

## PESQUISA ESTRUTURADA E MANIPULAÇÃO DE INFORMAÇÃO NO MODELO IFC. REQUISITOS E SOLUÇÕES.

Maria Pedroto<sup>1\*</sup> e João Poças Martins<sup>2</sup>

1: SIGABIM

Faculdade de Engenharia  
Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL  
e-mail: mjgp@fe.up.pt, web: <http://www.fe.up.pt>

2: CEC/ Gequaltec

Faculdade de Engenharia  
Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL  
e-mail: jppm@fe.up.pt web: <http://www.gequaltec.pt>

**Palavras-chave:** Building Information Modelling, Industry Foundation Classes, Requisitos Funcionais, Aplicação Web, Express, IDM, MVD, IFD

**Resumo.** *Perante as exigências que se colocam actualmente ao sector da Construção tornam-se importantes os trabalhos de avaliação do impacto das Tecnologias de Informação (TICs) no sector. Torna-se assim importante avaliar estas alterações quando se pretende definir metodologias, regras de trabalho e fluxos de comunicação, tendo como principal objectivo a diminuição de desperdícios e erros de diferentes níveis.*

*O modelo ou esquema denominado por Industry Foundation Classes (IFC) é um modelo de dados standard que suporta a troca e gestão de dados durante o ciclo de vida do processo construtivo [1]. O principal objectivo associado à criação de aplicações compatíveis com o protocolo IFC, e portanto denominadas de IFC Compliant Applications, passa pela capacidade de transmissão de informação entre diferentes tipos de aplicações informáticas tendo como base a especificação formal de uma linguagem mediante uma estrutura dinâmica capaz de ser objecto de interpretação clara e objectiva.*

*Neste artigo identifica-se um conjunto de requisitos capazes de caracterizar as necessidades fundamentais associadas a uma aplicação informática para ser utilizada em projectos de investigação na área da Construção Civil, com o requisito principal de que não sejam necessários conhecimentos de programação ou de desenvolvimento acrescidas por parte dos utilizadores finais. Apresenta-se sucintamente a aplicação IFCToolbelt, desenvolvida na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, compatível com estes requisitos.*

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) evolui e promove melhores metodologias para diferentes áreas, como por exemplo as de planeamento e produção, é cada vez maior o número de empresas de construção a incentivarem o uso de *Building Information Modelling* (BIM), um método que foca a geração e administração de dados relacionados com edifícios [2]. A opção de utilizar BIM surge numa tentativa de combate a erros não identificados nas primeiras fases de projecto.

O presente artigo apresenta uma revisão às mais recentes alterações produzidas pelos novos esquemas e metodologias lançados pela buildingSmart.

No seguimento da apresentação da aplicação IFCToolbelt, desenvolvida na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, para apoiar o desenvolvimento na área de BIM, é feita uma análise crítica sobre os requisitos técnicos necessários à obtenção de resultados por parte dos especialistas da construção que poderão trabalhar com esta ferramenta informática, ou outras similares.

## 2. IFC

Actualmente uma das áreas de desenvolvimento das tecnologias BIM consiste na definição de bibliotecas de produtos *standard* compatíveis com diferentes aplicações. Neste campo, torna-se importante a implementação de mecanismos que permitam níveis de interoperabilidade fiáveis [3]. É possível verificar pelos projectos que surgem, tanto em termos nacionais como internacionais, que o IFC assumiu já o estatuto de formato *ad-hoc* para a representação de produtos da construção [4].

A existência de diferentes bibliotecas de produtos permite colmatar algumas das dificuldades inerentes ao processo de construção, ao definir metodologias de comunicação fiáveis entre diferentes aplicações e consequentemente utilizadores. Um dos grandes benefícios de uso destas bibliotecas é a diminuição de tempo de preparação de peças desenhadas onde se incluem objectos como: portas, janelas, calhas e pisos [5].

Com o uso de produtos *standard* continua, no entanto, a ser necessária a parametrização de alguns atributos, nomeadamente os relacionados com dimensão e posicionamento destas estruturas em aplicações de desenho. Na biblioteca disponibilizada em [6] os formatos utilizados, e que são referenciados como os mais utilizados na indústria da construção, são: *IFC*, *Autodesk Revit*, *ArchiCAD*, *Vectorworks*, *Tekla* e *Bentley*. A existência de formatos muito diferentes no âmbito deste processo torna evidente a importância de criar canais de comunicação fidedignos que tornem mais simples a capacidade de produção dos diferentes intervenientes.

Embora com o recurso ao IFC ainda não seja possível obter-se a garantia de uma transferência de dados entre aplicações isenta de erros [7], e esteja comprovada a inexistência de alguns mecanismos de associação de informação para fornecerem apoio a determinadas tarefas fundamentais para a *Construção*, este é um formato certificado pela ISO/PAS 16739 [8] que, em conjunto com alguns dos restantes produtos lançados pela buildingSmart, consegue ter uma grande influência nas técnicas de trabalho do sector.

O recurso ao IFC é fomentado pela sua capacidade de representação de dados e planos de trabalho em áreas tão diferentes como: cálculo estrutural, projecto de infraestruturas, análises energéticas, análises ambientais, simulações, entre outros.

De salientar que o estatuto de formato padrão associado ao IFC resulta de um esforço predominantemente *top-down* [9], onde uma parte da comunidade de trabalho identifica ineficiências nas práticas associadas ao seu sector de actividade e prescreve soluções, que podem ser tecnicamente complexas, e que eventualmente o sector nunca exigiu [10] até ao momento. Neste campo, a ligação entre a comunidade científica que trabalha no produto e a comunidade de trabalho que utiliza activamente o protocolo é muito importante.

A aplicação *IfcToolbelt*, aplicação informática que será analisada nos capítulos 4 e 5, pretende ser uma ligação entre estes a comunidade científica e a comunidade que utiliza o IFC.

A validação do modelo IFC atribuído à comunidade de utilizadores em geral é um processo

tipicamente *bottom-up* necessário ao reforço do seu papel enquanto agente de interoperabilidade na construção [11]. Ou seja, para ser avaliado o possível recurso ao IFC para retratar uma determinada situação ou mecânica de trabalho em concreto, é necessário que haja um lado a ser colocado em acção.

Quando se faz o estudo associado a uma determinada mecânica de trabalho é muitas vezes necessário que elementos estruturantes do IFC sejam analisados, com especial relevância para a sua arquitectura pré-estabelecida pela buildingSmart. Este estudo é considerado um passo fundamental para a correcta interpretação do protocolo [8].

Durante a avaliação do protocolo IFC interessa comparar se do conjunto de empresas de pequena dimensão que compõe a generalidade do sector da construção em Portugal, o recurso ao IFC poderá ser concretizado, com ou sem o apoio da comunidade científica. Importa ainda avaliar se o formato IFC permite suportar os processos de trabalho dos diversos intervenientes do processo construtivo.

### **3. DIFERENTES METODOLOGIAS DE TRABALHO ELABORADAS PELA BUILDINGSMART E ASSOCIADAS AO USO DE BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

O modelo IFC é um protocolo de comunicação de informação utilizado em diferentes projectos internacionais, profissionais e académicos. Este modelo em constante actualização, é apoiado por outros produtos disponibilizados pela buildingSmart, com especial ênfase para: Information Delivery Manuals – IDM; International Framework for Dictionaries – IFD; e Model View Definitions – MVD, definidos aquando da criação dos IDM [12].

No âmbito de um estudo associado ao uso do IFC é importante efectuar-se uma análise sobre as demais metodologias lançadas pela buildingSmart. Segundo a buildingSmart é o seu uso partilhado que permite demonstrar a verdadeira capacidade do IFC [8].

De seguida será efectuada uma especificação genérica das principais ferramentas e metodologias propostas pela buildingSmart, sendo ainda explicada a forma como estas se associam ao IFC.

#### **3.1. Information Delivery Manual – IDM**

Information Delivery Manual é uma metodologia de especificação e normalização de requisitos desenvolvida para o processamento de pedidos de negócio associados à indústria AEC/ FM (*Facility Management* – Gestão de Instalações). Identifica objectiva e univocamente o propósito associado ao processo ou item do processo de construção a definir. Nesta fase são normalmente especificados quais os fluxos de informação a serem disponibilizados ao longo de um determinado processo entre vários intervenientes. Ao concretizar estes requisitos, os IDM permitem melhorar, com base numa análise objectiva, os projectos de construção. Dentro dos projectos de construção é possível assim definir quais os procedimentos de trabalho que são executados por diferentes intervenientes, bem como o seu grau de importância.

Os IDM permitem ainda que a equipa responsável pela implementação de um sistema informático consiga obter *know-how* associado a que fluxos de informação são necessários implementar e quais as trocas de dados a desenvolver.

A ligação entre as principais actividades que regulam a interacção entre os *software developers* (equipa responsável pela implementação e desenvolvimento da ferramenta informática, e que podem ser analistas, arquitectos de *software*, desenvolvedores, *software testers*, entre outros) e os utilizadores de um sistema encontra-se referenciada na Figura 1., sendo possível identificar o objectivo enunciado pelos IDM e pelos MVD, cujas características estão descritas no ponto 3.2. A necessidade de certificação e validação associada a qualquer ferramenta informática é de grande importância.

Atualmente existem vários projectos dinamizados e dirigidos por pessoas directamente relacionadas com a buildingSmart para permitir a produção de IDM genéricos. Estes modelos genéricos funcionam como artefactos base, capazes de servir de base à elaboração de contratos formais entre os *software developers* e os clientes de uma aplicação a ser desenvolvida. Dessa forma existe sempre uma

representação da informação a ser produzida, o que poderá ser positivo tanto para os utilizadores que formalizam os seus requisitos para com os *software developers*, que por não terem conhecimento de como funciona a Indústria ficam assim dependentes dos utilizadores finais do sistema .

Os projectos de produção de IDMs surgiram com o intuito de proceder à normalização de regras nacionais e internacionais importantes para a dinamização e actualização do processo da construção. A linguagem de especificação dos IDM é simples, baseada em modelação de processos. A modelação de processos é uma fase necessária para qualquer actividade relacionada com o mapeamento de um processo sujeito a inputs e outputs e influenciado por diferentes utilizadores.

Tecnicamente, os diferentes componentes associados a um processo IDM são:

- mapa de Processos (*Process Map – PM*) – em que é definida a visão geral do processo, descrevendo os seus requisitos principais. Obtem-se ainda uma descrição das diferentes etapas do projecto a ser desenvolvido. Identifica de forma exaustiva todos os processos secundários e lançados a um nível inferior através de uma estruturação em camadas. A notação gráfica utilizada no PM denomina-se de *BPMN – Business Process Modelling Notation*. Existe ainda uma descrição textual que permite conhecer o processo de forma a auxiliar a sua interpretação;

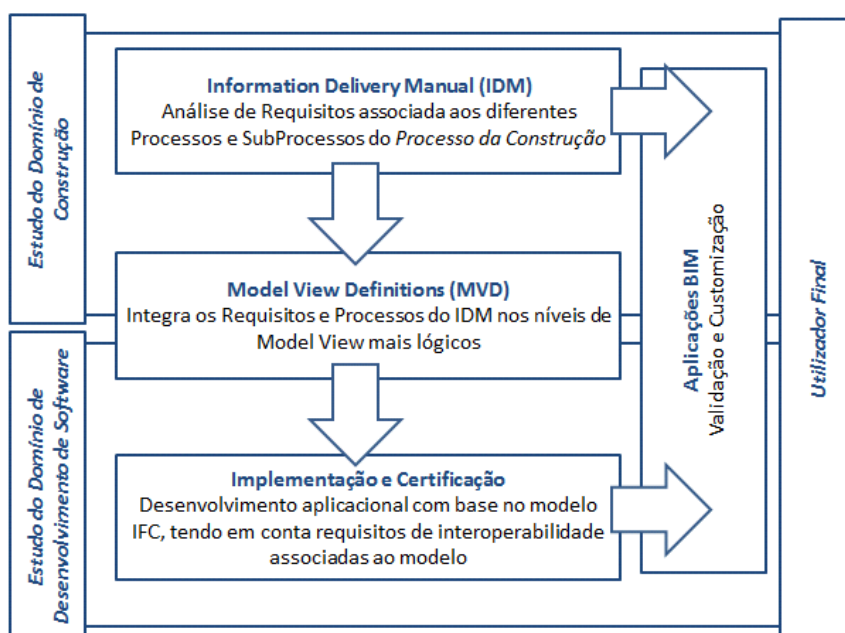


Figura 1. Interligação entre MVD e IDM. Adaptado de [13]

- mapa de Partilha de Requisitos (*Exchange Requirement – ER*) – onde numa descrição individual de cada etapa de troca de informação e são definidos os inputs e outputs associados ao projecto;
- mapa Funcional (*Functional Map – FM*) – que representa o ponto de vista técnico mais aprofundado possível. É a generalização da visão do *software developer* em que existe uma descrição associada às etapas de desenvolvimento a serem implementadas. Especifica todo o acordo necessário para as trocas de informação, desde quais os atributos obrigatórios às entidades que podem ficar por caracterizar. Esta visualização pode ser acrescida de informação com base nos diagramas IFC relacionados com os processos a implementar e que podem estar expresso em *Express* ou *ifcXML*. Este módulo fornece a informação de

quais os dados necessários para uma determinada MVD.

### 3.2. Model View Definition – MVD

O IDM permite identificar quais as classes a serem implementadas pela aplicação. Dessa forma é possível simplificar o tipo de entidades com que um determinado sistema deverá operar.

É possível categorizar os Model View Definition – MVD – como mais um mecanismo lançado pela buildingSmart para certificar a implementação e o desenvolvimento de software compatível com o formato IFC. Esta certificação deve ter em conta o subesquema associado a um IDM específico. Um MVD é constituído pelos seguintes parâmetros:

- Formato – o tipo de dados que normalmente são capturados pelo sistema de informação e como esses dados são estruturados;
- Conteúdo – o tipo de informação que deve ser associada a um determinado caso de uso;
- Processo – os perfis e responsabilidades das diferentes partes envolvidas. Nesta secção está compreendida informação sobre como um MVD se torna oficial e sobre como é organizado o processo de certificação;
- Ferramentas – as ferramentas que são utilizadas para utilizadas para criar conteúdo. Neste caso é dada especial atenção às ferramentas capazes de construir os mapas de processo e de partilha de requisitos que constituem o IDM. Um exemplo deste tipo de ferramenta é o Visio – programa de criação de diagramas dos mais diversos tipos e que faz parte do conteúdo oficial do Microsoft Office.

Os MVD focam assim o nível técnico mais baixo e é baseado em conceitos como entidades, atributos, *property* e *quantity sets* para projectar o nível de informação necessário para uma determinada actividade ou processo.

### 3.3. International Framework for Dictionaries Library – IFD

International Framework for Dictionaries (IFD) representa uma biblioteca lançada pela buildingSmart com o intuito de apoiar o uso do protocolo IFC, com especial ênfase em projectos internacionais. Dessa forma é possível permitir, num ambiente fechado, a existência de melhorias de interoperabilidade, principalmente em termos semânticos. Esta é uma biblioteca aberta e com suporte multilingue baseada nos princípios enunciados na ISO 12006-3 de 2007 [14].

A biblioteca IFD permite suportar o uso do IFC com recurso a extensões ao modelo inicial, capazes de permitir a integração com os IDM debatidos anteriormente. Esta biblioteca funciona como um mecanismo de mapeamento capaz de interligar diferentes sistemas semânticos, adicionando ao IFC características e atributos para além das já existentes.

A partir da versão IFC2x4 foi adicionado o atributo GUID para permitir referenciar univocamente cada instância de uma entidade e assim fornecer capacidades para esta funcionalidade [15].

## 4. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DA APLICAÇÃO IFCTOOLBELT – PESQUISA DE INFORMAÇÃO

A aplicação *IFCToolbelt – Pesquisa de Informação* surge no âmbito de um projecto financiado pela Adi (Agência de Inovação) e denominado de SIGABIM – Solução Inovadora de Gestão da Construção baseada na metodologia BIM. Esta aplicação faz parte do projecto SIGABIM, e mais exactamente dos desenvolvimentos levados a cabo pelo grupo de trabalho do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Um dos principais objectivos atribuídos a este grupo de trabalho consiste no fornecimento de mecanismos de apoio ao estudo do protocolo IFC.

O principal objectivo da aplicação *IFCToolbelt* foi o de auxiliar numa análise aos requisitos necessários para a implementação de uma aplicação de raiz, capaz de funcionar com o protocolo IFC. A principal motivação associada a este desenvolvimento passa pela escassez de informação

sobre implementações nesta área. Tornou-se assim importante avaliar mecanismos de geração de código, de *Parsing* de informação em diferentes formatos (que corresponde à análise sintática de uma linguagem de programação), para além da geração de mecanismos que permitam a avaliação da linguagem *Express* (linguagem que especifica o protocolo IFC) e que será analisada no ponto 4.3.

A aplicação IFCToolbelt foi dividida em duas áreas distintas: um módulo para apoiar o estudo sobre o protocolo; e uma outra área, suportada pela primeira, capaz de permitir apoiar procuras de determinados conjuntos de dados específicos em ficheiros IFC, exportados por aplicações BIM. Estes ficheiros, relacionados com um determinado projecto de construção, são assim importados para a aplicação IFCToolbelt, sendo desagregados em termos das diferentes instâncias de entidades que os contituem.

Uma entidade é um dos objectos base de representação do protocolo IFC, sendo que a instância de uma entidade é a definição de um objecto em algo concreto. Ou seja, passa pela definição das propriedades e atributos constituintes de uma determinada entidade. São as instâncias das entidades que importa avaliar aquando da pesquisa de informação em ficheiros IFC específicos de um determinado projecto, seja este o da construção de um conjunto de complexos arranha-céus, seja o de um edifício mais simples.

#### **4.1. Obstáculos ao desenvolvimento e Implementação de IFC**

O crescimento do protocolo IFC e a necessidade de mais informação capaz de direccionar implementações na área tornaram este projecto num contínuo esforço de implementação e pesquisa de informação. Por outro lado, a inexistência de tutoriais ou de apoios para a implementação de software nesta área foram também um dos principais obstáculos a contornar. Na realidade, existem algumas bibliotecas ou *frameworks* de bibliotecas em diferentes linguagens de programação que visam apoiar a implementação de importação e exportação de ficheiros IFC. Ainda assim constata-se que a grande maioria destas ferramentas carece de documentação técnica para apoiar o seu uso, ou simplesmente têm documentos desactualizados.

Das principais dificuldades de implementação encontradas salienta-se que:

1. O esquema de entidades é complexo e divide-se entre Produtos, Materiais, Propriedades e Relações
2. Se tornou importante o processamento automático dos modelos
3. Existe inconsistência na informação disponibilizada para a criação deste tipo de sistemas, estando dispersa em sítios web de diferentes entidades

#### **4.2. Principais requisitos associados aos módulos do IfcToolbelt**

Relativamente ao estudo do protocolo IFC foram identificadas as principais funcionalidades da ferramenta como sendo:

1. permitir rápido acesso a qualquer nível de informação;
2. permitir comparar diferentes versões do protocolo, nomeadamente que entidades entram ou saem do modelo, que atributos estão numa determinada entidade, e os que sofrem alterações;
3. estudar cada versão do protocolo em separado (cada versão tem diferentes funcionalidades aliadas às entidades que estão representadas);
4. Necessidade de se avaliar alterações momentâneas a modelos de construção
5. Identificação automática de grupos de entidades mediante a arquitectura do modelo IFC (ainda em avaliação)Necessário pensar na integração com demais aplicações que operam o modelo IFC e que sejam software livre

Tendo em conta o módulo de análise dos ficheiros correspondentes às instâncias de entidades IFC, alguns dos requisitos encontrados podem ser definidos como:

1. permitir caracterizar os documentos IFC exportados pelas aplicações BIM comerciais ;

2. fornecer a informação de quantas instâncias de um determinado tipo poderão estar representados num determinado ficheiro IFC, e de quais as características das principais entidades que lhe estejam associadas;
3. fornecer a informação de que Produtos estão associados a determinadas instâncias existentes num ficheiro em análise;
4. permitir efectuar pesquisas diversas sobre a informação que compõe o modelo, por exemplo obtenção da altura de um edifício ou sobre a natureza dos materiais que o constituem

É importante referir que o IFC é um protocolo hierárquico de informação. A interpretação coerente da informação associada ao protocolo IFC está dependente da correcta análise dos diferentes níveis de dados que lhe estão associados.

Resumidamente, a aplicação *IFCToolbelt* permite reforçar um estudo sobre o protocolo IFC, para além de fornecer mecanismos para retirar informação dos ficheiros constituintes de um projecto em IFC.

### 4.3. Processamento do Ficheiro Express

Uma das questões mais interessantes associadas à aplicação *IFCToolbelt* consiste no processamento de ficheiros *Express*.

Cada versão do protocolo IFC possui pelo menos dois tipos de ficheiros: um ficheiro que especifica o protocolo segundo o modelo *ifcXML* e outro ficheiro que especifica o modelo segundo o protocolo *Express*. Destas duas vertentes possíveis para identificação dos objectos de um determinado tipo de objecto foi escolhido o processamento do ficheiro *Express*.

O protocolo *Express* é uma linguagem de modelação de dados. O seu principal objectivo passa por identificar os requisitos associados à implementação de uma linguagem de programação orientada a objectos. Este standard é formalizado pela norma ISO para *Exchange of Product Model STEP (ISO 10303)*, e standardizado como ISO 10303-11 [16]. De referir que os modelos *Express* podem ser referenciados de duas formas diferentes: em formato textual e em formato gráfico conhecido por EXPRESS-G. As visualizações do formato gráfico permitem compreender melhor a sua estruturação.

Como exemplo simples das particularidades associadas ao *Express*, será analisado de seguida um esquema (ver Figura 2.) que ilustra a definição de uma *Familia*. Neste esquema é possível identificar a especificação dos pais, identificados como atributos denominados *mae* e *pai*. As palavras identificadas em itálico são palavras associadas à especificação da linguagem *Express*.

O estudo actual do protocolo segundo este modelo atribui informação a:

1. entidades
2. atributos
3. enumerações

para além de identificar as principais relações encontradas.

Quando a especificação *Express* é processada, são atribuídas automaticamente determinadas palavras chave aos referidos elementos. A sua estrutura fica assim dependente do nome, e de outros elementos identificativos do respectivo objecto. O exemplo deste processamento automático será descrito no ponto 4.4.

As palavras chave associadas aos objectos do esquema *Express* em análise podem ser usadas em futuras pesquisas de utilizadores. Eventualmente podem ser traduzidas para outras linguas para permitir o acesso a utilizadores de diferentes nacionalidades, além de caracterizar em termos semânticos mais abrangentes as respectivas palavras chave. Este procedimento prévio permite definir árvores de informação, semânticamente mais preenchidas.

Na aplicação *IFCToolbelt* existem diferentes níveis de agregação de informação, que por sua vez estão dependentes do tipo de utilizador e das escolhas que este faça. Quando a árvore de informação associada aos objectos é processada, estes objectos ficam armazenados no sistema. A título de exemplo será explicado de seguida o processamento da entidade *IfcWorkSchedule*

para identificação das palavras chave que posteriormente lhe ficam associadas. Estas palavras chave permitem que a pesquisa de informação possa ser mais abrangente.

```
SCHEMA Familia;
```

```
ENTITY Pessoa
  ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (Masculino,
  Feminino));
  nome: STRING;
  mae: OPTIONAL Feminino;
  pai: OPTIONAL Masculino;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Feminino
  SUBTYPE OF (Pessoa);
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Masculino
  SUBTYPE OF (Pessoa);
END_ENTITY;
```

```
END_SCHEMA;
```

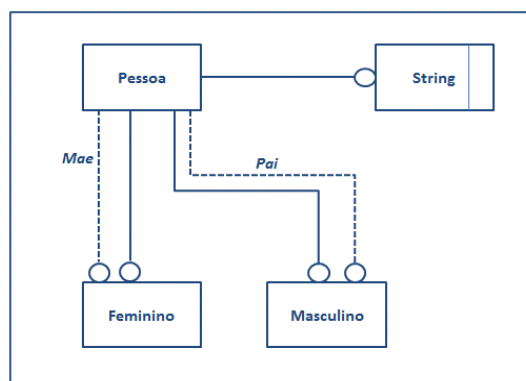


Figura 2. Definição em Express do Esquema de Modelo de Dados de uma Família

#### 4.4. Análise do Processamento da Entidade IfcWorkSchedule

Se a entidade *IfcWorkSchedule* for tomada em consideração, é relativamente simples obter-se as palavras chave associadas pelo sistema. Esta entidade ao ser processada é separada em termos de atributos, tipos de atributos e título.

O título, denominado por *IfcWorkSchedule* identifica as palavras chave de 1º nível associados à entidade. Assim, esta entidade irá ter como lista de palavras chave: Ifc, Work e Schedule. Estas palavras chave de 1º nível ficam automaticamente associadas pelo sistema e têm um peso mais relevante do que as demais encontradas.

Posteriormente são processadas as palavras chave associadas aos atributos, sendo estas referenciadas como palavras chave de 2º nível.

```
ENTITY IfcWorkSchedule
  SUBTYPE OF (IfcControl);
  WorkSchedule : IfcWorkTaskOrGroupSelect;
  ActualStart : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  EarliestStart : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  LatestStart : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  ActualFinish : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  EarliestFinish : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  LatestFinish : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  StatusTime : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  ScheduledStart : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  ScheduledFinish : OPTIONAL IfcDateTimeSelect;
  ScheduledDuration : OPTIONAL IfcTimeDurationMeasure;
  RemainingTime : OPTIONAL IfcTimeDurationMeasure;
  FreeFloat : OPTIONAL IfcTimeDurationMeasure;
  TotalFloat : OPTIONAL IfcTimeDurationMeasure;
  TaskStatus : OPTIONAL IfcTaskStatusEnum;
  IsCritical : OPTIONAL BOOLEAN;
END_ENTITY;
```

Figura 3. Esquema Express associado à entidade IfcWorkSchedule

#### 4.5. Principais funcionalidades dos módulos da aplicação IfcToolbelt

Resumidamente, a aplicação *IFCToolbelt – Pesquisa de Informação* tem como principais funcionalidades:

1. comparação de diferentes versões do *Modelo IFC*;
2. pesquisa de *palavras chave* associadas às diferentes versões do Protocolo;
3. identificação de diferentes *Entidades* existentes num qualquer documento exportado



- por uma aplicação *BIM*;
4. associação de *palavras chave* especiais capazes de caracterizar uma determinada *Entidade* [Figura 5.];
  5. capacidade de visualização das *palavras chave* associadas às *Instâncias* de *Entidades* existentes nos ficheiros *IFC*;

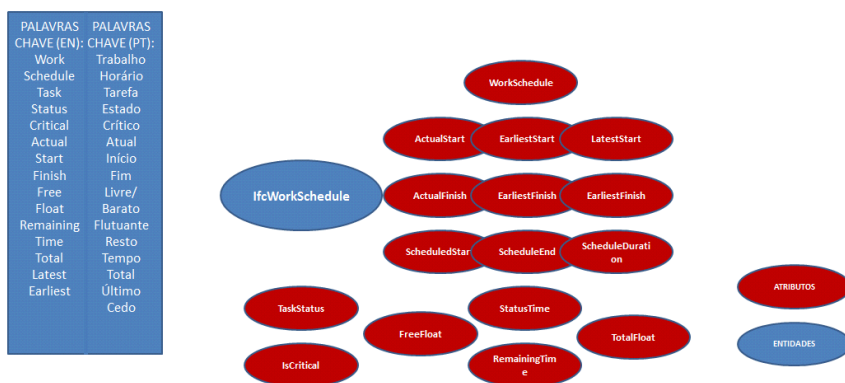


Figura 4. Mapa de Conceitos desagregados da entidade IfcWorkSchedule

6. visualização de todas as instâncias que constituem um determinado projecto através da exportação para *Excel* das *Entidades* e da referência a cada instância dos valores dos seus *Atributos*;
7. visualização da árvore de ligação de instâncias de entidades através da navegação nos ficheiros por intermédio de uma biblioteca de visualização denominada GraphViz.

Figura 5. Editor de Informações associadas à Entidade no âmbito do IfcToolbelt – Pesquisa de Informação

Entre as diferentes funcionalidades descritas anteriormente, o módulo de pesquisa de entidades é considerada uma das funcionalidades mais interessantes.

A pensar nas bibliotecas de produtos IFC que começam a aparecer no mercado, encontra-se em análise o desenvolvimento de identificação automática de produtos, para assim ser possível pesquisar por produtos constituídos por conjuntos de entidades de diferentes tipos. A posterior classificação automática dos projectos tendo em conta a biblioteca de projectos que vá sendo

criada é uma das temáticas ainda em discussão e com uma forte componente de inovação. Tendo em conta as funcionalidades implementadas na aplicação, é importante que os utilizadores da aplicação tenham capacidade de interagir bem com o Excel.

## 5. ABORDAGEM PROPOSTA PARA O USO DA APLICAÇÃO

A abordagem considerada mais apropriada para o uso da aplicação IFCToolbelt passa por uma análise por etapas dividida entre *Identificar*, *Verificar*, *Extrair* e *Pós-Processar*.

A dinâmica de KDD (*Knowledge Discovery Data*) associada às etapas tem o intuito de permitir obter um conjunto de dados acrescidos em função da profundidade da análise. O resumo das diferentes tarefas pode ser obtido com base na Figura 6.

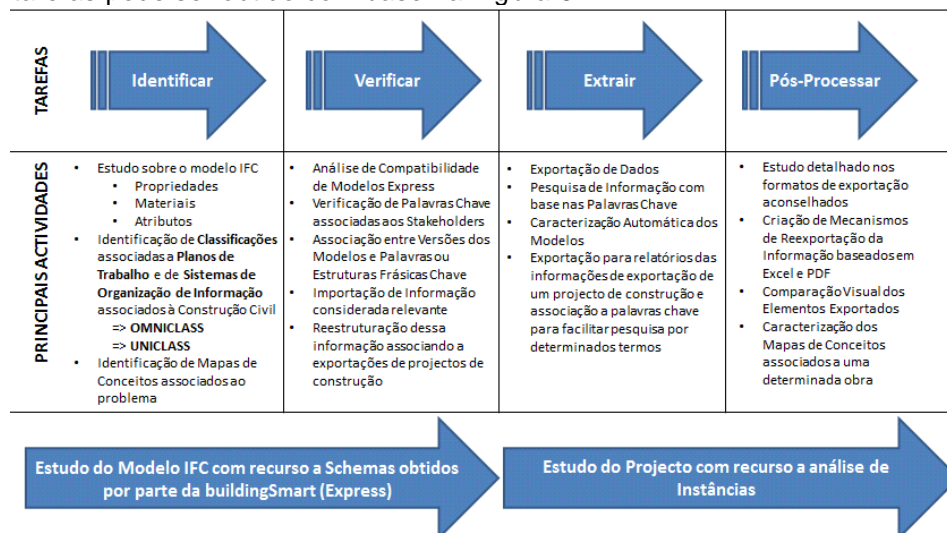


Figura 6. Diagrama de explicitação da metodologia de KDD enunciada

### 5.1. Identificar

Nesta etapa, deverá ser possível fazer um estudo sobre o modelo IFC e os diferentes objectos e entidades que o constituem. Deverá ser possível aceder à informação constituinte de um determinado IDM para assim se conseguir fazer uma pesquisa de informação direccionada para o âmbito e nível de estudo que esteja a ser conduzido.

O desenho de Mapas de Conceito poderá facilitar a recolha e tratamento da informação.

### 5.2. Verificar

Na etapa responsável pela Verificação do Modelo, deverá ser possível comparar o modelo em uso com outros modelos e submodelos que estejam guardados no sistema para assim se analisar a confluência de conceitos. Esses conceitos podem vir de diferentes estudos realizados anteriormente.

Deverá ainda ser possível na fase de Verificação alterar-se versões do Modelo. É possível, por exemplo, eliminar objectos de uma qualquer versão do modelo. Considera-se interessante a possível caracterização de um determinado objecto tendo em conta questões arquitecturais associadas ao protocolo IFC e questões relacionadas com os IDM anteriormente identificados.

Nesta fase é possível fazer-se uma exportação para Excel das palavras chave associadas às entidades e atributos existentes em sistema. Dessa forma é simplificada a etapa de verificação de informação associada ao modelo e de possível comparação de diferentes modelos.

### 5.3. Extrair

Com base em tarefas de Exportação e Pesquisa de Informação associadas a ficheiros de instâncias de entidades, deverá ser possível identificar e categorizar melhor as entidades constituintes de um determinado modelo.

Com base num relatório de extracção de informação deverá ser possível identificar toda a informação considerada relevante num determinado ficheiro de instâncias de IFC tendo em conta as palavras chave associadas anteriormente ao modelo em base de dados (ver Figura 6.).

### 5.4. Pós-processar

Na fase de Pós-Processamento deverá ser possível analisar o ficheiro de instâncias de entidade, identificando níveis de segregação de informação consoante o modelo em análise.

A caracterização de mapas de conceitos associados a uma determinada obra, dependente da análise efectuada na fase de Identificação, poderá permitir níveis de classificação da obra acrescidos. A possível identificação de produtos standard de forma automática é uma questão a ser tida em consideração para uma fase final de implementação da aplicação.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos requisitos enunciados aquando de um estudo do Processo de Construção, a metodologia IDM pretende definir os principais focos de troca de informação, especificar a que nível estas trocas de informação existem, para além de identificar os dados que constituem essas transacções. A própria resposta que as aplicações devem ter em termos dos perfis dos utilizadores pode ser uma preocupação durante a fase de especificação de IDMs..

A buildingSmart é a entidade que mantém a especificação do IFC. Nesse sentido, trabalha para permitir o desenvolvimento e disseminação de ferramentas informáticas válidas mantendo uma rede de informação nos sites web que possui como forma de noticiar os produtos dos seus trabalhos.

As bibliotecas que constituem a enunciação de metodologias de especificação de trabalho associadas à elaboração dos MVD e IDM estão na sua maioria abertas a serem reutilizadas noutros âmbitos.

Acredita-se que eventualmente será necessário haver a definição de IDMs locais capazes de especificar requisitos e normas para obras a serem conduzidas num determinado país. De salientar que a versão do Revit Architecture 2013 já anuncia uma revisão da exportação em IFC, com funcionalidades respeitantes a requisitos e normas de projecto regionais [17].

Os sistemas informáticos que permitam uma análise do protocolo IFC devem ser desenvolvidos tendo a noção que existem dificuldades que vão surgir ao longo de todo o percurso, nomeadamente as relacionadas com a necessidade de uma compreensão da área envolvida por parte do *software developer*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dado pela Adi (Agência de Inovação) no financiamento do projecto SIGABIM.

## REFERÊNCIAS

- [1] Lee, G. *Concept-Based Method for Extracting Valid Subsets from an Express Schema* Journal of Computing in Civil Engineering 2009; Available from: <http://big.yonsei.ac.kr/pdf/ConceptBasedMethod.pdf>.
- [2] Eastman, C. *Building Information Modelling*. 2012 [cited 2012; Available from: <http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>.

- [3] Andrade, M. Lira Veras X.; Rushel, Regina Coeli, *Interoperabilidade de Aplicativos Bim usados em Arquitetura por meio do formato IFC* Gestão e Tecnologia de Projetos 2009 [cited 4 2]; 35].
- [4] Staub-French, S. *Practical and Research Issues in using Industry Foundation Classes for Construction Cost Estimating*. 2000; Available from: <http://www.stanford.edu/group/CIFE/online.publications/WP056.pdf>.
- [5] Holen, b.-T. *Product Libraries in IFC Format - Specification*. 2012; Available from: [http://www.dds-cad.net/files/net.dds-cad.com/downloads/Presseberichte/2012\\_IFC\\_for\\_Object\\_Libraries\\_spesification.PDF](http://www.dds-cad.net/files/net.dds-cad.com/downloads/Presseberichte/2012_IFC_for_Object_Libraries_spesification.PDF).
- [6] Library, N.B. *National BIM Library*. 2012; Available from: <http://www.nationalbimlibrary.com>.
- [7] Sousa, Hipólito de; Martins, J.P.M., Monteiro, André. *Relatório de Compatibilidade e Aplicabilidade do Modelo IFC*. [Relatório no âmbito do Projecto SIGABIM] 2011.
- [8] buildingSmart. *Model - Industry Foundation Classes (IFC)*. 2012; Available from: <http://buildingsmart.com/standards/buildingsmart-standards/ifc>.
- [9] Behrman, W., *Best Practices for the Development and Use of XML Data Interchange Standards*. CIFE Technical report TR 131, ed. S. University2002.
- [10] Martins, J.P., *Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção - Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos*, in *Departamento de Engenharia Civil* 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. p. 437.
- [11] Halin,G.; Benali, K; Bignon, J.C.; Godart, C. *Cooperation models in co-design: application to architectural design*. 1998; Available from: <http://amezule.crai.archi.fr/media/pdf/coopmod98.pdf>.
- [12] buildingSmart. *Sítio web da buildingSmart* 2012 [cited 2012 Agosto de 2012]; Available from: <http://www.buildingsmartalliance.org>.
- [13] Nawari, N.O. *BIM Standard in the Structural Domain*. School of Architecture 2010; Available from: [www.ij-ces.org/download.aspx?ID=10](http://www.ij-ces.org/download.aspx?ID=10).
- [14] Services, N.I.o.B. *National BIM Standard - United States™ Version 2*. 2012; Available from: [http://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/NBIMS-US2\\_c2.10.pdf](http://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/NBIMS-US2_c2.10.pdf).
- [15] Mehus, J. *Internation Framework for Dictionaries (IFD)*. buildingSmart Industry day 2010; Available from: [http://bips.dk/files/bips.dk/article\\_files/4c-1\\_2010.pdf](http://bips.dk/files/bips.dk/article_files/4c-1_2010.pdf).
- [16] ISO. *ISO 10303-11:2004: Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange -- Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual*. 2004; Available from: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38047](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38047).
- [17] Autodesk. *Autodesk Revit Architecture 2013*. 2012 [cited 2012 10-07-2012]; Resumo das principais funcionalidades do Autodesk Revit Architecture 2013]. Available from: <http://communities.autodesk.com/brazil/sites/default/files/brazil/resources/Revit%20Architectur e%202013%20Novidades.pdf>.