



INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA **STATISTICS PORTUGAL**

A Utilização de Amostragem Areolar para a Caracterização da Ocupação do Solo

**Departamento de Metodologia e de Sistemas de Informação
Serviço de Geoinformação**

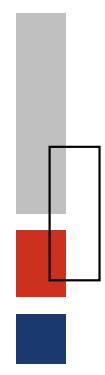




Conteúdo



1. *Introdução*
2. *Enquadramento*
 - I. *Caracterização da Ocupação do Solo*
 - II. *Amostragem areolar*
 - III. *Dados de detecção remota*
 - IV. *Projectos nacionais e internacionais*
3. *Desenvolvimento de uma metodologia de amostragem para a caracterização da ocupação do solo para Portugal Continental*
4. *Resultados*
5. *Considerações Finais*
6. *Referências Bibliográficas*



1. Introdução



Necessidade de dispor de informação actualizada sobre a ocupação do solo, para:

- Planeamento do território
- Obrigações comunitárias

Métodos para produzir informação de ocupação do solo

- Produção de estatísticas de ocupação do solo utilizando inquéritos
- Cartografia de ocupação do solo



1. Introdução

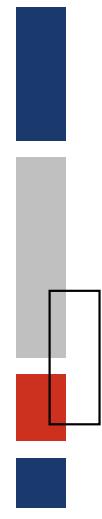


Amostragem areolar como alternativa:

- Base de Amostragem não sujeita a mudanças
- Observação directa do Território
- Implementação relativamente simples

Relevância de informação geográfica:

- Processo de amostragem areolar está dependente de informação geográfica
- Papel importante de utilização de dados de detecção remota, i.e. imagens de satélite de muito grande resolução espacial
- Amplia disponibilidade destas imagens, embora com custos ainda elevados



2. Enquadramento



I. Caracterização da Ocupação do Solo

Cartografia de Ocupação do solo

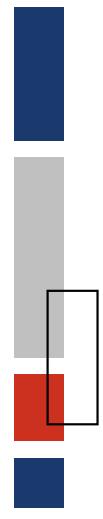
- CLC
- COS '90

Classificação de Ocupação do solo

Diferentes sistemas de classificação (nomenclaturas) que diferem pelos seus objectivos e podem ser organizados hierarquicamente ou sem hierarquia. Alguns exemplos: USGS, CLC e COS.

Produção de estatísticas de Ocupação do Solo no INE

Inquéritos tradicionais junto das explorações agrícolas



2. Enquadramento

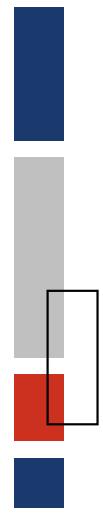


II. Amostragem Areolar

Implementação específica de uma amostragem probabilística.

Utilização de uma base de amostragem areolar, cujas unidades podem ser:

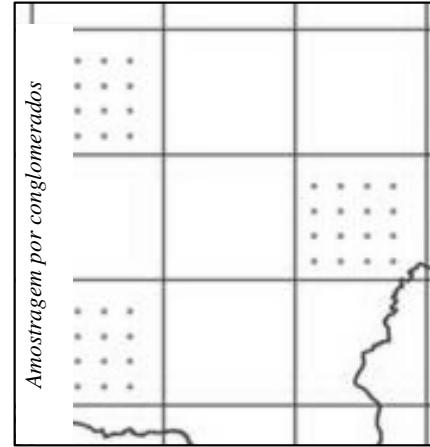
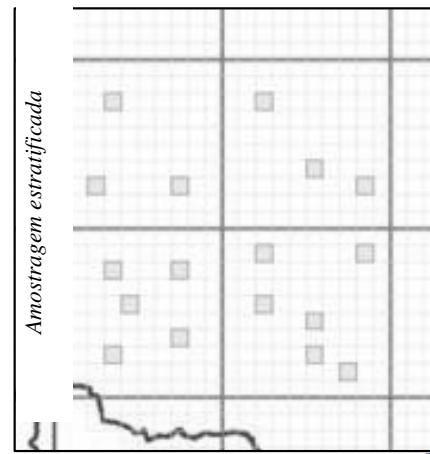
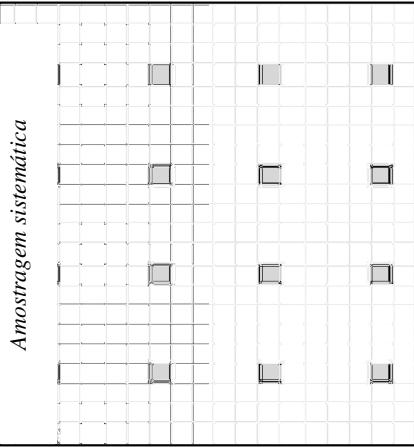
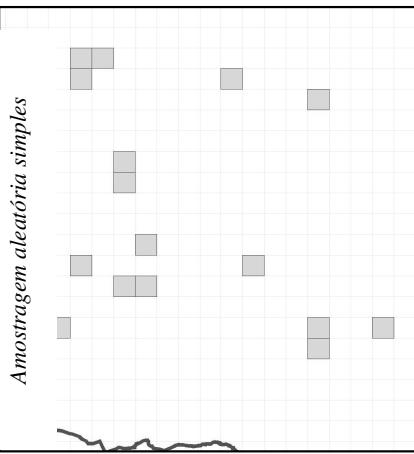
- *Pontos – sem área associada*
- *Linhas – contagem/medição das ocorrências ao longo das linhas*
- *Áreas (segmentos) – com forma irregular ou regular*



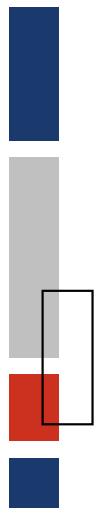
2. Enquadramento

Formas de Amostragem Areolar:

Diferentes formas do desenho de amostragem podem igualmente ser aplicadas para uma amostragem areolar, alguns exemplos:



Amostragem por Conglomerados

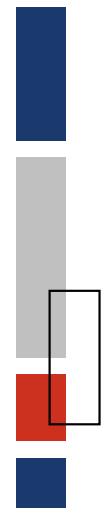


2. Enquadramento



III. Dados de Detecção Remota no processo de amostragem, Gallego (2004), identifica 3 tipo de utilizações:

- Como fonte principal para estimar áreas (não deveria ser utilizada)
- Em combinação com informação de uma amostra
- Como ferramenta auxiliar no processo de amostragem (no desenho da amostra, trabalho de campo, controle de qualidade)



2. Enquadramento

IV. Projectos nacionais e internacionais

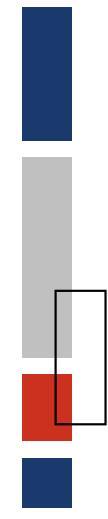
Iniciativas Nacionais:

- **SIAGRO**

Estudo sobre a utilização da amostragem areolar baseado em observação de pontos através de trabalho de campo.
Período: 1997-2001

- ***Inventário Florestal Nacional***

Amostragem areolar de pontos para avaliar e monitorizar as condições dos recursos florestais nacionais.
Período: cada 10 anos (desde os anos '60)



2. Enquadramento



*Projectos Operacionais para produção de Estatísticas de
Ocupação do Solo:*

Nível Europeu:

- LUCAS – bianual desde 2000

Nível Nacional:

- TERUTI (França) – anual desde os anos '70
- AGRIT (Itália) – desde 2001
- National Resources Inventory (EUA) – de 5 em 5 anos desde os anos '70

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem



Objectivo

- Desenvolver uma metodologia de amostragem que seja adequada para a produção de amostras representativas, permitindo a obtenção de estimativas fiáveis sobre ocupação do solo para o território nacional
- Permitir o uso de imagens de satélite de resolução espacial muito grande

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem



Metodologias:

- Avaliar as metodologias de amostragem com diferentes taxas de amostragem
- Minimizar o número de imagens de satélite a adquirir (reduzir custos)

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

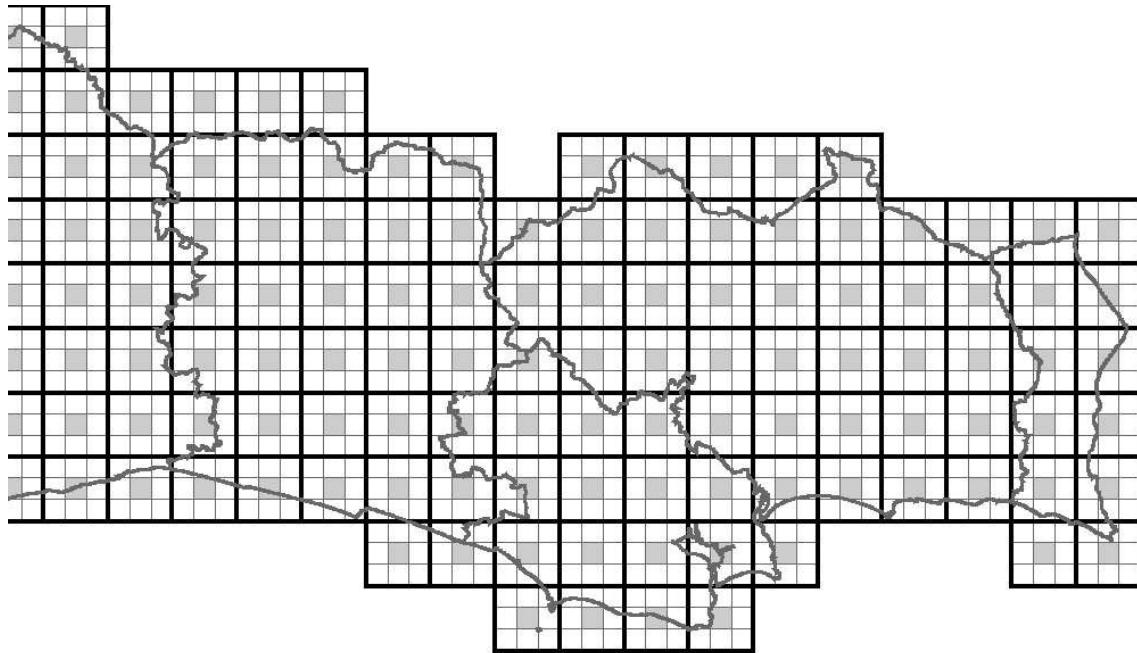
Análise de duas metodologias com diferentes intensidades de amostragem:

Esquema de amostragem	Sistemático	Amostragem por conglomerados em duas etapas	Segmentos de 10 km x 10 km	Segmentos de 10 km x 10 km	Amostras com uma distância de 20 e 30 km	Pontos separados por distâncias de 250 – 1500 m.
Unidade de Amostragem	Segmentos de 10 km x 10 km	Pontos	Amostras com uma distância de 20 e 30 km	entre os segmentos		



3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

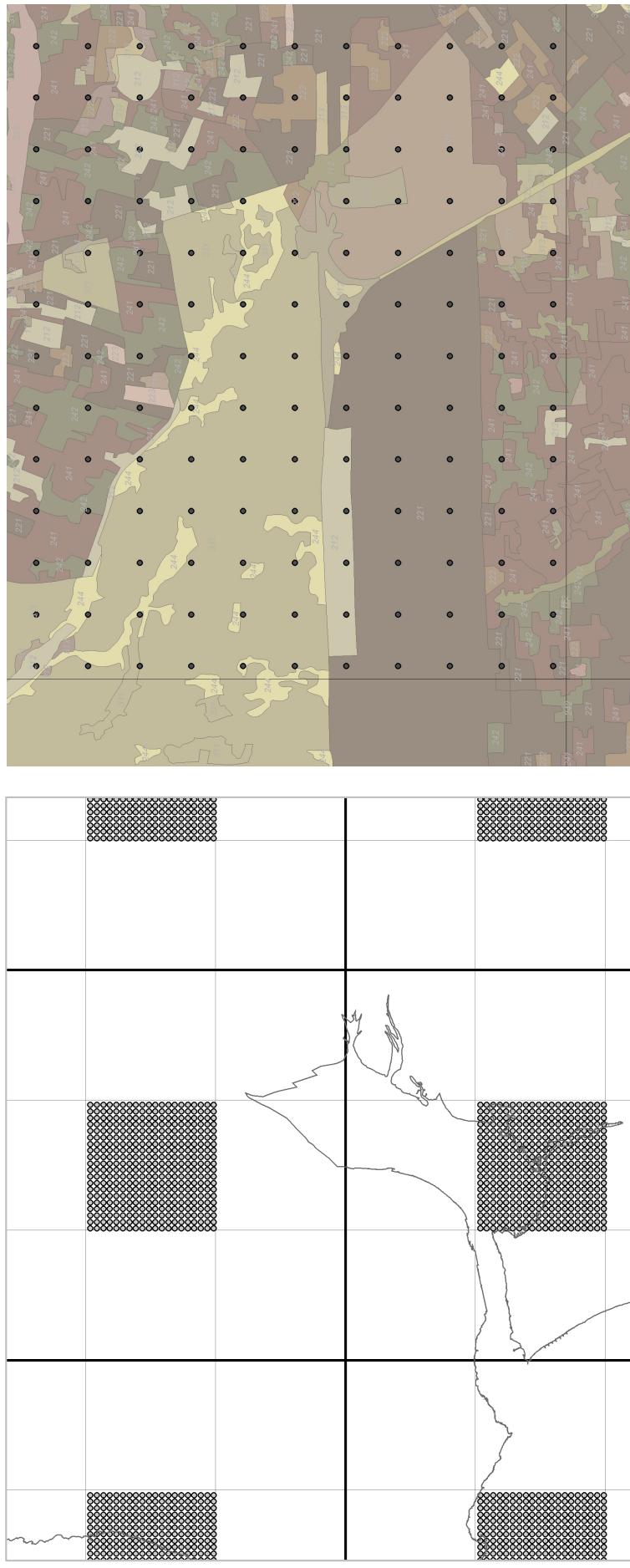
Ilustração das duas metodologias analisadas



**Amostragem
Sistématica**

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

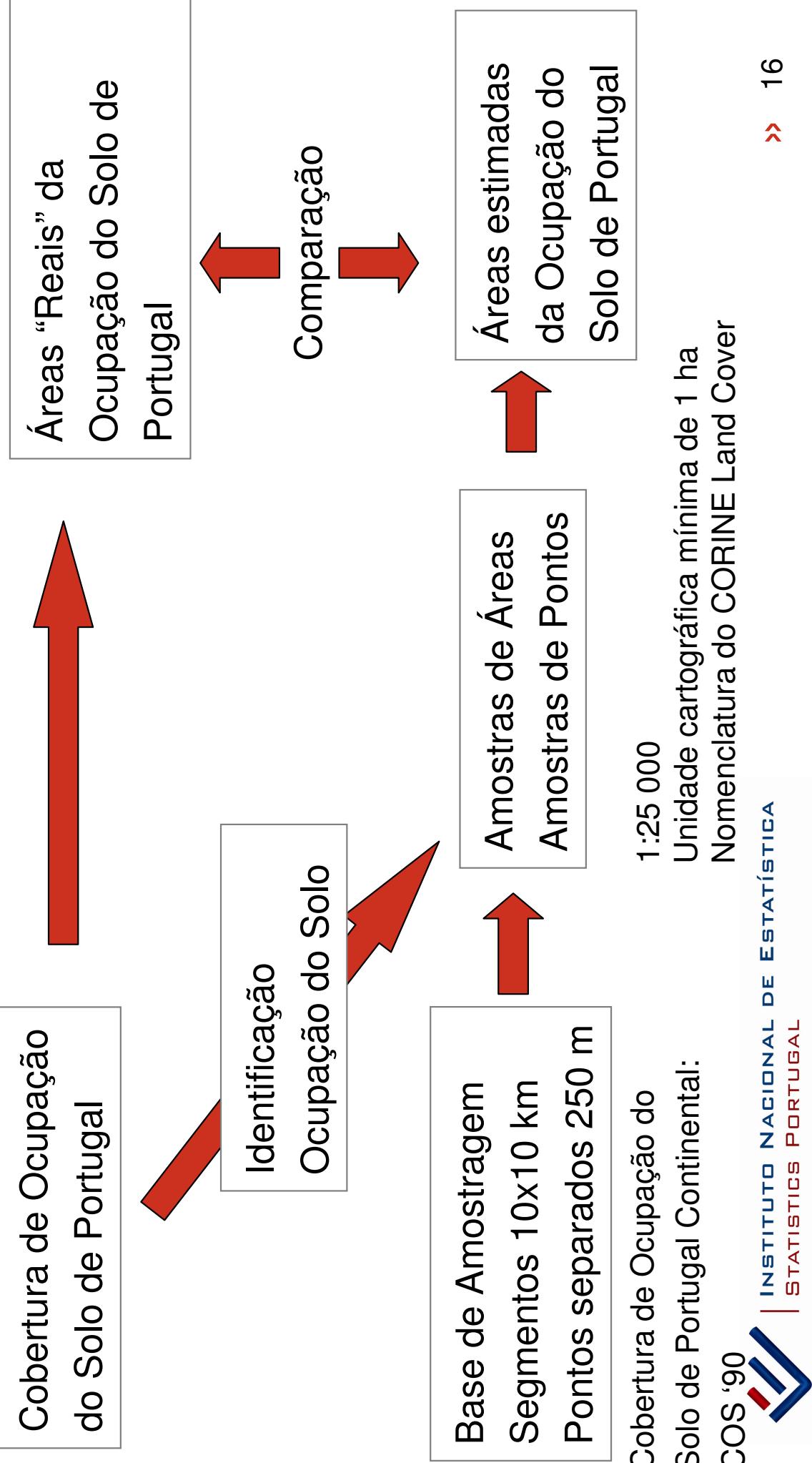
Ilustração das duas metodologias analisadas



Amostragem por Conglomerados em duas etapas

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

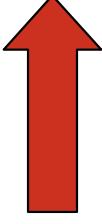
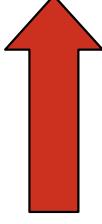
Procedimento Metodológico:



3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

Características das Amostras

Amostras de Áreas

Distância entre Segments	20 km	30 km	
Nº de configurações das amostras	4	9	
Nº de Segmentos	259	112	

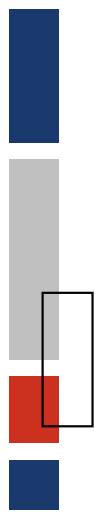
A corresponder com o nº de pontos de partida possíveis e nº de amostras a efectuar

Nº de imagens de satélite (10 Km x 10 Km)

3. Desenvolvimento de Metodologias

de Amostragem

Características das Amostras



Amostras de Pontos

Os segmentos são as unidades primárias da amostra (PSU), utilizando a mesma distância e configuração espacial

Os pontos são as unidades secundárias da amostra (SSU) separados pelo seguintes distâncias: 250, 500, 750, 1000, 1250 and 1500 metros

A resultar em amostras de 4000 até 350000 pontos

Nº de amostras a ensaiar:

Distância de 20 km entre os PSU: 4x6 (24)

Distância de 30 km entre os PSU: 9x6 (56)

3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem



Estimadores

Estimativas de áreas para os primeiros 3 níveis da nomenclatura CLC:
CLC:

Nível 1 - 5 classes; Nível 2 - 15 classes; Nível 3 - 42 classes

Amostras de Áreas

O estimador utiliza um factor de expansão (inverso da taxa de amostragem) para a área de cada classe

$$\hat{A}_K^{(c)} = \frac{1}{f} \sum_{i=1}^n a_i^{(c)}$$

Amostras de Pontos

O estimador utiliza a frequência das observações de cada classe dentro de cada segmento

$$\tilde{A}_K^{(c)} = A \frac{\sum_{i=1}^n m_i^{(c)}}{Qn} = A \frac{\sum_{i=1}^n p_i^{(c)}}{n}$$



3. Desenvolvimento de Metodologias de Amostragem

Avaliação das Metodologias de Amostragem

A avaliação da precisão estatística das estimativas é efectuada através do coeficiente de variação do estimador (**CV%**)

Para este cálculo utiliza-se:

- Área estimada de cada amostra
- Área real baseada na cartografia de ocupação do solo
- Número de amostras sistemáticas ensaiadas

$$\text{Variância do Estimador} \quad \text{Var}[\hat{A}^{(c)}] = \frac{\sum_{K=1}^l (\hat{A}_K^{(c)} - A^{(c)})^2}{l}$$

Coeficiente de variação do estimador

$$CV(\hat{A}^{(c)}) = \sqrt{\frac{\text{Var}[\hat{A}^{(c)}]}{A^{(c)}}} \times 100$$

4. Resultados



Resultados de algumas classes (CV(%))

Classe CLC (Nível 3)	Representação Geográfica (%)	Distância de 20 km entre os segmentos			Distância de 30 km entre os segmentos		
		Inteiro		Inteiro	Distância entre pontos		Distância entre pontos
		250	1500		250	1500	
112	Tecido urbano descontínuo	1,4%	5,5%	5,8%	10,2%	4,2%	4,5%
221	Vinhais	1,6%	4,0%	3,4%	5,1%	12,8%	12,7%
223	Olivais	3,0%	2,6%	2,5%	2,2%	9,4%	10,4%
231	Pastagens	0,1%	13,8%	16,4%	46,3%	13,8%	10,5%
311	Florestas de folhosas	13,8%	0,9%	1,5%	1,7%	17,7%	59,5%
312	Florestas de resinosas	7,9%	4,1%	4,1%	4,7%	7,0%	6,8%
421	Sapais	0,1	17,3%	17,3%	22,8%	40,6%	49,6%

Como interpretar?

- < 15% Excelente - Bom
- 15% – 25% Aceitável
- > 25% Com pouca ou sem fiabilidade



Distância de 20 km entre os segmentos

Distância entre pontos



4. Resultados

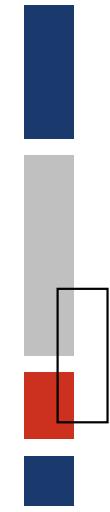
Valores CV(%) – Distância de 20 km entre os segmentos ($f_1 = 0,25$)
(16 classes do 3º nível da nomenclatura CLC com representação geográfica superior a 1%)

CV (%)	Avaliação do Segmento Completo	Observação Parcial do Segmento (distância entre os pontos)					
		250	500	750	1000	1250	1500
< 5	Excelente	13	13	13	12	10	9
[5, 10[	Muito Bom	3	2	3	3	4	6
[10, 15[	Bom				1	2	1
[15, 25[	Aceitável						3
> 25	Com pouca ou sem fiabilidade						

4. Resultados

Valores CV(%) – Distância de 30 km entre os segmentos ($f_1 = 0,11$)
(16 classes do 3º nível da nomenclatura CLC com representação geográfica superior a 1%)

CV (%)	Avaliação do Segmento Completo	Observação Parcial do Segmento (distância entre os pontos)					
		250	500	750	1000	1250	1500
< 5	Excelente	5	6	5	4	4	1
[5, 10[	Muito Bom	7	4	5	6	5	8
[10, 15[	Bom	3	5	5	5	5	4
[15, 25[	Aceitável	1	1	1	1	2	3
> 25	Com pouca ou sem fiabilidade						3

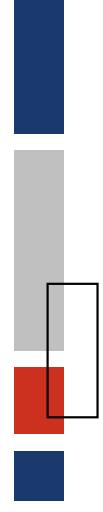


4. Resultados

Conclusões



- As estimativas de áreas baseadas em amostras de pontos têm uma precisão estatística comparável às de amostras de áreas
- A precisão estatística das estimativas de áreas é mais afectada pela distância entre os segmentos (PSU) que pela distância entre os pontos (SSU)
- É difícil criar estimativas de áreas com boa precisão estatística para classes com pouca representação geográfica.
- A taxa de amostragem a utilizar é dependente do pormenor temático da nomenclatura.



4. Resultados



Análise de custos efectuada mostrou que:

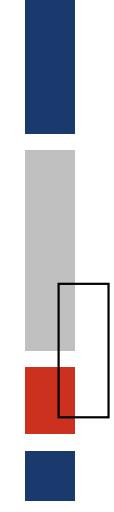
- O aumento da distância entre os pontos resulta numa redução de custos significativa
- Os custos das imagens constituem uma parte substancial do custo total

A15

Diapositivo 25

- | | |
|-----|--|
| A15 | Não se justifica ter uma distância mais pequena entre os pontos quando há pouco ganho na precisão |
|-----|--|

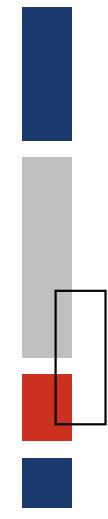
Administrator, 14-11-2007



5. Considerações Finais



- Estudo do desenvolvimento de uma metodologia de amostragem para a produção de estatísticas de ocupação do solo em Portugal Continental
- A utilização de cartografia existente de ocupação do solo como dados de referência, teve um papel essencial



5. Considerações Finais



Recomendações para futuros estudos:

- Avaliar esquemas de amostragem mais elaborados e outros estimadores
- Avaliar diferenças regionais, o que pode servir como informação de base para a definição de estratos



5. Considerações Finais



Novos desenvolvimentos:

- Deu-se início à elaboração de uma nova Cartografia de ocupação do solo para Portugal Continental para 2005 (COS2005)
- O INE tem acesso a fotografias aéreas de Portugal Continental com actualização bianual



6. Referências Bibliográficas



1. **Arbia, G. E., Espa, G.** (2001), Optimal spatial sampling strategies for agricultural and environmental data, Proceedings of the 2nd Conference on Agricultural and Environmental Statistical Applications (CAESAR), Roma, 7 Junho 2001.
2. **Carfagna E., Gallego F.J.** (1998), Cartes Thématisques et Statistiques, Les systèmes d'information sur l'occupation et l'utilisation des sols pour les besoins des politiques communautaires, Luxembourg, January 1998, 21-23, pp. 121-131.
3. **Carfagna, E.** (2000), Remote Sensing Data in the Production of Landcover Statistics, Proceedings of the 4th International Conference on Methodological Issues in Official Statistics, Stockholm, October 2000.
4. **Carfagna, E.** (2007), A comparison of area frame sample designs for agricultural statistics, Proceedings of the International Statistical Institute 56th Session, Lisbon, August 2007.
5. **Czaplewski, R. L.** (1992), Misclassification bias in areal estimates, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 58, pp. 189–192.
6. **Eurostat** (2002), LUCAS: Land Use / Cover Area Frame statistical Survey, Technical document nº 1-9, Eurostat: Luxembourg.
7. **FAO** (1996), Multiple frame agricultural surveys, Volume 1: Current surveys based on area and list sampling methods, FAO statistical development series, Nº 7.1, Roma.
8. **FAO** (1998), Multiple frame agricultural surveys, Volume 2: Agricultural survey programmes based on area frame or dual frame sample designs, FAO statistical development series, Nº 10, Roma.



6. Referências Bibliográficas



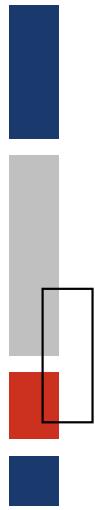
9. **Gallego, F.J.** (1995), Sampling frames of square segments, Report EUR 16317, Office for publications of the E.C., Luxembourg.
10. **Gallego, F.J.** (1995), Sampling frames of square segments, Report EUR 16317, Office for publications of the E.C., Luxembourg.
11. **Gallego F.J., Cartagena E. e Peedell S.** (1999), The use of CORINE land cover to improve area frame survey estimates in Spain, ROS – Research in Official Statistics, vol. 2, n. 2, pp 99-122, EUROSTAT.
12. **Gallego, F.J.** (2004), Remote sensing and land cover area estimation International Journal of Remote Sensing, Vol. 25, 15, pp 3019-3047.
13. **Gay, C.E. and Porchier, J.C.** (1998), Land Cover and Land Use Classification Using TER-UTI, in T.E. Holland e M.P.R. van den Broecke (eds.) Proceedings of Agricultural Statistics 2000, An International Conference on Agricultural Statistics, Washington, International Statistical Institute, Voorburg, pp 193-201, 1998.
14. **Goebel, J.J.** (1998), The National Resources Inventory and its Role in U.S. Agriculture, in T.E. Holland e M.P.R. van den Broecke (eds.) Proceedings of Agricultural Statistics 2000, An International Conference on Agricultural Statistics, Washington, International Statistical Institute, Voorburg, pp 181-192.
15. **Haining, R.P.** (1990), Spatial data analysis in the social and environmental sciences, Cambridge University Press.



6. Referências Bibliográficas

16. **Houston, A. G. and Hall, F. G.** (1984), Use of satellite data in agricultural surveys, Communications in Statistics Theory and Methods, Vol. 23, pp. 2857–2880.
 17. INE (2001), SIAGRO – Final report, Internal publication INE, Lisboa.
 18. **ISTAT, Consorzio ITA, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali** (2002), Indagine sulle superfici e produzioni agricole mediante campionamento areale (Italia): Metodologia, Internal publication ISTAT, Roma.
 19. **Tsilgirides, T.A.** (1998), Remote sensing as a tool for agricultural statistics: a case study of area frame sampling methodology in Hellas, Computers and electronics in agriculture, 20, 1, 45-77.
 20. **Vidal, C., Marquer, P.** (2002) - Changes in Land cover and Land use – 1. Methods and tools , Eurostat.

Obrigado pela atenção!



>>





>> A Utilização de Amostragem Areolar para a Caracterização da Ocupação do Solo

Departamento de Metodologia e de Sistemas de Informação
Serviço de Geoinformação

