



Actas

I Seminário Internacional UAV



José António Tenedório, Rossana Estanqueiro, Rui Pedro Julião (Coord.)



2016

Nota de Abertura

O ritmo da evolução tecnológica tem acelerado nos últimos anos, proporcionando novos meios para a aquisição, gestão, exploração e disseminação de conteúdos geográficos, motivando a alteração de muitos dos paradigmas neste domínio. Uma das áreas onde a inovação registada permitiu modificar os processos de trabalho foi a da aquisição de dados geográficos. Depois da consolidação do recurso a sistemas de posicionamento global e do desenvolvimento dos vários tipos de sensores, nomeadamente no que diz respeito às resoluções espectral e geométrica e às suas características físicas (dimensões e peso), tem-se registado o crescente recurso a Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) ou Unmanned Aerial Vehicles (UAV), se usarmos a designação anglo-saxónica, ou drone quando utilizado o termo mais vulgarizado.

A relevância da utilização deste tipo de plataformas é inegável, na medida em que fomentou a agilização dos processos de produção de dados geográficos, em termos da sua celeridade, repetibilidade e custo, abrindo novas perspectivas para a investigação e a aplicação das tecnologias de informação geográfica.

Todavia, a crescente utilização de UAV não tem sido isenta de discussão. É fundamental perceber em que medida surgem e/ou se modificam paradigmas e conceitos técnicos; quais os domínios e o potencial da sua aplicação; e quais as suas implicações e eventual necessidade de enquadramento legislativo.

Neste contexto, o I Seminário Internacional UAV, organizado pelo CICS.NOVA-FCSH conjuntamente com FCUP, CEG-IGOT, LNEC e UNESP, esteve aberto à participação da comunidade técnica e científica e estruturou-se em três eixos temáticos:

Tecnologias e Metodologias. Este eixo deu primazia: i) à apresentação de tecnologias UAV e dos tipos de sensores; ii) à exposição dos resultados da aplicação de metodologias de extracção automática e/ou semiautomática de informação geográfica, ao workflow de modelação 3D de objectos e de estruturas; iii) à avaliação de qualidade da informação geográfica obtida.

Mercados e Aplicações. Este eixo recolheu o contributo das empresas e das equipas de investigação. Pelo lado das empresas, na demonstração da operacionalização das

metodologias nos processos de produção de informação geográfica para mercados emergentes; pelo lado da investigação, na demonstração do valor acrescentado dos dados adquiridos por UAV e das metodologias de extracção de informação para estudo de fenómenos espacial e temporalmente confinados.

Conceitos, Legislação e Regulamentação. Um dos tópicos que tem gerado controvérsia é o enquadramento conceptual e a regulamentação jurídica, nomeadamente as habilitações e certificação para fazer levantamentos com uso de drone. Em Portugal, ainda não há resposta, nem sobre como realizar um voo devidamente regulamentado nem sobre o reconhecimento técnico dos dados geográficos que através deles se podem obter. Os progressos europeus nestas duas matérias ainda não são substanciais. Pelo contrário, no Brasil há muita experiência acumulada facto que contribuiu para enriquecer os debates durante o seminário.

O presente e-book surge na sequência desta iniciativa, servindo de registo e consolidando os temas abordados, e proporciona uma base para futuros desenvolvimentos.

Fica o nosso sincero agradecimento para todos os que contribuíram e participaram no I Seminário Internacional UAV.

Lisboa, Abril de 2016



José António Tenedório



Rossana Estanqueiro



Rui Pedro Julião

ÍNDICE

Nota de Abertura

<i>SANT. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO: UM POTENCIAL DE OPORTUNIDADES</i> Pedro Antunes da Cunha	1
<i>CONTRIBUTOS TÉCNICOS PARA A REGULAMENTAÇÃO</i> João Gomes Mota	15
<i>UTILIZAÇÃO DE VANT PARA O GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS</i> Amilton Amorim; Guilherme Gomes Pessoa; Ian Ribeiro Lemes; Juliane Mendonça Komazaki; Lorena Canali Jorge; Maurício Galo; Paulo de Oliveira Camargo	25
<i>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE GEOMÉTRICA DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS LEVANTADOS POR VANTS APLICADOS AO CADASTRO PREDIAL EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE NO BRASIL</i> Marcos A. Pelegrina; Máicon A. Canal; Rui Pedro Julião; Karoline Kolosinski Obal	37
<i>UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NA INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES DE VIAÇÃO</i> José Sousa; Joaquim J. Sousa; Ricardo Bento; Emanuel Peres; João Martins; Óscar Moutinho	49
<i>MONITORIZAÇÃO DE QUEBRA-MARES COM VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS</i> Maria João Henriques; Dora Roque; Alexandre Santos	58
<i>UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA MONITORIZAÇÃO TOPOGRÁFICA DA EROSÃO COSTEIRA</i> Gil Gonçalves; Sara Santos; Diogo Duarte; João Duarte; José Gomes	68
<i>AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES NO CABEDELO DO RIO DOURO COM RECURSO A VANT'S</i> José A. Gonçalves; Renato Henriques; Óscar Moutinho; Ana Rodrigues; Joaquim J. Sousa; Ivaneide Santos	82
<i>LEVANTAMENTOS UAV NO APOIO AO PROJETO "MELHORIA DA CONDIÇÃO E DA ENVOLVENTE AO FREIXO DE DUARTE D'ARMAS"</i> Sérgio Madeira; Luís M Martins; Joaquim J. Sousa	93
<i>DETEÇÃO DE OBJETOS A PARTIR DE IMAGENS OBTIDAS POR VANT</i> António Sousa; Joaquim J. Sousa; Jorge Costa	103
<i>METODOLOGIAS PARA REPRESENTAR E PROMOVER O PATRIMÓNIO GEOLÓGICO UTILIZANDO VANT'S, TECNOLOGIA MULTIMÉDIA E REALIDADE AUMENTADA</i> Ivaneide Santos; Renato Henriques; Gorki Mariano; Diamantino I. Pereira	112

<i>ATUALIZAÇÃO CADASTRAL DIRIGIDA, UTILIZANDO ORTOFOTOS ORIUNDAS DE VANT</i>	
Marcos A. Pelegrina; Máicon A. Canal; Rui Pedro Julião; Karoline Kolosinski Obal	129
<i>CLASSIFICAÇÃO E ESTRATIFICAÇÃO DE TIPOS DE OCUPAÇÃO DO SOLO SOBRE FOTOGRAFIAS AÉREAS CAPTADAS COM RECURSO A VANT (VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS)</i>	
José Aranha; Rui Soares; Levi Pires; Ricardo Bento; João Sousa	133
<i>MONITORIZAÇÃO DO DECLÍNIO DO CASTANHEIRO COM RECURSO A AERONAVE NÃO TRIPULADA</i>	
Luís M Martins; João P Castro; Ricardo Bento; Joaquim J Sousa	144
<i>VARIAÇÃO DA SOBREPOSIÇÃO LONGITUDINAL E LATERAL ENTRE IMAGENS OBTIDAS POR UAV E UTILIZAÇÃO DE GCP NA MELHORIA DA QUALIDADE DOS DADOS</i>	
Marcelo Ribeiro; Rossana Estanqueiro; Carlos Pereira da Silva; José António Tenedório	152
<i>INDIVIDUAL TREE CROWN APPROACH TO ESTIMATE ABOVEGROUND BIOMASS USING UAV PHOTOGRAMMETRIC POINT CLOUDS IN PINUS PINEA STANDS IN PORTUGAL</i>	
Juan Guerra Hernández; Sonia Pacheco Faias; Alexandra Correia; Alexandre Sarmento; João Silva; Luís Fontes; Margarida Tomé; Eduardo González-Ferreiro; Ramon Diaz-Varela	162
<i>DRONE2MAP FOR ARCGIS: O CONTEXTO DOS DRONES EM AMBIENTES OPERACIONAIS SIG</i>	
Edgar Barreira; Rodrigo Silva; António Marques	168
<i>TESTES UTILIZANDO UNMANNED AERIAL VEHICLES PARA INSPEÇÕES EM REDES DE TRANSMISSÃO ELÉTRICA</i>	
João Gomes-Mota; Ricardo Oliveira; Sandra Antunes; Vítor Almeida	175
<i>APLICAÇÃO DE UM SISTEMA AÉREO NÃO TRIPULADO (UAS) NA DISTRIBUIÇÃO DE MEDICAMENTOS ÀS FARMÁCIAS NA CIDADE DE LISBOA</i>	
Luis Neto	186

FICHA TÉCNICA

Título: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL UAV

Coordenação: José António Tenedório; Rossana Estanqueiro; Rui Pedro Julião

Edição: CICS.NOVA.FCSH

ISBN: 978-989-20-6726-1

Ano de edição: 2016

Apoios:



Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa (CICS.NOVA.FCSH/UNL), UID/SOC/04647/2013, com o apoio financeiro da FCT/MEC através de fundos Nacionais e quando aplicável co-financiado pelo FEDER no âmbito do acordo de parceria PT2020

MONITORIZAÇÃO DO DECLÍNIO DO CASTANHEIRO COM RECURSO A AERONAVE NÃO TRIPULADA

Luís M Martins
João P Castro
Ricardo Bento
Joaquim J Sousa

Resumo

*A tinta do castanheiro, causada por *Phytophthora cinnamomi* e o cancro originada por *Cryphonectria parasitica* são doenças que provocam prejuízos avultados aos produtores. Em 2014 foi detetado mais um importante problema fitossanitário, desta vez com origem num inseto (*Dryocosmus kuriphilus*) que causou perdas de produção relevantes, sobretudo em Itália e França.*

A monitorização do declínio devido aos agentes bióticos ou abióticos (secas prolongas, temperaturas excessivas, praticas culturais inadequadas, entre outros) reveste-se de importância crucial, de modo a identificar os focos mais sensíveis e assim preconizar medidas de controlo mais eficazes.

O recurso à deteção remota e a análise da assinatura espectral dos copados das árvores são técnicas que possibilitam identificar o declínio a custos inferiores às avaliações sistemáticas de campo. O recente desenvolvimento de aeronaves não tripuladas (UAV) veio agilizar o processo de aquisição de imagens permitindo obter informação sobre o território a custos controlados.

Neste trabalho, foi seleccionada uma área de estudo na integrada na Denominação de Origem Protegida (DOP) - Castanha da Padrela -, para a monitorização do declínio do castanheiro. A área (483 ha) engloba as freguesias de Padrela e Tazém e São João da Corveira (Concelho de Valpaços).

Em 2014 e 2015 a área de estudo foi fotografada com o UAV eBee, SenseFly e obtiveram-se fotografias aéreas policromadas e de infravermelho próximo. Após ortoretificação das imagens estas foram comparadas com imagens de 2006 obtidas em voos tripulados. Estas séries temporais possibilitaram conhecer a dinâmica dos soutos, tendo por base a percentagem de coberto.

*No período de 2006-2014 foram realizadas novas plantações, correspondendo a um aumento de 14% da área de castanheiro (*Castanea sativa*). Contudo, a área produtiva sofreu um decréscimo que chegou a 56%. Os agentes bióticos foram a principal causa do declínio, o qual foi confirmado pelas observações de campo.*

Verificamos existirem vantagens na utilização de UAV para os objetivos propostos. Devido à baixa altura de voo obtêm-se imagens de alta resolução espacial e espectral a custos muito inferiores, comparativamente com os voos tripulados ou imagens de satélite. O UAV cobre áreas razoáveis, considerando este tipo de estudos e tem baixos impactes ambientais.

Palavras-chave: Monitorização; declínio do castanheiro; agentes bióticos e abióticos..

1. Introdução

O castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) tem assumido crescente importância económica em Portugal, desde meados da década de 1980, facto também notório na área de produção da “Castanha da Padrela”, onde se desenrolou este trabalho. Nesta zona, a castanha Judia é uma das principais fontes de receita das populações locais. Todavia, a intensificação da produção favoreceu o aparecimento de problemas fitossanitários, destacando-se a doença da tinta, causada pelo oomiceta do solo *Phytophthora cinnamomi* Rands, e o cancro pelo fungo *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., como as principais causas do declínio. Os sintomas causados por estes ou outros agentes bióticos podem ser monitorizados por deteção remota, devido à alteração da assinatura espectral das árvores afetadas.

No caso de *C. parasitica*, trata-se de um organismo de quarentena da lista A2. Os meios de luta têm sido difíceis de implementar dado o seu custo e os resultados imprevisíveis. Já a utilização de estirpes hipovirulentas (HV) é um método promissor. O tratamento com HV, leva à conversão da forma original virulenta (V) do ascomiceta, na forma HV, através da fusão do citoplasma das hifas das estirpes em confronto (Grente e Sauret, 1969).

A fotografia aérea convencional ou as imagens de satélite podem ser utilizadas na monitorização, mas a sua aquisição tem custos avultados, sobretudo quando as áreas a avaliar são pouco extensas ou há necessidade de fazer reconhecimentos intervalados por curtos períodos de tempo.

Neste estudo é apresentada uma alternativa para monitorizar a sanidade de castanhais, através da realização de voos aerofotogramétricos com o Veículo Aéreo Não Tripulado (UAV) eBee da Sensefly (Sensefly, 2014). Obtiveram-se fotografias aéreas policromadas e de infravermelho próximo (NIR), que foram comparadas com imagens aéreas de 2006. A metodologia usada permite que seja replicada noutras áreas e a monitorização da condição dos povoamentos a custos substancialmente inferiores à avaliação somente por trabalho de campo ou recorrendo a fotografia aérea convencional.

2. Material e Métodos

2.1. Fotografia aérea

A área de estudo (231 ha) localiza-se na freguesia de Padrela e Tazém, no concelho de Valpaços. Para obter as imagens foi utilizado um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), também chamado UAV (do inglês Unmanned Aerial Vehicle) ou Drone (zangão, em inglês). O modelo usado foi o EBee da Sensefly (Figura 1).

Os voos realizaram-se em Julho de 2014 e setembro de 2015 à altura de 300 m, ao longo de seis linhas de voo, orientadas no sentido Norte - Sul, sendo a resolução das imagens de 16 cm. Após a cobertura procedeu-se à ortorretificação e georreferenciação das imagens, com base em pontos de controlo do terreno (Figura 2).

2.2. Ocupação pelo castanheiro

Para a fotointerpretação, desenvolveram-se chaves fotográficas referentes a árvores com diferentes condições fisiológicas. As observações e fotografias de campo foram comparadas com as imagens aéreas, indicando-se na Figura 1 alguns exemplos.

Num Sistema de Informação Geográfica (SIG), com as coordenadas de base no datum World Geodetic System de 1984 (WGS 84), foi colocado o polígono retangular da área de estudo e distribuídas 231 parcelas circulares com um raio de 17,84 m. As parcelas foram dispostas numa quadrícula de 100x100 m, correspondendo cada ponto a 1 ha.

Ao SIG adicionaram-se fotografias aéreas ortorretificadas de falsa cor, com a largura do pixel de 1 m, datadas de 2006. Estas fotos foram obtidas para a realização do Inventário Florestal Nacional, pela então Autoridade Florestal Nacional. Em cada parcela, fez-se a análise visual relativa ao Índice de Coberto (IC) pelo castanheiro. Para isso, foi considerada proporção entre a área coberta pelas copas e a superfície da parcela de 1000 m². O valor representado varia entre 0 e 100. Nas fotos de 2014, fez-se o mesmo procedimento, relativo ao coberto pelo castanheiro nesse ano.

De acordo com a evolução do coberto, foi estabelecido um índice para a Qualidade do Povoamento (QP) que pode variar de 0 a 20. Se $IQ < 10$, significa que a percentagem de coberto pelo castanheiro diminuiu no período em análise (2006 a 2014).

$$QP = (IC14 - IC06 + 100) * 0,1$$

Onde: QP = Qualidade do Povoamento (0 a 20)

IC14 = índice de coberto pelo castanheiro em 2014 (0 a 100)

IC06 = índice de coberto pelo castanheiro em 2006 (0 a 100)

Figura 1 – castanheiros com diferentes condições fitossanitárias e respetivo registo em fotografia aérea.



3. Resultados e Discussão

3.1. Índice de coberto e declínio do castanheiro

Pela análise dos resultados, constata-se que as imagens policromadas e de falsa cor podem ser usadas com fiabilidade e a baixo custo, na monitorização da sanidade do castanheiro. A sua utilização comparada com observações de campo possibilitou reconhecer o agravamento do declínio do castanheiro da Padrela de 2006 até 2014.

De acordo com a análise dos dados (Quadro 1) verifica-se que Índice de Coberto (IC) não sofreu diferenças significativas no período de 2006 a 2014 ($26,5 \pm 3,5$ e $26,0 \pm 2,8$). A evolução de IC mostra que o valor da Qualidade dos Povoamentos (QP), numa escala de 0 a 20 é baixo ($10,0 \pm 1,9$). O Erro de Amostragem (SE%) de QP é reduzido, revelando que a variação de IC é baixa, tendo assim a mesma tendência em toda a área de estudo.

Contrariamente ao que seria desejável, em 56 % da área de estudo, correspondendo a 129 ha, o crescimento do copado foi inferior a 5% ou regrediu. Em algumas parcelas a diminuição do Índice de Coberto (IC) atingiu 65%. O declínio deveu-se à mortalidade ou à diminuição da dimensão das copas devido a agentes bióticos ou abióticos, pois é pouco evidente o corte voluntário pelo agricultor, para conversão por outras culturas.

No local avaliado, o interesse pela cultura é revelado nas novas plantações que contribuíram para um aumento de 11% (26 ha) da área de castanheiro. Contudo, a área de produção em termos globais sofreu uma regressão devido precisamente à diminuição da área do coberto pelas copas (AC%) que passou de 35% em 2006 para 30% em 2014.

Em resultado da diminuição da área relativa das copas a condição global dos soutos piorou em 129 ha, correspondendo a 56% da área de estudo. Houve contudo, povoamentos que melhoraram (21%), devendo-se ao crescimento de árvores saudáveis e ao aumento do IC pelas novas plantações.

Assim, muita da mortalidade observada é dispersa por todos os povoamentos, sendo também compensada por novas plantações nos mesmos soutos.

Quadro 1 - Evolução do índice de coberto e da área com castanheiro de 2006 a 2014.

	2006	2014	2006 a 2014		SE (%)
			(ha)	(%)	
(IC) Índice de Coberto (1 a 100)	26,5±3,5	26,0±2,8			13,3%; 10,7%
(AC) Área de Coberto (0.01*IC.T;ha)	61,2±8,1	60,1±6,4			13,3%; 10,7%
(AC%) Área de Coberto (AC/AT; %)	35%	30%			
(QP) Qualidade dos Povoamentos (0 a 20)		10.0±1.9			1.9%
Índice de coberto de novas plantações (IC)		12,5±3,1			25,1%
Povoamentos que pioraram (ha)			129	56%	
Povoamentos que melhoraram (ha)			48	21%	
Outras culturas (ha)			28	12%	
Novas plantações (ha)			26	11%	
(AT) Área TOTAL de castanheiro (ha)	177(77%)	203 (88%)			
	TOTAL (T)		231	100%	

Outras culturas: áreas ardidas, campo de futebol, urbano, pastagens, arbustivas.

Conclusões

No inventário ou monitorização do declínio da floresta há vantagens quando se utiliza a deteção remota. As imagens aéreas são muito versáteis na observação de sintomas nas árvores por poderem usar várias regiões do espectro eletromagnético, que, associado à adequada resolução, possibilitam separar as copas com diferentes níveis de ataque. Na monitorização da sanidade do castanheiro com FAPF, há trabalhos desenvolvidos em Portugal (Abreu et al., 1993; Castro et al., 2010; Martins et al., 2007), Suíça (Bissegger & Heiniger, 1991) e Itália (Ambrosini et al., 1997). Os inventários deverão ter continuidade, para que a identificação das causas do declínio. Isso permite que avaliação do efeito das intervenções, para melhoria dos soutos, possa ser mais objetiva (Silva, 2001; Martins et al., 2001; 2007).

Neste estudo demonstrou-se a viabilidade de utilizar a aeronave *eBee SensFly* na monitorização da sanidade de áreas com castanheiro (*Castanea sativa*). Comparativamente com a fotografia aérea convencional, tem custos operacionais muito baixos, sendo até a qualidade e resolução das imagens superior à de voos nacionais. Para áreas superiores a 1000 ha, pode ser preferível a utilização de metodologias de amostragem com coberturas aéreas parcelares ou então o recurso a aeronaves tripuladas.

O estudo demonstrou que a utilização de séries fotográficas permite a análise objetiva do declínio dos soutos. O índice utilizado (percentagem de coberto de copas) reflete,

de forma adequada a evolução do estado das árvores, pois é independente da condição da luz e da condição momentânea do castanheiro que pode, por exemplo, recuperar de uma sintomatologia de clorose. Os valores de IC comparados com o trabalho de campo permitiram também verificar que o declínio tem múltiplas causas, sendo o cancro uma delas. Assim, a zonagem recorrendo à deteção remota permite inferir sobre um quadro global de declínio, mas os problemas fitossanitários específicos necessitam sempre de ser validados por registos de campo.

A evolução do IC permitiu concluir que apesar de existirem novas plantações estas não compensam o declínio. Neste caso, os povoamentos em regressão devido aos fatores bióticos e abióticos atingem 56% (129 ha). As perdas que nalguns soutos chegam a 65%, refletem-se em perdas económicas.

Em última análises, verificamos que apesar do aumento da área com novos soutos (11%), pela reconversão de solos com matos, pastagens ou outras culturas agrícolas e das novas plantações em povoamentos, para repor a mortalidade do castanheiro, a área de produção em termos globais até sofreu uma regressão, pois a área de coberto pelas copas passou de 35% em 2006 para 30% em 2014.

Considerando que estes dados poderão ter replicação noutros locais, deverá existir uma cuidada reflexão, pois apesar dos esforços e investimentos nesta cultura, verifica-se que está a sofrer uma regressão continuada, cujas causas merecem ser melhor compreendidas, para que as futuras intervenções sejam mais assertivas e eficazes.

Referências Bibliográficas

- Abreu, C. G., Marques, C. P., Varejão, E. e Cardoso, A. O. (1993). Aplicação da fotografia policromada de infravermelho na deteção da doença da tinta do castanheiro. *Cienc. Biol. Ecol. Syst.* 13 (1/2), 20.
- Ambrosini, I., Gherardi, L. Viti, M. Maresi, G. Turchetti, T. (1997). Monitoring diseases of chestnut stands by small format aerial photography. *GeocartoInternacional* 12 (3), 41-46.
- Bissegger, M. & Heiniger, U. (1991). Chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) north of the Swiss alps. *Eur. J. For. Path.* 21, 250-252.
- Castro, J., Azevedo, J. C. & Martins, L. (2010). Temporal analysis of sweet chestnut decline in northeastern Portugal using geostatistical tools. *Acta Horticulturae* 866, 405-410.
- Grente, J. & S. Sauret. (1969). L'hypovirulence exclusive, phénomène original en pathologie végétale. *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci., Ser D. Sci Nat* 268, 2347-2350.

Martins, L. M., Lufinha, M. I., Marques, C. P., Abreu, C. G. (2001). Small format aerial photography to assess chestnut ink disease. For. Snow Landsc. Res., 76 (3), 357-360.

Martins, L.M., Castro, J. P. F., Macedo, W., Marques, C. P., Abreu, C. G. (2007). Assessment of the spread of Chestnut Ink Disease using remote sensing and geostatistical methods. European Journal of Plant Pathology 119 (2), 159-164.

Muge, A. J. S. (1990). Elementos de geoestatística. Lisboa, IST (pub. Interna). 63p.

Sensefly. (2014)(website). Acedido em <http://spatialtechnologies.ca/sensefly-ebec.html>.

Silva, M. I. L. (2001). Monitorização da doença da tinta do castanheiro com fotografias aéreas de pequeno formato, Rel. Final de Estágio de Eng. Florestal, UTAD, Vila Real. 103p.

Soares, A. (2000). Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente. Lisboa,IST. 175p.

Autores

Luís M Martins

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and Biological Sciences

lmartins@utad.pt

João P Castro

Instituto Politécnico de Bragança, CIMO-ESAB

jpmmc@ipb.pt

Ricardo Bento

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; CSIG, INESC TEC/UTAD - INESC Technology and Science (formerly INESC Porto)

rbento@utad.pt

Joaquim J Sousa

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; CSIG, INESC TEC/UTAD - INESC Technology and Science (formerly INESC Porto)

jjsousa@utad.pt