

## LICENCIAMENTO AUTOMÁTICO DE PROJECTOS – UMA SOLUÇÃO PARA UM PROBLEMA DE COOPERAÇÃO?

*Automated Code Checking – A Solution to a Cooperation Problem?*



**João Poças Martins**  
Professor Auxiliar  
GEQUALTEC, FEUP  
[jppm@fe.up.pt](mailto:jppm@fe.up.pt)

### Resumo

A gestão da informação no sector da construção é ineficiente quando comparada com a de outras actividades industriais. A construção civil carece da definição de formatos de representação padrão para os seus produtos que permitam que a comunicação entre os intervenientes nos seus processos decorra de forma eficiente e, em alguns casos, automática. Embora tenham sido propostos, ao longo das últimas décadas, diversos modelos de informação deste tipo, o seu impacto no sector continua a ser diminuto. Considera-se que a disseminação deste tipo de ferramentas é dificultada por um “problema de cooperação”: os benefícios cumulativos resultantes da adopção generalizada dos BIM são claramente superiores àquelas que podem ser obtidas através de uma adopção a título individual, pelo que os incentivos para uma alteração de processos de trabalho são pouco significativos. O licenciamento automático de projectos, submetidos de acordo com formatos de representação padrão, é encarado como uma forma de evidenciar um conjunto de vantagens imediatas aos intervenientes que voluntariamente adoptem estas tecnologias da informação. Apresenta-se um modelo de informação e uma aplicação desenvolvidos na FEUP que realizam a verificação de conformidade de sistemas de distribuição predial de água com o principal regulamento nacional.

**Palavras-chave:** informação, construção, licenciamento, automático, projectos.

### Abstract

Information management in the construction industry is inefficient when compared with other activities. The construction industry lacks standard formats for the representation of building products, which would allow efficient and, in some cases, automatic communication. Although different information models have been proposed over the last decades, their adoption has been scarce. The diffusion of these models throughout the construction industry is hindered by a cooperation problem: the cumulative benefits derived from widespread BIM adoption are clearly larger than those that can be achieved through individual adoption, so the incentives to change work processes are small. Automated code checking performed upon designs that follow standard representation formats is regarded as a demonstration of the immediate benefits that can be obtained by users who voluntarily adopt this kind of information technology.

An information model and an application developed at FEUP are briefly presented. These tools perform automated code checking of domestic water systems for compliance with the main national regulations.

**Keywords:** information, construction, automated, code-checking, design.

## 1 Introdução

Na teoria dos jogos, os problemas de cooperação são aqueles em que todos os participantes podem obter vantagens desde que ajam de uma forma consistente, isto é, de acordo com os interesses do grupo. O pagamento de impostos ou a redução da poluição são exemplos de problemas de cooperação. Uma questão chave na resolução de problemas de cooperação é o de motivar os participantes para seguirem estratégias que não se reduzam à procura de vantagens individuais. Frequentemente essas restrições surgem sob a forma de regras formais (leis) e de incentivos, sendo desejável atingir-se um entendimento generalizado que a estratégia de cooperação será seguida por todos os participantes, mesmo na ausência de interferências externas, isto é, que os participantes passem a confiar que todos os outros seguirão também estratégias de cooperação [1].

Neste artigo, a adopção de um formato de representação padrão para a construção (BIM – *Building Information Model*) é encarado como um problema de cooperação. Com efeito, o impacto deste tipo de modelos nos procedimentos seguidos nas várias fases do processo construtivo é limitado tendo em conta o potencial efeito positivo que seria esperado em resultado de uma adopção maciça de um modelo comum. Na verdade, a adopção de um novo formato padrão representa, para os intervenientes no processo construtivo, um risco considerável: por um lado, a alteração de ferramentas e de procedimentos representam um custo significativo. Por outro, dada a ausência de um formato com aceitação universal, existe ainda alguma incerteza quanto ao eventual formato padrão futuro. Assim, na ausência de influências externas, a diminuta adesão das organizações do sector da construção aos BIM é relativamente previsível.

## 2 Gestão da informação na construção

Estudos nacionais e internacionais revelam que a produtividade das empresas do sector da construção é consideravelmente mais baixa do que a do resto da economia. Uma análise da evolução ao longo das últimas quatro décadas [2] revela mesmo que, apesar de todo o progresso tecnológico verificado, a produtividade na construção, medida da forma usual, tem sofrido um ligeiro decréscimo enquanto a produtividade do resto da economia mais do que duplicou. A produtividade é medida usualmente pelo quociente entre o Valor Acrescentado Bruto (ou o Valor Bruto da Produção) e o número de trabalhadores (ou o número de horas de trabalho). Embora esta abordagem não seja isenta de críticas, nomeadamente devido à dificuldade de quantificar a mão de obra na construção, esta forma de medir a produtividade é usada nos trabalhos consultados que comparam o desempenho da construção com o de outras indústrias [3, 4]. De acordo com o primeiro dos trabalhos referidos, a produtividade da construção nacional é aproximadamente 30% inferior à produtividade total no país.

As tecnologias de informação têm permitido o desenvolvimento de novos métodos de trabalho em todos os sectores da economia, incluindo a construção civil. Ainda assim, constata-se que a indústria da construção é uma das menos eficientes na adopção das tecnologias da informação [5, 6]. Os dados nacionais apontam também para uma reduzida utilização de computadores no sector da construção relativamente às outras actividades avaliadas [7]. Com efeito, as expressões “informatização” e “gestão da informação” não são sinónimas e é frequente encontrar-se empresas bem servidas em termos de hardware, com software actualizado e pessoal dedicado em exclusivo à manutenção do sistema informático mas que não realizam uma gestão eficaz da informação.

Uma avaliação efectuada aos métodos de trabalho no sector da construção civil permite afirmar que esta revela ineficiências significativas relacionadas com a transição entre as sucessivas fases do processo construtivo (ver Fig. 1). Os problemas de interoperabilidade entre sistemas de informação ao longo do processo construtivo espelham a sua estrutura fragmentada e acarretam custos elevados para todos os participantes. Estas ineficiências assumem várias formas, entre as quais o desperdício de tempo e a acumulação de erros devidos à introdução repetida de dados por processos manuais, a dificuldade em comunicar com outros intervenientes e a dificuldade em reutilizar a informação produzida em projectos anteriores.

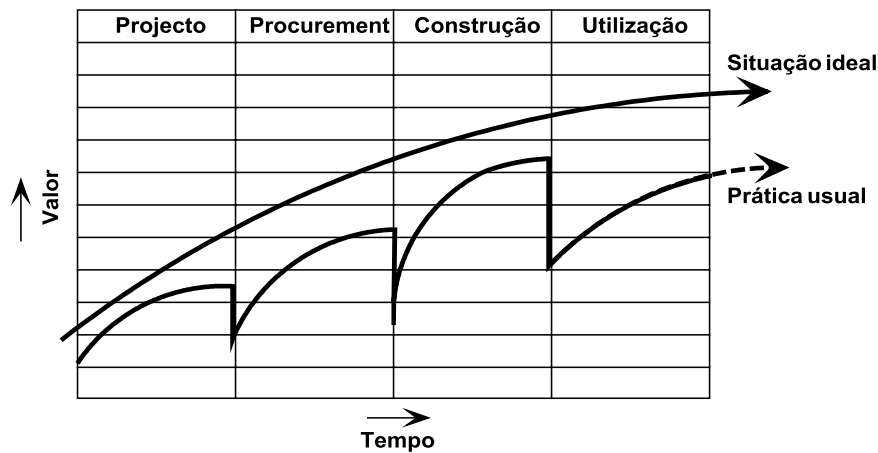


Fig. 1 – Perda de valor entre fases do processo construtivo. Adaptado a partir de [8].

## 2.1 Especificidade do sector da construção

Os aspectos referidos no ponto anterior tornam útil a comparação da indústria da construção com outras actividades com um desempenho mais favorável na área da gestão da informação. A indústria automóvel, em particular, tem gerado soluções que têm vindo a ser avaliadas e implementadas noutros sectores da economia. Entre as mais recentes tendências de gestão nascidas no sector automóvel ou que foram adoptadas desde logo nesta indústria, estão a filosofia *lean* e o PLM (*Product Lifecycle Management*). A especificidade da indústria da construção tem impossibilitado a importação directa de soluções e atrasado a adaptação de métodos bem aceites noutros sectores [9].

O produto da construção apresenta quase invariavelmente as características de um protótipo: raramente faz parte de uma série de produtos idênticos. Uma análise dos problemas que decorrem durante as fases dos processos industriais que antecedem a produção em série [10] sugere que uma parte significativa das características que são frequentemente apontadas como específicas da indústria da construção seja, afinal, partilhada por outros sectores da indústria, pelo menos durante uma parte do processo de fabrico. O que sucede *depois* do fabrico do protótipo ajuda a explicar a maior eficiência geralmente apontada aos procedimentos correspondentes à etapa de produção na indústria transformadora quando comparada com a indústria da construção: na construção, a “curva de aprendizagem” é sucessivamente interrompida após a execução de cada novo produto. Isto significa que o sector da construção acaba por viver permanentemente nas primeiras etapas da curva de aprendizagem, caracterizadas pela ineficiência.

O sector da construção civil é dominado, em Portugal, por um grande número de pequenas empresas (ver Fig. 2) que são responsáveis por quase metade do volume de negócios total do sector. Os dados da Comissão Europeia apontam para uma situação semelhante a nível europeu, em que cerca de 96% das empresas contam com menos de 20 trabalhadores [5].

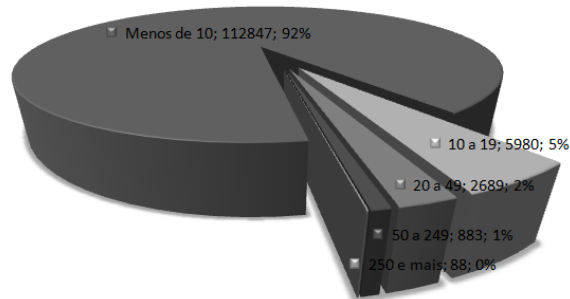


Fig. 2 – Número de empresas no sector da construção por escalão de pessoal ao serviço, 2007. INE.

O reduzido capital da maioria dos intervenientes não é favorável ao desenvolvimento de esforços no sentido de alterar procedimentos habituais. Com efeito, constata-se que no sector da construção as PME estão mal preparadas para a utilização de tecnologias da informação [11]. Por outro lado, o grande número de empresas no mercado dificulta o estabelecimento de formas de comunicação padrão.

Os tipos de contrato tradicionais não favorecem a análise global do processo construtivo por parte dos participantes. É corrente que, por exemplo, as questões relacionadas com a produção sejam analisadas pela primeira vez após a conclusão do projecto, depois do lançamento do concurso de empreitada. Esta realidade contrasta com a prática seguida noutros sectores, nomeadamente no sector automóvel, em que as técnicas de gestão de projectos seguidas [12] impõem a inclusão de técnicos ligados à produção nas equipas de projecto de forma a condicionar a concepção do produto com base em questões ligadas à produção.

As formas de contratação tradicionais na construção separam claramente as fases de projecto e de execução. Nas obras públicas, por exemplo, a forma de contrato padrão conduz a uma situação em que o projectista não só é uma entidade completamente independente relativamente ao empreiteiro, mas ainda tem de elaborar todo o projecto antes de conhecer quem o executará. Evidentemente, nestas circunstâncias não é possível adaptar o projecto às características do empreiteiro o que, por vezes, seria desejável. O construtor pode, mediante a aprovação do dono da obra, propor soluções variantes para os projectos, mas os melhores exemplos de optimização da transição da informação entre as fases de projecto e de construção surgem nas obras em que os trabalhos correspondentes a ambas as fases referidas são adjudicados à mesma entidade.

### 3 Modelos de Informação para a Construção

#### 3.1 Aspectos gerais

Um conceito inerente à gestão de informação, em particular no contexto da construção civil é o de abstracção. Pode-se definir uma abstracção como uma visão de uma realidade onde se suprime um conjunto de informações que sejam consideradas desnecessárias para o fim a que se destina. Sob este ponto de vista, um modelo de informação é uma abstracção sobre o produto que se pretende representar.

As peças escritas e desenhadas do projecto, o planeamento dos trabalhos, o cronograma financeiro e outros documentos relacionados com a obra não são mais do que “vistas” sobre o modelo. Frequentemente, as aplicações informáticas baseadas em modelos de informação para a construção usam estas vistas como interfaces para o modelo, isto é, permitem alterar as características do modelo a partir das suas vistas.

Tendo em conta a definição adoptada para o conceito de “modelo de informação”, o termo “de informação” é, de alguma forma, redundante, pelo que alguns autores se referem simplesmente a “modelos para a construção” (*building models*).

*CD do 1º Forum Internacional de Tecnologia da Construção – TECCON 2009: Tecnologias associadas ao Processo do Empreendimento de Construção. Editadas pelo GEQUALTEC. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 10 e 11. Dezembro. 2009.*

Os BIM, a aplicação da filosofia PLM ao sector da construção, servem de base a um conjunto significativo de aplicações informáticas comerciais, em particular na área do projecto. Tem-se observado uma forte actividade das empresas de software no sentido de produzir aplicações comerciais, total ou parcialmente, com os formatos padrão de representação. No caso dos produtos da construção, esse formato é o IFC (*Industry Foundation Classes*) ou alguma das suas variantes.

Os modelos de informação podem ser classificados, em função do seu âmbito, como “parciais” ou como “completos” conforme pretendam representar um produto da construção tendo em conta um conjunto limitado de aspectos ou uma gama alargada de características, respectivamente (ver Fig. 3). Os modelos parciais são habitualmente desenvolvidos com o fim de servirem funções concretas (por exemplo, para a análise do comportamento estrutural) enquanto os modelos completos são elaborados com o objectivo de permitir a interoperabilidade entre os seus utilizadores, assumindo o papel de formato de representação padrão no domínio em que se insere. O modelo IFC é um exemplo de um modelo completo. O modelo LicA, desenvolvido para apoiar o licenciamento automático de projectos, é um modelo parcial.

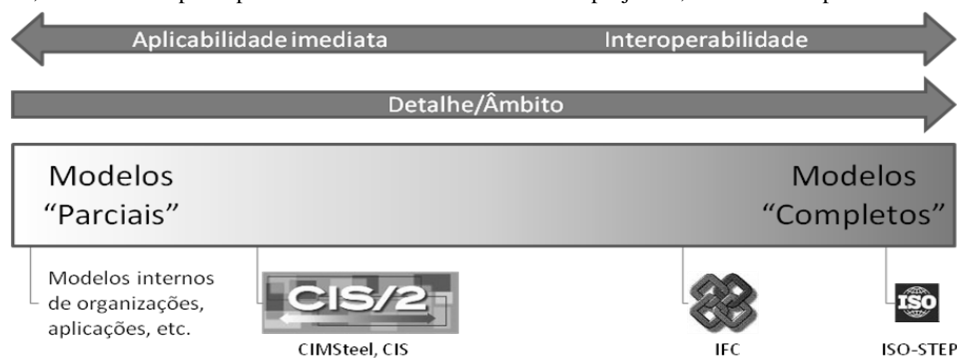


Fig. 3 – Modelos completos e parciais

### 3.2 BIM: dificuldades em satisfazer exigências de utilizadores

Apesar do enorme potencial reconhecido nos BIM, observa-se que a sua adopção por parte da comunidade de potenciais utilizadores é muito diminuta [13]. Estudos realizados em diferentes países revelam que apenas uma minoria dos técnicos do sector experimentaram já ferramentas BIM e que, entre estes, a larga maioria os utiliza apenas como ferramenta de desenho, tirando partido das suas funções de representação em 3 dimensões.

Assim, importa reflectir acerca da capacidade dos BIM para dar resposta aos problemas concretos da construção de hoje, isto é, com os regulamentos, as organizações e as práticas de trabalho actuais.

Na última década, uma parte significativa do esforço de investigação e desenvolvimento na área dos BIM tem incidido na produção de uma linguagem comum para a construção. Este tem sido um esforço que segue uma abordagem tipicamente *top-down*: uma parte da comunidade identifica ineficiências nas práticas de trabalho do seu sector de actividade e prescreve soluções, tecnicamente complexas, que o sector nunca exigiu.

Considera-se, pois, que a abordagem seguida actualmente deve ser complementada com um esforço *bottom-up* que, partindo das exigências da comunidade técnica actual, proponha soluções que resultem em vantagens de curto prazo, reconhecidas pelos intervenientes no processo construtivo.

Uma abordagem deste tipo permitirá, por um lado, alargar significativamente a base constituída pela comunidade de utilizadores dos BIM, ao tornar mais gradual a evolução dos métodos de trabalho. Por outro lado, permitirá identificar potenciais lacunas nos formatos de representação existentes, que os tornam menos aptos para representar algumas características relevantes dos produtos da construção.

Os BIM são uma tecnologia aplicável a todo o processo construtivo, mas o seu potencial só poderá ser plenamente aproveitado se forem adoptados desde as fases iniciais deste processo. Assim, e embora alguns estudos apontem a fase de utilização como aquela em que poderão ser recolhidos os maiores benefícios, a longo prazo, da adopção dos BIM, considera-se que as entidades que têm a capacidade de dinamizar todo o processo de mudança são os donos de obra e os projectistas. Admite-se que é a estes utilizadores que importa evidenciar as vantagens reais da aplicação das novas tecnologias.

## 4 Licenciamento

### 4.1 Aspectos gerais

A fase de licenciamento representa um marco significativo no desenvolvimento do projecto, dado que corresponde a uma entrega formal de documentos, frequentemente a primeira entrega efectuada para o exterior do grupo formado pelas partes envolvidas nas primeiras fases do processo construtivo (ver Fig. 4). Na fase de licenciamento, em comparação com as fases anteriores de projecto, a existência de procedimentos e de regras de representação formais reduzem a variabilidade dos conteúdos e respectivos formatos apresentados. Para além disso, o licenciamento é, ao contrário da generalidade das fases de projecto, uma etapa de cumprimento obrigatório.

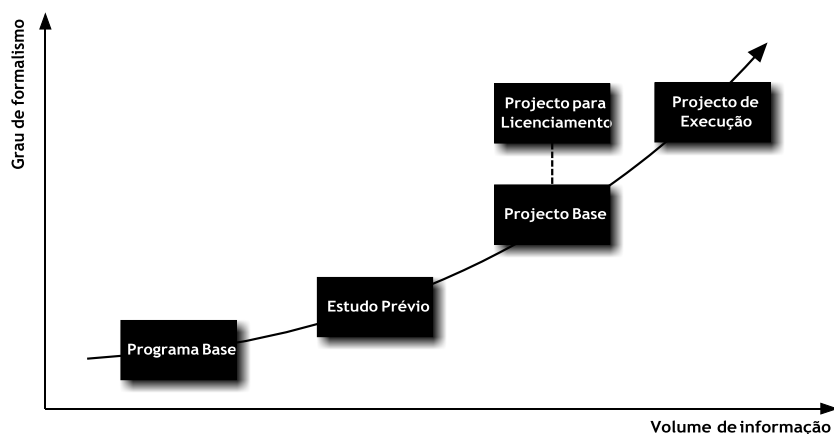


Fig. 4 – Produção de informação e sua formalização ao longo das fases de projecto

### 4.2 A importância do processo de licenciamento no contexto da gestão da informação

Embora a generalidade dos projectos de construção não admita um actor principal que intervenha durante todo o processo construtivo, todos têm em comum uma fase em que a informação produzida deve ser formalizada e apresentada, sob a forma de peças escritas e desenhadas: o licenciamento.

O uso de tecnologia BIM permite automatizar um conjunto de tarefas necessárias ao licenciamento de projectos. Naturalmente, isto conduz a processos de licenciamento mais expeditos para projectos apresentados num formato adequado. A determinação do formato para licenciamento automático de projectos será da responsabilidade das entidades licenciadoras. As alternativas tradicionais continuarão a estar disponíveis pelo que esta solução não é imposta a qualquer dos intervenientes. As vantagens desta solução são óbvias:

- a. O Dono da Obra vê reduzido o prazo de licenciamento, para além de dispor de outras vantagens associadas à tecnologia BIM.

- b. O projectista pode retirar toda a vantagem de uma tecnologia de projecto mais avançada, sem ter a necessidade de produzir todos os documentos habitualmente apresentados para licenciamento.
- c. As entidades licenciadoras passam a dispor de um processo de licenciamento expedito, o que resulta numa economia significativa ao nível dos recursos humanos necessários. O processo automático não é, necessariamente, definitivo (nem tal será forçosamente desejável). Todas as verificações automáticas podem ser alteradas manualmente, permitindo que as entidades preservem algum poder discricionário que lhes permita, por exemplo, ser condescendentes relativamente ao cumprimento de determinados requisitos considerados menos críticos, ou cujo cumprimento poderá ser conseguido através da adopção de disposições em momento posterior. Pode, também, ser importante que as entidades licenciadoras se reservem ao direito de não aprovar projectos, mesmo que estes sejam considerados aptos pelo sistema de verificação automática.

Admite-se que uma introdução de métodos de verificação expedita de projectos, desde que entregues voluntariamente num dado formato, poderá ser uma medida cujas vantagens de segunda ordem ultrapassem os previsíveis ganhos de eficiência no processo de licenciamento. Com efeito, é possível que funcione como um catalisador que facilite uma evolução nos métodos de trabalho e na adopção de novas formas de representação num sector frequentemente criticado pela sua aversão à mudança.

A indústria da construção é constituída por um grande número de empresas, quase todas de muito pequena dimensão, que não estabelecem, em geral, ligações de trabalho duradouras entre si. Esta característica torna mais difícil a adopção de formatos de representação padrão no sector da construção quando comparado com o sector automóvel, por exemplo, onde se identifica com alguma facilidade um número limitado de intervenientes com a capacidade de influenciar os métodos de trabalho ao longo da cadeia de valor onde se inserem. Os intervenientes que dominam uma cadeia de valor podem assumir a definição geral do sistema de informação, incluindo os dados de entrada e os resultados a retirar do sistema. No caso da construção essa figura só existe de facto nos projectos em que uma entidade é responsável por várias das fases do processo construtivo, isto é, em projectos do tipo concepção-construção ou concepção-construção-exploração. Dada a ausência efectiva e persistente de um *value-chain master* no sector da construção, admite-se que o seu papel tutelar no âmbito da definição de formatos de representação padrão pode ser ocupado pela figura do processo de licenciamento: a entidade licenciadora define um formato que pretende estabelecer como padrão.

Os participantes no processo construtivo seriam motivados para a produção de conteúdos num formato compatível com o utilizado no processo de licenciamento, logo à formalização da informação gerada.

Note-se que, conforme se descreveu neste trabalho, já estão disponíveis modelos de informação que permitem representar satisfatoriamente a generalidade dos produtos de construção. Alguns destes modelos estão implementados em ferramentas comerciais populares disponíveis para o uso dos projectistas. Admitindo que a utilização destes modelos seria benéfica para a indústria e constatando a fraca receptividade que têm recebido junto dos participantes no processo construtivo [13, 14], é-se obrigado a questionar a real maior valia representada por estas formas de representação e a forma como a comunidade se apercebe dessas supostas vantagens. O facto dos modelos de informação para a construção serem ainda uma tecnologia recente, que carece de uma variedade de aplicações informáticas, algumas das quais ainda por desenvolver, para desencadear todas as suas potencialidades, impede uma avaliação fiável dos seus benefícios. A receptividade deste tipo de tecnologias noutras indústrias permite adivinhar alguns benefícios possíveis para a construção, mas não constitui por si só uma prova de que a tecnologia produzirá um impacto positivo no sector. Alguns resultados apresentados indiciam ganhos de produtividade em algumas tarefas como resultado directo da utilização dos BIM, mas acredita-se que os maiores benefícios decorrerão de uma implementação desta tecnologia ao longo de todo o processo construtivo. Não é ainda possível, pois, aferir a utilidade dos BIM com base em resultados anteriores. Considera-se que, apesar das aparentes vantagens oferecidas por esta tecnologia, é importante apresentar aos intervenientes benefícios evidentes e imediatos como resultado da utilização de formas de representação padrão. Neste contexto,

um sistema de licenciamento automático de projectos seria um importante argumento a favor da utilização dos BIM.

Como conclusão refere-se assim que o processo de licenciamento é importante no contexto da gestão da informação por duas ordens de razões:

- Em primeiro lugar porque, fixando uma forma de representação padrão e forçando a explicitação de um conjunto de requisitos de projecto, funciona como catalisador para uma mudança nos métodos de trabalho;
- Em segundo lugar, porque oferece aos intervenientes vantagens evidentes, condição essencial para uma rápida disseminação dos modelos de informação na construção.

#### 4.3 Licenciamento automático de projectos

O licenciamento automático de projectos é o objectivo de um conjunto de iniciativas a nível internacional, sendo indicado por um dos autores mais influentes na área dos BIM como uma meta que deverá ser atingida cerca do ano 2020 [2]. A nível internacional, existem actualmente algumas iniciativas neste âmbito das quais se destacam os projectos CORENET na Singapura e SMARTCodes centrado nos EUA.

O desenvolvimento de um sistema de verificação automática da conformidade regulamentar de projectos depende da realização de duas tarefas principais:

- Elaboração de um formato de representação compatível com os regulamentos em vigor;
- Desenvolvimento de algoritmos que realizem a verificação das disposições regulamentares susceptíveis de verificação objectiva, isto é, daquelas às quais corresponde uma interpretação única.

Como complemento destas tarefas de base, é necessário produzir ferramentas informáticas que permitam a elaboração e a avaliação de projectos de acordo com as especificações propostas.

## 5 LicA

Neste capítulo será apresentado, de forma muito sucinta, um conjunto de ferramentas desenvolvidas na FEUP [15] no sentido de realizar, de forma automática, a verificação da conformidade de projectos de sistemas de distribuição predial de água com as disposições do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (DR nº 23/95). Apresenta-se na Fig. 5, de forma esquemática, o modelo LicA e a sua ligação com aplicações a montante e a jusante que permitem a interacção com diferentes tipos de utilizador.

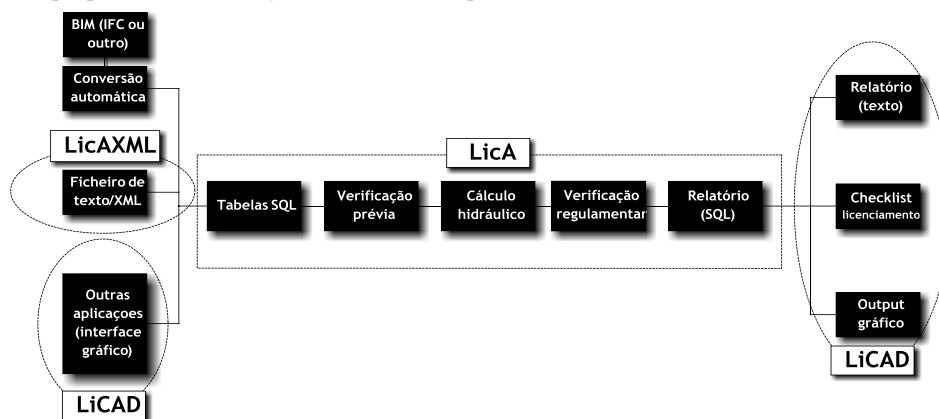


Fig. 5 – Representação esquemática geral da aplicação LicA



A base de dados LicA é a componente central deste conjunto de ferramentas. De uma forma conceptual, a base de dados é composta por um conjunto de tabelas que permitem a descrição do sistema predial e de um conjunto de parâmetros de cálculo, por um módulo de cálculo hidráulico, por um módulo de verificação de conformidade regulamentar e por um módulo de produção de relatórios. Todos estes elementos fazem parte de uma única base de dados em formato SQL.

A especificação LicaXML, desenvolvida directamente a partir da estrutura das tabelas da base de dados LicA, permite a interacção entre o projectista e a entidade licenciadora. Essa interacção é efectuada usando um formato padrão para a partilha de dados na Web – o XML.

A aplicação LiCAD é uma interface gráfica que permite que um utilizador aceda, de forma indirecta, às funções da base de dados LicA com o fim de desenvolver novos projectos ou de os submeter a uma verificação automática de conformidade regulamentar. Em síntese, para além das funções de edição e de consulta do projecto, esta aplicação permite que os projectistas efectuem uma verificação da conformidade regulamentar do seu projecto antes de o submeter à apreciação da entidade licenciadora. A aplicação permite ainda a geração automática de representações gráficas rigorosas da rede (por exemplo, de isometrias) e de peças escritas (por exemplo, medições, memórias de cálculo ou relatórios de verificação de conformidade regulamentar).

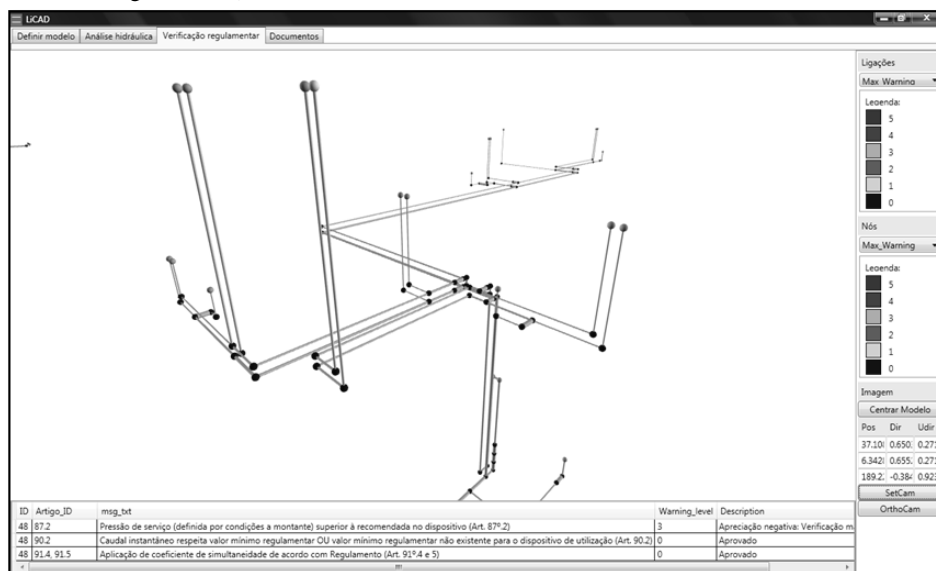


Fig. 6 – LiCAD: Apresentação gráfica dos resultados da verificação de conformidade regulamentar [15]

## 6 Conclusões

O “problema de cooperação” que tem inibido a adopção dos BIM pode ser abordado através de modelos parciais destinados a funções específicas, como o licenciamento automático de projectos, que resultem em benefícios evidentes e imediatos aos intervenientes que voluntariamente os adoptem. Com efeito, considera-se que os modelos completos que se têm imposto como formatos padrão *ad-hoc* devem ser complementados por modelos parciais, de âmbito mais restrito, dedicados a solucionar problemas específicos que são colocados aos intervenientes no processo construtivo.

O modelo desenvolvido demonstra a possibilidade de verificar, de forma auditável, o cumprimento de disposições regulamentares aplicáveis ao projecto de sistemas prediais de distribuição de água.

O licenciamento automático de projectos é um objectivo ambicioso mas alcançável, em alguns domínios, a curto prazo.

## Referências

- [1] Surowiecki, J. *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few*, Abacus, 2005.
- [2] Eastman, C. M.; Teicholz, P.; Sacks, R., Liston, K. *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, N.J., Wiley, 2008.
- [3] Baganha, M. I.; Marques, J. C., Góis, P. *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990-2000*. Oficina do CES 2002:1-35.
- [4] Teicholz, P. *Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies*. 2004. [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue\\_4.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html). Acedido a: 14 de Abril de 2004.
- [5] e-Business W@atch. *ICT and Electronic Business in the Construction Industry: Key issues, case studies, conclusions*. Bona/Bruxelas, The European e-Business Market Watch - Direcção Geral da Empresa e Indústria, Comissão Europeia, 2005.
- [6] e-Business W@atch. *ICT and e-Business in the Construction Industry: ICT adoption and e-business activity in 2006*. Copenhaga/Bruxelas, The European e-Business Market Watch - Direcção Geral da Empresa e Indústria, Comissão Europeia, 2006.
- [7] INE. *A Actividade Económica - 2007*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, 2009.
- [8] Bernstein, P. *Integrated Practice: It's Not Just About the Technology*. 2005. [http://www.ddscad.com/Integrated\\_Practice\\_Bernstein.pdf](http://www.ddscad.com/Integrated_Practice_Bernstein.pdf). Acedido a: 2 de Fevereiro de 2009.
- [9] Eastman, C. M. *Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction*, CRC, 1999.
- [10] Grieves, M. *Product Lifecycle Management*. Nova Iorque, McGraw-Hill, 2006.
- [11] Dainty, A.; Moore, D., Murray, M. *Communication in construction - Theory and practice*. Nova Iorque, Taylor & Francis, 2006.
- [12] Womack, J. P., Jones, D. T. *Lean Thinking*. Londres, Simon & Schuster, 2003.
- [13] Weise, M.; Liebich, T., Wix, J. *Integrating use case definitions for IFC developments*. 2008. [http://www.inpro-project.eu/media/Integrating\\_UseCase\\_def.pdf](http://www.inpro-project.eu/media/Integrating_UseCase_def.pdf). Acedido a: 15 de Outubro de 2009.
- [14] McGraw Hill Construction. *Interoperability in the Construction Industry SmartMarket Report*. 2007. [http://construction.ecnext.com/mcgraw\\_hill/includes/SMRI.pdf](http://construction.ecnext.com/mcgraw_hill/includes/SMRI.pdf). Acedido a: 16 de Outubro de 2008.
- [15] Poças Martins, J. P. *Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção - Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos*. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, 2009.