A estação de Almourão reporta-se a um período muito antigo.

Quadro 2 – Estações hidrométricas existentes na Beira Baixa e Alto Alentejo

Cod. Est.	Nome Estação	Área da bacia a montante (km ²)	Parâm.	Unid.	Dt. Início	Dt. Final	Nº Vals.	Cod. Est.	Parâm.	Unid.	Dt. Início	Dt. Final	Nº Vals.
11L/02	Manteigas (inag)	27	NIHIDI	m	2001-12-01	2005-12-01	34970	11L/01	QMD	m ³ /s	1948-10-01	1996-09-01	13776
11M/02	Ponte Valhelhas	179	NIHIDI	m	2001-10-01	2005-05-01	28903						
12L/01	Barco do Zêzere	1250	NIHIDI	m	2002-06-01	2006-01-01	28904						
12M/02	Ponte Pedrinha	700	NIHIDI	m	2002-07-01	2006-01-01	3880						
12N/01	Ponte Meimoa	99	NIHIDI	m	2001-11-01	2005-12-01	32797						
13O/02	Açude Bezâquedada	86	NIHIDI	m	2002-02-01	2005-12-01	33404						
14N/02	Ponte Munheca	1040	NIHIDI	m	2002-06-01	2003-01-01	5094						
15K/01	Almourão	968	NIHIDI	m	2002-01-01	2002-04-01	2156	15K/01	QMD	m ³ /s	1941-10-01	1967-09-01	8784
15P/02	Segura (INAG)	982	NIHIDI	m	2002-06-01	2005-09-01	23099	15P/01	QMD	m ³ /s	1984-10-01	1997-09-01	4748
16K/05	Nossa Senhora da Graça	263	NIHIDI	m	2001-05-01	2006-01-01	38958						
17L/01	Ponte Panasco	109	NIHIDI	m	2001-04-01	2005-11-01	39789	17L/01	QMD	m ³ /s	1981-10-01	1990-09-01	3230
17M/01	Rasa							17M/01	QMD	m ³ /s	1981-10-01	1985-12-01	1515
17N/01	Beirã	116	NIHIDI	m	2001-07-01	2006-01-01	39991						
18I/01	Moinho Novo	647	NIHIDI	m	2001-03-01	2006-01-01	42410	18I/01	QMD	m ³ /s	1979-12-01	1990-09-01	3833
18K/01	Ponte Vila Formosa	665	NIHIDI	m	2001-05-01	2006-01-01	63174	18K/01	QMD	m ³ /s	1979-11-01	1990-09-01	3970
18L/01	Couto Andreiros	245	NIHIDI	m	2001-07-01	2006-01-01	63054	18L/01	QMD	m ³ /s	1963-10-01	1992-04-01	8958
19M/01	Monforte	142	NIHIDI	m	2001-04-01	2004-05-01	20620	19M/01	QMD	m ³ /s	1961-10-01	1990-09-01	10151
19N/02	Ponte Algalé	126	NIHIDI	m	2001-04-01	2006-01-01	41637	19N/02	QMD	m ³ /s	1982-02-01	1990-09-01	2816

NIHIDI = Nível hidrométrico instantâneo

QMD = Caudal médio diário

Fonte: SNIRH-INAG





Fig. 3 – Localização das estações hidrométricas

No Alto Alentejo existem diversas estações hidrométricas com monitorização até 1990. Estas estações continuaram com monitorização automática a partir de 2001, apresentando por isso também dados mais recentes. Por esse motivo, a área destas bacias foi cruzada com as áreas áridas apresentadas anteriormente (Fig. 4).

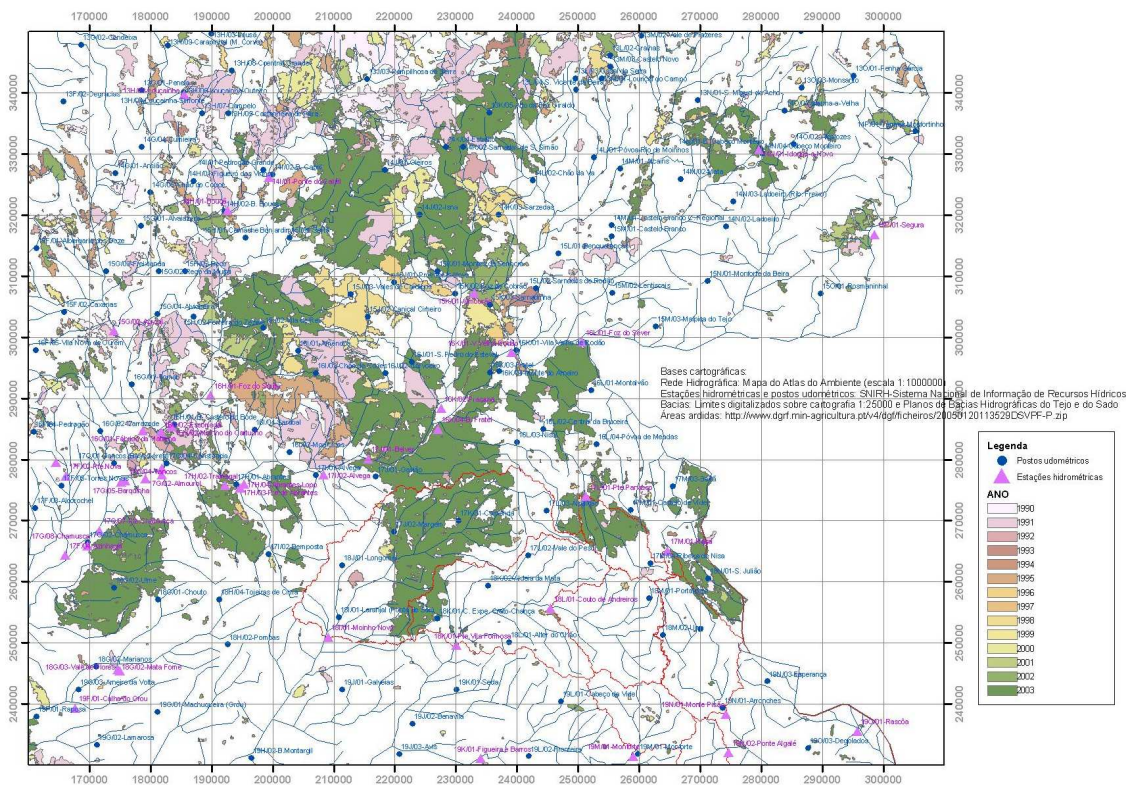


Fig. 4 – Cruzamento da áreas áridas com as áreas das bacias hidrográficas com monitorização de escoamentos do Alto Alentejo.



Verifica-se que uma parte importante da bacia a montante de 17L/01-Ponte de Panasco e de 18L/01-Moinho Novo foram muito afectadas pelos fogos florestais de 2003. Destas duas, a bacia de Ponte Panasco é muito mais atractiva para fazer o estudo devido à sua área muito mais reduzida.

Por outro lado, para a segunda área de estudo, que serve de área de controlo, existe muito próxima e confinante com o extremo sul da bacia de Ponte de Panasco, a bacia a montante da estação hidrométrica 18L/01-Couto de Andreiros, que apenas registou uma pequena área ardida já anteriormente.

Assim, e numa primeira fase para selecção das bacias hidrográficas, considerou-se como mais favoráveis, para primeira e segunda área de estudo, as áreas das bacias de Ponte de Panasco e de Couto de Andreiros, respectivamente.

Na sequência de uma visita à bacia de Ponte de Panasco, que mostrou que esta área já não possuía características que permitissem fazer o estudo qualitativo das cinzas (ver adiante) e dos incêndios do ano anterior que afectaram a zona da Serra da Estrela, associada à existência de registos de escoamento, seleccionou-se, já no final de 2005 também a área do vale do Zêzere a montante de Manteigas para o desenvolvimento dos estudos.

3 Caracterização agro-florestal (Tarefa T2)

3.1 Introdução

Esta tarefa tem como principal responsável a ESACB. Tendo em vista a selecção das áreas de estudo realizou-se uma caracterização da ocupação agro-florestal em várias bacias hidrográficas pré-seleccionadas, localizadas no distrito de Portalegre, com o objectivo de identificar aquelas que melhor se adequam aos objectivos gerais do projecto.

Paralelamente apresenta-se um primeiro estudo, para compreender como o solo é alterado pela acção do fogo.

3.2 Impacte dos fogos nos solos

Para se fazer uma primeira abordagem ao impacto dos fogos nos solos e nos lixiviados recorreu-se aos estudos desenvolvidos para o Projecto EUFIRELAB – Laboratório Aberto para as Ciências e Tecnologia do Fogo Florestal na Região Euro-Mediterrânica ("Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a "wall-less" Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro_Mediterranean Region"), por conter no seu programa elementos de referência, nomeadamente no que se refere à sistematização das orientações técnicas e científicas.

O Projecto EUFIRELAB, do qual fazem parte vários países incluindo Portugal, tem como objectivo principal permitir uma permuta alargada de conhecimentos, procedimentos, dados, resultados e análises para o desenvolvimento das ciências e tecnologias do fogo florestal na região euro-mediterrânica. Através da sua área pública, o site <http://eufirelab.org> assegura junto dos utilizadores finais e das partes interessadas uma larga difusão dos resultados alcançados pelo EUFIRELAB bem como dos métodos e protocolos comuns para a actividade de investigação e/ou desenvolvimento tecnológico, divulgados através de um trabalho sobre o estado da arte "Wildland Fires Impacts: a State of the Art" (Moreno, 2004).

De acordo com Moreno (2004), o impacte dos fogos sobre o solo depende da reacção térmica do solo. Esta reacção pode avaliada estudando o efeito do aumento da temperatura nos parâmetros físicos do solo e o efeito do aumento da temperatura nos parâmetros químicos do solo.

A definição usualmente aceite de Análise Térmica foi originalmente proposta pela Confederação Internacional de Análise Térmica (<http://www.ictac.org/>). Análise térmica é o termo utilizado para descrever técnicas analíticas nas quais uma propriedade física ou química de uma substância, ou dos seus produtos de reacção, é monitorizada em função do tempo ou da temperatura, enquanto a amostra é sujeita a uma variação controlada de temperatura em atmosfera específica.

A análise térmica pode assumir um vasto número de técnicas, entre as quais se destacam a DCS – "Differential Scanning Calorimetry" (Calorimetria Diferencial de Varrimento); DTA – "Differential



Thermal Analysis" (Análise Térmica Diferencial); TG – "Thermogravimetric Analysis" (Termogravimetria); TMA – "Thermomechanical Analysis" (Análise Termomecânica) e DMA – "Dynamic Mechanical Analysis" (Análise Mecânica Dinâmica).

A DTA, que mede a variação da temperatura decorrente de reacções e/ou transformações físicas durante o aquecimento ou arrefecimento da amostra em estudo, em relação a uma atmosfera de referência, tem-se revelado ser de grande utilidade na caracterização dos processos térmicos do solo, nomeadamente relacionados com análise qualitativa (identificação de minerais, argilas, polímeros); pureza de uma amostra (temperatura de fusão); capacidade calorífica; temperatura de transição vítrea; temperatura de cristalização; diagramas de fases; caracterização do comportamento viscoelástico, estabilidade térmica, oxidação, etc..

No Quadro 3 são apresentados os resultados relativamente à reacção térmica do solo, bem como sobre o efeito do aumento da temperatura nos parâmetros físicos e químicos do solo, utilizando a técnica analítica de análise térmica DTA.

Refira-se que têm sido levantadas questões relativamente ao sucesso destas técnicas laboratoriais – DTA, muflas e lixiviados - enquanto instrumentos de avaliação do impacte dos fogos sobre o solo e a vegetação e conseqüentemente sobre os recursos hídricos, por dificilmente representarem a realidade decorrente dos incêndios. Relativamente à técnica DTA, a temperatura atingida durante um incêndio é substancialmente inferior à que acontece em laboratório. O mesmo acontece para a composição das cinzas obtidas em laboratório ou num incêndio florestal. Normalmente as cinzas obtidas utilizando a mufla apresentam apenas constituintes minerais.

3.3 Ocupação agro-florestal

3.3.1 Informação de base

Uma vez que se pretende utilizar a bacia hidrográfica para verificar a relação entre os fogos e a quantidade de água de escoamento e de evapotranspiração, com base nos trabalhos desenvolvidos para a selecção das áreas de estudo, estudaram-se as oito bacias hidrográficas do Alto Alentejo identificadas na Fig. 5. Para quantificar a ocupação agro-florestal recorreu-se à informação base indicada no Quadro 4. A Fig. 6 mostra a distribuição da ocupação do solo segundo o Corine Land Cover 2000 para as bacias em estudo. A ocupação das espécies florestais por bacia pode ser consultada na Fig. 7.



Quadro 3 – Reacção térmica do solo ao aumento da temperatura

	Temperatura (°C)				
	0 – 170	170 - 220	220 - 460	460 - 700	700 - 900
Reacção térmica do solo ao aumento de temperatura	Pico endotérmico. Desidratação da amostra	Pico endotérmico. Desidratação das formas de gel	Pico exotérmico. Combustão da matéria orgânica. As reacções térmicas desencadeiam rearranjos e transformações das formas cristalinas do ferro e dos óxidos de alumínio as quais são muitas vezes mascaradas pelos intensos efeitos exotérmicos derivados da combustão da MO.	Pico endotérmico. Perda dos grupos OH das argilas.	Pico endotérmico. Decomposição dos carbonatos
Efeito do aumento da temperatura nos parâmetros físicos do solo	Efeito negligível nos limites plástico e líquido do solo	Nota-se um pequeno decréscimo dos limites plástico e líquido		O solo absorve água mas não ocorre na forma plástica.	
	Pequeno efeito na distribuição partículas	<p>A fracção de areia aumenta nitidamente enquanto a fracção argilosa e de silte decresce. Estas transformações são mais pronunciadas nos solos com teores elevados de argila e são atribuídas à fusão das partículas de argila e à calcinação das partículas de areia nas quais o ferro e os aluminossilicatos estão envolvidos.</p> <p>O índice de estabilidade da água dos agregados mostra um aumento contínuo depois de todas as reacções térmicas e também depois da combustão da matéria orgânica, geralmente considerado o mais importante agente cimentante.</p> <p>O aumento mais pronunciado ocorre entre 220 – 460 °C, quando a transformação térmica do ferro e do alumínio ocorre.</p> <p>Considera-se que a reorganização interna e a recristalização do ferro e dos óxidos de alumínio contribuem para o aumento da resistência dos agregados do solo, particularmente quando ocorre a combustão da MO, sugere que durante o processo de aquecimento, o solo adquire uma espécie de laterização.</p> <p>O aumento da temperatura provoca diferentes modificações na porosidade. Nos solos argilosos a porosidade aumenta continuamente até aos 460 °C, depois deste ponto a porosidade decresce como consequência da perda dos grupos OH das argilas e da ruptura dos carbonatos. Nos solos arenosos, a porosidade decresce continuamente com amis evidência entre os 170 – 220 °C.</p>			
Efeito do aumento da temperatura nos parâmetros químicos do solo	Diminuição do pH . Atribuída à oxidação de certos elementos, à exposição de novas superfícies, à desidratação dos coloides	Aumento do pH . Atribuído à perda dos grupos OH das argilas e à formação de óxidos de alguns elementos derivados da ruptura dos carbonatos.		Aumento do pH 4 a 5 unidades	
	A capacidade de troca catiónica diminui progressivamente com o aumento da temperatura. A agregação das partículas finas pelo aquecimento pode causar este decréscimo bem como a secagem das partículas coloidais a temperaturas mais baixas para além da combustão da MO.				
	A temperaturas mais elevadas a desidratação dos cristais minerais estrutura				
	Não ocorre qualquer efeito na MO	Diminuição da MO		A combustão da MO é praticamente concluída.	
Diminuição do azoto total		Concentração muito baixa de azoto total			
Aumento do NH₄⁺ -N Devido à mineralização das formas orgânicas NH₄⁺ contidas nos complexos do solo		Concentração muito baixa de NH₄⁺ -N		Poucos vestígios de NH₄⁺ -N	
		Devido a fixação e volatilização			
<p>O aumento da temperatura promove a mineralização do P orgânico e um contínuo decréscimo dessas formas acompanhado pelo aumento equivalente de formas inorgânicas</p> <p>Depois dos 460 °C a forma orgânica é praticamente destruída e o fósforo encontra-se presente apenas na forma inorgânica.</p> <p>O aumento do Fósforo Disponível aumenta significativamente até aos 460 °C a partir da qual decresce. Tal facto sugere que o P disponível tem origem no processo de mineralização do fósforo orgânico.</p>					

Fonte: Moreno (2004)

Quadro 4 - Informação geográfica base do projecto.

Tema	Cartografia	Escala	Entidade produtora	Formato
Povoamentos Florestais IFN	Povoamentos florestais por espécies de árvores dominante	1/1 000 000	DGRF	Shapefile
CLC 2000	Corine Land Cover	1/100 000	IGP e ISEGI	Shapefile



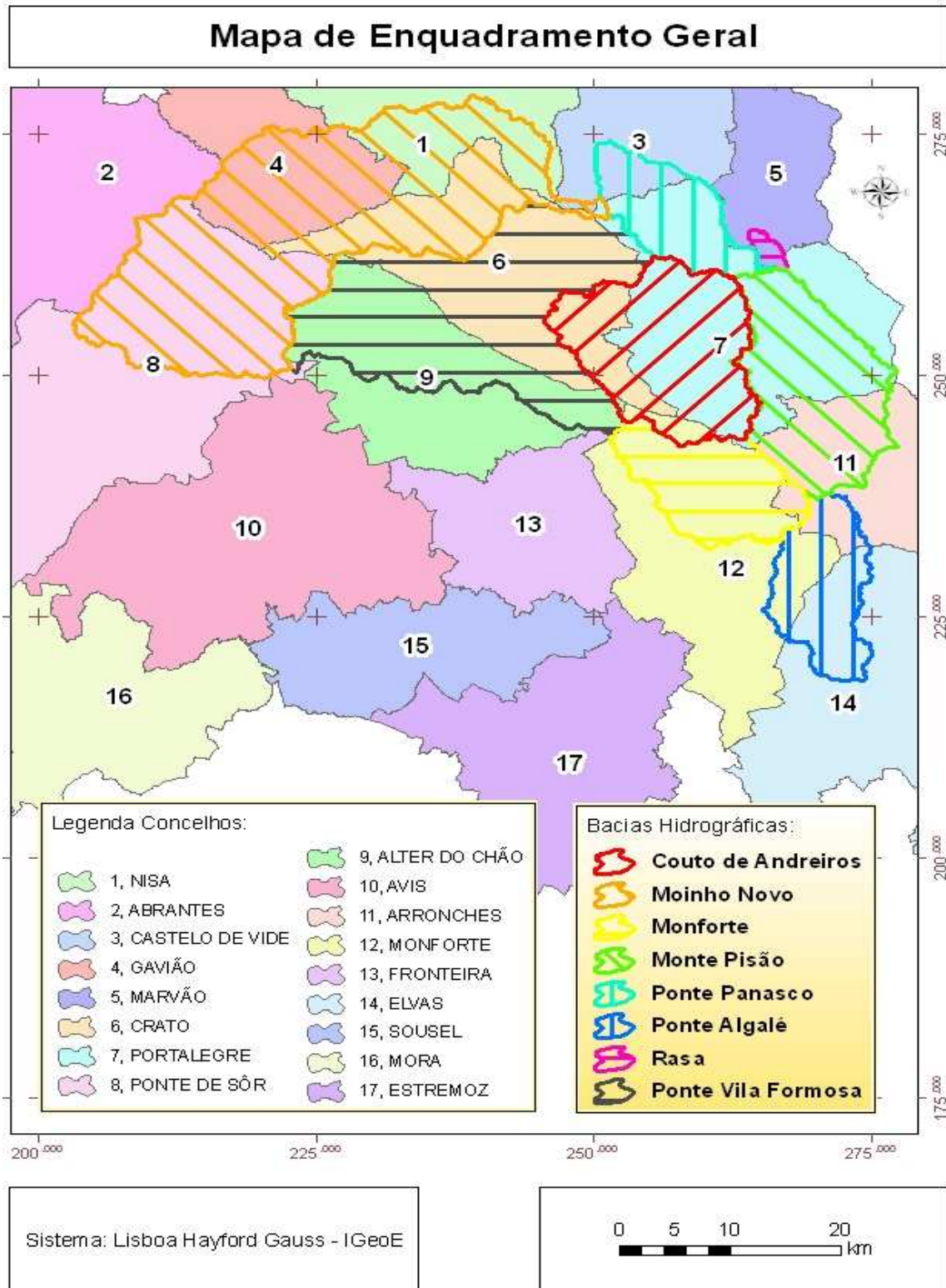


Fig. 5 - Localização das bacias hidrográficas em estudo

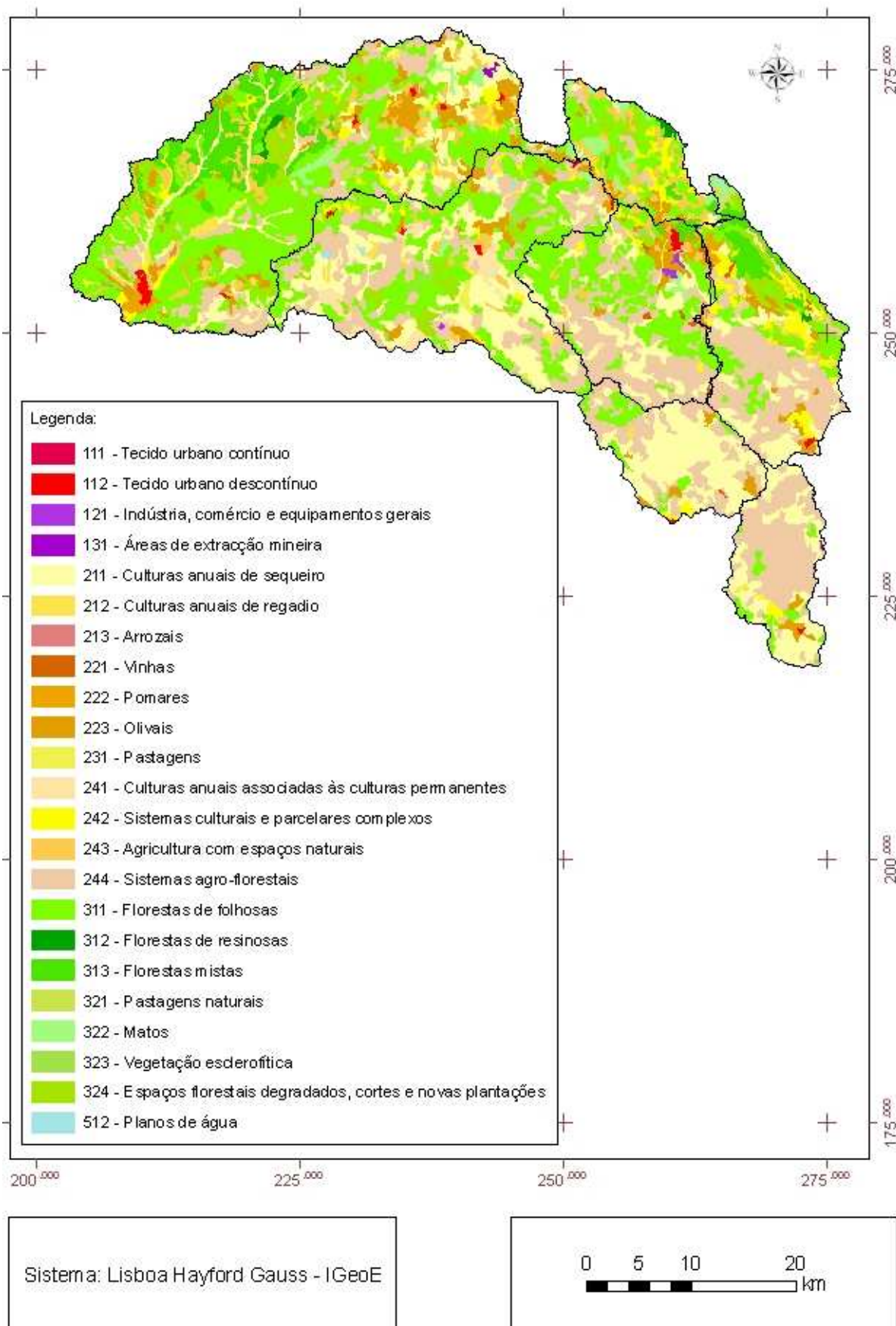


Fig. 6 – Carta de Ocupação do Solo Corine Land Cover 2000 (IGP e ISEGI)



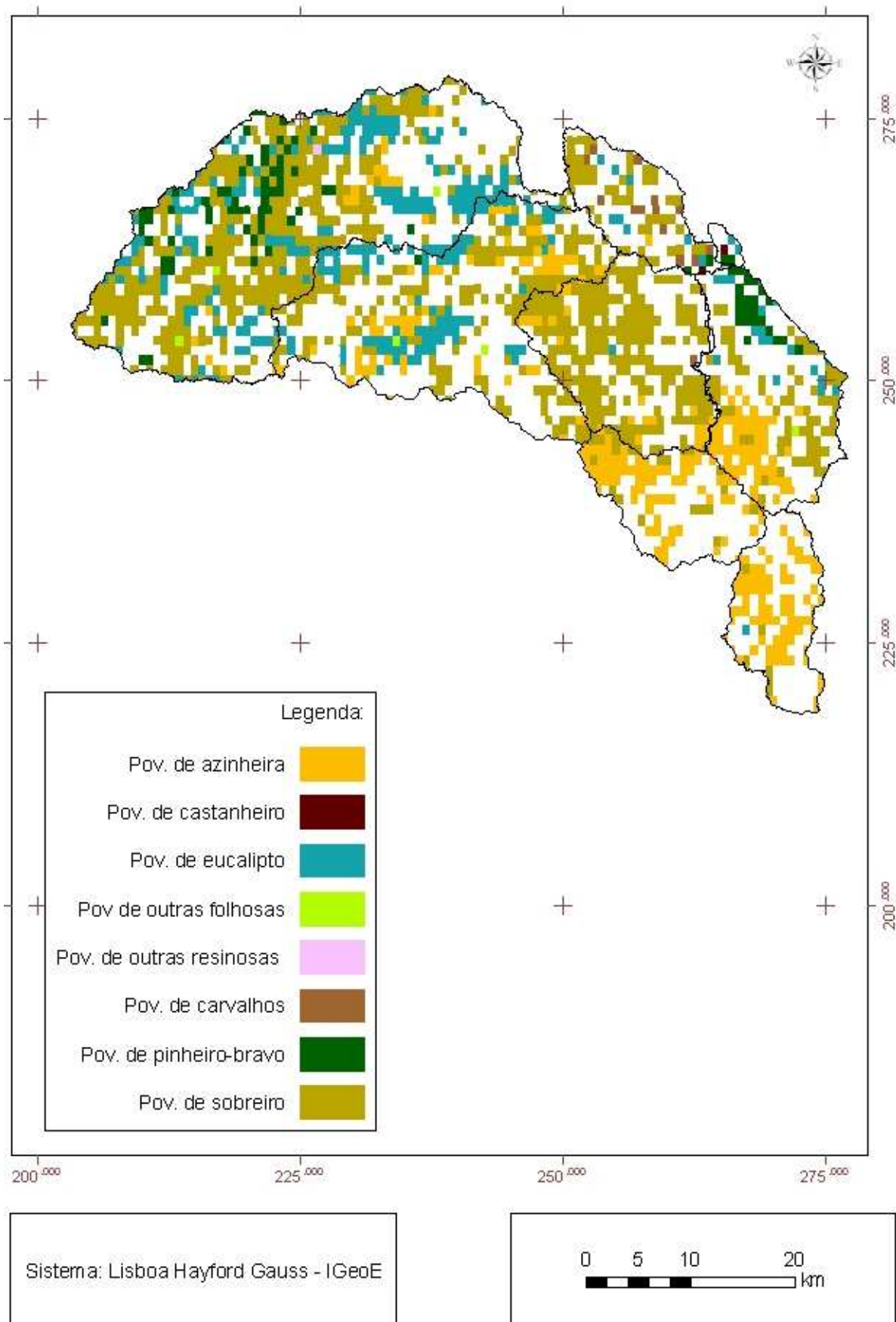


Fig. 7 – Mapa de espécies florestais (DGRF)



3.3.2 Caracterização da ocupação do solo

No Quadro 5 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Couto de Andreiros, segundo CORINE Land Cover 2000.

Quadro 5 - Ocupação da bacia hidrográfica de Couto de Andreiros.

Classe	%	Hectares
Agricultura com espaços naturais	2,5	612
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	0,8	199
Culturas anuais de regadio	0,1	26
Culturas anuais de sequeiro	17,0	4117
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	1,0	237
Florestas de folhosas	33,5	8125
Florestas mistas	1,2	300
Indústria, comércio e equipamentos gerais	0,7	181
Matos	0,8	187
Olivais	4,1	1001
Planos de água	0,1	25
Pomares	1,1	263
Sistemas agro-florestais	33,7	8165
Sistemas culturais e parcelares complexos	1,6	392
Tecido urbano contínuo	0,1	31
Tecido urbano descontínuo	0,5	129
Vegetação esclerofítica	0,3	65
Vinhas	0,8	199

No Quadro 6 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica da Rasa, segundo CORINE Land Cover 2000.

Quadro 6 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica da Rasa.

Classe	%	Hectares
Agricultura com espaços naturais	13,9	117
Culturas anuais de sequeiro	0,7	6
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	10,6	89
Florestas de folhosas	9,8	83
Florestas de resinosas	1,7	14
Florestas mistas	19,1	162
Matos	37,1	314
Planos de água	6,5	55
Sistemas culturais e parcelares complexos	0,7	6

No Quadro 7 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Ponte Panasco, segundo CORINE Land Cover 2000.



Quadro 7 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica de Ponte Panasco.

Classe	%	Hectares
Agricultura com espaços naturais	20,7	2060
Culturas anuais de sequeiro	2,5	252
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	7,7	763
Florestas de folhosas	38,6	3835
Florestas de resinosas	1,7	174
Florestas mistas	3,8	383
Matos	10,3	1026
Olivais	5,4	542
Pastagens naturais	1,2	122
Sistemas agro-florestais	6,8	672
Sistemas culturais e parcelares complexos	1,1	109
Tecido urbano descontínuo	0,0	2

No Quadro 8 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Ponte Algalé, segundo CORINE Land Cover 2000.

Quadro 8 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica de Ponte Algalé.

Classe	%	Hectares
Áreas de extracção mineira	0,2	19
Culturas anuais de regadio	0,5	65
Culturas anuais de sequeiro	34,0	4242
Florestas de folhosas	7,7	956
Olivais	3,1	392
Sistemas agro-florestais	52,5	6560
Sistemas culturais e parcelares complexos	1,8	224
Tecido urbano descontínuo	0,2	29

No Quadro 9 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Monte Pisão, segundo CORINE Land Cover 2000.

Quadro 9 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica de Monte Pisão.

Classe	%	Hectares
Agricultura com espaços naturais	1,3	276
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	1,1	236
Culturas anuais de sequeiro	14,1	3106
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	8,7	1917
Florestas de folhosas	13,8	3049
Florestas de resinosas	0,3	63
Florestas mistas	7,2	1579
Olivais	4,5	984
Pastagens	0,1	26
Pastagens naturais	0,3	56
Pomares	1,4	305
Sistemas agro-florestais	36,0	7931
Sistemas culturais e parcelares complexos	10,3	2262
Tecido urbano descontínuo	0,3	59
Vegetação esclerófitica	0,2	38
Vinhas	0,6	128

No Quadro 10 apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Monforte, segundo CORINE Land Cover 2000.



Quadro 10 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica de Monforte.

Classe	%	Hectares
Culturas anuais de regadio	0,4	60
Culturas anuais de sequeiro	51,4	7175
Florestas de folhosas	10,3	1439
Olivais	3,7	509
Sistemas agro-florestais	32,3	4509
Sistemas culturais e parcelares complexos	1,5	204
Tecido urbano descontínuo	0,2	21
Vinhas	0,2	27

No Quadro 11, apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Moinho Novo, segundo CORINE Land Cover 2000.

Quadro 11 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica de Moinho Novo.

Classe	%	Hectares
Agricultura com espaços naturais	6,5	4226
Áreas de extracção mineira	0,1	96
Arrozais	0,1	37
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	0,5	323
Culturas anuais de regadio	1,0	651
Culturas anuais de sequeiro	11,9	7707
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	7,3	4736
Florestas de folhosas	36,7	23717
Florestas de resinosas	0,4	259
Florestas mistas	9,8	6320
Matos	1,5	952
Olivais	8,0	5169
Pastagens naturais	0,7	454
Planos de água	0,0	25
Pomares	0,6	415
Sistemas agro-florestais	10,9	7016
Sistemas culturais e parcelares complexos	3,1	2019
Tecido urbano descontínuo	0,7	467

No Quadro 12, apresenta-se a ocupação do solo da bacia hidrográfica de Ponte Vila Formosa, segundo CORINE Land Cover 2000.



Quadro 12 – Ocupação do solo na bacia hidrográfica Ponte Vila Formosa.

Classe	%	Hectares
Tecido urbano contínuo	0,1	31
Agricultura com espaços naturais	2,2	1485
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	3,5	2320
Culturas anuais de regadio	0,7	495
Culturas anuais de sequeiro	21,2	14066
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	3,2	2154
Florestas de folhosas	32,0	21237
Florestas mistas	0,5	300
Indústria, comércio e equipamentos gerais	0,3	206
Matos	0,6	392
Olivais	3,8	2523
Pastagens	0,3	231
Pastagens naturais	0,1	47
Planos de água	0,2	146
Pomares	0,5	336
Sistemas agro-florestais	27,4	18195
Sistemas culturais e parcelares complexos	1,6	1064
Tecido urbano descontínuo	0,5	301
Vegetação esclerófitica	0,8	559
Vinhas	0,3	199

3.3.3 Caracterização da Espécies Florestais

Nos Quadros 13 a 15 apresenta-se a ocupação dos povoamentos por espécies florestais nas bacias estudadas, segundo a 3ª Revisão do Inventário Florestal Nacional.

Quadro 13 – Ocupação das espécies florestais (ha) nas bacias hidrográficas.

Espécie Florestal	CA	PVV	MN	MO	MP	PA	PP	RA
Pinheiro bravo (Pb)	13,1	70,8	4037,8	-	1466,7	-	145,1	107,7
Sobreiro (Sb)	13560,0	11024,4	23825,8	1551,8	4846,2	379,3	3457,9	8,7
Azinheira (Az)	1376,7	4031,1	1172,7	4898,9	3908,9	4988,2	67,4	-
Outros Quercus (Qc)	63,7	-	-	-	-	-	874,2	-
Eucalipto (Ec)	61,4	5986,8	10495,4	-	1052,8	65,1	535,9	125,6
Outras folhosas (Fd)	-	126,0	195,9	-	69,9	-	-	-
Outras resinosas (Rd)	-	-	70,8	-	-	-	-	-
Castanheiro (Ct)	-	-	-	-	23,6	-	38,8	67,4

Quadro 14 – Contribuição das várias espécies florestais (%) na área florestal das bacias hidrográficas.

Espécie Florestal	CA	PVV	MN	MO	MP	PA	PP	RA
Pinheiro bravo (Pb)	0,1	0,3	10,1	-	12,9	-	2,8	34,8
Sobreiro (Sb)	90,0	51,9	59,9	24,1	42,6	7,0	67,5	2,8
Azinheira (Az)	9,1	19,0	2,9	75,9	34,4	91,8	1,3	-
Outros Quercus (Qc)	0,4	0,0	-	-	-	-	17,1	-
Eucalipto (Ec)	0,4	28,2	26,4	-	9,3	1,2	10,5	40,6
Outras folhosas (Fd)	-	0,6	0,5	-	0,6	-	-	-
Outras resinosas (Rd)	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Castanheiro (Ct)	-	-	-	-	0,2	-	0,8	21,8



Quadro 15 – Contribuição das várias espécies florestais (%) na área total das bacias hidrográficas.

Espécie (%) da BH	CA	PVV	MN	MO	MP	PA	PP	RA
Pinheiro bravo (Pb)	0,1	0,2	6,3	0,0	6,7	-	1,3	12,8
Sobreiro (Sb)	55,9	26,2	36,9	11,1	22,0	3,0	31,7	1,0
Azinheira (Az)	5,7	9,6	1,8	35,1	17,8	39,9	0,6	-
Outros Quercus (Qc)	0,3	-	-	-	-	-	8,0	-
Eucalipto (Ec)	0,3	14,2	16,2	-	4,8	0,5	4,9	14,9
Outras folhosas (Fd)	-	0,3	0,3	-	0,3	-	-	-
Outras resinosas (Rd)	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Castanheiro (Ct)	-	-	-	-	0,1	-	0,4	8,0

3.4 Próximos desenvolvimentos

No âmbito da caracterização agro-florestal as próximas etapas serão:

- Escolha da bacia hidrográfica a estudar;
- Proceder a uma caracterização da composição das comunidades vegetais a uma escala mais pormenorizada, com especial incidência no estudo das espécies arbóreas e arbustivas;
- Desenvolvimento de uma metodologia de amostragem e recolha do material vegetal para incinerar;
- Elaboração de uma metodologia de análise espacial para integração de diferentes variáveis com influência na quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

4 Caracterização de cinzas e testes laboratoriais de combustão (Tarefa T3)

4.1 Introdução

Esta tarefa tem como responsável o INETI-DEECA. Só deveria ter início em Janeiro de 2006. Contudo, tendo em vista a definição de alguns aspectos importantes desta Tarefa, durante o ano de 2005 iniciou-se uma pesquisa bibliográfica acerca de propriedades das cinzas resultantes dos incêndios e acerca dos métodos existentes para a sua determinação.

A quantidade de cinzas depositadas sobre o solo depois de um incêndio depende da distribuição espacial da vegetação, do grau de combustão e do transporte das cinzas.

As propriedades das cinzas dependem das condições de queima. A cinza é preta se a combustão não é completa (contém ainda resíduos de matéria orgânica e carvão). A cinza é branca-cinzenta quando se dá a combustão completa (apresentando praticamente unicamente composição mineral).

A composição da cinza depende da composição do material original. Este aspecto tem sido largamente estudado em laboratório, não correspondendo no entanto à realidade que acontece durante um fogo. Normalmente as cinzas em muflas apresentam apenas constituintes minerais.

4.2 Constituição de Cinzas de Biomassa

Por forma a dispor de dados base para avaliação do potencial contaminante de cinzas produzidas em incêndios florestais, estimaram-se, com base em dados publicados (CEN/TS 14961:2005 Solid Biofuels – Fuel specifications and classes, CEN), para espécies vegetais típicas, a constituição das suas cinzas, dado que o processo de combustão resulta num processo de enriquecimento da maioria dos elementos inorgânicos.



A biomassa produz quantidades de cinza variáveis, dependendo da parte considerada e da espécie, podendo variar desde 0,2 a 0,5% para madeira, atingindo 12% em cascas de troncos, conforme apresentado na Fig. 8.

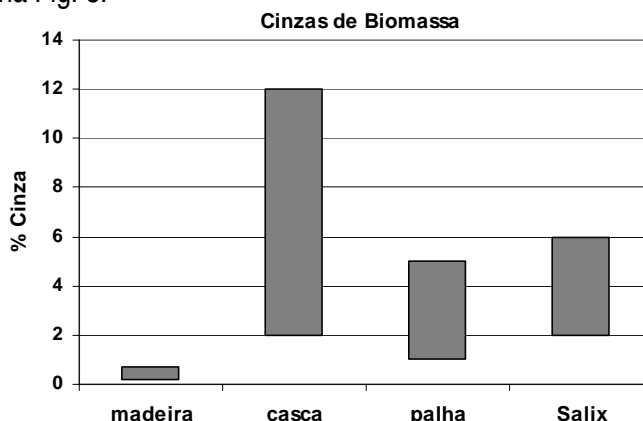


Fig. 8 – Quantidade de cinzas de Biomassa

Na Fig. 9, apresentam-se as gamas de concentração expectáveis para S, Cl e P em cinzas de madeira, cascas de troncos, palha e uma espécie arbórea “salix”. As gamas são variáveis, sendo afectadas pelo quantidade de cinza produzida.

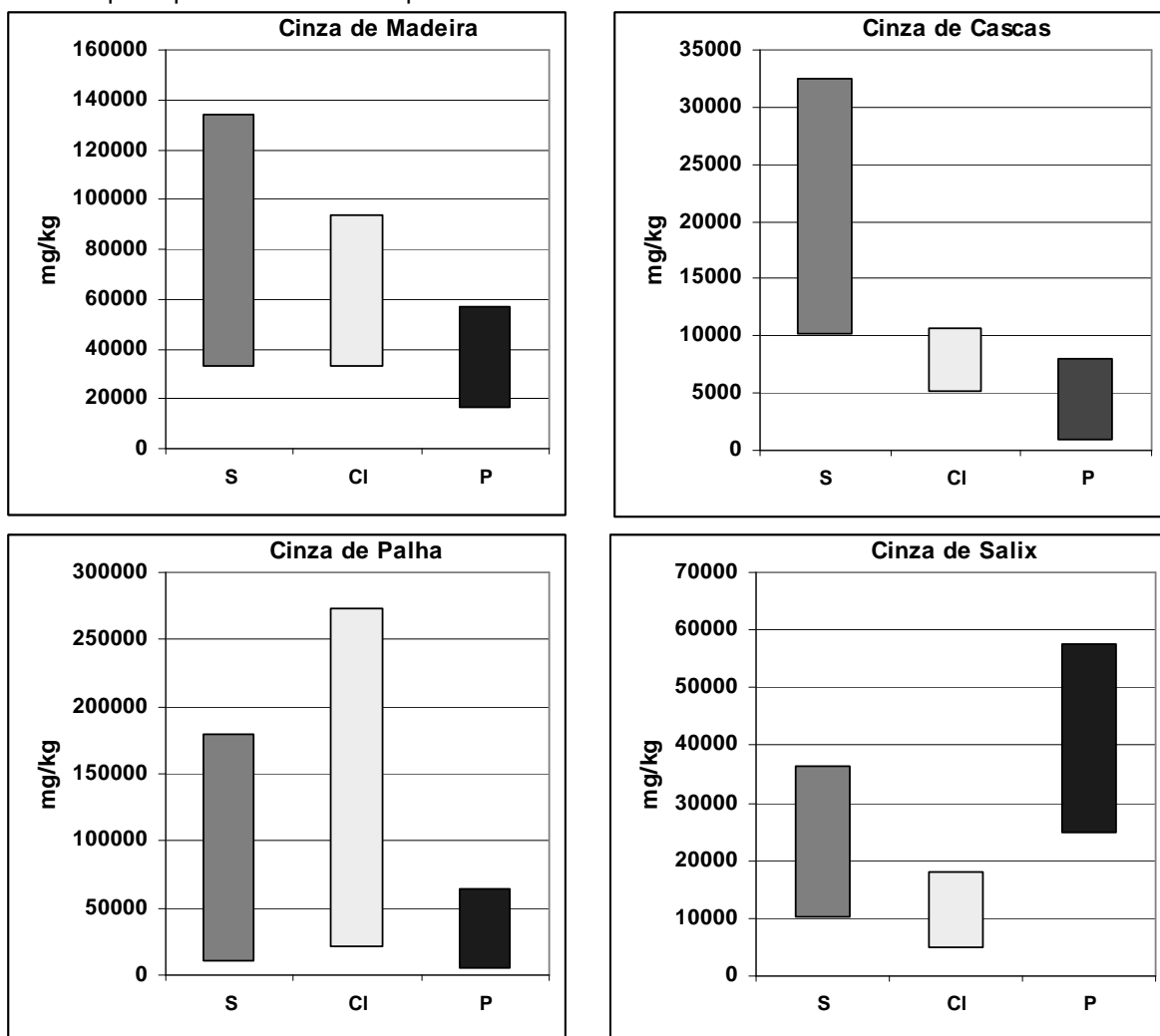


Fig. 9 – Gamas de concentrações de S, Cl e P em cinzas de biomassa



O enxofre, ainda que existente na biomassa em concentrações tipicamente abaixo de 0,05% no caso da madeira, 0,2% no caso de cascas, 0,2% no caso de palhas e 0,1% no caso de Salix, pode gerar cinzas com teores elevados (mg/kg) de S. Idêntica situação se passa com Cl, em que concentrações tipicamente entre 0,01 e 1,2% podem gerar concentrações até 25% em massa e no caso do fósforo, podem atingir-se os 10% em massa nas cinzas.

Para os metais em maior concentração, que constituem em geral a matriz das cinzas, podem encontrar-se teores muito variáveis, sendo o Ca, K e Si geralmente elementos preponderantes (Fig. 10). Estes metais constituem a matriz de transporte dos metais pesados e outros contaminantes.

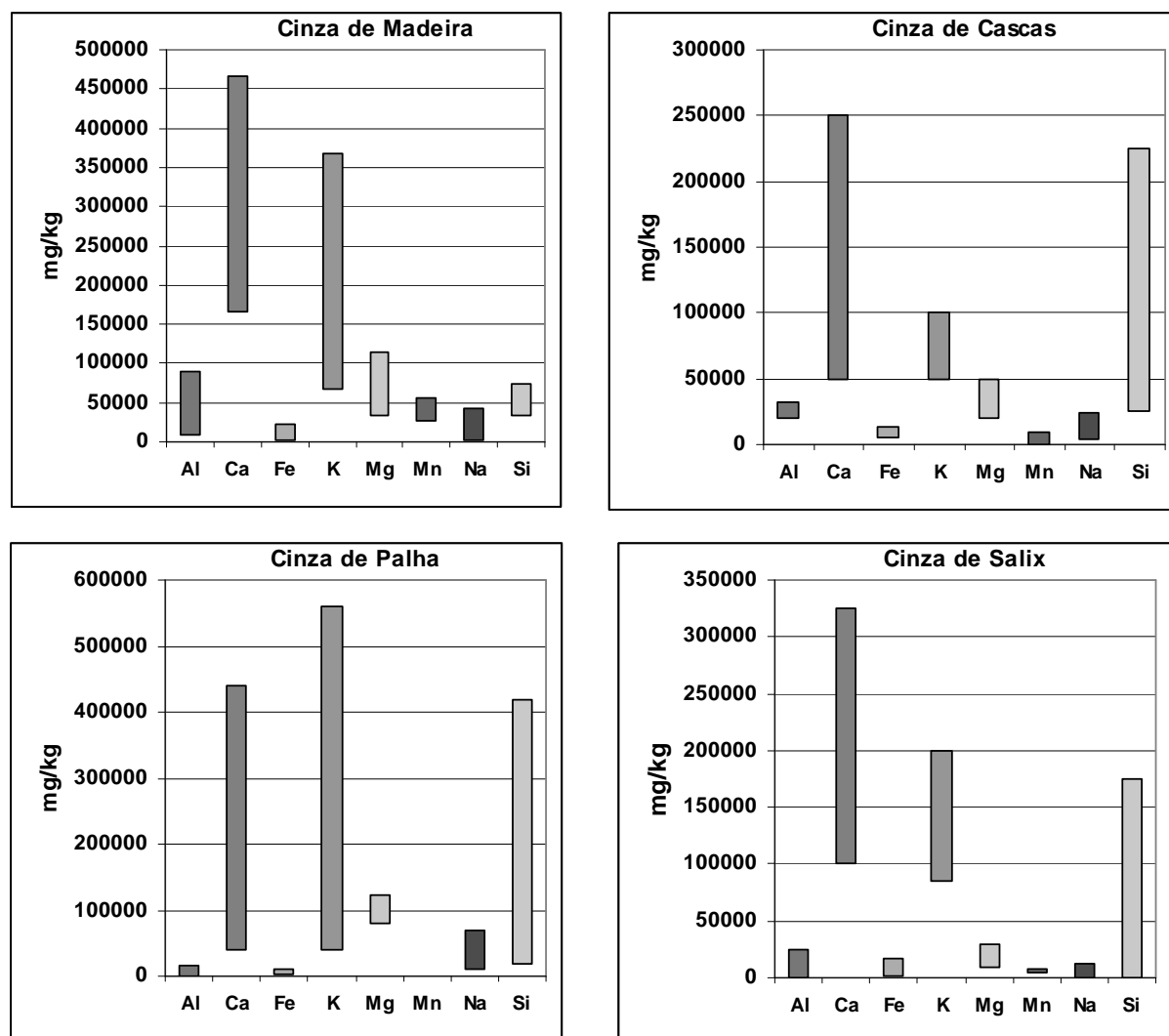


Fig. 10 – Gamas de concentrações de elementos de matriz em cinzas de biomassa

No que diz respeito a metais pesados (Fig. 11), as concentrações na biomassa são geralmente vestigiais, tipicamente abaixo de 10 mg/kg, podendo o Zn atingir 200 mg/kg. Dependendo da quantidade de cinzas formadas, as cinzas podem, contudo, enriquecer-se nestes metais e atingir concentrações na ordem dos 2000 mg/kg, ou atingir os 20 000 mg/kg no caso do Zn. O mercúrio, em concentrações na biomassa tipicamente abaixo de 0.1 mg/kg, sofre menores enriquecimento nas cinzas, dado que este metal, sendo muito volátil, tende a ser libertado para a fase gasosa, contribuindo para emissões de Hg em fogos florestais.



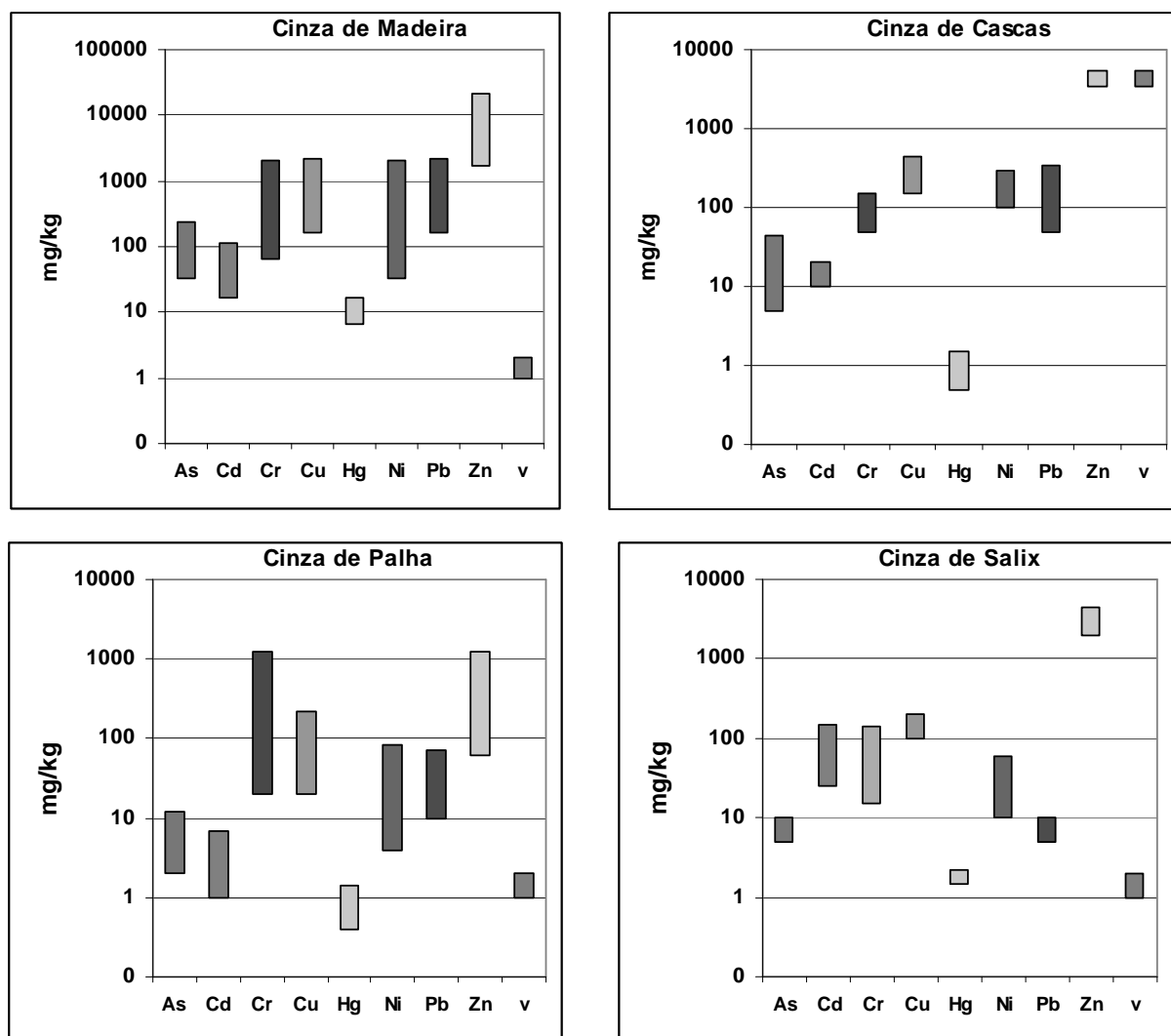


Fig. 11 – Gamas de concentrações de metais pesados em cinzas de biomassa

Encontraram-se outras informações valiosas para o estudo em curso que se apresentam de seguida:

Patricia M. Fox and Harvey E. Doner. Accumulation, Release, and Solubility of Arsenic, Molybdenum and Vanadium in Wetland Sediments. J. Environ. Qual. 32:2428-2435 (2003):

A acumulação de As, Mo e V em sedimentos e sua libertação é condicionada pela sua geoquímica, sendo o potencial redox um dos parâmetros mais importantes. O As pode encontrar-se em vários estados de oxidação, sendo a sua libertação influenciada pela presença de óxidos de Fe. No caso do V, apresentando também vários estados de oxidação, a solubilidade é influenciada pela presença de matéria orgânica. O Mo pode encontrar-se em dois estados de oxidação, que são influenciados pela temperatura de formação dos compostos, condições oxidantes, bem como pela presença de S e existência de bactérias redutoras de enxofre nos solos.

Mathew P. Johansen, Thomas E. Hakonson, F. Ward Whicker and David D. Breshears. Pulsed Redistribution of a Contaminant Following Forest Fire: Cesium-137 in Runoff. J. Environ. Qual. 32:2150-2157 (2003):

Os fogos são dos processos naturais que contribuem para uma rápida concentração de contaminantes, acelerando a sua redistribuição. O estudo incidiu sobre a utilização de precipitação



simulada de chuva contendo um traçador (Cesio 137), para avaliar alterações de concentração de contaminantes ambientais em solos e águas de escoamento superficiais subsequentes a um grande incêndio em Los Alamos, nos EUA.

Ogunseitan O.A. Episodic availability of environmental mercury: implications for biotechnological control of mercury pollution. African Journal of Biotechnology Vol. 1(1):1-9 (2002) (disponível em <http://www.academicjournals.org/AJB>):

Os incêndios florestais contribuem com cerca de 8×10^5 kg de Hg para a atmosfera terrestre, com um tempo de residência de cerca de 1 ano. Estes fenómenos afectam o fluxo de Hg disponível para a comunidade microbológica, implicando riscos para a exposição humana a formas tóxicas deste elemento.

D. F. Grigal. Mercury Sequestration in Forests and Peatlands: A Review. J. Environ. Qual. 32:393–405 (2003):

A concentração de Hg em vegetação florestal ronda os $0,1 \text{ mg/m}^2$, sendo cerca de uma ordem de grandeza inferior à dos solos. A distribuição e mobilidade de Hg é afectada pela quantidade de carbono e presença de S nos substratos. Assim a alteração de concentração desta espécie vai alterar o equilíbrio entre a emissão e sequestração deste metal tóxico.

Hans R. Friedli, Lawrence F. Radke and Julia Y. Lu. Mercury in Smoke from Biomass Fires. At: <http://www.mindfully.org/Air/Mercury-Smoke-Biomass.htm>:

Estudo incidindo sobre comportamento de Hg em amostras de vegetação verde recolhidas (concentrações até 71 ng/g) e queimadas sob condições controladas em laboratório. O Hg é praticamente todo libertado para a fase gasosa, sob a forma elementar.

Stephen M. Smith, Susan Newman, Patrick B. Garret and Jennifer A. Leeds. Differential Effects of Surface and Peat Fire on Soil Constituents in a degraded wetland Florida Everglades. J. Environ. Qual. 30:1998–2005 (2001):

Incêndios resultam na perda de carbono, azoto e fósforo orgânico enquanto o fósforo inorgânico e cálcio aumentam nos solos. Este desequilíbrio podem dar origem ao crescimento de plantas invasivas, como resposta à maior disponibilidade de P.

Fire Effects on Forest Soil: Cave Gulch Fire, Helena National Forest:

Os incêndios afectam o ciclo de nutrientes nos solos, devido à perda de matéria orgânica, Incorporação de cinzas os solos, elevadas temperaturas e perda de vegetação. A composição da matéria orgânica altera-se devido à libertação de certos elementos para a atmosfera, enquanto que outros elementos, como o Ca, Na, Mg e NH_4^+ condensam nas camadas superficiais. Os níveis de nutrientes nos solos determinam a velocidade de revegetação. O N é uma das substâncias limitantes em sistemas florestais, podendo o seu reequilíbrio demorar 75 anos após um incêndio.

O efeito de um incêndio nos nutrientes depende do tipo de biomassa, temperaturas atingidas no incêndio clima, geografia e biota. Neste estudo foram caracterizados solos quanto a N, matéria orgânica, NO_3 , P, K, Mg, Ca, S, Zn, pH, sais solúveis, Na, NH_4 e capacidade de troca iónica, bem com textura dos solos.

Crouch, R, Timmenga, H, Barber, T, Fuchsman, P. 672 (FUC-1117-819651) Post-fire surface water quality: Comparison of fire retardant versus wildfire-related effects. at: <http://abstracts.co.allenpress.com/pweb/setac2005/category/?ID=57611>:

Estudo sobre possível introdução de contaminantes (amónia, fósforo e cianetos) pela utilização de retardantes de fogos contendo ferrocianetos. Usaram-se correlações com o cálcio, verificando-se o aparecimento destes contaminantes, na ausência de utilização de retardantes, concluindo-se que o aparecimento de cianetos em escoamentos pós-incêndios é de origem pirogénica.



Moreno (2004) - "Wildland Fires Impacts: a State of the Art" - at: http://www.eufirelab.org/prive/directory/units_section_4/D-04-03/D-04-03.pdf

Após um incêndio florestal as quantidades de C, N no solo aumentam significativamente. As quantidades de P, K, Ca e Mg aumentam no solo até 10 vezes mais relativamente ao total dos elementos disponíveis no solo para as plantas. A maior parte dos constituintes orgânicos são queimados e dispersos no ar enquanto muitos cátions são solúveis na água e imediatamente disponíveis para serem absorvidos pelas plantas. Pode concluir-se que o depósito de cinzas deixado no solo pela passagem do incêndio pode ser considerado um reservatório de nutrientes aumentando a fertilidade do solo e facilitando o crescimento das plantas.

4.3 Ensaio sobre lixiviados de cinzas

No Quadro 16 apresentam-se alguns procedimentos laboratoriais para o estudo dos lixiviados de cinzas, resultados e conclusões, de acordo com Moreno (2004).

Quadro 16 – Estudos de lixiviados de cinzas

	Procedimentos	Resultados	Conclusões
I	Queimaram-se até 585 °C numa mufla amostras de vegetação, obtendo-se um resíduo de cinza branca. Às cinzas foi adicionado água numa proporção de 1:50, obtendo-se um lixiviado.	pH = 11 Potássio = 1600 ppm Sódio = 860 ppm Cálcio = 20 ppm Magnésio = 2 ppm	
II	Foram adicionadas 10 gramas de solo a 500 cc de cinzas.	Nas primeiras 6 horas a formação de uma solução alcalina promoveu a dispersão das partículas do solo. Após 30 horas observa-se a floculação das partículas de argila e um aumento da fracção de silte em 30%. A floculação das partículas de argila continuou mesmo após 78 horas aumentando a fracção de silte em detrimento da fracção de argila, atingindo 78%. Não foi notada alteração na fracção de areia.	O lixiviado das cinzas incorpora no solo uma grande quantidade de cargas eléctricas favorecendo a floculação das argilas. O lixiviado das cinzas pode reduzir a erosão superficial do solo
III	Utilizando um simulador de chuva foi adicionado lixiviado de cinzas (1:50) a um pequeno talhão de solo durante 36 minutos.	No talhão tratado com lixiviado de cinzas a erosão diminuiu em 36% relativamente ao talhão não tratado. A diminuição da erosão foi devida à floculação das argilas induzida pelos electrólitos existentes na composição das cinzas. Os electrólitos, e os cátions em particular, ao atraírem as cargas negativas das argilas, floculam tornando-as mais resistentes à erosão	O lixiviado das cinzas pode influenciar o potencial de erodibilidade do solo

Fonte: Moreno (2004)



5 Modelação do ciclo hidrológico e caracterização da qualidade da água (Tarefa T4)

5.1 Introdução

Esta tarefa tem como principais intervenientes o LNEC e o INETI-DH.

Fez-se uma recolha da informação hidrogeológica existente nalgumas possíveis áreas de estudo, nomeadamente:

- na bacia hidrográfica a montante de Ponte de Panasco, e
- na bacia hidrográfica a montante de Couto de Andreiros.

Tendo em vista a caracterização da qualidade da água fizeram-se também amostragens de qualidade de áreas aridas, no rio Zêzere, a montante de Manteigas.

Fez-se ainda uma análise preliminar cruzada dos escoamentos diários de algumas das bacias hidrográficas pré-seleccionadas, para ver a sua relação.

5.2 Caracterização da bacia hidrográfica a montante de Ponte de Panasco

5.2.1 Geologia e Hidrogeologia

O principal curso de água desta bacia hidrográfica é a ribeira de Nisa, que é um afluente da margem esquerda do rio Tejo. A área da bacia é de 109,45 km², tendo sido determinada a partir da digitalização do seu contorno desenhado nas cartas militares de Portugal nos 334, 346 e 347, à escala 1:25 000. Ponte de Panasco situa-se à altitude de 320 m e o ponto mais alto da bacia localiza-se à altitude de 940 m.

Litologicamente, a área é constituída fundamentalmente por ortognaisses, à excepção do seu limite NE, na serra de Castelo de Vide, onde ocorrem arcoses e quartzitos, e do seu extremo SE onde ocorrem xistos. As rochas ortognáissicas encontram-se recortadas por filões de quartzo e por diversas falhas que nalguns locais condicionam o percurso das ribeiras (Fig. 12, cf. Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, folhas 28-D e 29-C).

Estas formações geológicas constituem meios cristalinos que sustentam aquíferos do tipo fissurado descontínuos.

Os melhores caudais correspondem à intercepção de fracturas e falhas com continuidade espacial que funcionam como drenos naturais do maciço cristalino.

Dispõem-se de inventário de 25 origens de água (12 furos, 3 nascentes, 1 galerias e 9 poços). A localização das origens inventariadas está representada na figura Fig. 12. A maioria das origens destina-se a consumo agrícola/pecuária e doméstica.

Os registos de caudais variam entre 0 e 0,25 l/s para um total de 6 dados.

Relativamente à qualidade dispõem-se de 14 dados de parâmetros de campo (temperatura, pH e condutividade eléctrica) e 9 análises físico-químicas a elementos maiores.



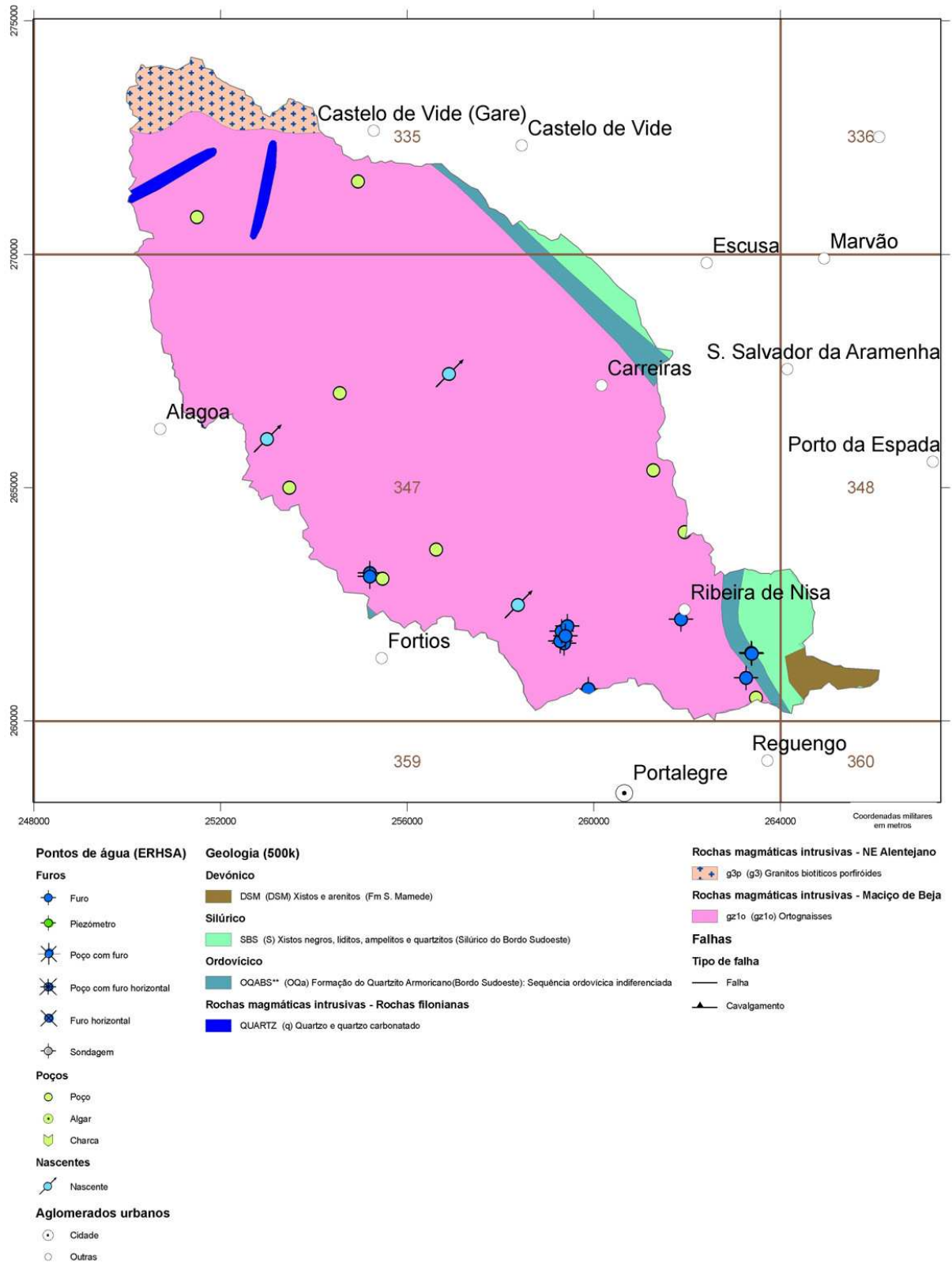


Fig. 12 – Geologia da bacia de Ponte de Panasco e inventário de pontos de água subterrânea



5.2.2 Primeiro reconhecimento local da bacia de Ponte de Panasco

Em 2005-10-13, uma equipa deste Projecto (Eduardo Paralta, Isabel Laranjeira, João Paulo Lobo Ferreira, Luís Quinta-Nova, Manuel Mendes Oliveira, Maria Helena Lopes, Maria João Moinante, Paulo Fernandez) fizeram uma visita preliminar a esta possível área de estudo. Nesta área observou-se a geomorfologia, a ocupação vegetal, verificou-se na data da visita o escoamento nulo na ribeira de Nisa e verificou-se a existência de poços de água subterrânea. Observou-se que o nível piezométrico estava 1,90 m abaixo da superfície do terreno num poço (localizado em M=251675 e P=266991). Na parte mais a jusante há uma área agrícola ardida. Um pouco mais a montante há área florestal ardida, mas apresentando pouca densidade de vegetação. As áreas ardidas observadas arderam durante 2003 pelo que já não existem cinzas recentes para análise.

5.3 Caracterização da bacia hidrográfica a montante de Couto de Andreiros

O principal curso de água desta bacia é o rio Raia. A área da bacia é de 243 km² e as suas altitudes variam entre 200 e 650 m, aproximadamente.

Em termos geológicos, a bacia é constituída essencialmente por granitos alcalinos na parte norte e centro; na parte sul ocorrem essencialmente xistos e grauvaques, do Câmbrico e pré-Câmbrico, cujos afloramentos alternam com afloramentos de rochas ultrametamórficas, quartzitos, calcários, dolomitos, conglomerados e arcoses. (cf. folha 32B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000).

As formações geológicas referidas constituem meios cristalinos que sustentam aquíferos do tipo fissurado descontínuos em que podem ocorrer na camada superficial de alteração níveis freáticos pouco profundos captados por poços.

Os melhores caudais correspondem à interceptação de fracturas e falhas com continuidade espacial que funcionam como drenos naturais do maciço cristalino.

Dispõem-se de inventário de 61 origens de água (25 furos, 19 nascentes, 2 galerias e 15 poços). A localização das origens inventariadas está representada na Fig. 13. A maioria das origens destina-se a consumo agrícola/pecuária e doméstica. Estão referenciadas 8 captações que constituem origens de abastecimento público.

Os registos de caudais variam entre 0 e 5,6 l/s para um total de 24 dados.

Relativamente à qualidade dispõem-se de 46 dados de parâmetros de campo (temperatura, pH e condutividade eléctrica) e 26 análises físico-químicas a elementos maiores.



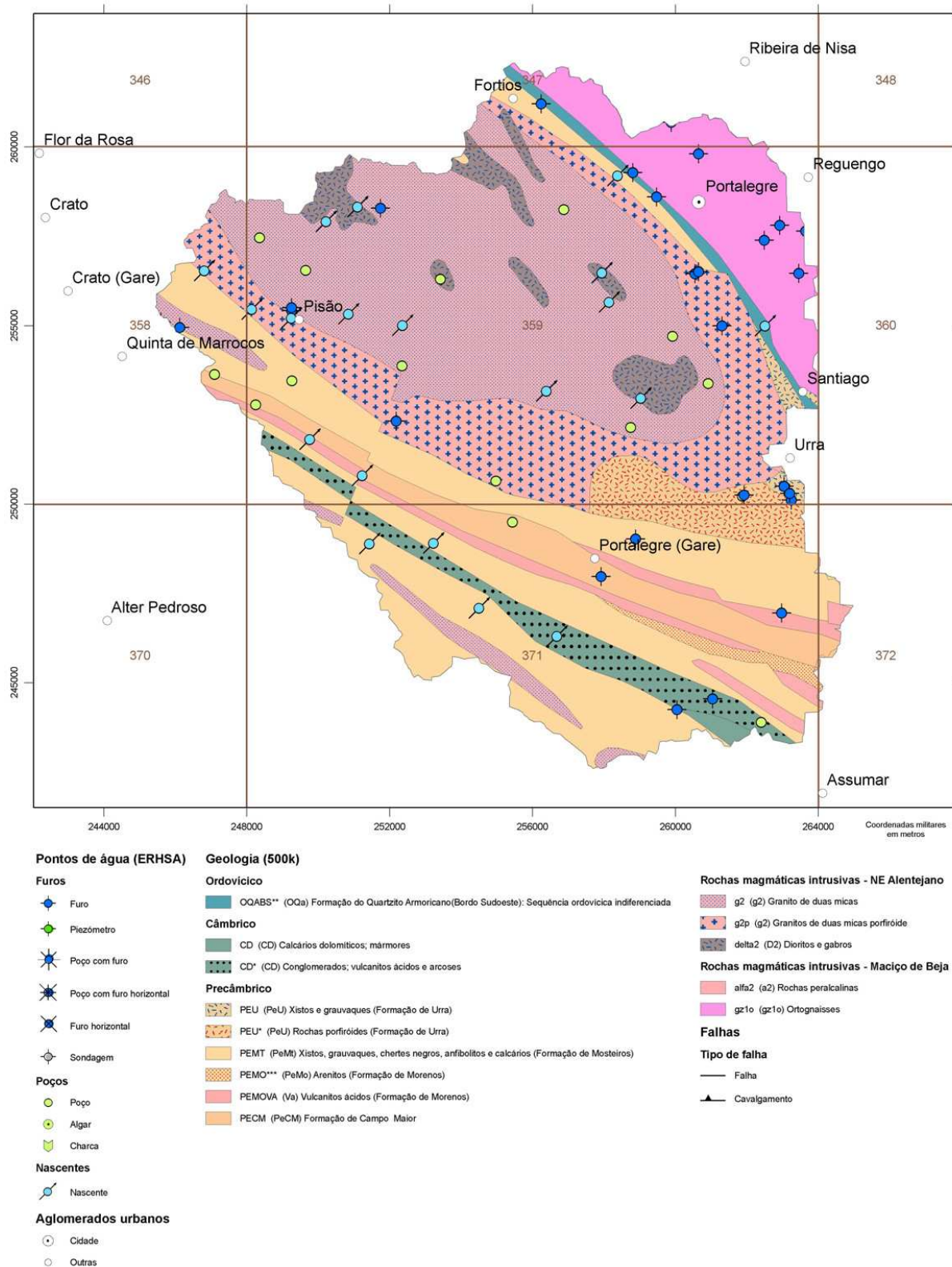


Fig. 13 - Geologia da bacia de Couto de Andreiros e inventário de pontos de água subterrânea

5.4 Vale do Zêzere a montante de Manteigas

Trata-se de uma área ardida no Verão de 2005. Na sequência de precipitações fortes no local, que lavaram as cinzas depositadas sobre o terreno e que contaminaram a água de escoamento superficial, foi decidido visitar esta bacia tendo em vista a obtenção de informação sobre esta situação.



A região é essencialmente constituída por materiais graníticos e xistosos, surgindo também aluviões, depósitos de vertente e depósitos fluvio-glaciários. As regiões graníticas ocorrem a maiores altitudes e apresentam a rede hidrográfica influenciada pela tectónica. O rio Zêzere encaixa-se na falha Bragança-Vilariça-Manteigas, de direcção NNE-SSW. Os depósitos aluvionares mais extensos surgem no Vale do Zêzere e podem apresentar alguns metros de espessura. Os depósitos fluvio-glaciários são constituídos por calhaus arredondados de vários tipos de granitos, de dimensão variável, que se encontram misturados com materiais mais finos.

Na área de Manteigas ocorrem nascentes termais cuja localização se relaciona com zonas de tectónica quaternária activa.

Foram realizadas duas missões ao vale do Zêzere.

2005-11-03: Técnicos Isabel Laranjeira, Manuel Mendes Oliveira e Teresa E. Leitão. Estabelecimento de contactos com interlocutores locais de interesse para o Projecto (Amigos da Serra da Estrela: Sr. José Maria Saraiva, Sr. Carlos Alberto, Sr. Marco; Parque Natural da Serra da Estrela: Eng. Rafael Neiva). Reconhecimento de eventuais áreas de interesse a monitorizar. Recolha de amostras de água e medição in-situ de parâmetros físico-químicos no rio Zêzere e na Fonte da Jonja. Amostragem de solo e cinzas na área ardida da encosta da Fonte da Jonja.

2005-11-10: Técnicos Maria João Moinante e Maria José Henriques. Nova recolha de amostras de água e medição in-situ de parâmetros físico-químicos no rio Zêzere, Fonte da Jonja e na cascata junto à Fonte da Jonja.

Os valores registados in-situ são apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 - Locais de amostragem da água e medição in-situ de parâmetros físico-químicos

Local	Localização		Data	Eh (mV)	Cond (µS/cm)	T (°C)	pH	Observações
	UTM M	UTM P						
Ponte no Zêzere	622511	4468536	2005-11-03	287	19	9,4	6,0	Ponte sobre o rio Zêzere; cerca de 3 km a montante das Termas do INATEL
			2005-11-10	217	30	8,1	6,0	
Fonte da Jonja	620965	4464963	2005-11-03	330	28	9,3	4,1	Q = 0,32 l/s
			2005-11-10	285	18	8,6	5,1	Q = 0,28 l/s
Cascata	620843	4465014	2005-11-10	344	18	5,5	5,6	Linha de água situada antes da Fonte da Jonja, em direcção à Torre, que drena uma área ardida; passa por baixo da estrada



5.5 Análise cruzada dos escoamentos de bacias hidrográficas

Para as bacias hidrográficas de Couto de Andreiros, Moinho Novo e Ponte de Panasco seleccionaram-se períodos comuns de dados e estudou-se a relação entre os escoamentos diários registados nestas estações. As correlações foram feitas considerando apenas os dias com escoamento. No caso da bacia de Ponte de Panasco excluíram-se os dias 28-30/Dez/1981, por apresentarem escoamentos anómalos. O Quadro 18 apresenta os coeficientes de correlação encontrados entre estas estações e o Quadro 19 apresenta as rectas de correlação entre as estações. Destaca-se o bom coeficiente de correlação, de 0,89, obtido entre a bacia parcialmente ardida em 2003 (Ponte de Panasco) e a bacia de controlo, pouco ardida nos últimos anos (Couto de Andreiros). Esta relação encontrada, que se pode ver representada na Fig. 14, poderá permitir, no desenvolvimento deste Projecto, verificar se houve alguma alteração dos escoamentos com a ocorrência dos incêndios.

Quadro 18 – Coeficientes de correlação dos escoamentos diários das estações hidrométricas de Couto de Andreiros, Moinho Novo e Ponte de Panasco

	18L/01 – Couto de Andreiros	18I/01 – Moinho Novo	17L/01 – Ponte de Panasco
18L/01 – Couto de Andreiros	x	0,801	0,892
18I/01 – Moinho Novo		x	0,893
17L/01 – Ponte de Panasco			x

Quadro 19 – Rectas de correlação dos escoamentos diários das estações hidrométricas de Couto de Andreiros, Moinho Novo e Ponte de Panasco

	18L/01 – Couto de Andreiros (CA)	18I/01 – Moinho Novo (MN)	17L/01 – Ponte de Panasco (PP)
18L/01 – Couto de Andreiros	x	$E(MN) = 0,2252 + 0,7619 E(CA)$	$E(PP) = 0,4495 + 0,7550 E(CA)$
18I/01 – Moinho Novo		x	$E(PP) = 0,1668 + 1,0276 E(MN)$
17L/01 – Ponte de Panasco	$E(CA) = -0,3066 + 1,0529 E(PP)$	$E(MN) = 0,0041 + 0,7765 E(PP)$	x

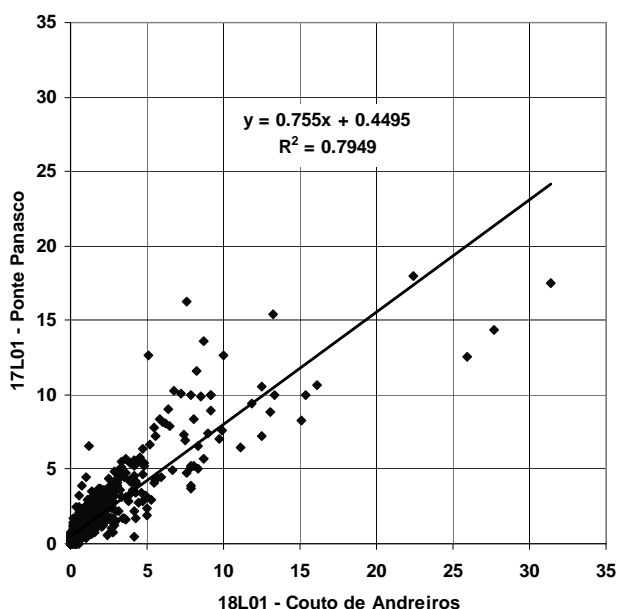


Fig. 14 – Escoamentos de Couto de Andreiros e de Ponte de Panasco



6 Coordenação e integração (Tarefa T5)

A Coordenação é da responsabilidade do LNEC. A integração é feita por todas as equipas. Tendo em vista o desenvolvimento dos trabalhos e a integração das diversas equipas, foram feitas duas reuniões:

1 – no LNEC (Lisboa), em 2005-06-20, para o arranque do Projecto, que serviu para a apresentação dos diversos elementos da equipa do Projecto e onde o LNEC/NAS fez a apresentação do Projecto e fez uma primeira apresentação da informação disponível tendo em vista a selecção das áreas de estudo;

2 – na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, em 2005-10-13, onde cada equipa apresentou a informação já aglutinada para o Projecto. No final da reunião houve uma deslocação à possível área de estudo da bacia hidrográfica de Ponte de Panasco para verificação das suas condições.

Os técnicos presentes em cada uma destas reuniões são os apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 – Técnicos presentes nas reuniões do Projecto

Reunião	Presenças (Instituição) – por ordem alfabética do primeiro nome
Reunião 1: 2005-06-20; Lisboa	Catarina Diamantino (LNEC) Eduardo Paralta (INETI-DH) João Paulo Lobo Ferreira (LNEC) Luís Quinta-Nova (ESACB) Manuel Mendes Oliveira (LNEC) Maria Helena Lopes (INETI-DEECA) Maria João Moinante (LNEC) Maria José Henriques (LNEC) Paulo Fernandez (ESACB) Teresa E. Leitão (LNEC)
Reunião 2: 2005-10-13; Castelo Branco	Eduardo Paralta (INETI-DH) Isabel Laranjeira (aquisição de Serviços) João Paulo Lobo Ferreira (LNEC) Luís Quinta-Nova (ESACB) Manuel Mendes Oliveira (LNEC) Maria Helena Lopes (INETI-DEECA) Maria João Moinante (LNEC) Paulo Fernandez (ESACB)



7 Equipa responsável pelo Relatório de Execução Material

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Coordenação)

João Paulo Lobo Ferreira
Manuel Mendes de Oliveira
Maria João Moinante
Maria José Henriques
Teresa E. Leitão

Escola Superior Agrária de Castelo Branco

Paulo Fernandez
Luís Quinta-Nova

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

Maria Helena Lopes (Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental)
Eduardo Paralta (Departamento de Hidrogeologia)
Alain Francés (Departamento de Hidrogeologia)

Aquisição de Serviços

Isabel Laranjeira

