

# IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO E CONTROLO EM PORTUGAL

C. M. Catita e J. C. Catalão  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
Departamento de Matemática, Engenharia Geográfica  
R. Escola Politécnica, 58  
1200 Lisboa, Portugal

## RESUMO

O desenvolvimento dos Sistemas de Informação geográfica em Portugal têm tido um notável incremento possibilitando a realização de grandes projectos baseados nas mais modernas tecnologias. O *Sistema Integrado de Gestão e Controlo* (SIGC) implementado pelo *Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola* (INGA) foi um dos mais ambiciosos projectos até ao momento realizados, que recorreu ao uso destas tecnologias. O projecto tem como principais objectivos a atribuição de um único número a cada elemento de exploração agrícola de forma a permitir a referenciação geográfica das explorações agrícolas do país de modo unificado e coerente, e a simplificar os elementos gráficos que devem ser fornecidos pelos requerentes para fins de Ajudas Comunitárias e para as acções de controlo. Desta forma torna-se necessário a criação de documentos cartográficos adaptados à tarefa, em termos de custo e qualidade.

O SIGC prevê a integração, gestão e actualização dos dados fornecidos pelos Requerentes às Ajudas Comunitárias em todas as campanhas agrícolas a realizar de futuro. Para tal foi necessário a criação de um sistema integrado de informação geográfica específico para este fim. A utilização de ortofotomapas digitais para extracção dos limites das parcelas agrícolas, com o objectivo de criar uma cobertura de polígonos fechados organizados topologicamente e devidamente georeferenciados, foi uma das principais tarefas do projecto. A base de dados alfanumérica associada contém, para cada polígono os correspondentes atributos da parcela (código, área, id interno). A relação estabelecida entre esta base de dados e a criada com a informação declarada pelos Requerentes permite realizar algumas das acções de controlo previstas. A estruturação deste projecto para além da delimitação das parcelas, assenta na determinação de Blocos. No contexto do Sistema Integrado as parcelas serão identificadas a partir da designação do Bloco a que pertencem, por isso uma das tarefas fundamentais deste trabalho é definir Blocos que sejam o mais homogéneos possíveis. A fotointerpretação, a digitalização dos Blocos e a sua codificação, são as fases necessárias para o estabelecimento destas porções de terreno com uma ocupação cultural predominante delimitadas por um conjunto de limites estáveis e permanentes.

## ABSTRACT

The development of geographic information systems in Portugal is at the threshold of embarking on an ambitious program based on digital information technology, designed of *On the implementation of the agricultural field pattern creation related to the integrated system in Portugal*. This project deals with two complementary subjects: the first one corresponding to the production of a cartographic representation that can be used to identify and locate the agricultural parcels in the framework of the integrated system; the second one deals with the space decomposition and its use to geocode these parcels. There is a close relationship between these two aspects mainly because the level of interpretability of the cartographic representation can enable (or not) its use by both the farmers and the Portuguese Administration.

The SIGC database has been created for monitoring the land cover all over Portugal. To update this database is a priority task now. A specific integrated geographic information system was adopted. Digital orthoimages were used to extract segments of boundaries of parcels to arrange them as a structure of closed polygons, with each polygon corresponding to a separate parcel. All these elements are correctly crossreferenced. The associated database contains, for each polygon the corresponding parcel attributes (geocode, area, internal id) which is joined to the database created by farmers declarations. The photo-interpretation work was needed to divide the whole area of the orthophotos into homogeneous zones of forest, arable lands and mixed areas. Later, these zones was subdivided to create a second layer of information using agricultural limits and physical limits, whenever they do not cross agricultural parcels, in order to obtain îlots with a defined size and number of parcels. The îlots should have a good degree of homogeneity and a good time stability. These two layers (parcels and îlots) of information were overlaid to produce a new code for parcels that are inside in the same îlot.



## **1. INTRODUÇÃO**

O Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola (INGA), foi uma das primeiras instituições a lançar em Portugal um projecto verdadeiramente à escala nacional, para a criação de um Sistema de Identificação Parcelar alfanumérico (SIP), que recorre à utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com vista a gerir da melhor forma a informação que detém.

Portugal como membro da Comunidade Económica Europeia (CEE) obriga-se a respeitar as normas impostas para o controlo das actividades agrícolas do País. O regulamento (CEE) nº 3508/92, de 27 de Novembro de 1992 define, no âmbito da reforma da política Agrícola Comum (PAC), o estabelecimento por cada Estado membro das medidas necessárias para se assegurar da realidade e da regularidade das operações financiadas pelo Fundo Europeu de Orientação e Garantia Agrícola (FEOGA), detectando desta forma a existência de irregularidades para proceder judicialmente contra as mesmas, se tal se justificar. O mesmo regulamento prevê ainda a constituição de um Sistema Integrado de Gestão e Controlo (SIGC) relativamente às ajudas Comunitárias directas ao produtor, tanto no sector da produção vegetal como no da produção animal, tornando-se indispensável a criação de um Sistema de Identificação Parcelar.

O INGA, entidade estatal responsável pelas questões deste âmbito em Portugal, lançou um concurso público para a realização de um trabalho cujos resultados garantissem a concretização de acções de controlo das actividades agrícolas praticadas no país. Esse trabalho foi desenvolvido por um conjunto de entidades privadas, com actividade no domínio da cartografia, às quais foram adjudicadas, pelo INGA, as tarefas necessárias para a realização do mesmo. Em particular o estudo aqui desenvolvido foi realizado em colaboração com um dos quatro consórcios envolvidos neste projecto. O estudo visou essencialmente definir uma metodologia eficaz para a implementação do SIP na zona Norte do país. O método utilizado terá que gerir toda a informação associada a cerca de 1 100 000 de parcelas agrícolas declaradas pelos 120 000 (aproximadamente) agricultores inquiridos nessa região. Este estudo teve como efeito a realização do trabalho final de mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, de um dos autores do artigo, efectuado no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.

## **2. OBJECTIVOS**

A criação do Sistema de Identificação Parcelar alfanumérico teve como objectivo a atribuição de um único número a cada elemento da exploração agrícola (parcela, prédio, grupo de parcelas e/ou prédios) de

modo a permitir a referenciação geográfica das explorações agrícolas univocamente e de forma coerente, simplificando os elementos gráficos que devem ser fornecidos pelos requerentes para fins de cálculo das Ajudas Comunitárias e para as acções de controlo a efectuar pelo INGA em campanhas posteriores a 1996.

Em função do objectivo pretendido tornou-se necessário ter uma cartografia digital actualizada das explorações agrícolas do país com respectiva informação alfanumérica associada. A caracterização dessas unidades agrícolas envolveram, entre outros, processos de medição das respectivas áreas e sua integração em pequenas porções de terreno, designadas por Blocos, com a mesma ocupação cultural (ou com predominância duma determinada ocupação cultural) delimitadas por um conjunto de limites estáveis (ou que seja possível a sua estabilidade nos próximos anos) e/ou diferentes ocupações culturais permanentes, facilmente reconhecíveis nos documentos de suporte cartográfico utilizados para o processo (ortofotomapas), bem como no terreno. Os Blocos foram definidos por fotointerpretação, e o seu tamanho e composição variam em função da estrutura da ocupação do solo, da ocupação predominante dentro do Bloco e do grau de importância dessa ocupação a nível do SIGC, bem como em função das características do parcelar agrícola e da zona geográfica de trabalho.

O desafio proposto a ambos os autores deste trabalho consistiu em definir estratégias técnicas para a elaboração de um sistema que cumprisse os objectivos inicialmente estabelecidos pelo INGA para a realização do SIP. A escolha da metodologia a aplicar teria que responder às necessidades reais para os volumes de informação envolvidos e garantir que o trabalho se efectuasse num período de tempo limitado, que correspondeu a um ano desde a fase de aquisição de informação gráfica (digital) e alfanumérica até à elaboração dos produtos finais pretendidos.

## **3. PRODUTOS FINAIS**

Adicionalmente ao processo de numeração, tornou-se necessário a existência de documentos cartográficos que fossem utilizados pelos requerentes, pelo que foi parte integrante do SIP a criação desses documentos que serviram para a identificação e localização de cada uma das explorações agrícolas declaradas. Os produtos analógicos gerados serviram para uma consulta rápida e correcta da localização geográfica das explorações agrícolas e os produtos digitais para a manipulação da informação gráfica e alfanumérica correspondente, concentrando num único sistema toda a informação existente.

Foi por isso finalidade deste trabalho a criação de uma cobertura de imagens ortocorrigidas e georeferenciadas (ortofotomapas digitais), com uma margem de sobreposição de 150 m à escala 1:5 000 e



com um *pixel* de 1 metro no sistema de projecção Hayford-Gauss datum geográfico Datum Lisboa, com translação de X=200 Km e Y=300 Km e datum vertical Datum Altimétrico Nacional (Cascais), para toda a área geográfica de trabalho. Foram ainda criados ficheiros vectoriais - um ficheiro por Concelho (unidade administrativa) - contendo os limites dos Blocos, limites de parcelas e respectivas numerações, numa base espacial contínua. Para a manutenção da informação não gráfica foram criadas tabelas alfanuméricas de atributos numa base de dados relacional, que contém dados relativos ao conjunto de parcelas e Blocos existentes graficamente. A partir dos ficheiros gráficos em causa procedeu-se à criação da topologia respectiva com o objectivo de efectuar posteriores análises envolvendo todos os dados gráficos e não gráficos disponíveis. A ligação da parte alfanumérica à parte gráfica foi estabelecida para permitir uma análise mais eficaz dos dados adquiridos e para uma rápida visualização gráfica das pesquisas efectuadas à base de dados.

Os produtos analógicos criados envolveram a impressão dos ortofotomapas digitais, a preto e branco com escala 1: 5000 com uma superfície útil de trabalho de 60 cm x 90 cm, abrangendo uma área de 4 Km em X e 2,5 Km em Y e contendo uma faixa de sobreposição de 150 m. Para além dos ortofotomapas foram ainda geradas saídas gráficas em película transparente, a preto, correspondentes a cada ortofotomapa, à mesma escala contendo a delimitação e numeração dos Blocos e parcelas.

#### 4. ÁREA GEOGRÁFICA DE TRABALHO

O projecto em causa abrange a totalidade da área do território de Portugal Continental sendo esta considerada dividida em oito Zonas de trabalho, agrupadas segundo características geográficas, culturais e administrativas. A Zona de trabalho que serviu de base para o estudo realizado, restringiu-se às Zonas 1 (Entre Douro e Minho) e 2 (Trás-os-Montes) perfazendo uma área de cerca de 2 000 000 ha - Figura 1. Esta região caracteriza-se pelo predomínio de pequenas e médias propriedades originando por isso um parcelar muito estruturado. A área média das parcelas agrícolas nos diferentes Concelhos varia entre os valores 0,24 ha e 2,34 ha, gerando por vezes zonas com uma divisão parcelar bastante densa. As características do emparcelamento agrícola, nestas regiões, obrigaram ao recurso de metodologias específicas e à organização da informação de forma adequada para que a realização do trabalho se efectuasse eficazmente.

#### 5. FASEAMENTO DE TRABALHO PROPOSTO PELO INGA

No decurso de 1994 foi realizado um Estudo Piloto pela Comissão Europeia (DG VI) e pelo INGA, que permitiu definir os termos de referência técnicos para este projecto. Segundo este Estudo estabeleceu-se uma metodologia a seguir na implementação do SIP que permitia tornar o sistema mais rápido e eficaz. As

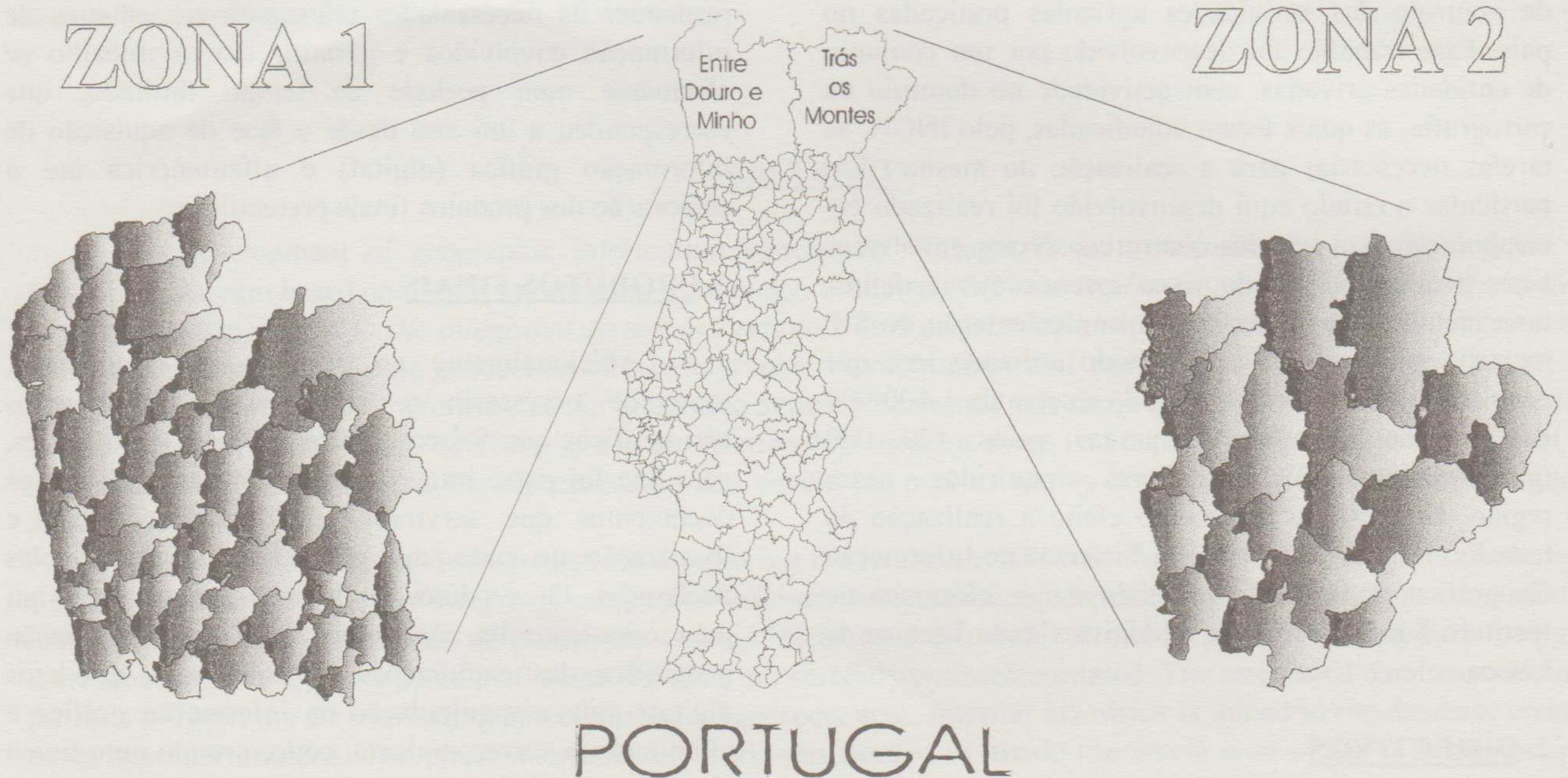


Figura 1 - Zonas geográficas de trabalho.



normas técnicas impostas tiveram que ser cumpridas, apesar da escolha das metodologias para a realização de cada uma das tarefas propostas ter sido deixada ao critério de cada um dos consórcios envolvidos. O faseamento definido nesse Estudo foi o seguinte:

A. Realização de coberturas aerofotográficas à escala média 1:43 000. As linhas de voo devem ser desenvolvidas na direcção Este-Oeste, em ambos os sentidos, com um espaçamento entre fiadas sucessivas de 5 000 metros. As fiadas devem ser voadas sobre troços equidistantes da quadrícula quilométrica militar Portuguesa (cartografia 1:25 000), sendo a sobreposição longitudinal entre fotogramas sucessivos de 60% e a sobreposição lateral média entre fiadas de cerca de 40%.

B. Criação e produção de ortofotomapas digitais de escala 1:5 000 ou 1:10 000. As fases de produção de ortofotomapas digitais incluem a realização de diapositivos e sua rasterização obtendo para dimensão do *pixel* de saída cerca de 1 metro (coordenadas terreno) para a imagem não corrigida, a obtenção de pontos de controlo através de meios geodésicos (sistema GPS - *Global Positioning System*) com precisão compatível com a escala de representação e no sistema de projecção Hayford-Gauss, e por fim a determinação de um modelo digital de terreno (MDT) e a ortocorreção realizada num sistema de processamento digital.

C. Realização de inquéritos aos requerentes para identificação das explorações agrícolas, e elaboração de fichas descritivas para a caracterização de cada unidade agrícola.

D. Digitalização dos limites e numeração das parcelas declaradas em C e produção de uma base de dados alfanumérica relacionada com a parte gráfica contendo a informação relativa ao requerente respectivo. Estas bases de dados devem ser utilizadas para a produção de documentos individuais de localização.

E. Fotointerpretação e digitalização em ecrã dos limites dos Blocos; numeração dos Blocos e das parcelas com recurso a técnicas de SIG; produção de saídas em película estável transparente hélio-reprodutível com os limites dos Blocos e das parcelas e respectivas numerações.

F. Controlo de qualidade.

## **6. EQUIPAMENTO E PESSOAL PARA A CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA**

As coberturas aerofotográficas para o projecto SIP foram realizadas à escala média 1:43 000, entre o dia 15 de Março e 15 de Julho de 1995, com duas câmaras WILD/LEICA RC20 e RC30 equipadas com FMC, cone de 153 mm, sistema de disparo espacial e câmara métrica de 23x23 cm. Os filmes aéreos utilizados nestes levantamentos foram do tipo

AVIPHOT PAN50PE da AGFA com uma resolução de 400 linhas por centímetro.

A base de referência para a elaboração dos planos de voo e enquadramento dos ortofotomapas foi a cartografia 1:25 000 do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). Durante o voo foram realizados disparos de 4 em 4 km permitindo a realização de 2 ortos para cada diapositivo, evitando assim a realização de mosaico entre ortofotomapas.

Os pontos de apoio fotogramétrico foram obtidos no terreno por meios geodésicos, mais precisamente através de GPS. Foram utilizados dois receptores TRIMBLE 4000 SSE que permitem uma precisão milimétrica para bases curtas (menores que 15 km) em modo estático, o que claramente supera as necessidades de precisão para a escala de representação. Após a realização do apoio procedeu-se à triangulação aérea dos 1100 modelos da zona 1 e 2, num estereorestituidor analítico PLANICOMP PI da ZEISS e efectuando o cálculo com o *software* BINGO.

Antes da realização da triangulação aérea, as fotografias aéreas foram rasterizadas no *scanner* PSI da ZEISS com uma resolução geométrica de 25 microns (1 metro no terreno) e uma precisão geométrica de 3 microns. A resolução radiométrica do *scanner* é de 8 bits, ou seja 256 níveis de cinzento. A rasterização prévia dos diapositivos evita o aparecimento de impurezas na imagem digital como impressões digitais ou pequenos grãos de pó que quando ampliados 8 vezes se tornam de uma dimensão não desprezável.

Para efeitos da ortoprojecção digital foi adquirido ao IGeoE o modelo digital do terreno de toda a região à escala 1:10 000 e transformado num grelha de altitudes com o *software* SCOP da ZEISS. A ortoprojecção foi realizada com o módulo PHODIS da ZEISS sob uma plataforma Silicon Graphics - INDY. A dimensão dos ortofotos produzidos foi de 4000 m por 2500 m com um *pixel* de 1m e uma zona de sobreposição de 150 m entre cada orto.

Todos os processos para a manipulação da informação gráfica e alfanumérica em ambiente digital foram executados sobre o sistema operativo *Windows 95* e *Windows NT*.

A tarefa de interpretação e delimitação das parcelas e Blocos foi executada em ecrã directamente sobre os ortofotomapas digitais. Para o efeito recorreu-se à utilização do *software* CAD<sup>1</sup> *MicroStation* (V. 05.00) da *Bentley Systems*. Nesta fase estiveram envolvidos computadores *Pentium Pro* a 200mhz e *Pentium* a 166 mhz.

Foram realizadas saídas gráficas correspondentes a cada ortofotograma à escala 1:5 000 em película transparente a partir de *Plotters H. P. Designjet750c*, para revisão do trabalho de digitalização efectuado.

<sup>1</sup> CAD - *ComputerAssisted Design*.



Na fase de pré-processamento dos elementos gráficos, manipulação e análise da informação optou-se pela utilização do *software* da *Intergraph*, MGE (*Modular Gis Environment*) (V. 06.00) e MGA (*MGE Analyst*). O recurso à utilização do produto MRF CLEAN 2D (V. 06.0) da *Intergraph* para edição dos elementos gráficos diminuiu significativamente os tempos de processamento quando comparados com produtos similares disponíveis no MGE.

Toda a informação alfanumérica foi armazenada numa base de dados relacional, ORACLE (V. 7.2.2) com *interface* para o MGE e MGA através do RIS (*Relacional Interface System*) (V.05.03) também da *Intergraph*. A pesquisa de informação na base de dados foi efectuada através de SQL (*Standard Query Language*) utilizando aplicações de *interface* do sistema *Intergraph* com o Oracle, ou directamente sobre aplicações desenvolvidas pela Oracle Corporation, tais como ORACLE SQL PLUS (V. 3.2.2) onde foi possível compilar e executar programas desenvolvidos em PL/SQL (V. 2.2.2), facilitando assim processos de actualização das bases de dados.

E porque um trabalho desta dimensão exige, para além da componente material, um esforço humano intenso foram criadas equipas de operadores técnicos, com formação adequada, para a concretização do mesmo. Sendo assim, para o processo de digitalização das parcelas e dos Blocos que teve início em Junho de 1996 estando o trabalho concluído em Agosto de 1997, foram necessárias equipas de 12 pessoas a trabalhar em três turnos de 8 horas por dia. Para o processo de manipulação dos SIG foi necessário um conjunto de 6 pessoas a trabalhar em dois turnos de 6 horas por dia. Esta última etapa teve a duração de 7 meses.

## 7. AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO DIGITAL

Na acção C indicada na metodologia de trabalho definida pelo INGA, refere-se que foram realizados inquéritos aos requerentes do Sistema Integrado para obter designações das parcelas que constituem as explorações permitindo compilar de forma sistemática os elementos relativos às explorações agrícolas. Para que cada requerente pudesse descrever a respectiva exploração, foram utilizadas ampliações fotográficas de escala aproximada 1:2 500 e 1:5 000 assim como uma colecção de cartas militares 1:25 000 da zona respectiva. Assim os requerentes localizaram sobre as ampliações fotográficas, realizadas a partir das coberturas fotográficas do voo 1:43 000, a totalidade das parcelas que constituem a sua exploração, e procederam à sua delimitação e atribuição de uma numeração provisória para cada parcela, preenchendo uma tabela apropriada por ampliação. Toda a informação relativa a cada exploração e respectivo requerente foi posteriormente introduzida numa base de dados (Dbase IV) para informatização dos dados alfanuméricos fornecidos pelos agricultores. A

informação gráfica foi obtida por transposição dos limites das explorações agrícolas e respectivas numerações indicadas nas ampliações, para ambiente digital, tendo como fundo de trabalho os ortofotomapas relativos às ampliações em questão. Após a edição de todos os elementos gráficos e sua ligação com a parte alfanumérica, procedeu-se ao carregamento automático de tabelas Oracle criadas no próprio sistema para caracterização das parcelas digitalizadas. As tabelas preenchidas com informação declarada pelos agricultores foram agora importadas para a base de dados Oracle e cruzadas com as tabelas Oracle já existentes no sistema, para graficamente ser possível o acesso à informação declarada.

Após a criação da cobertura das parcelas foram gerados os Blocos cuja delimitação foi efectuada de forma idêntica à das parcelas. O tamanho e estrutura dos Blocos variam em função da estrutura agrícola de cada Zona de trabalho e da ocupação cultural predominante (a ocupação cultural foi definida através de fotointerpretação). Para cada zona foram estabelecidos parâmetros de interpretação dos Blocos que visam essencialmente estabelecer os valores médios da área e número de parcelas máximo e mínimo esperados por Bloco/Zona. A delimitação de estratos homogéneos em termos agronómicos ocorreu em função de cinco grupos culturais: terra arável, área de agricultura permanente, áreas mistas, área florestal, áreas sociais/improdutivas - Tabela 1.

Segundo o estabelecido nas normas de trabalho impostas pelo INGA, os Blocos deviam ser delimitados por um conjunto de limites estáveis e/ou diferentes ocupações culturais permanentes, facilmente reconhecíveis nos documentos de suporte cartográfico utilizados no processo (ortofotomapas), bem como no terreno. O tipo de limites previstos para serem utilizados na definição dos Blocos foram por ordem de importância: limites de País, limites de Concelho, limites de secção cadastral (a Zona 1 carece, quase na totalidade, de cadastro oficial definido pelo Instituto Português de Cartografia e Cadastro - IPCC, consequentemente não foram considerados estes limites para esta Zona). Foi por isso necessário criar, para além do nível de informação das parcelas e dos Blocos, um nível de informação para os limites administrativos do País. Secundariamente foram respeitados outros limites físicos permanentes retirados por fotointerpretação a partir dos ortofotomapas digitais, para a delimitação dos Blocos, tais como: limites entre área florestal e não florestal, limites entre áreas urbanas, industriais, solos destruídos, limites de culturas permanentes, linhas de água com representação gráfica, vias de comunicação e infraestruturas com representação cartográfica, etc..

No final prevaleceram três temas de informação gráfica, um para as parcelas outro para os limites administrativos e por fim um para os Blocos construído à custa dos dois anteriores. Para a parte alfanumérica



foi necessária a informação declarada pelo requerente sobre cada uma das suas parcelas agrícolas e informação gerada pelo próprio sistema à custa das características gráficas e geográficas das parcelas e dos Blocos.

## **8. FASES DE TRABALHO PARA O ESTUDO EFECTUADO**

Os pressupostos técnicos para a aquisição da informação foram definidos pelo próprio INGA, este estudo assentou na escolha da metodologia a aplicar

para organizar e gerir essa informação. Fundamentalmente, essa metodologia deveria contemplar duas fases importantes do trabalho:

- Numa primeira fase, seria necessário proceder-se à elaboração da cartografia digital que serviria de base para efectuar o controlo das declarações efectuadas pelos agricultores em relação à respectiva área de cada unidade agrícola. O controlo só seria efectuado após o carregamento automático das áreas das parcelas digitalizadas para bases de dados alfanuméricas relacionadas com a parte gráfica existente.

**TABELA 1 - PARÂMETROS PARA INTERPRETAÇÃO DOS BLOCOS PARA AS ZONAS 1 E 2.**

Tipo de cobertura Parâmetro	1. Mato, floresta e áreas mistas	2. Terra arável pousio e área forrageira	3. Áreas sociais e improdutivas	4. Agricultura permanente
Dimensão máx. Bloco	5 - 25 ha	3 - 15 ha	5 - 15 ha	5 - 15 ha
Número máx. parcelas	5 - 15	15 - 20	15	5 - 15

- Numa segunda fase todas as parcelas anteriormente definidas seriam novamente renumeradas em função da designação do Bloco a que pertencem. A fotointerpretação, a digitalização dos respectivos limites e atribuição automática de um número único a cada Bloco seriam as fases necessárias para a sua criação. O número de cada Bloco seria obtido a partir das coordenadas geográficas do seu centróide, aproximadas ao decâmetro. A numeração definitiva das parcelas seria obtida a partir do código do Bloco a que pertencem e ao qual se adicionaria um sufixo de três dígitos correspondentes ao número de ordem da parcela dentro do mesmo Bloco. A ordem estabelecida seria Norte-Sul-Oeste-Este. Desta forma todas as parcelas ficariam univocamente identificadas. Esta fase contemplaria ainda a criação de tabelas alfanuméricas relacionadas com a parte gráfica com informação respeitante tanto às parcelas como aos Blocos, permitindo uma manipulação conjunta de toda a informação. A utilização dos SIG revelava-se nesta fase de trabalho, uma ferramenta imprescindível para a sua concretização.

## **9. METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **(1ª fase)**

**1. Trânsposição dos limites das parcelas e respectiva numeração, a partir das ampliações fotográficas, sobre os ortofotomapas digitais.**

Nesta fase de informatização das parcelas foram adoptados critérios específicos para a identificação de problemas tais como informações de campo

contraditórias, insuficientes ou incongruentes com os dados presentes na ampliação fotográfica ou no ortofotomapa digital. Optou-se por manipular de forma diferenciada os tipos de linha correspondentes a vários graus de conhecimento sobre os limites parcelares. A razão da separação dos limites das parcelas por níveis de informação diferentes garante a certeza da delimitação efectuada para as parcelas em função das declarações efectuadas pelos requerentes. A estratégia para digitalização dos limites das parcelas foi a indicada na Tabela 2. Nesta tabela, só as parcelas contidas no nível 1 é que vão gerar áreas para serem fornecidas aos agricultores para fundamentar os pedidos de ajuda em próximas campanhas.

### **2. Edição gráfica dos elementos digitalizados.**

Após a obtenção dos ficheiros gráficos com as respectivas parcelas agrícolas e sua numeração provisória foi necessário proceder ao pré-processamento da informação gráfica para posteriormente serem calculadas as respectivas áreas das parcelas. Todos os objectos espaciais são referenciados pelas suas coordenadas cartesianas no ficheiro gráfico. O modelo vectorial foi utilizado para esta representação, por consequência o conjunto de elementos espaciais representados foram descritos através de pontos, linhas e áreas. Pretendeu-se desta forma criar uma estrutura de polígonos fechados, em que cada polígono correspondesse a uma parcela distinta.

No acto de digitalização das parcelas cometeram-se alguns erros próprios do processo de



intervenção do operador para verificação dos resultados finais ou para tomadas de decisão sobre problemas que o *software* não resolve. Os problemas mais comuns detectados remetem-se para os casos identificados na Figura 2.

3. Construção de uma base de dados alfanumérica relacionada com a parte gráfica e

carregamento automático da área e código (numeração provisória) das parcelas para a base de dados em causa - Figura 3.

4. Cruzamento da informação alfanumérica gerada em gabinete com a informação recolhida no campo declarada pelos agricultores - Figura 4.

**TABELA 2 - ORGANIZAÇÃO GRÁFICA DAS PARCELAS DECLARADAS, EM AMBIENTE MICROSTATION.**

Problemas com delimitações de parcelas	nível	cor
Parcelas identificadas e delimitadas de forma segura pelos requerentes	1	vermelho
Parcelas identificadas e delimitadas de forma aproximada pelos requerentes	2	verde
Parcelas delimitadas de forma discordante da fotointerpretação dos ortofotomapas digitais	3	azul
Parcelas não delimitadas nas ampliações fotográficas pelos requerentes, mas localizadas aproximadamente	4	amarelo

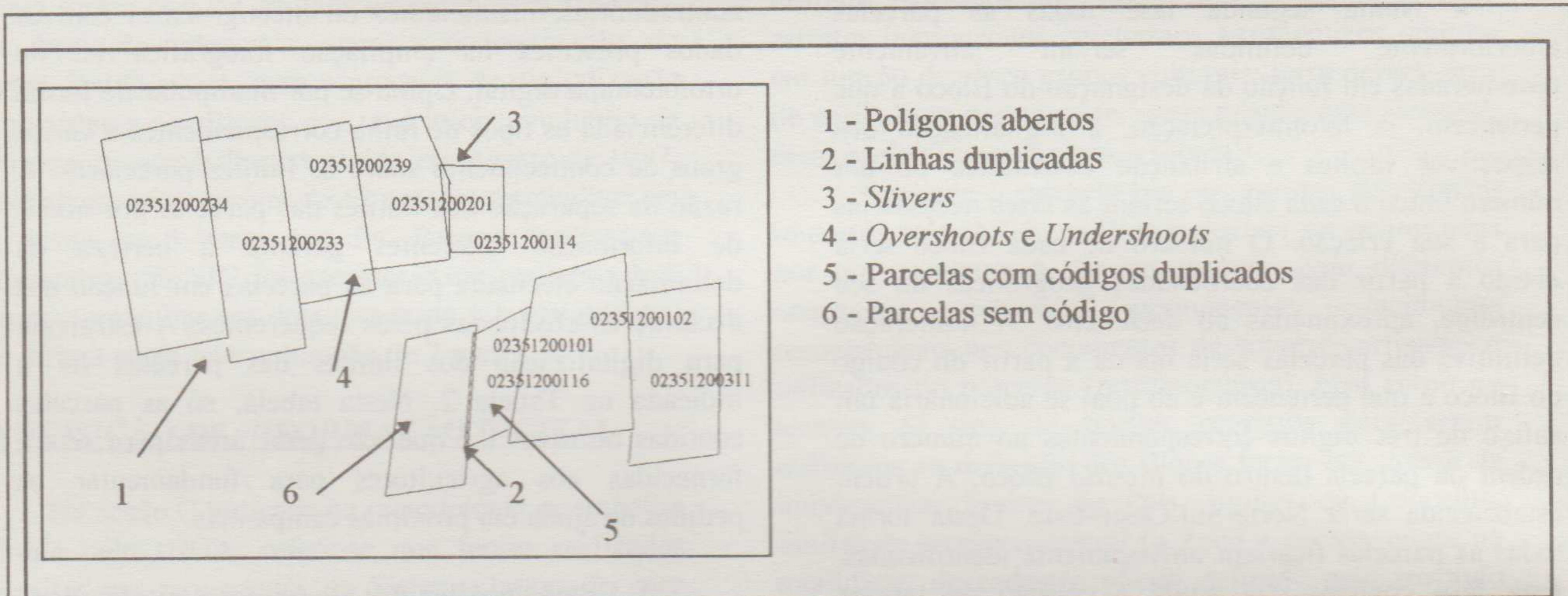


Figura 2 - Problemas detectados após a digitalização das parcelas. Os problemas 5 e 6 só foram identificados após a realização da seguinte acção (3).

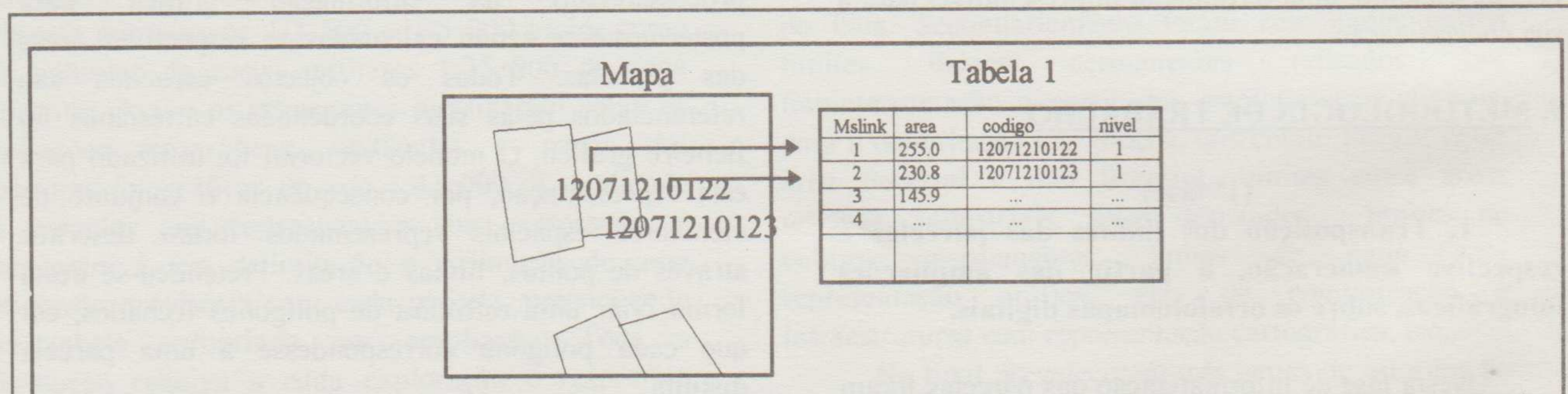


Figura 3 - Ligação da informação gráfica à informação alfanumérica



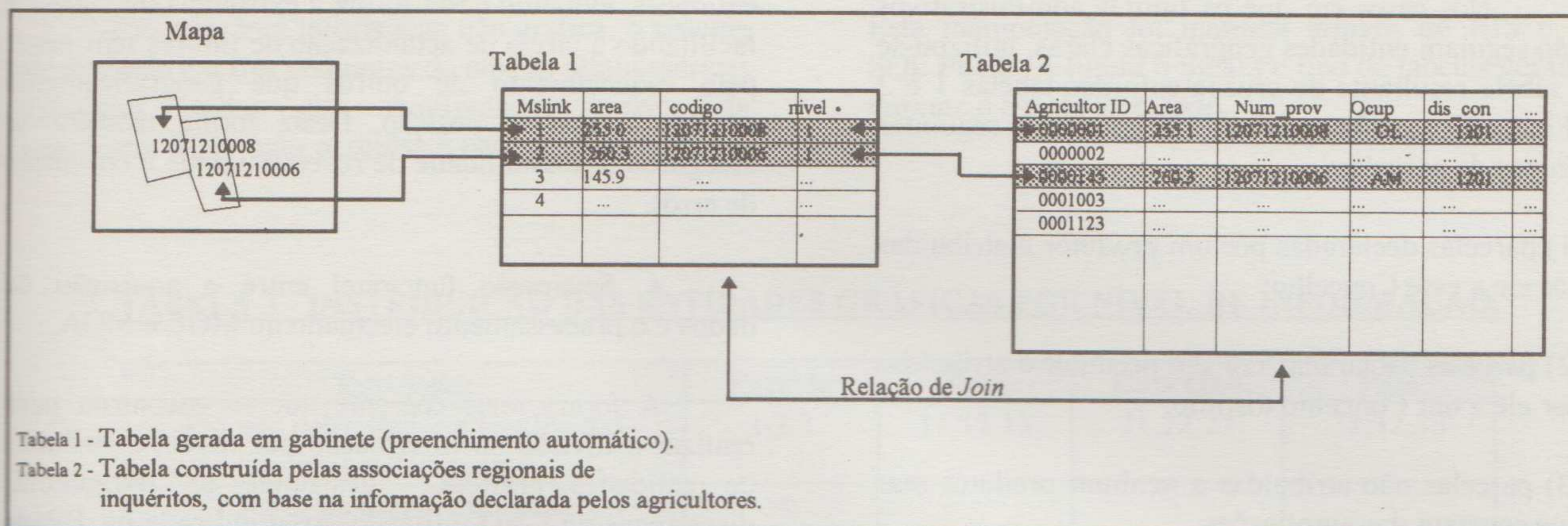


Figura 4 - Cruzamento da informação gerada automaticamente com a informação correspondente declarada.

### 5. Detecção de incongruências resultado do cruzamento de tabelas referido no ponto 4.

A relação estabelecida (Figura 4) nem sempre foi biunívoca devido à falta de coerência dos dados, tais como:

- parcelas declaradas mais do que uma vez por agricultores diferentes (proprietário - rendeiro(s));
- parcelas digitalizadas e não declaradas;
- parcelas declaradas e não digitalizadas;
- parcelas mal delimitadas, não existindo por isso conformidade entre as áreas declaradas e as calculadas;
- etc...

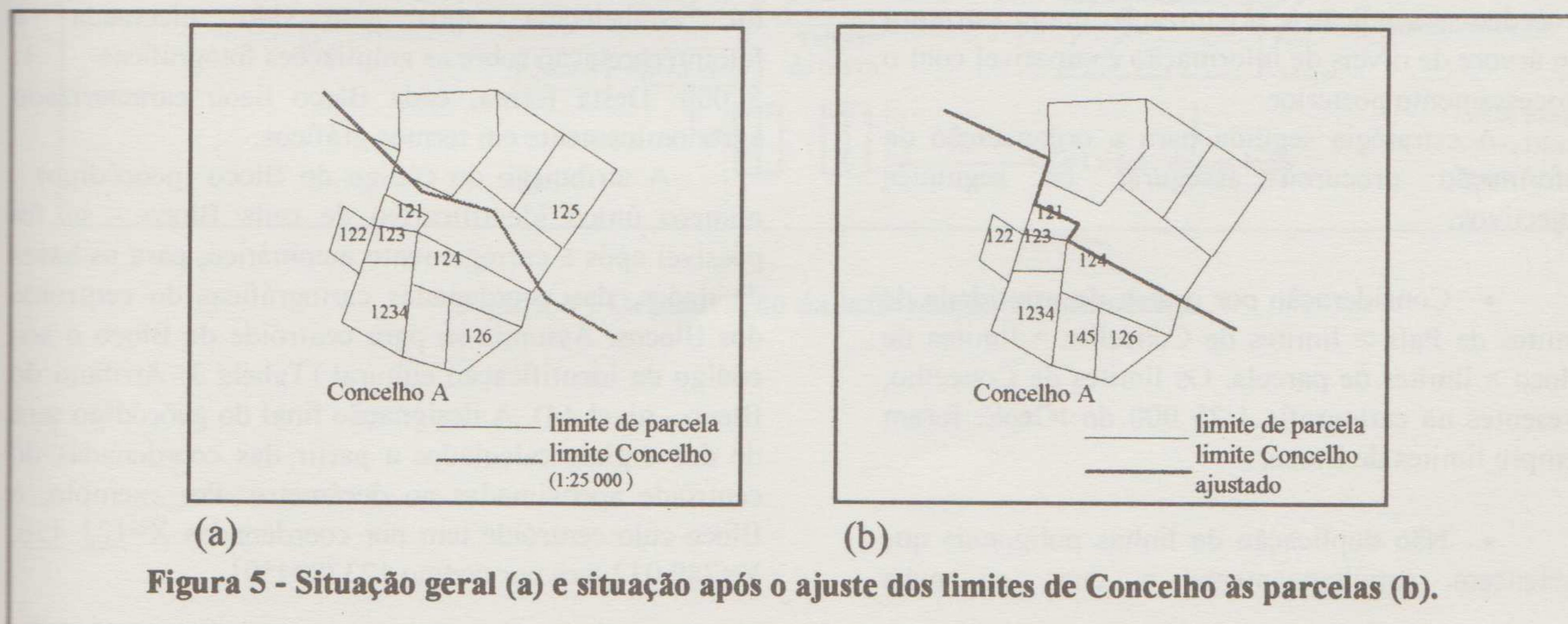
Todos os problemas detectados em gabinete foram comunicados ao INGA, procedendo esta instituição à confirmação da informação declarada, junto dos organismos regionais responsáveis pelos inquéritos efectuados. A informação actualizada foi novamente fornecida para actualização das respectivas bases de dados.

(2ª fase)

### 1. Ajuste dos limites de Concelho

Os limites dos Concelhos digitalizados a partir da informação da cartografia militar à escala 1:25 000 quando transpostos para a escala 1:5 000 revelaram uma má aderência ao terreno. Este facto tornou-se claro após a sobreposição desses limites com os ortofotomapas digitais quando se detectaram entidades gráficas equivalentes que deveriam ser utilizadas para a demarcação administrativa, tais como elementos significativos da rede hidrográfica. Esse desajuste ultrapassava em muito o limite admissível para o erro de planimetria na cartografia militar (tipicamente 5 m).

Nos casos em que os limites utilizados claramente acompanhavam a rede hidrográfica ou rodoviária procedeu-se à sua correcção e edição, de modo a ganharem o detalhe planimétrico característico da escala 1:5 000. Esta situação, que é a mais simples de resolver, abrangeu apenas cerca de 10% dos casos julgados.





Nos casos em que os limites administrativos não seguiam entidades geográficas claras, utilizou-se a tabela resultante do cruzamento das tabelas 1 e 2 (Figura 4) e graficamente identificou-se os seguintes grupos de parcelas:

- (1) parcelas declaradas por um produtor e atribuídas por ele a esse Concelho;
- (2) parcelas declaradas por um produtor e atribuídas por ele a um Concelho distinto;
- (3) parcelas não atribuídas a nenhum produtor mas que constam das ampliações;

O ajuste dos limites dos Concelhos foi efectuado, de modo a não seccionar parcelas contidas no nível 1 e incluir apenas parcelas declaradas no Concelho em causa e parcelas não atribuídas a nenhum produtor (Figura 5).

## 2. Criação de Blocos

### 2.1. Organização da informação gráfica

Em termos gráficos procurou organizar-se a informação da forma mais coerente possível com a finalidade de se executarem posteriormente operações, que actuando sobre os elementos gráficos, os diferenciasses por níveis de informação. Assim, para os três temas existentes (parcelas, Blocos, limites administrativos) a sua representação gráfica deveria representar uma base espacial contínua, isto é um conjunto de polígonos fechados cujos limites representariam entidades diferentes em função do nível a que pertencem. Sendo assim para cada ficheiro vectorial (1 ficheiro → 1 Concelho, salvo raras excepções em que se procedeu à subdivisão dos ficheiros gráficos existentes, pois a sua dimensão originava lentidão na maioria dos processos utilizados tais como edição gráfica e carregamento automático de informação para as bases de dados) procedeu-se à edição e organização numa estrutura em árvore de níveis de informação compatível com o processamento posterior.

A estratégia seguida para a organização da informação procurou assegurar os seguintes objectivos:

- Consideração por ordem de prioridade de limites de País > limites de Concelho > limites de Bloco > limites de parcela. Os limites de Concelho, presentes na cartografia 1:25 000 do IGeoE, foram sempre limites de Bloco.
- Não duplicação de linhas poligonais que pertencem simultaneamente a duas ou mais

entidades, evitando desta forma a existência de *slivers* e facilitando a tarefa de actualização de limites sem pecar pelo esquecimento de outros que geograficamente ocupam a mesma posição. Desta forma também se assegurou a possibilidade de reversibilidade e correcção de erros.

- Separação funcional entre a aquisição de dados e o processamento efectuado no MGE e MGA.

A forma mais coerente que se encontrou para realizar a divisão da informação por níveis e atributos de entidades gráficas, utilizando as ferramentas disponíveis no CAD utilizado, foi a indicada na Tabela 3. A distribuição das entidades por cores define-se na Tabela 4.

A utilização de cores e níveis como classificadores independentes permite a reorganização rápida da representação das diferentes entidades gráficas utilizadas pelo SIP.

Após a definição da estrutura e organização da informação gráfica procedeu-se à digitalização dos Blocos:

### 2.2. Digitalização dos limites dos Blocos

A digitalização dos limites dos Blocos efectuou-se sobre ortofotomapas digitais, respeitando os parâmetros definidos na Tabela 1. Os limites de Blocos foram digitalizados segundo os limites físicos permanentes interpretados a partir dos ortofotomapas digitais e segundo os limites administrativos definidos no ponto 1 da 2ª fase de trabalho.

### 2.3. Identificação da ocupação cultural de cada Bloco e atribuição do geocódigo respectivo

A atribuição de um código a cada Bloco que identificasse a sua ocupação cultural foi feita segundo os grupos culturais definidos na Tabela 1. Esta atribuição foi estabelecida após ter sido efectuada a fotointerpretação sobre as ampliações fotográficas 1:5 000. Desta forma, cada Bloco ficou caracterizado agronomicamente em termos gráficos.

A atribuição do código do Bloco (geocódigo) - número único identificativo de cada Bloco - só foi possível após o carregamento automático, para as bases de dados, das coordenadas cartográficas do centróide dos Blocos. Assumiu-se para centróide de Bloco o seu código de identificação cultural (Tabela 3: Atributo do Bloco - nível 44). A designação final do geocódigo será de dez dígitos calculados a partir das coordenadas do centróide aproximadas ao decâmetro. Por exemplo, o Bloco cujo centróide tem por coordenadas  $X=123\ 456$ ,  $Y=789\ 012$  terá por código 1237894501.



Em relação à informação não gráfica, o sistema foi dividido em três conjuntos de tabelas alfanuméricas diferentes, todas elas manipuladas através da linguagem SQL para pesquisa à base de dados Oracle.

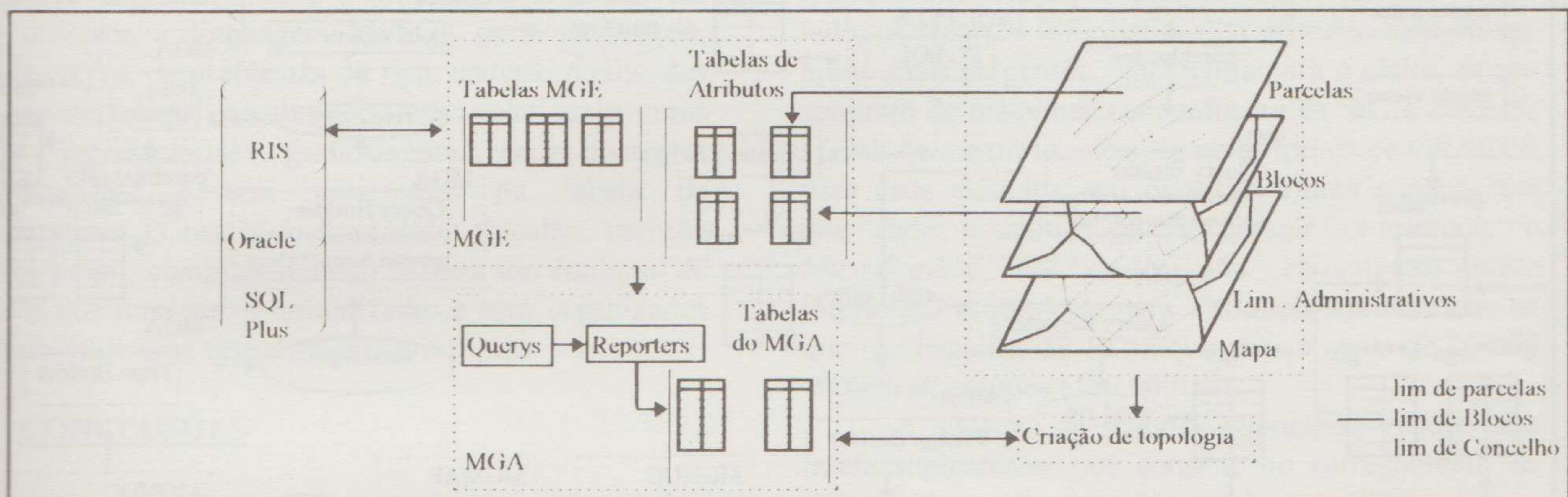
Esta manipulação foi mantida através do RIS e do SQL PLUS. A figura 6 ilustra o tipo de tabelas geradas durante o estudo efectuado.

**TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DAS ENTIDADES GRÁFICAS POR NÍVEL DE INFORMAÇÃO.**

Entidades	Parcela	Bloco	Concelho	País
Parcela delimitadas e localizadas geograficamente	1,2,3	11,12,13	21,22,23	31,32,33
Parcelas não delimitadas e localizadas de forma aproximada	4	-	-	-
Bloco	-	40	41	42
Código de parcelas delimitadas	51,52,53	-	-	-
Código de parcelas não delimitadas	54	-	-	-
Atributo dos Blocos	-	44	-	-
Geocódigo dos Blocos	-	43	-	-

**TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DA INFORMAÇÃO GRÁFICA POR CORES.**

Cor	Níveis
Vermelho	1,51
Magenta	11,21,31,12,22,32,13,23,33,40,41,42,43,44
Verde	3,53
Azul	2,52
Amarelo	54



**Figura 6 - Organização da informação alfanumérica.**



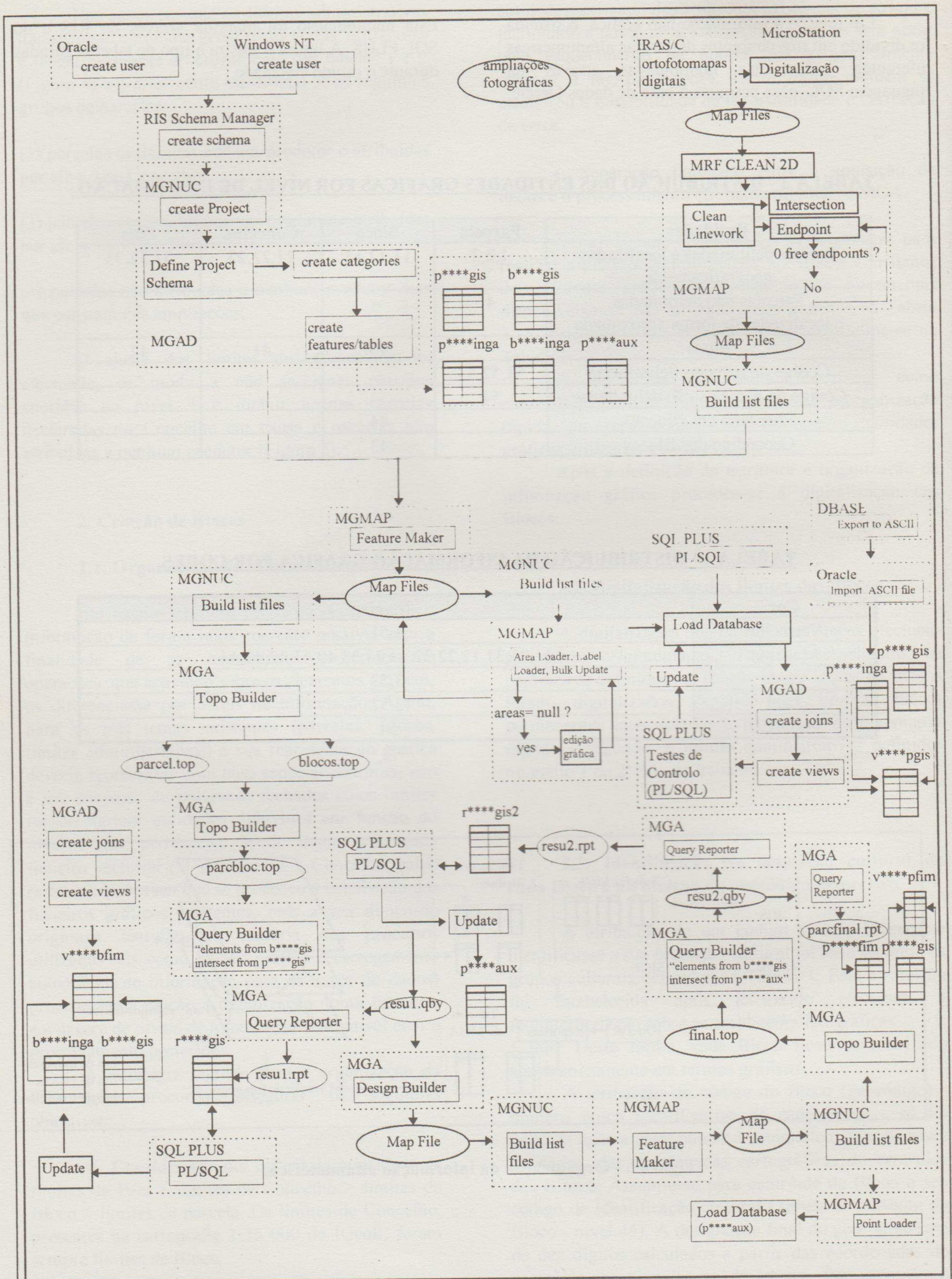


Figura 7 - Operações efectuadas para atribuição de um número único a cada parcela em função do geocódigo do Bloco a que pertence. Construção das tabelas finais de parcelas e de Blocos.



### 3. Renumeração das parcelas e criação das tabelas definitivas de parcelas e de Blocos

O processo para implementação do SIP culmina com um conjunto de operações de manipulação e análise sobre a informação gráfica e alfanumérica existente. O recurso aos SIG foi nesta fase fundamental, devido à grande quantidade de dados envolvidos. A maioria das operações efectuadas foram automáticas, pois assim se pretendia para o sistema que viesse a ser implementado, de outra forma não seria possível ter realizado este trabalho no curto intervalo de tempo estabelecido.

A sequência de operações efectuadas para concretização dos objectivos deste trabalho resume-se no fluxograma representado na Figura 7.

## 10. MANUTENÇÃO DO SISTEMA

A sequência de operações definidas para a execução deste trabalho não facilitam operações de actualização ou de introdução de novos dados gráficos e/ou não gráficos a meio do processo. A topologia terá que ser refeita sempre que se der uma destas situações. Foi para tal importante que no início do processo fossem corrigidas todas as incongruências detectadas, sejam elas gráficas ou alfanuméricas. Foram por isso efectuados testes a toda a informação inicial existente. Esses testes assentaram na verificação da coerência dos dados gráficos, para verificação de situações topologicamente incorrectas como por exemplo: polígonos com centróides duplicados, polígonos sem centróide, polígonos abertos, polígonos com linhas de fronteira duplicadas. Para a informação alfanumérica foi utilizada a linguagem PL/SQL para verificação, entre outros, de problemas do tipo: códigos duplicados na mesma tabela, parcelas declaradas pelos agricultores não representadas graficamente ou existentes graficamente e sem designação na tabela de declarações. O resultado final deste trabalho, permite ainda assim, compilar num só sistema um conjunto de dados que uma vez informatizados e bem organizados possibilitam uma actualização mais rápida.

## 11. CONCLUSÕES

A manipulação de grandes conjuntos de dados, gráficos e alfanuméricos, ao nível dos sistemas de informação geográfica representa, nos dias de hoje, ainda uma dificuldade. De facto, embora não existam limitações ao nível da quantidade de dados a manipular, a grande maioria dos sistemas disponíveis no mercado estão desenhados para processar eficientemente entidades gráficas que não excedam em número os 10 000 elementos (por exemplo parcelas). O principal desafio que nos foi colocado consistia no

desenvolvimento de uma metodologia, sobre uma plataforma INTERGRAPH / ORACLE, que manipulasse e processasse, em tempo útil, cerca de 1 100 000 parcelas envolvendo o seu cruzamento com outro tipo de informação gráfica (limites de Concelhos e Blocos) e alfanumérica (tabelas com informação diversa sobre cada proprietário e características de cada parcela).

Partindo do nível zero, no qual a informação disponível se limita a uma base dados alfanumérica, resultante de um inquérito de terreno, e um conjunto de ampliações fotográficas com a delimitação das parcelas de cada agricultor, a definição da estratégia a implementar passou necessariamente pela simulação das várias configurações produtivas e contabilização de meios informáticos e humanos para a sua efectivação. As duas metodologias em confronto baseavam-se no carregamento da base dados alfanumérica e digitalização da informação gráfica, em simultâneo com a sua ligação à base de dados, ou em oposição, a simples digitalização das parcelas sem qualquer preocupação de ligação com a base de dados. Se a primeira solução é conceptualmente mais apelativa, permitindo em tempo real detectar inconsistências entre a base de dados alfanumérica e a base gráfica, poder-se-á por essa mesma razão tornar proibitiva do ponto de vista do tempo de operação. Para cada inconsistência detectada, o operador teria de efectuar uma paragem afim de resolver o problema encontrado, quebrando necessariamente o ritmo de produção. A segunda alternativa o operador digitaliza toda a informação contida na ampliação fotográfica efectuando-se, de uma só vez, a validação dos dados gráficos em relação à base alfanumérica. Por outro lado, os recursos informáticos da primeira solução são muito mais exigentes, requerendo para o efeito, de um conjunto de máquinas com software de SIG e cerca de 16 mb de memória, além de uma licença de ORACLE para cada máquina, em oposição a uma situação em que cada máquina deverá possuir unicamente o *MicroStation*. Os custos são claramente muito inferiores, cifrando-se para a situação apresentada, na qual se dispunha de 12 máquinas, em cerca de 20 000 000\$00 de escudos (120,000US).

A adopção da segunda abordagem requer uma tarefa suplementar que consiste no carregamento da informação gráfica e alfanumérica no SIG e na sua validação. O software MGE da *Intergraph* revelou-se extremamente moroso neste tipo de tarefas, podendo demorar mais de 17 horas CPU, numa simples operação de detecção de *over/undershoots* num conjunto de 30 000 parcelas. Para ficheiros com 60 000 parcelas, revelou-se mesmo incapaz de efectuar qualquer operação, abortando sistematicamente. Por isso, as tarefas de validação dos dados gráficos foram efectuadas por um programa alternativo também da



*Intergraph* denominado MRF *Clean*. Este programa é cerca de 100 vezes mais rápido que o MGE, no entanto muito pouco robusto, podendo em algumas situações não resolver completamente os casos de intersecções de segmentos de recta, sendo ainda necessário efectuar esta operação em ambiente MGE.

Relativamente ao carregamento das áreas das parcelas para a tabela alfanumérica, o módulo do MGE para o efeito mostrou-se incompreensivelmente moroso em particular quando as parcelas são de grande dimensão e de forma complexa. Tipicamente a tarefa de cálculo e carregamento das áreas para a tabela Oracle demorou entre 10 e 16 horas CPU para conjuntos de 20 000 a 25 000 parcelas, acentuando-se este facto se os polígonos eram de grande dimensão (>700 ha). Este é um dos aspectos que nos pareceu menos positivo na utilização do referido *software*.

Em termos de análise o *software* MGA da *Intergraph* mostrou-se eficaz na análise dos dados gráficos possibilitando bons *displays* gráficos das pesquisas efectuadas à base de dados, mas menos bom na manipulação de informação contida nas tabelas alfanuméricas, exigindo da nossa parte acções exteriores para o efeito, mais especificamente de programação.

A metodologia adoptada para resolver o problema da renumeração das parcelas em função do geocódigo do Bloco a que pertencem, conduziu ao desenvolvimento de várias aplicações em PL/SQL para resolver grande parte dos problemas existentes, principalmente cálculos numéricos efectuados sobre registos das tabelas Oracle. Tratou-se por isso, de um processo complicado não facilitando de forma alguma a introdução de novos dados no decurso do mesmo, fossem eles gráficos ou alfanuméricos. O refazer da topologia sempre que se desse uma situação destas, quebrava a cadeia de operações a realizar, voltando o processo quase à sua fase inicial. Foi imprescindível, garantir a coerência de toda a informação antes da construção da topologia para não se retorcer no processo operativo.

Em suma, para a plataforma computacional utilizada a metodologia apresentada neste trabalho revelou-se eficiente na manipulação de grandes conjuntos de dados gráficos e alfanuméricos, revelando-se este um dos aspectos mais conclusivos

deste trabalho. Por outro lado verificou-se que em termos de análise de dados alfanuméricos os *softwares* existentes são ainda limitados, obrigando ao desenvolvimento de aplicações externas que actuem sobre os dados e solucionem grande parte dos problemas que se colocam.

#### Agradecimentos,

Os nossos agradecimentos ao INGA, em particular ao Dr. João Pinto pela disponibilização de toda a informação necessária para a realização deste trabalho.

#### 12. BIBLIOGRAFIA

- Allam M.M, 1989. An Overview of GIS activities in the provincial and municipal governments of Canada, *CISM Journal ACSGC* Vol 43, No 3, pp.253 to 257.
- Aronoff S., 1989. *Geographic Information Systems, A Management Perspective*, WDL Publications, Ontario, Canada, 294 páginas.
- European Commission - DG VI, 1994. *Pilot study on agricultural field pattern creation related to the integrated system*, Final report.
- ICTE, 1995. *Manual para a realização de inquéritos aos requerentes do sistema integrado de gestão e controlo*.
- INGA, 1996. *Normas de execução do parcelar agrícola*.
- Knabenschuh, M., 1995. *Generation and Use of Digital Orthophotos*.
- Krupnik A. and B. Shmutter, 1992. Automated Editing of data digitized from a cadastral map, *CISM Journal ACSGC* Vol 46, No 4, 1992, pp.399 to 408.
- Star J., and Jonh E., 1990. *Geographic Information Systems: An Introduction*, Prentice-Hall, Inc., A Division of Simon & Schuster, Englewood Cliffs, New Jersey, 303 páginas.

XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA  
XVIII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FOTOGRAMETRIA ARQUITETÔNICA E ARQUEOLÓGICA  
3 a 8 de OUTUBRO de 1999  
RECIFE - PERNAMBUCO - BRASIL