

## **BUSINESS INTELLIGENCE NA GESTÃO DE FERRAMENTAS UTILIZADAS PELAS MÁQUINAS DE CORTE E CNC DA INDÚSTRIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS**

### ***BUSINESS INTELLIGENCE IN THE TOOL MANAGEMENT USED BY THE CUT AND CNC MACHINES OF THE ORNAMENTAL ROCKS INDUSTRY***

**Domingos Martinho<sup>1</sup>; Marco Tereso<sup>1</sup>; Pedro Sobreiro<sup>2</sup>; António Pratas<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>ISLA-Santarém; <sup>2</sup>IP Santarém e ISLA Santarém*

*[domingos.martinho@islasantarem.pt](mailto:domingos.martinho@islasantarem.pt); [marco.tereso@islasantarem.pt](mailto:marco.tereso@islasantarem.pt);*

*[sobreiro@esdrm.ipsantarem.pt](mailto:sobreiro@esdrm.ipsantarem.pt); [antonio.pratas@islasantarem.pt](mailto:antonio.pratas@islasantarem.pt)*

#### **Resumo**

Na indústria das rochas ornamentais a melhoria dos processos produtivos constitui um desafio constante para os gestores que procuram soluções que melhorem a competitividade das empresas. A gestão das ferramentas das máquinas de corte e comando de corte computadorizado constitui uma das áreas em que essa melhoria nos processos de gestão pode ter um efeito positivo na competitividade e produtividade das empresas. Com essa finalidade desenvolveu-se um modelo baseado em metodologias de *business intelligence* visando sistematizar e automatizar o processo de gestão.

O modelo proposto é constituído pelas seguintes camadas: aquisição de dados, processos de extração, transformação e carga, armazenamento, acesso e análise. A camada de aquisição consiste na interface com os dados disponíveis em vários formatos. O processo extração, transformação e carga visa extrair os dados desses repositórios e carrega-los num *data warehouse*. Enquanto a fase de acesso e análise baseia-se na utilização de ferramentas de software com interface gráfica com o utilizador com recursos avançados de relatórios de análise. A infraestrutura tecnológica é suportada pelo pacote de software *open source* Tibco JasperSoft Community Edition, o qual disponibiliza as ferramentas para a concretização prática do modelo definido. Com este trabalho espera-se implementar o modelo de *business intelligence* definido dando assim resposta aos problemas identificados fornecendo informação para a tomada de decisão que corresponda às necessidades dos gestores.

*Palavras-chave: business intelligence, data warehouse, data mining.*

#### **Abstract**

In the ornamental stone industry, improving production processes is a constant challenge for managers looking for solutions that improve the competitiveness of the companies. The management of cutting and computerized cut command machine tools is one of the areas where this improvement in management processes can have a positive effect on the competitiveness and productivity of companies. With this purpose, a model based on business intelligence methodologies was developed to systematize and automate the management process.

The proposed model consists of the following layers: acquisition, extract, transform and load, storage and access and analysis. The acquisition layer consists of the interface with data available in various formats. The extract, transform and load process aims to extract data from these repositories and load them into a data warehouse. While the access and analysis phase is based on the use of software tools with graphical user interface with advanced analysis reporting features.

The technology infrastructure is supported by the open source Tibco JasperSoft Community Edition software package, which provides tools for the practical implementation of the defined model. With this work, it is hoped to implement the defined business intelligence model thus giving answers to the problems identified by providing information for the decision-making that corresponds to the needs of the managers.

*Keywords: business intelligence, data warehouse, data mining.*

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria das rochas ornamentais (extração e transformação) é uma das mais antigas atividades económicas nacionais. A extensa variedade de pedra natural proporciona-lhe uma posição de destaque no cenário mundial e um forte contributo para a criação de riqueza e sustentabilidade do setor (ESResearch, 2014). Os avanços tecnológicos e a competitividade dos mercados têm crescido de forma acelerada fazendo com que as empresas procurem novas estratégias para melhorar os seus processos produtivos e dessa forma serem mais competitivas. Acresce ainda que esta atividade representa um grande volume de exportação, necessitando assim de se modernizar de forma a competir no mercado internacional (ESResearch, 2014). De entre essas possibilidades de melhoria encontram-se a redução das perdas nos processos produtivos devido às dificuldades na gestão de stocks de ferramentas utilizadas pelas máquinas de corte e comando de corte computadorizado (CNC). Essa gestão é influenciada pela previsão de produção bem como pelo estudo dos custos/consumos relativos às ferramentas utilizadas tendo em conta a sua dimensão e custos associados. O registo sistemático do desgaste dessas ferramentas constitui um fator essencial para a gestão de stocks permitindo reduzir os custos de produção, impedindo que ocorram roturas de stock e contribuindo para que se mantenha o fluxo contínuo da produção.

Apesar da importância de que se reveste na gestão do processo produtivo, a análise sistemática do desgaste das ferramentas de corte e CNC na indústria das rochas ornamentais não se encontra entre as prioridades da maioria das empresas do setor que, quando muito, utilizam sistemas de registo manual com todas as limitações e constrangimentos daí resultantes.

Uma das estratégias para resolver este problema consiste na aplicação de metodologias baseadas em *business intelligence* (BI) de modo a sistematizar e automatizar todo o processo.

O BI surgiu como um conceito para analisar dados recolhidos através de formas e plataformas diversas com o objetivo de ajudar os responsáveis pela tomada de decisão a obter um melhor e mais abrangente conhecimento das operações de uma organização e, assim, tomar decisões melhores e mais rápidas (Khan & Quadri, 2012). Os processos de BI referem-se às tecnologias, sistemas, práticas e aplicativos que analisam os dados críticos para ajudar uma empresa a entender melhor o negócio e deste modo apoiar a tomada de decisão (Obeidat, North, Richardson, & Rattanak, 2015).

Embora o BI seja adotado pelas organizações de acordo as suas necessidades é consensual que se preocupa com a agregação, análise e visualização de dados

(Turban, Sharda, & Delen, 2018). De acordo com esta abordagem, o BI integra várias ferramentas tecnológicas, produzindo relatórios e previsões, com a finalidade de melhorar a eficiência da tomada de decisão, nomeadamente:

- *Data Warehouse* e *Data Marts*;
- Extração, Transformação e Carga de dados (ETL);
- Descoberta de conhecimento, aplicando *Data Mining*;
- Visualização de dados.

### **1.1 Data Warehouse e Data Mart**

*Data warehouse* consiste numa cópia de dados de transações especificamente estruturada para consulta e análise orientada a informações, análises e suporte a decisões, ou orientada para processamento de transações (Kimball & Ross, 2011).

Chaudhuri e Dayal (1997) definem o *data warehouse* como uma coleção de informações corporativas derivadas diretamente das bases de dados operacionais e de algumas fontes de dados externas. Inmon, que cunhou o termo “*data warehouse*” em 1990, argumenta que um *data warehouse* é uma coleção de dados não volátil, orientada ao assunto, integrada, variável ao longo do tempo e usada principalmente na tomada de decisões organizacionais (Inmon, Strauss, & Neushloss, 2010).

As *data marts* são bases de dados de pequeno porte, normalmente criados por departamentos ou divisões individuais para facilitar as suas próprias atividades de suporte à decisão (Khan & Quadri, 2012) sendo a sua dimensão a maior diferença em relação ao *data warehouse*. Por exemplo, um *data mart* pode ser criado para produtos ou funções específicas, como gestão de clientes, marketing, finanças etc. Um dos objetivos para a criação de um *data mart* pode consistir em obter um protótipo o mais rápido possível sem esperar por um *data warehouse* corporativo, porque é mais fácil de desenvolver (Malhotra, 2015).

### **1.2 Extração, Transformação e Carga (ETL)**

Os dados antes de serem carregados da base de dados operacional e das fontes externas para o *data warehouse* ou *data mart*, passam por um processo de *Extract, Transform, Load*) (Vassiliadis, Simitsis, Georgantas, Terrovitis, & Skiadopoulos, 2005; El-Sappagh & Hendawi, 2013) cujas fases consistem na extração, transformação e carga.

A figura 1 descreve de forma geral o processo de ETL. A camada inferior representa o armazenamento dos dados que são utilizados em todo o processo. A camada superior representa as diferentes fases do processo ETL.

A fase de extração (*Extract*) inicia-se com a aquisição de dados provenientes de várias fontes, nomeadamente das bases de dados operacionais e de ficheiros com formatos heterogéneos (texto, xls, xml, etc.). Os dados nesta fase são obtidos através de rotinas de extração que fornecem informação, igual ou modificada, relativamente à fonte de dados original (Vassiliadis et al., 2005). Esses dados são sujeitos a um processo de limpeza e validação com a finalidade de corrigir valores inconsistentes, ausentes ou inválidos.

Na transformação (*Transform*) os dados são normalmente propagados para a *Data Staging Area* (DSA) que integra dados em formatos padrão e aplica regras de negócios que mapeiam os dados para o esquema definido para o *data warehouse*. Na última fase do processo é realizado o carregamento (*Load*) os dados limpos no *data warehouse* ou *data mart*.

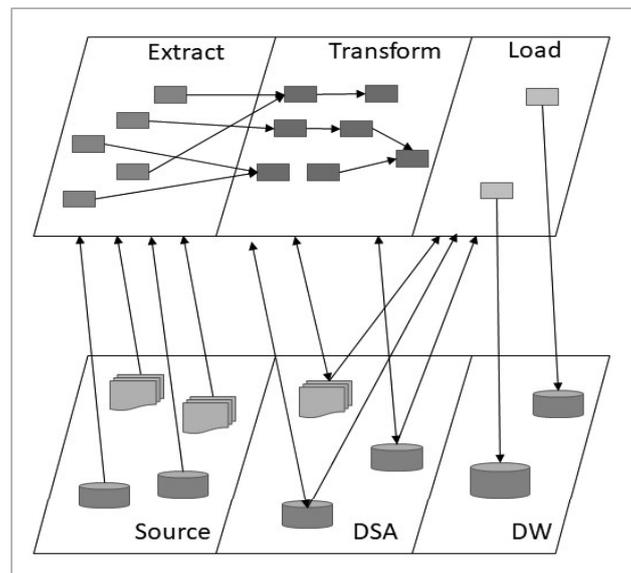


Figura 1. Processo ETL (adaptado de Vassiliadis et al., 2005)

Segundo alguns autores a conceção de um processo ETL incide sobre o mapeamento dos atributos dos dados de uma ou várias fontes para os atributos das tabelas do *data warehouse* ou *data mart* (Vassiliadis et al., 2005).

### 1.3 Descoberta de conhecimento

As técnicas de descoberta de conhecimento mais conhecidas são o OLAP (*Online Analytical Processing*) e as técnicas de *data mining* (Turban, Sharda, & Delen, 2018).

O OLAP fornece aos utilizadores os meios para explorar e analisar grandes quantidades de dados, envolvendo cálculos complexos, seus relacionamentos e resultados apresentados visualmente em diferentes perspetivas. As ferramentas OLAP são uma combinação de procedimentos de processamento analítico e interface gráfica com o utilizador (Chaudhuri, Dayal, & Narasayya, 2011).

As técnicas de *data mining* consistem na extração não trivial de informações implícitas, previamente desconhecidas e potencialmente úteis dos dados, englobando várias abordagens técnicas diferentes, como *clustering*, sumarização de dados, regras de classificação de aprendizagem, localização de redes de dependência, análise de alterações e deteção de anomalias (Han, Pei, & Kamber, 2011; Padhy, Mishra, & Panigrahi, 2012). Esta técnica preocupa-se basicamente com a análise de dados e o uso de técnicas para encontrar padrões e regularidades (Roiger, 2017). A ideia subjacente a esta técnica é que é possível encontrar ouro em lugares inesperados, já que o software de *data mining* extrai padrões não discerníveis anteriormente ou tão óbvios que ninguém reparou neles (Collier, Carey, Grusy, Marjaniemi, & Sautter, 1998).

#### **1.4 Visualização de dados**

A visualização dos dados consiste na utilização de ferramentas e técnicas de acesso que fornecem ao utilizador empresarial acesso direto, interativo ou em lote aos dados, ocultando a complexidade técnica da recuperação de dados (Keim, 2002). A interface fornece uma apresentação de informações intuitiva e suficientemente amigável para ser usada por uma pessoa não técnica. Este objetivo é atingido através da utilização de ferramentas de BI, ou seja, de um conjunto de ferramentas de software que apresentam uma interface gráfica do utilizador (GUI) com recursos avançados de relatórios e análise (Han, Pei, & Kamber, 2011).

## **2. METODOLOGIA**

Pretende-se construir um sistema baseada em tecnologias de BI que possibilite a análise dos dados relacionados com o consumo das ferramentas utilizadas pelas máquinas de corte e CNC numa das mais relevantes empresas que se dedica à transformação de rochas ornamentais no centro de Portugal, com o objetivo de apoiar os gestores nas decisões relacionadas com a gestão de stocks, possibilitando que essas decisões sejam tomadas de forma mais rápida e fundamentada (Khan & Quadri, 2012).

Adotou-se uma metodologia ágil para desenvolver a estrutura de BI inspirada nos modelos ágeis de desenvolvimento de software (Martin, 2002; Wilson & Edgar, 2015). Na figura 2, apresenta-se esquematicamente a metodologia proposta composta por seis fases: a primeira focada na recolha dos requisitos, enquanto as seguintes incluem a modelação, desenho, desenho detalhado, arquitetura e implementação (Krawatzek, Dinter, & Thi, 2015). Estas fases desenvolvem-se tendo por base um ciclo iterativo executado repetidamente até se chegar à versão final do sistema (Wilson & Edgar, 2015).

O objetivo da primeira fase consiste em identificar os requisitos de informação necessários para dar resposta ao problema. Utilizaram-se várias técnicas para o efeito nomeadamente, entrevistas com responsáveis da empresa e análise das fontes de informação estruturada e não estruturada existentes (base de dados transacional do sistema ERP, documentos, relatórios, folhas de cálculo, etc.). Na fase de modelação procurou-se obter a primeira versão do modelo a partir dos requisitos identificados na fase anterior. As fases de desenho (inicial e detalhado) têm como objetivo representar os requisitos funcionais e não funcionais para o esquema de BI obtidos na fase anterior. Na fase de modelação pretende-se obter um modelo de arquitetura do sistema de BI em conformidade com os componentes tecnológicos selecionados para a implementação do projeto. Por último, na fase de implementação pretende-se obter um sistema de BI com elevada performance e que dê resposta às necessidades da empresa.

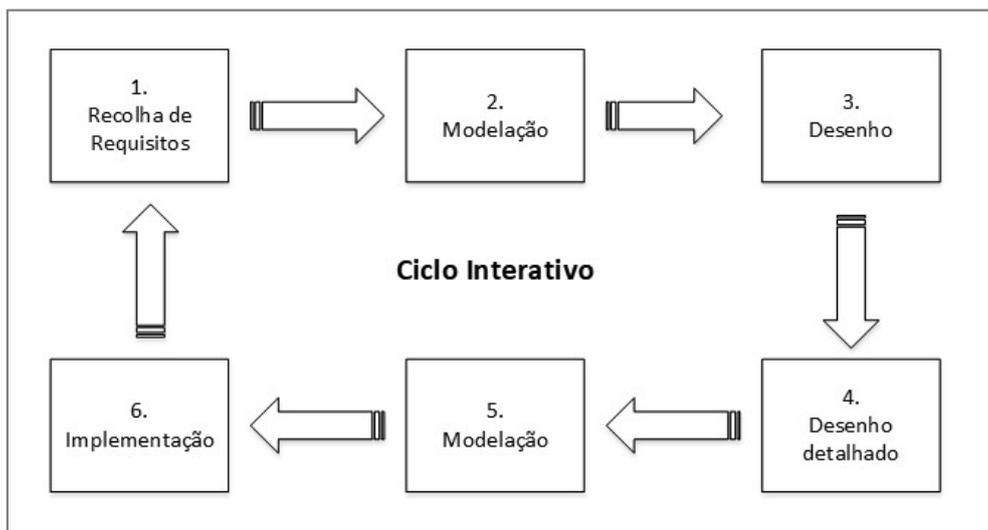


Figura 2. Metodologia ágil para desenvolvimento de BI (adaptado de Wilson & Edgar, 2015))

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

#### 3.1 Modelo concetual

O modelo concetual para o desenvolvimento do projeto, apresentada na figura 3, consiste no resultado da aplicação da metodologia descrita no ponto anterior. O modelo proposto desenvolve-se em quatro camadas que se completam: aquisição, ETL, armazenamento e acesso e análise (Khan & Quadri, 2012).

O componente de aquisição consiste num sistema que possui interface com os dados armazenados. Os dados a utilizar encontram-se dispersos por três repositórios distintos: bases de dados, dados recolhidos em suportes construídos a partir das interfaces das máquinas de corte e CNC, e dados recolhidos através de ficheiros externos. Os dados recolhidos através de ficheiros externos, através de registo realizado pelos operadores dos processos, visam colmatar as lacunas atualmente existentes quer nos dados existentes nas bases de dados quer aqueles que normalmente são recolhidos através das interfaces das máquinas de corte e CNC. O processo de ETL (Extract, Transform, Load) visa extrair os dados dos diferentes repositórios, proceder à sua transformação, processo fulcral, tendo em conta que é responsável por preparar os dados para que sejam carregados com sucesso no *data warehouse*. Na fase de armazenamento será criada um *data warehouse* para carregamento dos dados que serão posteriormente analisados. O acesso e análise consiste na utilização de ferramentas e técnicas de acesso que fornecem ao utilizador acesso direto, interativo, ou em lotes, aos dados, ocultando a complexidade técnica da recuperação de dados. A interface baseia-se na utilização de um conjunto de ferramentas de software que apresenta uma interface gráfica ao utilizador com recursos avançados de relatórios de análise. São incluídas nesta componente relatórios baseados em ferramentas de OLAP, *data mining*, *query/report* e visualização.

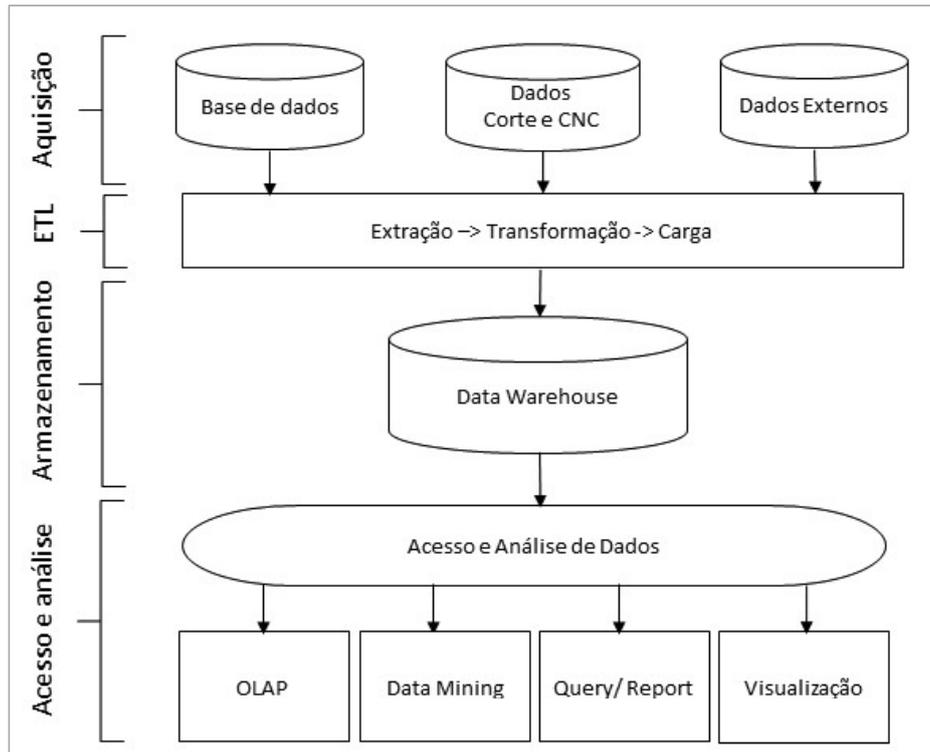


Figura 3. Estrutura conceitual para BI (adaptado de Khan & Quadri, 2012)

### 3.2. Infraestrutura de desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento, apresentado na figura 4, correspondente ao modelo concetual definido. Os dados disponíveis encontram-se armazenados numa base de dados MySQL e em ficheiros XML. Na fase de análise de requisitos, após uma análise aos dados existentes nos repositórios estruturados e não estruturados, concluiu-se que existe necessidade de recolher dados adicionais de modo a dar resposta ao problema. Considerando a origem desses dados bem como as condições operacionais associadas à recolha, optou-se pela criação de ficheiros XLS para efetuar essa recolha.

O modelo concetual para BI será implementado, com exceção dos processos de *data mining*, através do pacote Tibco Jaspersoft Community Edition (Boyarsky, 2012).

Os processos de *data mining* e *machine learning* serão desenvolvidos em R (Team, 2008) ou em Python (Continuum Analytics, 2016), recorrendo ao Pandas (McKinney & Others, 2010), utilizando as bibliotecas adequadas.

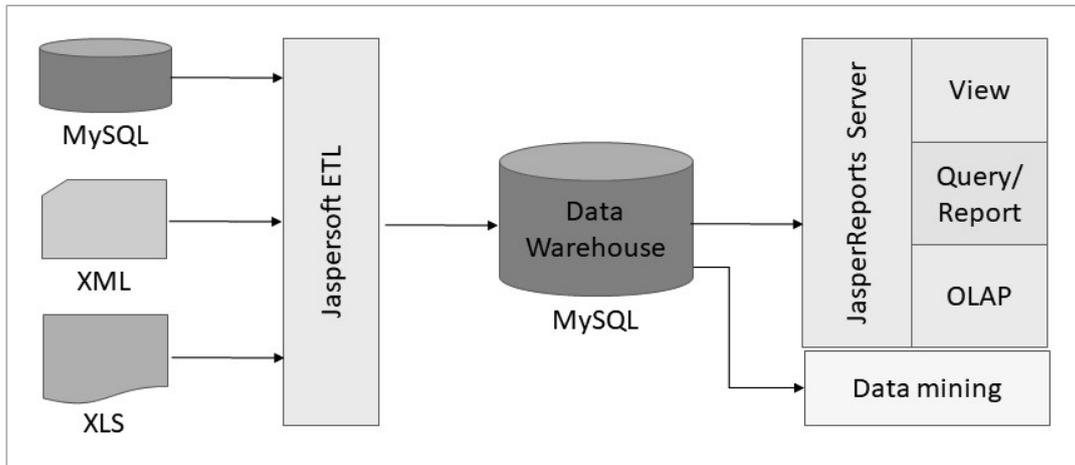


Figura 4. Esquema da infraestrutura de BI

### 3.3 Arquitetura Tibco Jaspersoft BI

O pacote Tibco Jaspersoft fornece uma plataforma de BI completa para relatórios e análises, incluindo metadados e repositório de conteúdo, gestão de relatórios, integração de segurança e agendamento. A plataforma de BI foi projetada para implementações independentes ou integração com outros aplicativos através de serviços avançados da Web, como Javascript, APIs Java, PHP, HTTP e REST (TIBCO, 2015). A pilha de BI da Jaspersoft é composta pelos seguintes produtos: JaspersoftReports Library, Jaspersoft Studio, JaspersoftReports Server e Jaspersoft ETL (TIBCO, 2017). A arquitetura do pacote Jaspersoft BI, apresentada esquematicamente na figura 5, inclui os produtos referidos anteriormente.

O JasperReports Server fornece relatórios de análise que podem ser incorporados em aplicativos Web ou aplicativos móveis, além de operar como hub central fornecendo informações críticas em tempo real ou agendadas numa variedade de formatos de arquivo (pdf, excel, xml, doc, etc.). O JasperReports Server é otimizado para compartilhar, proteger e gerir centralmente os relatórios e visualizações analíticas do Jaspersoft (Boyarsky, 2012). O JasperReports Studio inclui o componente Jaspersoft OLAP que disponibiliza várias ferramentas para definir cubos multidimensionais e explorar os respetivos dados (TIBCO, 2017).

O Jaspersoft ETL consiste numa solução ETL desenvolvido pela Talend que carrega, limpa e organiza os dados, possuindo dezenas de conetores para uma grande variedade de bases de dados (p.e. MySQL) bem como para ficheiros de vários tipos nos quais se incluem ficheiros XML e XLS.

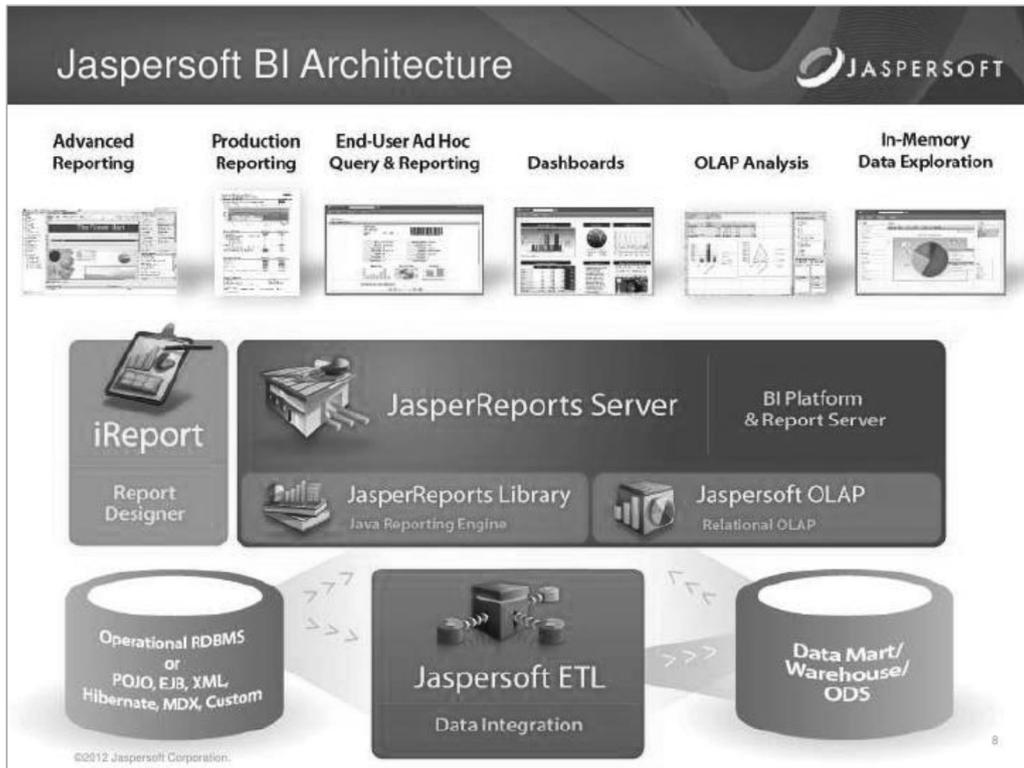


Figura 5. Arquitetura Jaspersoft BI (Boyarsky, 2012)

### 3.4 Relatórios

Nos pontos seguintes apresentam-se alguns dos tipos de relatórios que serão gerados através das funcionalidades e ferramentas disponibilizadas pelo Jaspersoft BI.

#### 3.4.1 Relatórios complexos (*Advanced Reporting*)

Os relatórios complexos podem ser incorporados em aplicativo *web* ou em aplicativos de BI autónomo. Os principais recursos para suportar relatórios de produção incluem várias fontes de dados e vários tipos de visualizações, incluindo HTML5, gráficos, mapas e extensibilidade (figura 6).

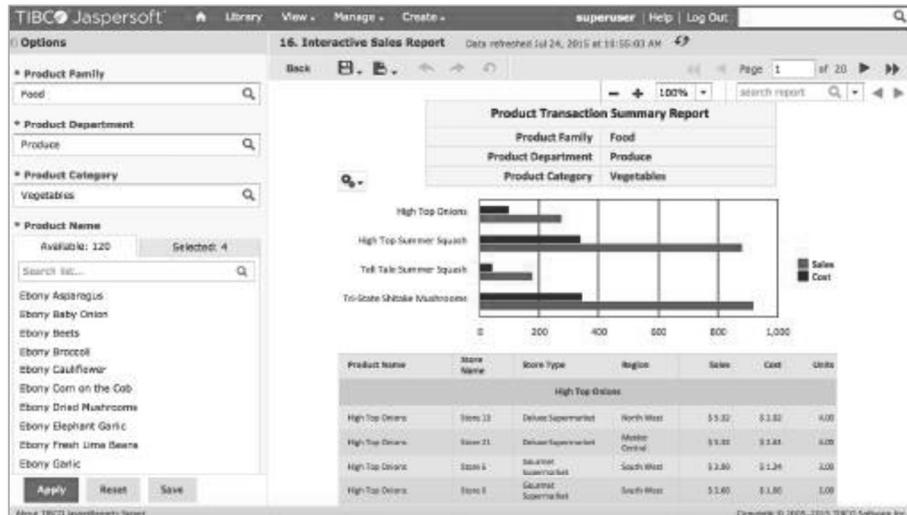


Figura 6. Criação de relatórios avançados

### 3.4.2 Relatórios Ad Hoc

Os utilizadores avançados vão poder construir as suas próprias consultas ad hoc e relatórios - sem depender de especialistas em TI ou desenvolvimento. O suporte de virtualização de dados fornecida pela camada de metadados combina diferentes fontes de dados em um único relatório ou visão analítica, sem exigir ETL ou um *data warehouse* (figura 7).

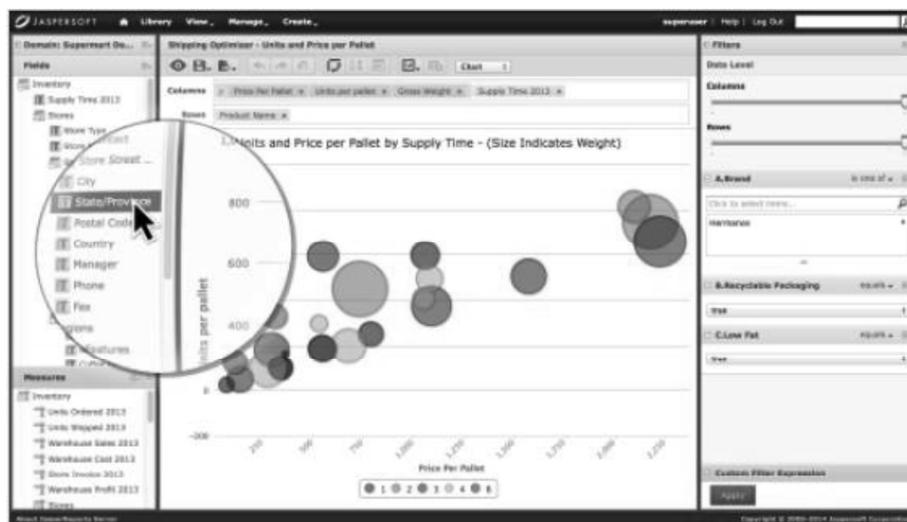


Figura 7. Criação de relatórios ad hoc

### 3.4.3 Dashboards

Os utilizadores finais podem projetar, configurar e implantar painéis (*dashboards*) de BI interativos através de ferramentas de *drag and drop* e gráficos ou outros conteúdos endereçáveis por URL (figura 8).



Figura 8. Criação de dashboards

### 3.4.4 Análise em memória

Os utilizadores finais podem conectar-se diretamente e analisar dados através de múltiplas dimensões de dados estruturadas ou não estruturadas. O mecanismo de análise na memória oferece excepcional desempenho para qualquer fonte de dados sem exigir um servidor OLAP ou *data mart / data warehouse* (figura 9).

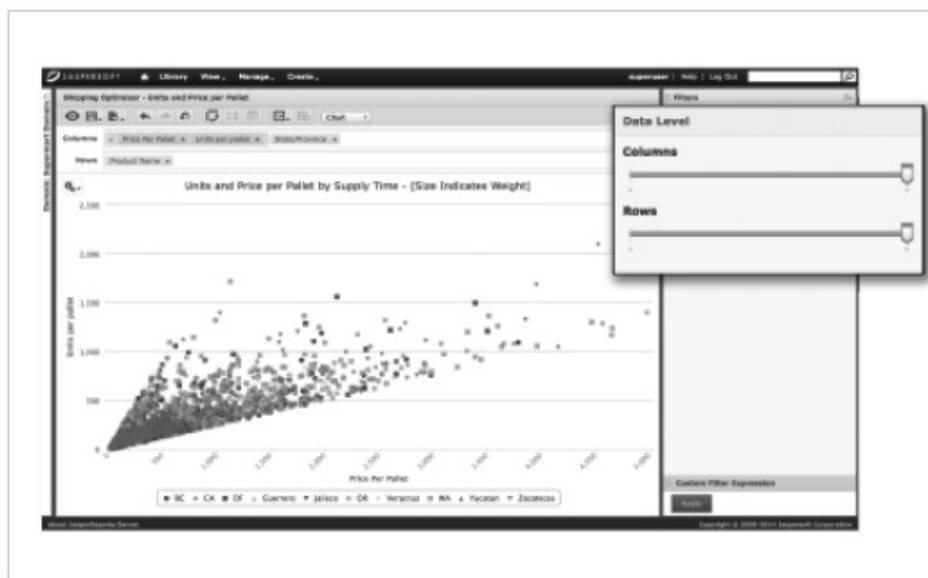


Figura 9. Criação de análises em memória

## 4. RESULTADOS ESPERADOS

Os processos de BI a implementar têm por base os dados existentes nos repositórios operacionais da empresa acrescidos daqueles que serão especificamente recolhidos

com a finalidade de corresponder aos requisitos do projeto. Os resultados a alcançar com este projeto dividem-se em dois níveis que se completam:

- Implementar um modelo de BI que permita dar uma resposta adequada aos problemas identificados;
- Fornecer aos gestores informação capaz de corresponder às suas necessidades de tomada de decisão.

No que se refere à implementação de um modelo de BI os resultados estão diretamente ligados às diferentes fases da criação e implementação do modelo, que passam por:

- Identificar os dados necessários ao processo de BI;
- Implementar mecanismos de recolha de dados que permita superar as lacunas atualmente existentes;
- Definir e implementar processos de ETL com vista à criação de um *data warehouse* onde serão integrados os dados necessários à realização das diferentes análises.
- Definir e criar esquemas de análise de dados que permitam a disponibilizar a informação que permita o suporte à decisão.

No que se refere à informação a disponibilizar aos gestores sobre a gestão dos stocks de ferramentas das máquinas de corte e CNC e das variáveis que essa gestão envolve espera-se obter, entre outros, os seguintes resultados:

- Definir os níveis de stock de cada tipo de ferramenta em cada momento, de modo a traçar um limite mínimo que não coloque em causa o normal funcionamento da empresa;
- Medir a performance e qualidade dos tipos de materiais face à categoria e ao fabricante;
- Identificar o desgaste de materiais em cada tipo de trabalho de forma a perceber os custos de produção de cada projeto, relativamente ao desgaste de materiais utilizados pelas máquinas de corte e CNC.

## **5. CONCLUSÕES**

Este artigo apresenta uma abordagem para apoiar os gestores na tomada de decisão relacionada com a gestão das ferramentas das máquinas de corte e CNC na indústria das rochas ornamentais. A abordagem é materializada em um conjunto de ferramentas de BI baseando-se na aplicação de técnicas de ETL e *data warehouse* suportadas no

pacote de software *open source* Jaspersoft Community Edition, descrevendo-se a passagem do modelo concetual para a infraestrutura tecnológica.

Os resultados esperados com esta abordagem são ambiciosos o que coloca um esforço considerável na abordagem das questões que a implementação do modelo por certo colocará. Em particular, a agenda do trabalho a desenvolver inclui o refinamento da fase da preparação dos dados e da estrutura do *data warehouse* de modo a corresponder às necessidades de informação identificadas. Na fase de análise e visualização pretende-se incorporar outro tipo de análises e previsões que permitam ampliar a informação disponibilizada. O trabalho a desenvolver inclui ainda a integração de algoritmos de *data mining*, com a finalidade de disponibilizar métodos de previsão precisos e sofisticados.

## REFERÊNCIAS

- Boyarsky, M. (20 de 06 de 2012). *Jaspersoft BI Suite Overview 2012*. Obtido de SlideShare: <https://www.slideshare.net/boyarski/jaspersoft-bi-suite-overview-june-2012>
- Chaudhuri, S., & Dayal, U. (1997). An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology. *ACM SIGMOD Record*, 65-74.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). An Overview of Business Intelligence Technology. *Communications of the ACM Vol. 54, No. 8*, 88-98.
- Collier, K., Carey, B., Grusy, E., Marjaniemi, C., & Sautter, D. (1998). A Perspective on Data Mining. *The Center for Data Insight, Northern Arizona University*.
- Continuum Analytics. (2016). Anaconda Software Distribution. Obtido de <https://continuum.io>
- El-Sappagh, S. A., & Hendawi, A. M. (2013). A proposed model for data warehouses ETL processes. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 91-104.
- ESResearch. (2014). *Produção de Rochas Ornamentais. Análise setorial*. Lisboa: Banco Espírito Santo. Obtido em 11 de 03 de 2018, de <https://www.novobanco.pt/site/cms.aspx?plg=bce069e9-8e48-439b-bf21-406dd37b7750>
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques*. USA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Inmon, W., Strauss, D., & Neushloss, G. (2010). *DW 2.0: The Architecture for the Next Generation of Data Warehousing*. Morgan Kaufmann Publishers.

- Keim, D. A. (2002). Information Visualization and Data Mining. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 7, N. 1, 100-107.
- Khan, R., & Quadri, S. (2012). Business Intelligence: An Integrated Approach. *Business Intelligence Journal*, Vol 5. n.º 1, 64-70.
- Kimball, R., & Ross, M. (2011). *The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling*. John Wiley and Sons, Inc.
- Krawatzeck, R., Dinter, B., & Thi, D. A. (2015). How to Make Business Intelligence Agile: The Agile BI Actions Catalog. *48th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Malhotra, N. (2015). Implementation of Data Marts in Data ware house. *International Journal of Advance research, Ideas and Innovations in Technology*, Vol 1, Issue 2.
- McKinney, W., & others. (2010). Data structures for statistical computing in python. Em Proceedings of the 9th Python in Science Conference (Vol. 445, pp. 51–56). SciPy Austin, TX. Obtido de <https://pdfs.semanticscholar.org/f6da/c1c52d3b07c993fe52513b8964f86e8fe381.pdf>
- Martin, R. C. (2002). *Agile Software Development Principles, Patterns, and Practices*. Prentice Hall.
- Obeidat, M., North, M., Richardson, R., & Rattanak, V. (2015). Business Intelligence Technology, Applications, and Trends. *International Management Review*, Vol. 11 n.º 2, 47-113.
- Padhy, N., Mishra, P., & Panigrahi, R. (2012). The Survey of Data Mining Applications and Feature Scope. *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCSEIT)*, Vol. 2 No 3, 43-57.
- Roiger, R. J. (2017). *Data Mining: A Tutorial-Based Primer, Second Edition*. NW: CRC Press.
- Team, R. D. (2008). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Obtido em 09 de 03 de 2018, de R Foundation for Statistical Computing: <http://www.R-project.org>
- TIBCO. (2015). *Reporting and Analytics Software - The Intelligence Inside Apps and Business Processes*. Obtido em 10 de 03 de 2018, de jaspersoft.com: <https://www.jaspersoft.com/sites/default/files/assets/jaspersoft-bi-datasheet.pdf>
- TIBCO. (2017). *Jaspersoft OLAP User Guide*. TIBCO Software Inc.

- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2018). *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective*. Pearson.
- Vassiliadis, P., Simitsis, A., Georgantas, P., Terrovitis, M., & Skiadopoulos, S. (2005). A generic and customizable framework for the design of ETL scenarios. *Information Systems* 30, 492–525.
- Wilson, N., & Edgar, C. (2015). Agile Methodology for Modeling and Design of Data Warehouses. *International Journal of Computer and Information Engineering* vol.9 n.º 9, 2132-2137.