

i-Farm: A exploração vitícola inteligente da sociedade da informação e do conhecimento

Miguel de Castro Neto⁽¹⁾, Carlos Lopes⁽²⁾, Leonor Queiroz e Mello⁽³⁾

¹ Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, mneto@isegi.unl.pt / Agri-Ciência, Consultores de Engenharia Lda.

² Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, carlosmlopes@isa.ult.pt

³ Agri-Ciência, Consultores de Engenharia Lda., lqueirozemelo@agriciencia.com

Resumo

Neste trabalho explora-se o potencial das mais recentes inovações tecnológicas disponíveis no mercado para construir a **i-Farm**, a exploração agrícola inteligente da sociedade da informação e do conhecimento, aplicada à viticultura. A **i-Farm**, projecto financiado pelo Programa DEMTEC da Agência de Inovação, aplica ao nível da exploração agrícola, o potencial da utilização integrada de soluções móveis, redes de sensores, comunicações sem fios e imagens aéreas materializado num sistema de informação geo-referenciado que apoia, no campo ou no escritório, a tomada de decisão do empresário agrícola em tempo real.

A **i-Farm** é suportada por um sistema de informação integrando de forma modular múltiplas funcionalidades, tais como sensores ambientais, fito-sensores, câmaras de vídeo e fotográficas, assistentes pessoais digitais, etc., acessíveis num ponto de acesso único na Web. A lógica modular que a **i-Farm** adopta permite assegurar a possibilidade de, a prazo, agregar ao sistema de informação sistemas de apoio à decisão de natureza diversa, como sejam ferramentas de apoio à gestão da rega, previsão de ocorrência de problemas com pragas e doenças, cálculo de necessidades de nutrientes, previsão de colheita, etc. Este sistema consegue “falar” com os restantes sistemas de informação sectoriais existentes na exploração, com sejam a gestão de stocks, facturação, contabilidade, recursos humanos, etc. Por último, sendo suportado pelas tecnologias Internet, assegura a possibilidade de recolher, armazenar e disponibilizar informação com origem no ambiente externo da exploração, incluindo informação de mercado, legal, administrativa, etc.

O acesso à informação é efectuado numa interface amigável, sempre em ambiente Web, para duas plataformas distintas - computadores de secretária / portáteis e assistentes pessoais digitais com ligação à Internet, com ou sem fios. No caso dos assistentes pessoais digitais, o acesso à Internet sem fios permitirá o acesso através da própria rede local sem fios da **i-Farm** na exploração oferecendo, assim, a possibilidade do próprio técnico / empresário aceder ao sistema quando está a realizar a sua visita ao terreno.

Palavras-chave: viticultura de precisão, fito-sensores, sistema de gestão da informação.

1. INTRODUÇÃO

A evolução a que temos assistido no campo das tecnologias de informação e comunicação, em particular na área da computação móvel e da monitorização remota, materializada pela disponibilização no mercado de capacidades computacionais crescentes em dispositivos cada vez mais pequenos possuindo funcionalidades de monitorização, comunicação sem fios, fonte de energia integrada e capacidades de actuação, vem colocar um desafio extremamente interessante à economia em geral e ao sector agrícola em particular (Wang et al., 2006, Hart and Martinez, 2006).

Esta realidade coloca o conhecimento agronómico no centro das atenções, uma vez que estas tecnologias não fazem mais do que ampliar as nossas capacidades de recolha e armazenamento de dados (Pokorny', 2006), lançando um desafio aos técnicos e empresários do sector para desenvolverem formas de converter esses dados em informação e de utilizá-los nos processos de tomada de decisão do quotidiano da exploração agrícola. Neste contexto a aplicação de sensores variados para avaliar as condições fisiológicas das plantas está a tornar-se uma prática comum na agricultura (Gurovich and Saggé, 2005).

Neste trabalho iremos explorar o potencial das mais recentes inovações tecnológicas disponíveis no mercado para construir a **i-Farm**, a exploração agrícola inteligente da sociedade da informação e do conhecimento. A **i-Farm**, projecto actualmente em curso financiado pelo Programa DEMTEC da Agência de Inovação, será apresentada tendo como enquadramento a sua aplicação numa actividade considerada estratégica no âmbito do Plano Estratégico Nacional para o Desenvolvimento Rural Português (GPAA, 2007), mais concretamente a viticultura, numa lógica de aumento da competitividade do sector agrícola, conforme previsto no Eixo 1 da referida estratégia, neste caso aplicado a uma vinha no Alentejo.

A viticultura, mais concretamente a viticultura de precisão, tem vindo a receber uma atenção crescente da comunidade científica e empresarial na medida em que é efectivamente uma actividade capital intensivo em que a realização de investimentos em tecnologias de informação e comunicação podem ser justificados numa análise custo/benefício rigorosa. É hoje possível encontrar na literatura científica e nas empresas de prestação de serviços especializados exemplos concretos da aplicação das mais recentes tecnologias de monitorização remota sem fios na vinha (Camilli et al., 2007, Morais et al., 2008, Neto et al. 2007).

2. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA AGRICULTURA

Num ambiente em permanente mudança e competitividade crescente, enquadrada por questões de sustentabilidade económica, social e ambiental, a agricultura tem vindo a assistir a uma evolução acelerada das tecnologias disponíveis para a sua prática. Neste contexto, uma das forças que tem vindo a fazer-se sentir com maior acuidade na sociedade em geral e no sector agrícola em particular, é sem dúvida, a revolução da informação e do conhecimento.

Um dos principais vectores desta evolução, também sentida no sector agrícola, consiste na disponibilização no mercado, de forma ininterrupta, de soluções com elevada incorporação de tecnologias de informação e comunicação que promovem a recolha e disponibilização em tempo real dos mais diversos tipos de dados ao nível da exploração agrícola, devidamente georeferenciados. Entre os exemplos que se podem já hoje considerar triviais podemos destacar a informação meteorológica, edáfica, de produtividade, de utilização de factores de produção, etc., estando neste momento a surgir no mercado os chamados fito-sensores que

promovem a recolha automatizada de informação sobre a própria planta (Phytech, 2007). Paralelamente, e com elevado potencial de aplicação no mundo rural, temos observado uma evolução notória nos sistemas de comunicação de dados sem fios, desde o Blue-tooth, passando pelo Wi-Fi, até chegar à WiMax e às mesh networks, oferecendo actualmente soluções que permitem a cobertura de grandes áreas com custos aceitáveis (Intel, 2007.; FarmNetworks, 2007; WiMax Forum, 2007).

Esta evolução tem vindo a ser enquadrada no que se denomina de agricultura de precisão. Este modelo de agricultura adopta tecnologias de informação e comunicação tão distintas como: Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sistemas de Posicionamento Global (GPS), Detecção Remota, Tecnologias de Débito Variável (VRT), Sensores diversos, Telecomunicações, Sistemas de apoio à decisão, etc.

A Agricultura de Precisão aparece, geralmente, com dois objectivos genéricos: o aumento do rendimento dos agricultores; e a redução do impacte ambiental resultante da actividade agrícola. O primeiro destes objectivos pode, por sua vez, ser alcançado por duas vias distintas mas complementares: a redução dos custos de produção; e o aumento da produtividade (e, por vezes, também da qualidade) das culturas. O cumprimento do segundo daqueles objectivos está relacionado com o rigor do controlo da aplicação dos factores de produção (sobretudo, produtos químicos, atendendo às externalidades ambientais negativas que lhes estão normalmente associadas), que deverá ser feita, tanto quanto possível, na justa medida das necessidades das plantas (Coelho et al., 2004).

Após um primeiro momento em que assistimos à adopção da agricultura de precisão nas culturas arvenses e da zootécnia de precisão nas explorações leiteiras, acreditamos que estamos a observar uma mudança em que esta lógica de agricultura será adoptada na generalidade das actividades agrícolas e que as decisões de utilização de factores de produção serão efectuadas a uma escala de pormenor muito mais fina, possibilitando uma maior eficiência na sua utilização.

Paralelamente, assistimos hoje à colocação no mercado de inúmeras tecnologias que suportam este modelo de produção e que têm vindo a colocar uma pressão crescente nos actores que se movem neste sector, incluindo não só os empresários agrícolas, mas também os técnicos que lhes dão apoio.

Neste contexto, acreditamos que num futuro não muito distante, toda a agricultura praticada será de precisão, isto é, todas as decisões tomadas e acções praticadas serão realizadas num contexto informação intensivo e, como tal, todos os agentes do sector terão de desenvolver capacidades para, recorrendo aos mais recentes desenvolvimentos disponibilizados pelas tecnologias de informação e comunicação, poderem ser competitivos tirando partido da prática desta forma de agricultura.

Do nosso ponto de vista, a grande questão que se coloca nos dias de hoje é se existe a capacidade e o conhecimento agronómico para, com base na imensa quantidade de dados susceptíveis de serem recolhidos em tempo real, desenvolver ferramentas capazes de os transformar em informação. Neste novo ambiente o factor crítico de sucesso residirá na capacidade de, suportado por repositórios de dados das mais diversas origens, natureza e formato, fornecer aqueles que, no momento oportuno e no formato adequado, serão informação e, na interacção com o empresário, se transformam em conhecimento e o apoiam nos seus processos de tomada de decisão.

Neste trabalho iremos apresentar a nossa visão deste futuro, que julgamos não muito distante, materializado no conceito **i-Farm** (exploração agrícola inteligente) que propomos e que está a ser colocado em funcionamento numa exploração vitivinícola da região do Alentejo

(Herdade de São Miguel em São Miguel de Machede, Évora), fileira esta que, nas análises prospectivas de viabilidade técnica e económica num contexto de competitividade global, tem sido apontada como um dos *clusters* a explorar pela agricultura portuguesa.

3. i-FARM

A **i-Farm** (exploração vitícola inteligente) aplica, ao nível da exploração agrícola, o potencial da utilização integrada de soluções móveis, redes de sensores, comunicações sem fios e imagens aéreas materializado num sistema de informação referenciada que apoia, no campo ou no escritório, a tomada de decisão do empresário agrícola em tempo real, suportado por um repositório único de conhecimento integrando variáveis culturais, ambientais, sanitárias, económicas, etc.

A **i-Farm** assenta num sistema de informação e de apoio à tomada de decisão para a viticultura que se materializa numa solução integrada ao nível da exploração. Esta solução utiliza software e hardware inovador para recolher e analisar dados de múltiplas proveniências integrados dinamicamente e em tempo real, tirando partido de sensores de última geração, captura de imagens e comunicações sem fios, combinados com assistentes pessoais digitais e serviços Web.

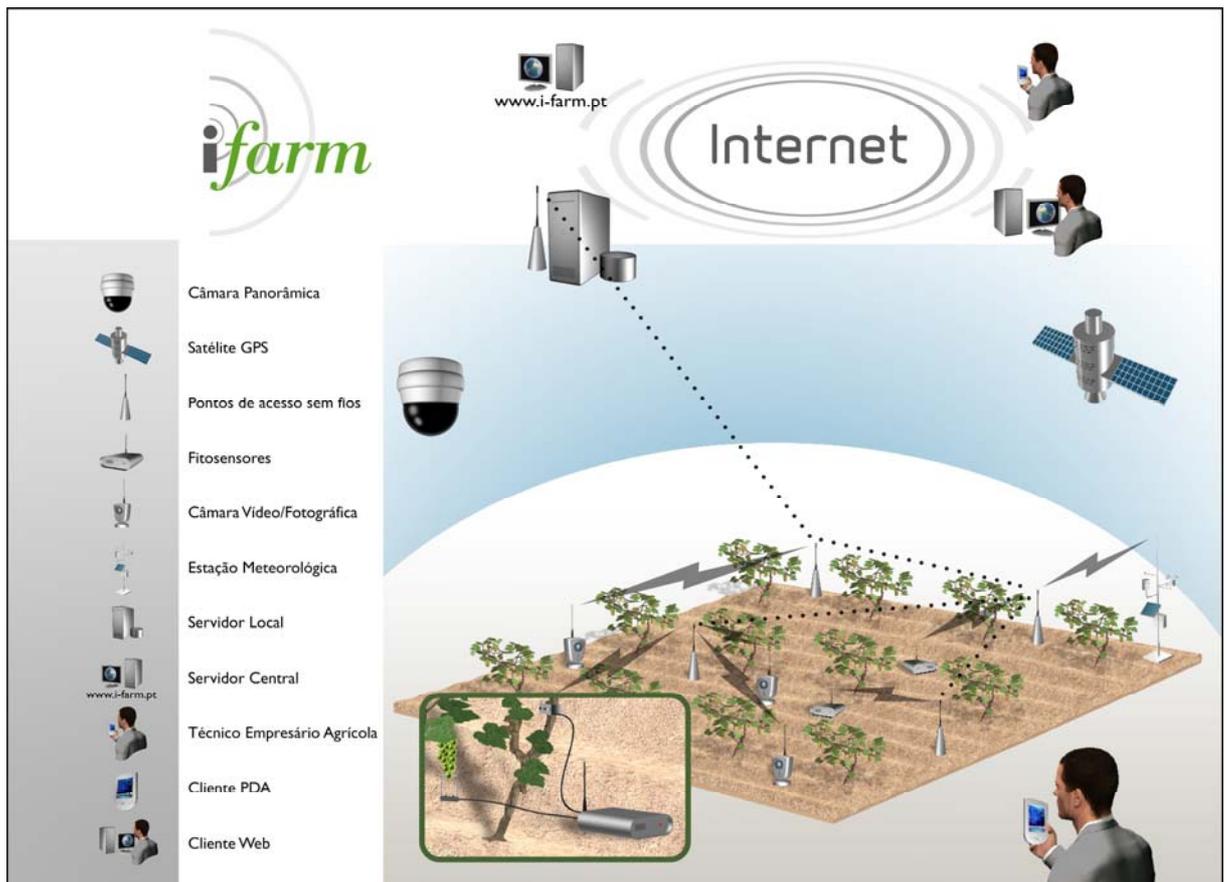


Figura 1. Arquitectura da i-Farm

A **i-Farm** (Fig. 1) é suportada por um sistema de informação integrando de forma modular múltiplas funcionalidades, acessíveis num ponto de acesso único na Web, como sejam:

- Sensores de monitorização sem fios possibilitando a recolha de dados, nomeadamente:
 - ✓ informação de contexto/ambiental (edáfica e climática) – temperatura do ar, temperatura à superfície do solo, humidade relativa do ar, humidade do solo, radiação solar, velocidade do vento, precipitação, etc.
 - ✓ informação da planta (fito-sensores) - humectação, fluxo de seiva, variação do diâmetro do tronco, temperatura da folha, dimensão do fruto, etc.
- Câmaras de vídeo/fotográficas sem fios para recolha de imagens e visitas virtuais à exploração;
- Assistentes pessoais digitais, integrando capacidades de comunicação/acesso à Internet, para recolha de informação de campo e acesso directo, a partir do campo, ao repositório de conhecimento.
- Cobertura sem fios da exploração para suportar a recolha e transmissão em tempo real dos dados que estão a ser monitorizados e o acesso à Intranet e Internet a partir do campo;

3.1 Business Intelligence

Na materialização do conceito **i-Farm** iremos adoptar uma abordagem de Business Intelligence (BI). A BI é um termo abrangente que inclui ferramentas, arquitecturas, bases de dados, data warehouses, gestão de performance, metodologias, etc. integrados num sistema de informação unificado, cujo objectivo é disponibilizar aos gestores e técnicos de uma organização uma forma rápida e simples de aceder interactivamente a todos os dados da empresa, em tempo real, bem como facultar a possibilidade de efectuar operações de manipulação e análise sobre os mesmos (Turban, 2007).

Através da análise de dados históricos e actuais, bem como de métricas e indicadores de desempenho construídos a partir dos mesmos, os decisores obtêm um conhecimento que os apoia na tomada de melhores e mais bem fundamentadas decisões. Entre as capacidades tradicionalmente disponibilizadas pelas soluções de BI podemos referir: *reporting* e *querying*, análises complexas, *data mining*, previsão, etc.

As soluções de Business Intelligence em ambiente empresarial têm normalmente cinco componentes principais: as *fontes de dados* dos sistemas operacionais da empresa e, eventualidade, fontes externas de informação; uma *data warehouse* (DW) com as suas fontes de dados; um componente de *business analytics*, consistindo numa colecção de processos e ferramentas para manipular e analisar os dados existentes na *data warehouse*, podendo incluir funcionalidades de *OnLine Analytical Processing* (OLAP), *data mining*, *business performance management* (BPM) para monitorização e análise do desempenho; e um *interface para o utilizador*, como por exemplo um *digital dashboard* (painel de bordo).

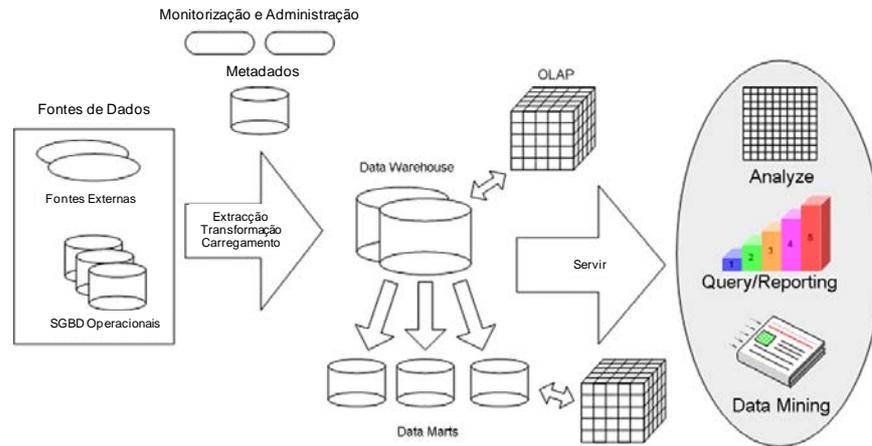


Figura 2. Arquitectura de alto-nível (Nilakanta et al., 2007)

A arquitectura de alto-nível de uma solução de BI pode ser observada na Figura 2, conforme se detalha de seguida:

Fontes de Dados – conjunto de repositórios de dados dispersos pela organização, normalmente associados aos sistemas de informação operacionais, a que se podem juntar fontes de dados externas à organização, como por exemplo informação de mercado.

Data warehouse – os dados originários das várias fontes fluem para uma Data Warehouse (DW) que é uma base de dados especial ou um repositório de dados que foi preparado para suportar aplicações de tomada de decisão desde simples operações de reporting e querying até optimizações complexas. Uma DW é uma colecção de dados orientados por assuntos, integrados, variando ao longo do tempo e não voláteis utilizados para a tomada de decisões. As DW são construídas com base, essencialmente, em metodologias de metadados e ETL (Extraction, Transformation and Loading). Podem ainda existir data marts que são repositórios de um assunto ou de um departamento em particular.

Business analytics – consiste na componente da BI que oferece aos utilizadores a possibilidade de criarem, a pedido e de forma interactiva, relatórios e consultas, bem como realizarem análises de dados, conhecida inicialmente como *Online Analytic Processing* (OLAP) podendo ainda incluir uma vertente de *data mining* enquanto componente de descoberta de novo conhecimento e de previsão.

Interface para o utilizador – incluímos nesta área os *digital dashboards* e as ferramentas de transmissão da informação que permitem fazer chegar aos utilizadores uma visão integrada e compreensível das medidas de desempenho da empresa, os *Key Performance Indicators* (KPI), tendências e excepções, integrando informação de múltiplas áreas de negócio. Os *dashboards* disponibilizam uma visualização graficamente intuitiva do desempenho da organização semelhante ao painel de bordo de um automóvel. O segredo do sucesso no desenho de qualquer *dashboard digital* consiste na captura das métricas e dos indicadores de desempenho que quando comparados com o desempenho actual e combinados sob a forma de gráficos traduzem a saúde do negócio em tempo real.

3.2 Business Intelligence na I-Farm

No caso concreto da **i-Farm**, enquanto sistema integrado de apoio à decisão ao nível da exploração vitícola na unidade de demonstração montada na Herdade da Pimenta (São Miguel de Machede, Évora), foram instaladas três ilhas de monitorização sem fios em três castas distintas, conforme ilustrado pela imagem abaixo.



Figura 4. Localização das “Ilhas” da **i-Farm**

Numa abordagem de BI, o sistema proposto pela **i-Farm** e materializado na Herdade da Pimenta, traduz-se no modelo esquematizado na Figura 4 que se detalha de seguida.

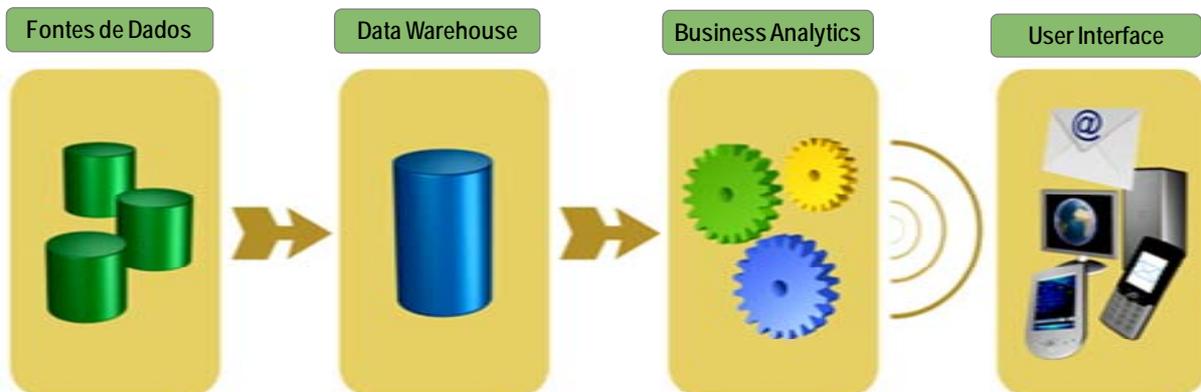


Figura 4. Arquitectura de alto-nível de BI da **i-Farm**

Fontes de dados – recolha de dados efectuada de forma automática e contínua com diversas origens que podemos agrupar da seguinte forma:

- informação de contexto – proveniente dos sensores ambientais instalados na estação meteorológica automática;
- informação fito-sensores – proveniente da rede sem fios de fito-sensores;
- informação operacional – proveniente dos sistemas de informação operacionais da exploração e sempre que o técnico / empresário visita o campo com recurso a cadernos de campos disponibilizados no PDA;
- informação visual – proveniente de câmaras de vídeo/fotográficas.



Figura 5. *Imagens de alguns dos equipamentos instalados na i-Farm*

Data warehouse – todos os dados recolhidos são integrados num único repositório de conhecimento que oferece a possibilidade de armazenar e processar informação alfa-numérica, espacial (geo-referenciada) e imagens/vídeos. Este repositório tem implementado um conjunto de procedimentos de validação interna que são executados de forma automática e contínua, visando garantir a fiabilidade e integridade da informação recolhida.

Business Analytics – nesta camada do processo de BI têm lugar um conjunto de procedimentos de análise envolvendo de funcionalidades que consistem no que se denomina normalmente de *querying*, *reporting* e *OnLine Analytical Processing (OLAP)*. Futuramente contamos explorar as potencialidades das técnicas de Data Mining aplicadas sobre o repositório de dados que foi possível construir, tendo em vista efectuar algumas análises numa lógica de descoberta de novo conhecimento e de previsão.

User Interface – o ponto crítico da i-Farm será, sem dúvida, a interface que os seus “clientes”, os técnicos / empresários agrícolas, terão de utilizar para aceder ao repositório de conhecimento criado. Assim, será disponibilizada a possibilidade de consultar e manipular em tempo real a informação que está ser recolhida num determinado momento, bem como visualizar sob diversas formas (gráficos, tabelas, SIG, fotografias, vídeos, etc.) o repositório de dados históricos e as tendências de evolução quando tal se justifique.

Esta camada suporta dois tipos distintos de abordagem na forma de entrega da informação. Por um lado, numa lógica “*push*” suporta o envio por SMS ou e-mail de alertas para qualquer situação fora do que o sistema considere como normal. Por outro lado, numa lógica “*pull*” o acesso à informação pode ser efectuada num interface amigável sempre em ambiente Web, para duas plataformas distintas - computadores de secretária / portáteis e assistentes pessoais digitais com ligação à Internet, com ou sem fios.

O objectivo desta interface Web consiste em disponibilizar um conjunto de indicadores chave de desempenho (KPIs – Key Performance Indicators) num *digital dashboard* onde num relance é possível ter uma visão global e unificado do “estado” do objecto de análise. Estes KPIs, para além de permitirem sob a forma gráfica ter uma visão instantânea e de fácil leitura da “saúde” da empresa, são idealmente apresentados de forma contextualizada, isto é, em

associação com indicação do que é um mau/médio/bom valor para a métrica em questão, bem como suportando a possibilidade de efectuar operações de *drill-down* para explorar com mais detalhe a composição do indicador em questão ou aumentar a granularidade temporal da análise, isto é, desagregar o valor mensal em valores diários.



Figura 7. Maqueta do Digital Dashboard da i-Farm

No caso dos assistentes pessoais digitais, o acesso à Internet sem fios na exploração permitirá aceder a partir do campo ao sistema de informação da **i-Farm** na exploração oferecendo, assim, a possibilidade do próprio técnico / empresário aceder ao sistema quando está a realizar a sua visita ao terreno.

4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Neste momento a unidade de demonstração da **i-Farm**, incluindo toda a infra-estrutura tecnológica, encontra-se instalada na Herdade da Pimenta em São Miguel de Machede, Évora, tendo sido iniciado o arranque da componente de monitorização automática permanente nas vertentes ambiental, edáfica e planta, tendo como objectivo alimentar o carregamento da *data warehouse* de suporte ao sistema de informação.

A interface (*digital dashboard*) está neste momento em fase de testes, sendo visível na Figura 7 uma maqueta da mesma na sua versão para browsers Web em computadores de secretária, sendo previsível que a versão para PDA sofra algumas simplificações decorrentes das próprias características específicas dos equipamentos propriamente ditos.

Uma vertente que será alvo de especial atenção após termos recolhido dados em quantidade suficiente após o arranque do módulo de *business analytics*, será a exploração das

possibilidades oferecidas pelas técnicas de *data mining* na criação de novo conhecimento com base na *data warehouse* construída.

O *data mining* é um processo orientado para a descoberta de conhecimento com base em padrões e hipóteses automaticamente extraídos dos dados, ao contrário dos métodos de inferência estatística em que as hipóteses são formuladas e validadas pelos dados, isto é, o *data mining* é orientado pelos dados, enquanto que a estatística é orientada pelo Homem (Teixeira e Santos, 2006).

Podemos ainda referir que a lógica modular que a **i-Farm** adopta permitirá assegurar, numa segunda fase, a agregação ao sistema de informação de sistemas de apoio à decisão de natureza diversa, como seja ferramentas de apoio à gestão da rega, previsão de ocorrência de problemas com pragas e doenças, cálculo de necessidades de nutrientes, previsão de colheita, etc.

Um outro aspecto que julgamos bastante importante, consiste no cuidado de garantir que este sistema consegue “falar” com os restantes sistemas de informação sectoriais existentes na exploração, com sejam a gestão da produção, stocks, facturação, contabilidade, recursos humanos, etc.

Mais, sendo suportado pelas tecnologias Internet, será possível assegurar a possibilidade de recolher, armazenar e disponibilizar informação com origem no ambiente externo da exploração, incluindo informação de mercado, legal, administrativa, etc., numa arquitectura orientada para serviços (SOA).

Por último, em resultado do processamento e análise dos dados recolhidos, o sistema poderá vir a oferecer funcionalidades de controlo remoto / actuação sobre determinados aspectos da gestão das culturas envolvidas, como por exemplo a gestão da rega ou a intervenção localizada de determinada operação fitossanitária.

5. CONCLUSÃO

Os conhecimentos adquiridos até ao momento com a realização deste projecto de demonstração da utilização das mais recentes tecnologias de informação e comunicação ao serviço da agricultura, neste caso concreto da viticultura, permite-nos concluir que a aposta na utilização de soluções tecnologicamente avançadas numa abordagem de *Business Intelligence* no sector agrícola numa actividade capital intensivo como é o caso da vinha, reúne todas as condições para ter sucesso.

Mais, julgamos que é possível encarar com optimismo o seu potencial de adopção e utilização de forma alargada, não só nesta cultura, mas também noutras fileiras estratégicas como sejam a olivicultura, horto-fruticultura, etc.

Neste momento o grande desafio consiste em desenvolver os processos no campo da *business analytics* de forma a criar valor acrescentado sobre o conteúdo da *data warehouse* construída e torná-lo disponível de forma amigável e interactiva sob a forma de um *digital dashboard* aos seus utilizadores finais.

Uma palavra final para a infra-estrutura tecnológica envolvida. No decurso do projecto foi notória a sensibilidade dos equipamentos utilizados e a dificuldade em garantir um funcionamento dos mesmos ao longo do tempo sem interrupções.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- E. R. Turban, R. Sharda, J. Aronson, D. King D., 2007, *Business Intelligence*. Prentice Hall, New Jersey.
- Fórum WiMax: <http://www.wimaxforum.org> (última visita: 15 Junho 2007).
- INTEL - Redes sem fios na agricultura: http://www.intel.com/research/exploratory/wireless_sensors.htm#agri (última visita: 15 Junho 2007).
- J. C. Coelho, L. M. Silva, M. Tristany, M. C. Neto e P. A. Pinto, 2004, *Agricultura de Precisão*, Prefácio, Lisboa.
- J. K. Hart, K. Martinez, (2006), *Environmental Sensor Networks: A revolution in the earth system science?*, *Earth-Science Reviews*, **Vol.** 78, 177-191.
- J. Pokorny', 2006, *Database architectures: Current trends and their relationships to environmental data management*, *Environmental Modelling & Software*, **Vol.** 21, 1579-1586.
- N. Wang et al., 2006, *Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective*, *Computers and Electronics in Agriculture*, **Vol.** 50, 1–14.
- NASA - Uninhabited Aerial Vehicle (UAV)s na agricultura: <http://www.nasa.gov/centers/ames/research/factsheets/FS-020901ARC.html> (última visita: 15 Junho 2007).
- Phytech, <http://www.phytech.com> (última visita: 15 Junho 2007).
- Plano Estratégico Nacional para o Desenvolvimento Rural: <http://www.gppaa.pt/drural2007-2013> (última visita: 15 Junho 2007).
- C. J. S. Teixeira, M. F. Santos, 2006, *Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados como Suporte a Actividades de Business Intelligence: aplicação na ara da distribuição de água*, *Actas da 1ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 21 a 23 de Junho, Esposende, Portugal.
- L. A. Gurovich, O. Saggé, 2005, *Fine Tuning Irrigation Scheduling with Phytomonitoring Technology in Chile*, *Proceedings of 2005 EFITA/WCCA Joint Congress on IT in Agriculture*, 25-28 July, Vila Real, Portugal.
- Farm Networks*, <http://www.farmnetworks.org> (última visita: 15 Junho 2007).
- S. Nilakanta et al., 2008, *Dimensional issues in agricultural data warehouse designs*, *Computers and Electronics in Agriculture*, **Vol.** 60, 263–278.
- R. Morais et al., 2008, *A ZigBee multi-powered wireless acquisition device for remote sensing applications in precision viticulture*, *Computers and Electronics in Agriculture*, **Vol.** 62, 94–106.
- A. Camilli et al., 2007, *From wireless sensors to field mapping: anatomy of an application for precision agriculture*, *Computers and Electronics in Agriculture*, **Vol.** 58, 25–36.