

Integração de Inventário Florestal e de Recursos Faunísticos num Sistema de Informação

Vanda Oliveira* e Rui P. Ribeiro**

* Eng^a Florestal

Metacortex, Modelação e Aplicações Tecnológicas e Informáticas, L.^{da}. Madan
Parque, PCTAS, Campus da FCT-UNL, 2829-516 CAPARICA

**Bolsheiro de Doutoramento

Departamento de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia, Tapada da
Ajuda 1349-017 LISBOA

Sumário. A modelação em recursos naturais representa um desafio para os especialistas em gestão de informação. O ecossistema florestal é caracterizado por uma grande diversidade biológica. A conseqüente complexidade da sua gestão sugere a urgência da organização da diversidade de dados dele provenientes por forma a promover a investigação interdisciplinar. Este artigo apresenta um modelo de dados para os recursos naturais – inventário florestal e de recursos faunísticos – e sua implementação num sistema de informação. A estrutura lógica do modelo de dados é caracterizada. A implementação do modelo e a validação dos dados são avaliadas no contexto do desenvolvimento de um centro de informação em recursos naturais.

Palavras-chave: Modelação de dados; recursos naturais; sistema de informação em recursos naturais; base de dados

Abstract. Natural resources modeling present a challenge to computer science. Forest ecosystems management is complex and it suggests the need to organize biological economic and technical data adequately so that the resulting information system may be used to promote ecosystem interdisciplinary research. This paper presents a data model for both forest and wildlife data and the results of its implementation within an information system. The model logical structure is described. Data validation and system implementation are presented in the framework of the development of a natural resources information center.

Key words: Data modelling; natural resources; information system; database

Résumé. Le modelage dans les ressources naturelles représente un défi pour les spécialistes en gestion d'information. L'écosystème forestier est caractérisé par une grande diversité biologique. La conséquence complexité de sa gestion suggère l'urgence d'organisation de la diversité des données, pour favoriser la recherche interdisciplinaire. Cet article présente un modèle des données pour les ressources naturelles - inventaire forestier et de la faune - et l'implémentation dans un système d'information. La structure logique du modèle des données est caractérisée. L'implémentation du modèle et la validation des données sont évaluées dans le contexte du développement d'un centre d'information en ressources naturelles.

Mots clés: modelage de données; ressources naturelles; système d'information en ressources naturelles; bases de données

Introdução

O ecossistema florestal é caracterizado por uma grande diversidade biológica. A consequente complexidade da sua gestão sugere a urgência da organização da diversidade de dados dele provenientes por forma a promover a investigação interdisciplinar. A investigação em ecologia, economia e outras áreas pertinentes conheceu um acréscimo muito acentuado nos últimos anos. No entanto, este acréscimo pode provocar um desperdício nos recursos a ela alocados caso os dados recolhidos não sejam organizados e a informação por eles gerada não seja distribuída e comunicada a todos os seus potenciais utilizadores.

Vivemos actualmente numa sociedade de informação. A importância da informação para as organizações de hoje é universalmente aceite, constituindo um dos recursos cuja gestão e aproveitamento mais influencia o sucesso das mesmas (WARD *et al.*, 1990, citado por AMARAL e VARAJÃO, 2000). As novas tecnologias de informação tornaram-se familiares e as pessoas podem estar mais e melhor informadas. Neste contexto, o sector florestal e todos os seus intervenientes não são excepção. Eles podem e devem usar estas novas ferramentas para melhorar a modelação de recursos e a tomada de decisão.

Tradicionalmente orientada para a produção de recursos lenhosos, a floresta é actualmente entendida como um sistema complexo, que fornece bens e serviços económicos, ambientais e sociais. Nesta medida, sobre ela e sobre todo o sector florestal recaem importantes desafios de sustentabilidade, que passam pelo concretizar de uma gestão

florestal activa, responsável e fundamentada num profundo conhecimento da diversidade e multifuncionalidade dos nossos sistemas agro-florestais e florestais.

Realcemos as diversas características da informação em recursos naturais que dificultam o desenvolvimento de um sistema de informação. Assim, a complexidade biológica do ecossistema e as necessidades de investigação neste campo dificultam a definição de objectivos de inventariação, com a consequente dificuldade de definição dos dados necessários para a caracterização do ecossistema. Para além disso, o ecossistema florestal possui uma dinâmica própria, que se desenvolve em duas escalas distintas: a espacial e a temporal.

RONDEUX (1999) sublinha que se o inventário florestal tradicional pretende responder a questões relacionadas com a biodiversidade de plantas, para além da avaliação de aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos lenhosos, é fundamental identificar e recolher variáveis específicas para o efeito, embora as recolhidas tradicionalmente possam ser utilizadas como indicadores da diversidade estrutural das florestas. A evolução das necessidades de informação dos diversos intervenientes na gestão dos recursos naturais pressupõe a construção de um sistema de informação flexível e de fácil adaptação tanto à introdução de novas variáveis como à consideração de novos objectivos de gestão com a produção de nova informação a partir dos dados armazenados.

O carácter espacial da informação em recursos naturais pode ser abordado através da integração de sistemas de informação geográfica. Toda a informa-

ção em recursos naturais – indicadores quantitativos (e. g. áreas ocupadas, sua evolução, etc.), indicadores qualitativos (e. g. estado sanitário) e indicadores sócio-económicos (e. g. infra-estruturas, tipo de ocupação do solo) – deve encontrar-se referenciada no espaço, de modo que seja possível especificar, por exemplo, a localização e distribuição precisa das espécies, a fragmentação de *habitats*, os tipos de floresta, etc.

O presente trabalho centrou-se no desenvolvimento de um sistema de informação global onde todos os dados sobre o ecossistema florestal, nomeadamente os relativos à sua flora e fauna, possam ser armazenados. Desenvolveu-se um sistema que permite a organização e utilização eficiente dos diversos tipos de informação florestal e que satisfaz as diferentes necessidades das entidades intervenientes.

Assim, partindo de estruturas de dados desenvolvidas para áreas específicas, desenvolveu-se um sistema que permite armazenar dados provenientes de medições realizadas no âmbito de inventário florestal e de recursos faunísticos, que, por se realizarem no mesmo espaço físico, apresentam sobreposição de informação de tipo alfanumérico e espacial, mas que, por terem objectivos distintos, também apresentam informação complementar. Este sistema integra dados de diversas fontes, desde os serviços florestais, a indústria de pasta para papel, a universidade, os parques naturais e zonas de recreio, até a empresas privadas ligadas ao sector.

Modelização de informação

O conceito de gestão de informação pressupõe que a informação é um bem,

igual a tantos outros, para a organização, sendo uma arma estratégica indispensável para a obtenção de vantagens competitivas. A informação consiste num conjunto de dados processados de modo que façam sentido para o seu utilizador e constituam um valor real para as suas decisões (VARAJÃO, 1998 e AMARAL *et al.*, 2000).

Neste contexto, temos primeiramente de responder à questão: «Que dados recolher?», definindo o conjunto de dados que ao ser processado vai produzir informação. Trata-se de uma questão crucial, uma vez que determina o conteúdo da base de dados a criar. A identificação das necessidades de informação só é possível através de consulta de todos os potenciais utilizadores, elaborada durante a fase de modelização de informação. A informação necessária pode ser recolhida de diversas formas, de entre as quais se salientam: por entrevistas a indivíduos dentro da organização, examinando documentos ou recorrendo a experiência no desenho de sistemas similares.

Outra importante questão é: «Como organizar e armazenar os dados?». Esta remete para o desenho da base de dados e a sua resposta implica investigação a fim de encontrar o melhor modelo de dados (PELKKI *et al.*, 1994).

A base de dados é uma componente fundamental do sistema de informação e o seu desenvolvimento e utilização devem ser vistos na perspectiva das necessidades da organização. Para McFADDEN e HOFFER (1991) são necessários os seguintes passos para converter dados em informação: aquisição, armazenamento, manipulação, reposição e disponibilização. Para realizar estes vários passos eficientemente os dados deverão encontrar-se organizados em

bases de dados.

A metodologia adoptada para o desenvolvimento do sistema de informação teve uma abordagem orientada aos dados para a produção do modelo estruturado. Este modelo descreve os elementos organizacionais e ambientais sobre os quais a informação deve ser registada, usando vulgarmente os conceitos de entidade, atributo e associação e apresentando-os num diagrama de entidade-associação.

Esta abordagem dá ênfase à modelização dos dados e objectos, usando técnicas de modelização de entidades e normalização, e permite distinguir claramente a fase de análise, pois, considerando os objectos isolados dos processos, proporciona uma maior abstracção em relação à organização.

A modelização entidade-associação utiliza três conceitos básicos: entidades, atributos e associações. As entidades correspondem às unidades básicas de um modelo e são identificadas com base nos nomes/pronomes em frases recolhidas no âmbito do diagnóstico das necessidades de produção e comunicação de informação. Os atributos correspondem às características de uma entidade. A associação corresponde às ligações lógicas existentes entre duas entidades (CODD, 1990).

O modelo entidade-associação utiliza uma série de termos semânticos que lhe permitem descrever a realidade. Nesta perspectiva, o mundo é constituído por entidades que são caracterizadas por uma identidade, mas podem ter outros atributos, para além de que as entidades se relacionam entre si através de associações (DATE, 1995).

A modelização de informação deriva de modelos matemáticos baseados nas teorias de conjuntos e funções de

conjuntos. Estes modelos foram colocados à disposição com o advento das bases de dados relacionais que passaram a exigir o rigor matemático. As bases de dados relacionais são compostas por tabelas (entidades) e associações, onde cada tabela representa, tal como um conjunto matemático, um domínio de dados.

O modelo relacional é independente da implementação, representando logicamente todas as relações implícitas. São utilizadas chaves primárias (e secundárias) para representar as associações entre duas entidades e é utilizada a teoria da normalização, que permite, entre outras coisas, eliminar a redundância.

Desenho do modelo de dados do inEco

Com o objectivo de caracterizar a situação actual e determinar as necessidades dos potenciais utilizadores foi efectuada, em primeiro lugar, uma recolha de toda a informação a armazenar e, posteriormente, uma análise dos requisitos dos utilizadores. Nesta fase consultou-se a estrutura lógica dos sistemas operacionais existentes, nomeadamente o inFlor, o inFauna e o MedInfo (MIRAGAIA, *et al.*, 1996, 1998a, 1998b, 1999 e 2000; InFAUNA, 2001; RIBEIRO, *et al.*, 2001a, 2001b, 2002a e 2002b), que posteriormente forneceram os dados a carregar no sistema. O sistema inFlor foi desenhado para apoio ao planeamento em recursos naturais permitindo o armazenamento de dados recolhidos no âmbito de inventários florestais. O sistema inFauna, por outro lado, pretende organizar de modo eficiente dados relativos à fauna em sistemas florestais e agroflorestais por forma a gerar informação útil em investigação e em gestão de recursos

faunísticos. O terceiro sistema referido, MedInfo, é um sistema de informação integrado para ecossistemas mediterrâneos, armazena e organiza dados de inventários multirrecursos em três áreas de estudo e oferece informação relativa à área de gestão, no espaço e no tempo.

Realizaram-se também consultas a potenciais utilizadores, por forma a caracterizar as suas actuais necessidades de informação. Estas necessidades diferem, nomeadamente, consoante os objectivos delineados para o inventário. Por exemplo, se um inventário florestal for realizado com o objectivo de otimizar a gestão florestal para produção de madeira, os dados a recolher serão essencialmente diâmetros à altura do peito e alturas. No caso de o inventário ter objectivos mais abrangentes e desejar-se caracterizar a área em termos de biodiversidade, a

necessidade de dados a recolher será muito maior.

Com base neste levantamento e no estudo conceptual dos sistemas operacionais foi delineado o modelo estruturado do sistema inEco (Figura 1). Este modelo, construído com recurso ao modelo entidade-associação, incorpora a noção de inclusão entre compartimentos, proposta anteriormente por MIRAGAIA *et al.* (1996), mas difere da organização hierárquica proposta pois não considera a entidade «unidade de gestão».

A escala temporal é incorporada neste modelo através da definição de características estáticas e dinâmicas com o tempo das parcelas de amostragem. Isto permite a organização e armazenamento de dados provenientes de medições de parcelas permanentes e de inventário (temporárias).

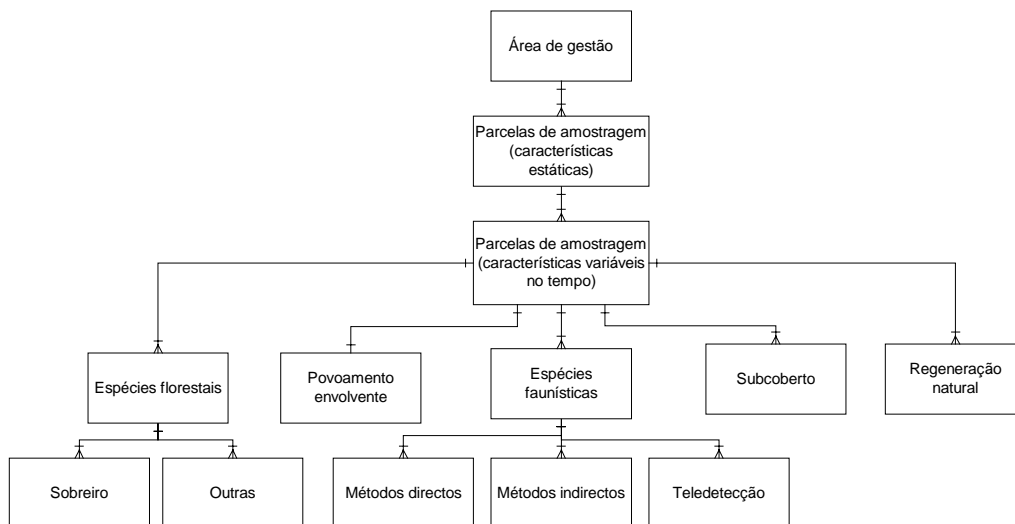


Figura 1 - Modelo estruturado do sistema de informação inEco

Por outro lado, este modelo promove a integração do inventário florestal e do inventário faunístico nas suas várias componentes, permitindo a caracterização da biodiversidade nas diversas áreas de gestão objecto de estudo. Os primeiros esforços para esta integração foram desenvolvidos com o MedInfo, sendo, nesse caso, a integração realizada ao nível da entidade «área de gestão». No modelo apresentado para o inEco a integração é completa e realizada ao nível da parcela de amostragem, permitindo, com a construção de modelos, que os dados recolhidos no inventário florestal possam ser utilizados para a estimação da biodiversidade faunística.

A entidade «área de gestão» corresponde à área de impacte do projecto, podendo corresponder a uma unidade administrativa ou ecológica onde a acção de planeamento se irá desenvolver. Numa dada área de gestão existem várias parcelas de amostragem caracterizadas por informação invariável no tempo. Em cada uma destas parcelas podem ocorrer medições ao longo do tempo, existindo um conjunto de informação dinâmica que as caracteriza e que é recolhido todas as vezes que se visita a parcela (por exemplo, o uso dado ao subcoberto ou o tipo de pastoreio praticado).

Em cada visita às parcelas de amostragem são efectuadas medições referentes à caracterização do povoamento envolvente da parcela, das espécies florestais e faunísticas presentes e observadas, respectivamente, e do subcoberto e regeneração natural existentes. No que concerne às espécies florestais, optou-se pela subdivisão em dois grandes grupos: sobreiro e outras, uma vez que as variáveis medidas e os futuros cálculos a implementar são

distintos. No que respeita às espécies faunísticas optou-se por fazer uma divisão segundo o método de amostragem utilizado para as caracterizar: métodos directos, métodos indirectos e teledeteccção. Com estes dados, recolhidos ao nível da parcela, é possível caracterizar a área de gestão.

Tendo por base o modelo apresentado foi construído o modelo lógico do sistema inEco (Figura 2). Este modelo foi desenhado de acordo com o modelo relacional e é independente da implementação, representando logicamente todas as relações implícitas. Este modelo utiliza chaves primárias (e secundárias) para representar as associações entre duas entidades, tendo-se utilizado a teoria da normalização, que permite, entre outras coisas, eliminar a redundância.

Implementação em ambiente cliente/servidor

Concluída a modelação lógica do sistema, seguiu-se a construção do modelo físico, ou seja, a implementação computacional do modelo lógico especificado. Para esta implementação utilizou-se o software Microsoft SQL Server 2000® Database Management System. O SQL Server 2000 é um sistema de gestão de base de dados (SGBD) desenvolvido numa estrutura cliente/servidor e tendo integrado as funcionalidades da plataforma .NET, que se pretende seja utilizada para o desenvolvimento dos interfaces de comunicação com os potenciais utilizadores.

Esta implementação permite separar a carga de trabalho em tarefas ao nível do servidor e tarefas ao nível dos clientes. O lado do servidor gere as bases de dados e faz a alocação dos recursos disponíveis.

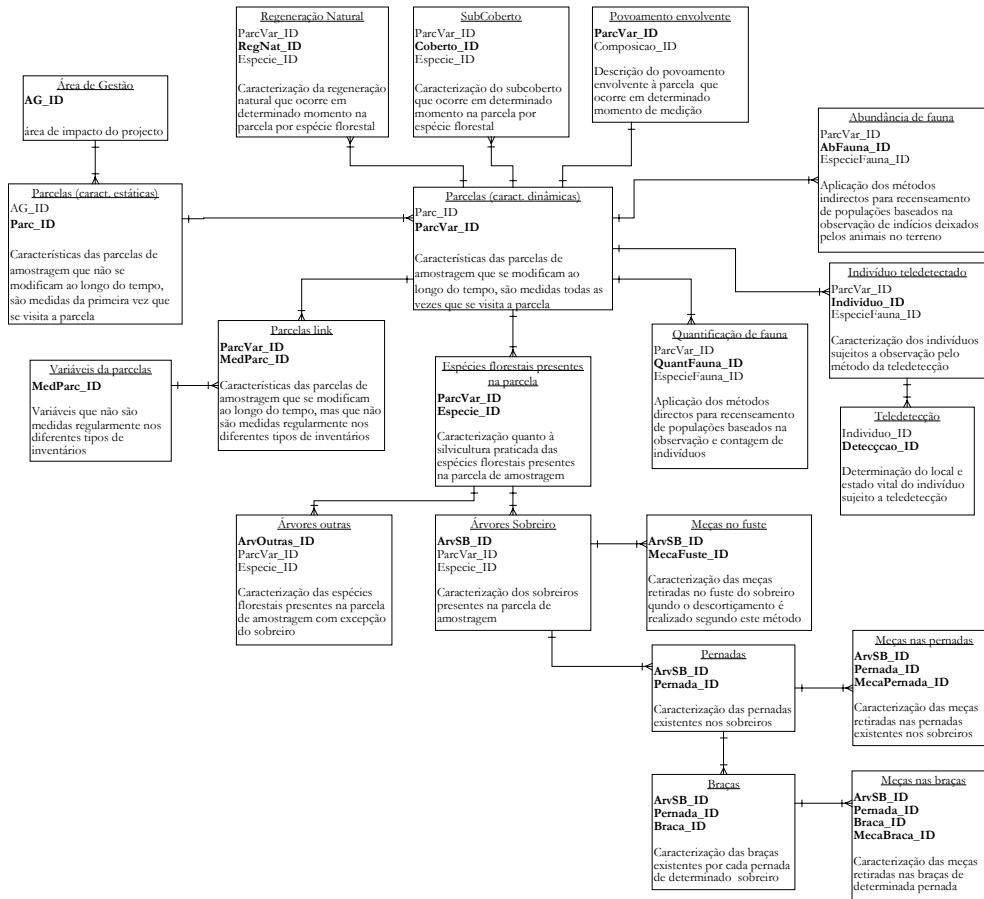


Figura 2 - Simplificação do modelo lógico do sistema de informação inEco

O cliente é responsável pela apresentação da informação ao utilizador.

O SGBD do SQL Server é responsável: (1) pela manutenção das relações entre os dados existentes na base de dados; (2) por assegurar que os dados são armazenados correctamente e que as relações lógicas entre os dados não são violadas; (3) pela recuperação de todos os dados e da sua consistência no caso de falha do sistema.

Cada entidade identificada no modelo conceptual corresponde a uma

tabela na estrutura do inEco e os seus atributos foram definidos como campos nas tabelas. Para cada tabela foi definida uma chave primária (campo que define univocamente uma ocorrência). Os tipos e tamanhos dos campos (e. g. inteiro, binário e carácter) foram especificados de modo a evitar erros no armazenamento dos dados e desperdício de espaço. A implementação das relações entre tabelas existente (um-para-um, um-para-muitos e muitos-para-muitos). As relações

um-para-um e um-para-muitos são implementadas directamente, sendo a ligação efectuada entre a chave primária de uma tabela e o campo com ela relacionado (chave estrangeira) da tabela relacionada (Figura 3).

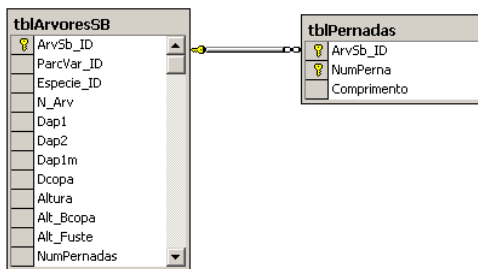


Figura 3 - Exemplo de implementação de uma relação um-para-muitos

Para a implementação de uma relação do tipo muitos-para-muitos é necessário criar uma tabela auxiliar que contenha os campos referentes às chaves primárias das duas tabelas a ligar. Após a criação da tabela auxiliar são implementadas duas relações um-para-muitos. No presente trabalho, como se pode verificar pelo modelo lógico, alguns dos atributos referentes à informação dinâmica sobre a

parcela foram implementados segundo uma relação do tipo muitos-para-muitos (Figura 4). Assim, todos os atributos que não são medidos regularmente, sendo considerados apenas em alguns dos inventários com determinado objectivo específico, são implementados como variáveis na tabela «tblVariaveisParc» e o valor que tomam é armazenado na tabela «tblParcelasLink». Este tipo de implementação permite não só reduzir o espaço de armazenamento como uma versatilidade associada à introdução de novos atributos nos protocolos de inventário, não sendo necessário mudar a estrutura lógica da base de dados.

Foram criadas aproximadamente 50 tabelas complementares, que permitem a validação dos dados aquando da sua canalização e a minimização do espaço de armazenamento. Foi ainda necessário implementar a integridade referencial entre tabelas, ou seja, assegurar que os valores das chaves primárias e estrangeiras se encontram sempre sincronizados. A última preocupação durante a implementação de uma base de dados é a aplicação das formas normais descritas anteriormente.

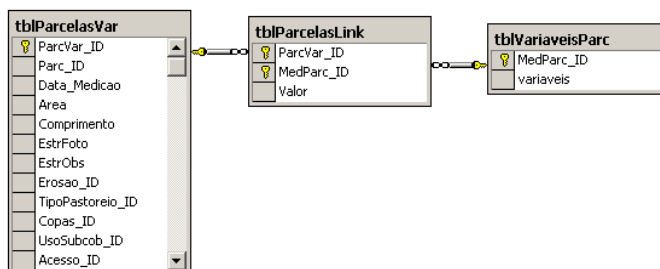


Figura 4 - Exemplo de implementação de uma relação muitos-para-muitos

Canalização dos dados dos sistemas operacionais

O processo de canalização de dados envolveu um processo demorado e caro, que pretendeu assegurar a qualidade dos dados a armazenar. Neste processo realizou-se a validação e consolidação dos dados que se encontravam nos sistemas operacionais — Sistema de Informação Biométrica, três sistemas derivados do inFlor e o MedInfo, armazenando dados de inventários florestais, e o sistema inFauna, com dados de inventários faunísticos —, seguida da sua transformação e migração para o sistema inEco. Como ferramenta para proceder à importação dos dados provenientes dos sistemas operacionais para o inEco utilizou-se os Data Transformation Services (DTS) disponibilizados pelo SQL Server 2000. Apesar disso não foi possível uniformizar este processo devido à heterogeneidade de fontes de dados e, subsequente, necessidade de validação e consolidação dos dados.

No processo de averiguação da qualidade dos dados, a validação dos mesmos é uma tarefa fundamental, que contempla através da observação cuidada e de uma avaliação quantitativa, a verificação da sua validade. Se estes não forem válidos a integridade de qualquer análise a realizar posteriormente é posta em causa. Por outro lado, a integração de dados provenientes de diversos inventários realizados em datas e áreas diferentes por diversas entidades implica a necessidade de consolidação dos dados, uma vez que se encontram armazenados em fontes diversas, que nem sempre se apresentam consistentes.

Muito embora o inEco armazene dados em bruto, a transformação dos

dados foi necessária, uma vez que estes se encontravam armazenados segundo estruturas lógicas diferentes entre si e diferentes da estrutura lógica adoptada para o novo sistema.

Durante este processo surgiram variados problemas relacionados com a qualidade dos dados, dos quais se destacam, por justificarem e exemplificarem a necessidade de todo este procedimento, os seguintes:

- Um dos problemas observados nos dados existentes nos sistemas operacionais relaciona-se com a referenciação geográfica das parcelas, ou seja, cada parcela tem de se encontrar referenciada a uma determinada área de gestão, o que nem sempre acontecia;

- Teve de se realizar uma validação e consolidação cuidada dos valores presentes nas tabelas acessórias e, muito especialmente, nas tabelas de espécies florestais, espécies em geral e espécies faunísticas, onde ocorriam espécies repetidas e espécies em que as variáveis tomavam valores diferentes entre sistemas operacionais;

- Teve de se proceder a uma uniformização das unidades em que as variáveis foram medidas, verificando-se que, nomeadamente, atributos das árvores, como o diâmetro à altura do peito ou a altura, se encontravam em unidades de medida diferentes;

- Teve também de se proceder a uma validação e transformação de muitos valores nulos existentes nos sistemas operacionais ou criados pela inexistência de medição de determinadas variáveis.

O inEco armazena, neste momento, dados de 31 áreas de gestão distribuídas pelo país, como por exemplo Vale do Sousa e Serra de Grândola, represen-

tando aproximadamente 406 mil hectares, e que englobam:

- Objectivos de estudo diferentes, tais como inventários florestais e faunísticos para determinação de existências, projectos de investigação para determinar, por exemplo, a competitividade entre árvores, a biodiversidade ou com objectivos específicos de planeamento florestal;

- Diferentes fontes de dados, tal como os serviços florestais, a indústria de pasta para papel e papel e parcelas de amostragem estabelecidas pelas universidades, cada qual com métodos de recolha de dados diferentes;

- Os mais importantes ecossistemas florestais nacionais, quer em termos de área quer em termos de importância económica — pinheiro manso e bravo, eucalipto, sobreiro e azinheira, todos eles com diferentes medições e cálculos;

- Inventário faunístico realizado para determinar a biodiversidade dos ecossistemas e para apoio ao planeamento da biodiversidade.

Conclusão

A visão conceptual apresentada contribui para a representação das necessidades de informação em recursos naturais num sistema de informação. O sistema foi desenhado para armazenar, organizar e fornecer dados recolhidos em inventários florestais e faunísticos com diferentes objectivos e segundo diferentes percepções do mundo real por parte dos gestores dos recursos naturais.

Todo o sistema foi pensado e desenvolvido de forma integrada e implementado numa plataforma cliente/servidor por forma a permitir a disponibilização de informação a todos

os potenciais utilizadores.

O centro de informação desenvolvido foi utilizado com sucesso para armazenar e integrar dados de 31 áreas de gestão, representando, aproximadamente, 406 mil hectares. Estas áreas incluem áreas de eucalipto, pinheiro manso e bravo, sobreiro e azinheira, e áreas de povoamentos mistos, assim como áreas onde foi realizado inventário de aves e javalis.

Deverá aplicar-se o sistema a novas áreas de gestão, encontrando-se desde já prevista a incorporação de dados provenientes de inventário multirrecursos, que se encontra em fase de execução no Sul de Portugal e se estende por uma área de, aproximadamente, 495 000 hectares.

Bibliografia

- AMARAL, L., VARAJÃO, J., 2000. *Planeamento de Sistemas de Informação*. FCA, Editora de Informática, L.^{da}
- CODD, E.F., 1990. *The Relational Model for Database Management*. Addison-Wesley Publishing Company, 836 pp.
- DATE, C.J., 1995. *An Introduction to Database Systems*. 6th Edition, Addison-Wesley Publishing Company.
- FALCÃO, A., 1995. *BAG – Base de Dados Global para a Floresta. Manual de Instruções*. 22 pp.
- InFAUNA, 2001. *Definição de um Sistema de Gestão de Informação Faunística. Relatório Final*. Erena, Ordenamento e Gestão de Recursos Naturais, L.^{da} e Instituto Superior de Agronomia.
- McFADDEN, F.R., HOFFER, J.A., 1991. *Database Management*. 3rd Edition, The Benjamin/Cummins Publishing Company, Inc.
- MIRAGAIA, C., SILVA, L., TELES, N., DOMINGOS, T., BORGES, J.G., 1996. Conceptualização dum sistema de informação para o planeamento em recursos naturais. *Revista Florestal IX(3)* : 46-50.

- MIRAGAIA, C., BORGES, J.G., 1998a. *InFlor – Sistema de Gestão de Informação Florestal, Manual do Utilizador versão 1.0*. Grupo de Economia e Gestão em Recursos Florestais (GEGREF). Documento n.º 2, DEF, Lisboa, 31 pp.
- MIRAGAIA, C., BORGES, J.G., FALCÃO, A., TOMÉ, M., 1998b. *InFlor – A Management Information System of Forest Resources*. Modelling the growth of tree plantations and agroforestry systems in South and East Africa, Timo Pukkala and K. Eerikainen (Eds), University of Joensuu, Faculty of Forestry Research Notes (in press), pp. 131-141.
- MIRAGAIA, C., BORGES, J.G., RIBEIRO, R.P., TOMÉ, M., 1999. *InFlor – Sistema de Gestão de Informação Florestal, Manual do Utilizador versão 2.0*. Grupo de Economia e Gestão em Recursos Florestais (GEGREF) e Grupo de Inventariação e Modelação de Recursos Florestais (GIMREF). Documento n.º 4, DEF, Lisboa, 44 pp.
- MIRAGAIA, C., BORGES, J.G., TOMÉ, M., 2000. *InFlor, um Sistema de Informação em Recursos Florestais. Aplicação em Gestão na Mata Nacional de Leiria*. *Revista Florestal XII*(1/2) : 51-56.
- PELKKI, M.H., ROSE, D., 1994. Understanding Relational Database Planning and Design. *Compiler* **12**(2) : 27-31.
- RIBEIRO, R.P., BORGES, J.G., FALCÃO, A., MARQUES, M., 2001a. Floresta Mediterrânica: Construção de um Sistema Integrado de Informação em Recursos Naturais. *Actas IV Congresso Florestal Nacional, Novembro 28-30, Évora*. (in press)
- RIBEIRO, R.P., OLIVEIRA, V., BORGES J.G., FALCÃO A., MARQUES, M., 2001b. Mediterranean forestry: data modeling research needs. *IUFRO Conference: Collecting and Analysing Information for Sustainable Forest Management and Biodiversity Monitoring with special reference to Mediterranean Ecosystems*, Palermo, Itália.
- RIBEIRO R.P., OLIVEIRA V., MARQUES M., 2002a. Ecosystem Information System – Building the bases to growth models integration. Incorporating forest growth models into decision support tools for sustainable forest management. *EFI international conference: Incorporating Forest Growth Models Into Decision-Support Tools For Sustainable Forest Management*, Lisboa, Portugal.
- RIBEIRO R.P., OLIVEIRA V., MARQUES M., 2002b. MedInfo – Sistema de Informação para Ecosistemas Mediterrâneos. 1.º Colóquio sobre a Flora e a Fauna dos Montados, Grândola, Portugal.
- RONDEUX, J., 1999. Forest inventories and biodiversity. *Unasylva*, 196, vol. 50 : 35-41.
- VARAJÃO, J., 1998. *A Arquitectura da gestão de Sistemas de Informação*, FCA, Editora de Informática, L.^{da}