

## PLATAFORMA OPEN BIM PARA O PROJETO DE ENGENHARIA

Paula Assis<sup>1</sup>, Ricardo Figueira<sup>2</sup> e Pablo Gilabert<sup>3</sup>

1: Top Informática, Lda., Braga  
paula.assis@topinformatica.pt

2: Top Informática, Lda., Braga  
ricardo.figueira@topinformatica.pt

3: CYPE Ingenieros, S.A., Alicante  
pablo.gilabert@cype.com

**Palavras-chave:** BIMserver.center, Open BIM, Modelos BIM, Fluxo de trabalho

**Resumo.** *A implementação da metodologia BIM proporciona economias na indústria da construção civil, uma vez que estabelece a modernização e reestruturação de processos relativos ao ciclo de vida das construções, com a conseqüente redução de erros nas fases de projeto, construção e operação. Vários países já adotaram ou encontram-se em fase de adoção da metodologia BIM baseando-se em normativas concebidas para o efeito e reconhecidas internacionalmente. O desenvolvimento de um projeto em BIM envolve a interação, partilha e troca de informação entre os colaboradores de cada equipa de trabalho e entre as equipas; estes processos, por regra complexos, podem simplificar-se quando são automatizados. Estes factos aliados à prática constante de inovação dos softwares, constituíram motivo bastante para a implementação do fluxo de trabalho Open BIM nas aplicações CYPE e para a conceção da plataforma BIMserver.center integrada no mesmo fluxo. O presente trabalho expõe a plataforma BIMserver.center e o fluxo de trabalho Open BIM gerado entre as aplicações e a plataforma e apresenta a sua aplicação num caso de estudo através de simulação, desde a importação do modelo arquitetónico, conceção dos modelos das especialidades, partilha de informação geométrica e não geométrica entre especialidades, até à obtenção do modelo federado. O fluxo de trabalho implementado otimiza a troca de informação do projeto entre os colaboradores, uma vez que a informação geométrica e não geométrica é partilhada de forma automática entre as aplicações que abarcam as várias especialidades do projeto de engenharia. O modelo de cada especialidade é partilhado na plataforma, constituindo assim o modelo federado. Este modelo representa em cada momento o avanço do projeto, permitindo a cada projetista detetar e resolver interferências e colisões. O trabalho desenvolvido teve como finalidade disponibilizar ferramentas informáticas que contribuam para a diminuição de erros na fase de projeto.*

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de muitos projetistas portugueses utilizarem software preparado para o projeto Building Information Modelling (BIM) e de gerarem modelos BIM destinados ao cálculo e dimensionamento, poucos são os que realizam efetivamente projetos em BIM. Isto deve-se ao facto de não estar criada no mercado essa necessidade, não obstante as várias iniciativas de sensibilização e informação existentes em Portugal como é o caso do trabalho desenvolvido pela Comissão Técnica 197 (CT197, que representa Portugal no CEN/TC442) [1], do Congresso ptBIM [2], da BIM International Conference [3], do Curso Building Information Modelling [4], entre outras, e ainda disciplinas e áreas de especialização criadas em instituições de ensino superior.

Por outro lado, são ainda escassas as normativas nacionais que apoiem os vários intervenientes no projeto BIM [5]. A CT197 tem vindo a desenvolver esforços neste sentido, tendo publicado o Guia de Contratação BIM [6], um documento de apoio à contratação de serviços BIM, onde se pode ler: “O BIM é, além do mais, fundamental para reduzir os erros e omissões na fase de projeto, para auxiliar a coordenação dos trabalhos na fase de construção, e, ainda, para permitir a boa gestão e manutenção dos empreendimentos de construção durante a sua vida útil.”

São vários os países que possuem normativas BIM [6], nelas se pode encontrar a descrição de processos relativos às várias fases de um projeto de construção, estando sempre presente a persecução do objetivo relativo à redução de “erros”.

Considera-se que a redução de erros, nomeadamente humanos, pode ser alcançada através de procedimentos automatizados de revisão, verificação e validação.

As aplicações CYPE têm vindo a ser desenvolvidas com este fim. Foram disponibilizadas ferramentas para as várias especialidades do projeto, integradas, permitindo a realização de procedimentos automatizados, sujeitos à validação do engenheiro projetista. O trabalho que se apresenta diz respeito aos desenvolvimentos do software relativos à implementação da metodologia Open BIM, contemplando processos propostos na atual bibliografia BIM.

Deste modo, apresenta-se a plataforma BIMserver.center e o fluxo de trabalho Open BIM implementados no software que permitem a otimização dos processos do projeto das especialidades de engenharia desde o cálculo, dimensionamento e verificação de requisitos regulamentares até à obtenção do modelo federado.

## 2. PLATAFORMA BIMSERVER.CENTER

O BIMserver.center [7] é uma plataforma, localizada na nuvem, destinada à partilha de informação para o projeto de engenharia de edifícios, concebida com tecnologia BIM. Esta plataforma pode ser utilizada gratuitamente para 1000 projetos.

O coordenador de projeto é a entidade responsável por criar o projeto na plataforma e definir a equipa de trabalho interveniente, bem como gerir a informação partilhada na plataforma.

As aplicações das várias especialidades encontram-se integradas no fluxo de trabalho Open BIM e possuem uma ligação direta e automática à plataforma, a qual permite realizar a partilha através de ficheiros IFC (Industry Foundation Classes). Outras aplicações, de outros softwares, também podem utilizar a plataforma, através de ficheiros IFC, por upload, download ou plug-in como é o caso do Revit®.

As várias especialidades do projeto desenvolvem-se de forma integrada, onde cada colaborador realiza as suas propostas através do modelo da sua especialidade, ficando este disponível na plataforma, quer através de informação geométrica, quer através de informação não geométrica, para os restantes colaboradores. O conjunto dos modelos das várias especialidades, partilhados na plataforma, constitui o modelo federado que pode ser visualizado em tempo real por todos os membros da equipa de projeto.

No fluxo de trabalho Open BIM proposto, os elementos, ou objetos, são concebidos e caracterizados em cada uma das aplicações específicas, ou seja, cada colaborador gere apenas a informação da sua especialidade, sendo responsável por esta, no entanto, a informação contida no seu modelo pode ser utilizada por outras especialidades, essa partilha é realizada de forma automática através dos ficheiros IFC sincronizados na plataforma.

O protocolo Open BIM implementado estabelece que as sincronizações dos ficheiros IFC são contínuas e unidirecionais, construindo-se deste modo o modelo federado de forma progressiva. A informação gerada num modelo circula numa única direção entre os restantes modelos, a partir da sincronização realizada na plataforma.

Assim, o modelo está em atualização contínua, sendo enriquecido com a informação proporcionada por cada colaborador.

A plataforma encontra-se em desenvolvimento a fim de disponibilizar serviços para outras entidades como fabricantes, fornecedores, prestadores de serviços, entidades públicas e privadas que, sob a tutela do coordenador de projeto, apórtam mais-valia ao projeto, por exemplo, através da apresentação de propostas de soluções para situações concretas do projeto.

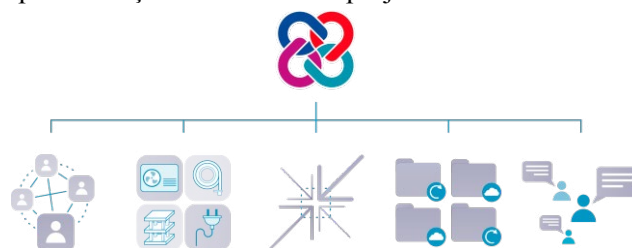


Figura 1. Principais valências da plataforma.

A Figura 1 ilustra as principais características da plataforma para cada projeto BIM: definição da equipa de projeto, incluindo sistema de autorizações, coordenação e validação da informação; ligação direta e automática às aplicações das especialidades do projeto através de formatos abertos, incluindo a comunicação de resultados; partilha de informação e registo do historial de alterações; sincronização da informação partilhada das especialidades do projeto e obtenção do modelo federado on-line e, por fim, local de encontro de entidades intervenientes no projeto.

Características	Plataforma				
	A360	BIMserver .center	Dropbox	Trimble Connect	ViewPoint 4 Projects
Versão gratuita	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Definição da equipa de projeto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sistema de autorizações	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coordenação e validação da informação	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Ligação direta e automática às aplicações através de formato aberto	Não	Sim	Não	Não	Não
Comunicação automatizada de resultados entre as aplicações especializadas através de formato aberto	Não	Sim	Não	Não	Não
Comunicação da coordenação através de formato aberto	Não	Não	Não	Sim	Sim
Historial de alterações	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sincronização da informação partilhada	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualização do modelo federado on-line	Não	Sim	Não	Sim	Sim

Características	Plataforma				
	A360	BIMserver .center	Dropbox	Trimble Connect	ViewPoint 4 Projects
Oferta de serviços para indústria da construção (fabricantes, fornecedores, prestadores de serviços, entidades públicas e privadas)	Não	Sim	Não	Não	Não

Tabela 1. Enquadramento da plataforma BIMserver.center.

A Tabela 1 apresenta o enquadramento da plataforma BIMserver.center num conjunto de plataformas divulgadas [4] e utilizadas em Portugal.

### 3. FLUXO DE TRABALHO OPEN BIM

A implementação da tecnologia Open BIM na plataforma e nas aplicações do software proporciona o desenvolvimento de um fluxo de trabalho em Open BIM, colaborativo, multidisciplinar e com multiutilizador, Figura 2 [8].

O processo inicia com a partilha do modelo arquitetónico pelo arquiteto. O modelo em IFC, gerado num programa de arquitetura, é colocado pelo arquiteto na plataforma e fica assim disponível para ser utilizado pelos engenheiros projetistas das especialidades de engenharia, que constituem a equipa de projeto.

Caso não exista o modelo da arquitetura em IFC, este pode ser modelado através da aplicação IFC Builder, gratuita. O modelo arquitetónico de um edifício existente pode também ser criado, nesta aplicação, a partir de uma nuvem de pontos obtida por equipamentos laser [8].

O projetista de cada especialidade importa o modelo arquitetónico. O processo é automático, uma vez que, tal como descrito no capítulo anterior, as aplicações possuem uma ligação direta com a plataforma. Com base no modelo arquitetónico, o projetista cria o modelo inicial da sua especialidade, definindo e caracterizando os respetivos elementos. Seguidamente seleciona as funções de cálculo, dimensionamento e de verificações regulamentares, deste modo obtém automaticamente um modelo modificado resultante do processo de cálculo. O processo é iterativo, os elementos que constituem o modelo podem ser modificados e de novo verificados, até que todos se encontrem validados pelo projetista. Desta forma obtém o modelo final e partilha-o na plataforma, ficando disponível para os projetistas das restantes especialidades.

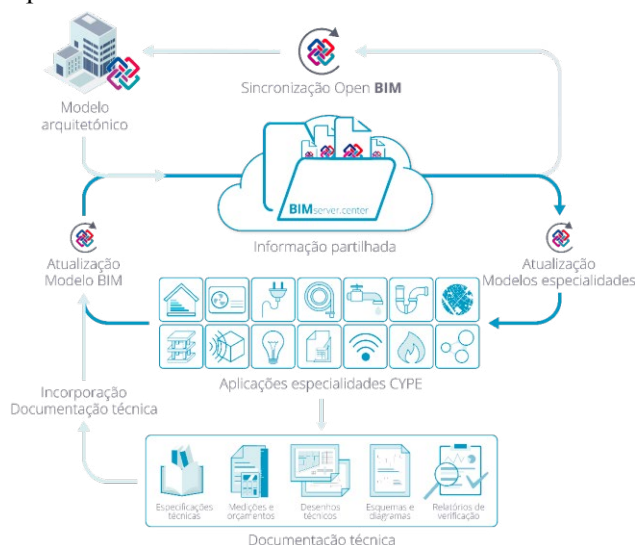


Figura 2. Fluxo de trabalho Open BIM.

Os vários projetistas desenvolvem o mesmo processo para as suas especialidades e cada um pode visualizar o modelo federado à medida que vai sendo construído, ou seja, à medida que cada projetista disponibiliza o seu modelo na plataforma. Assim, identificam colisões e interferências e efetuam alterações aos seus modelos que são de novo atualizados e partilhados na plataforma. O coordenador de projeto coordena as várias especialidades a partir da análise do modelo federado na plataforma ou na aplicação IFC Builder.

### 3.1. Estruturas

A aplicação de estruturas permite obter o modelo estrutural. Das várias especialidades de engenharia, o modelo estrutural deverá ser o primeiro a ser gerado, uma vez que o seu impacto tem uma importância muito relevante para a análise de colisões e interferências.

Nesta aplicação, bem como nas restantes, desenvolve-se o fluxo de trabalho anteriormente descrito, iniciando através da importação do modelo arquitetónico disponibilizado na plataforma, Figura 3.

Após a modelação inicial realizada a partir do modelo arquitetónico, o respetivo cálculo, dimensionamento e verificação regulamentar, obtém-se o modelo pronto a partilhar na plataforma, Figura 4.

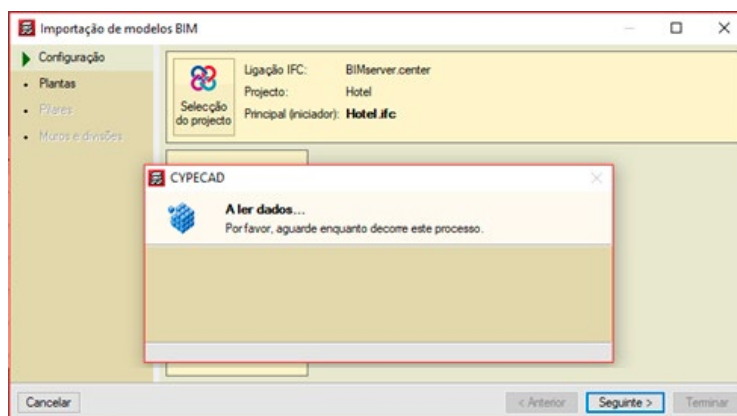


Figura 3. Importação do modelo arquitetónico para a aplicação de estruturas.

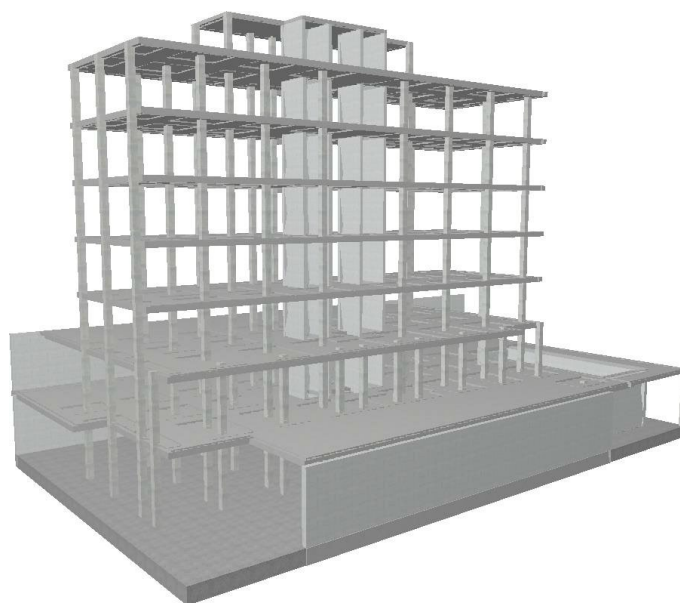


Figura 4. Exemplo de modelo estrutural.

### 3.2. MEP

No grupo de especialidades MEP foram desenvolvidas as seguintes aplicações: cargas térmicas; climatização; iluminação artificial e natural; infraestruturas de telecomunicações e instalações hidráulicas de abastecimento e drenagem de águas e abastecimento de gás. Todas se encontram integradas no fluxo de trabalho Open BIM.

Deste grupo de aplicações, para além da informação geométrica que se obtém através dos modelos partilhados, é possível obter informação não geométrica que será utilizada por outras aplicações, como é o caso da aplicação de iluminação artificial e natural cujo modelo partilha informação com as aplicações de cargas térmicas e de avaliação de desempenho energético, justificando assim as exigências de iluminação dispostas no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) e na norma NP EN 12464-1. Por outro lado, o modelo de cargas térmicas partilha informação não geométrica com a aplicação de climatização.

### 3.3. Acústica

A aplicação de verificação da acústica encontra-se integrada no fluxo de trabalho Open BIM. Esta permite obter o modelo resultante da verificação da acústica dos edifícios. Para além da informação geométrica que incorpora a partir dos modelos partilhados na plataforma, como o arquitetónico e estrutural, incorpora também informação não geométrica partilhada pelo modelo de climatização, nomeadamente o ruído de sistemas e equipamentos que devem ser analisados.

### 3.4. SCIE

No grupo SCIE foi desenvolvida a aplicação de instalações hidráulicas de combate a incêndios, também integrada no fluxo de trabalho Open BIM, esta permite obter o modelo da instalação.

A partilha dos vários modelos de instalações (constituídos por redes, sistemas e equipamentos), como é o caso do modelo de instalações hidráulicas de combate a incêndios, permite a visualização do modelo federado em tempo real, facto que possibilita a cada projetista identificar colisões e interferências e efetuar as devidas alterações de acordo com as orientações do coordenador de projeto.

### 3.5. Eficiência energética

No grupo de eficiência energética foram desenvolvidas as aplicações de avaliação de desempenho energético de edifícios, REH e RECS, de acordo com o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, respetivamente.

Ambas se encontram integradas no fluxo de trabalho Open BIM e permitem gerar e partilhar os respetivos modelos, bem como incorporar informação geométrica e não geométrica obtida a partir do modelo federado, esta última nomeadamente das aplicações de iluminação artificial e natural e de climatização.

## 4. CASO DE ESTUDO

Neste trabalho apresenta-se um caso de estudo desenvolvido para um edifício destinado a um hotel. Das três fases do ciclo de vida de um edifício (projeto, construção e operação), este trabalho enquadra-se na fase de projeto. Pretende-se demonstrar o fluxo de trabalho Open BIM relativo ao projeto das especialidades de engenharia, através da utilização da plataforma BIMserver.center e aplicações CYPE, desde a modelação inicial, cálculo, dimensionamento e verificação de requisitos regulamentares, até à obtenção do modelo federado.

#### 4.1. Criação do projeto na plataforma e partilha do modelo arquitetónico

O processo iniciou com a criação do projeto “Hotel” na plataforma e respetiva equipa de trabalho, pelo coordenador de projeto.

O modelo arquitetónico foi concebido pelo arquiteto através do software de arquitetura ArchiCAD®. Este foi produzido segundo os procedimentos de modelação BIM, de entre os quais se destacam a definição do sistema de classificação da informação na construção, do sistema de coordenadas, referenciais e orientação, a definição dos níveis dos pisos, o sistema de unidades e os critérios específicos de modelação 3D. Após a sua conclusão foi gerado o ficheiro IFC4 com o modelo.

O passo seguinte consistiu na partilha do modelo arquitetónico na plataforma, Figura 5.

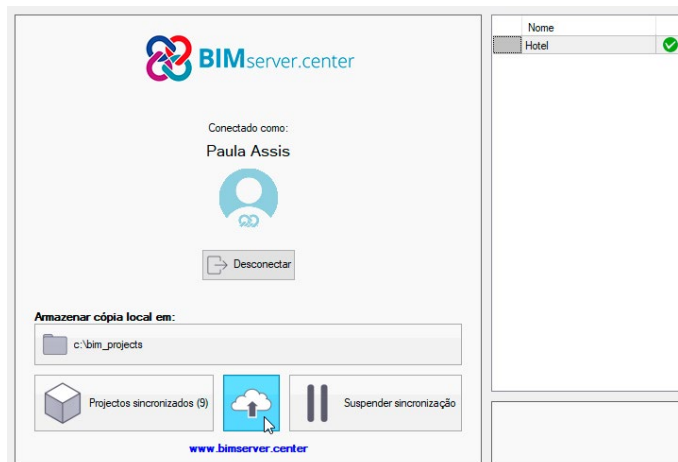


Figura 5. Partilha do modelo arquitetónico do edifício “Hotel” na plataforma.

#### 4.2. Modelos das especialidades de engenharia

Após a partilha do modelo arquitetónico na plataforma, este ficou disponível para ser importado pelas aplicações das especialidades de engenharia, Figura 6.

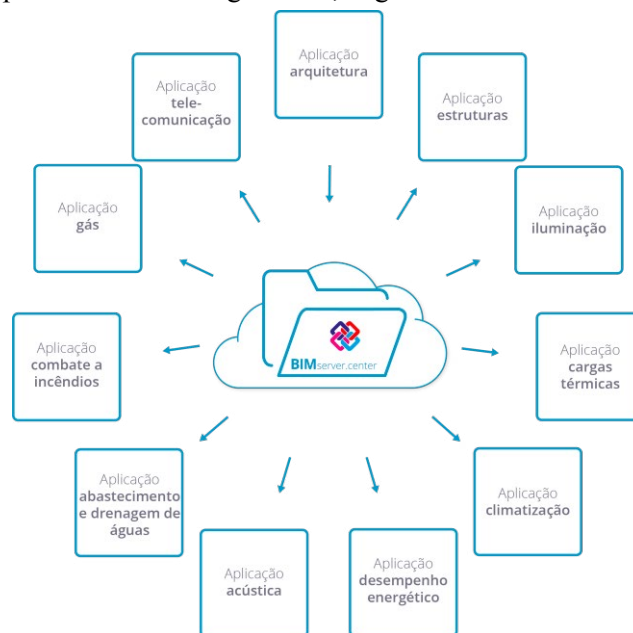


Figura 6. Esquema sobre partilha do modelo arquitetónico e respetiva importação.

O primeiro modelo de engenharia a ser gerado e proposto foi o estrutural, o segundo foi o de AVAC, no entanto, os restantes projetistas tiveram oportunidade de simultaneamente preparar as suas propostas e observar colisões que foram resolvidas através da alteração dos vários modelos, nomeadamente o arquitetónico, estrutural e de AVAC. Esta foi a fase de estudo prévio que consistiu no estudo da solução que melhor se ajustava aos requisitos estabelecidos relativamente à conceção geral da obra. Seguiu-se a fase de anteprojecto, esta consistiu no desenvolvimento das soluções aprovadas, destinadas a estabelecer as bases a que deve obedecer a continuação do estudo sob a forma de projeto de execução.

A Figura 7 pretende ilustrar o processo após a proposta inicial do modelo de cada especialidade, ou seja, os modelos de cada especialidade são também partilhados na plataforma, constituindo o modelo federado, e a informação geométrica e não geométrica é incorporada pelas especialidades que dela necessitam através de processos automáticos mediante a validação de cada projetista responsável.

Numa primeira etapa foi analisada a informação geométrica partilhada pelos vários modelos. Após a partilha destes modelos seguiu-se um processo iterativo no qual cada projetista pôde observar colisões e interferências com as restantes especialidades e, sob as orientações do coordenador de projeto, foram realizadas as alterações necessárias.

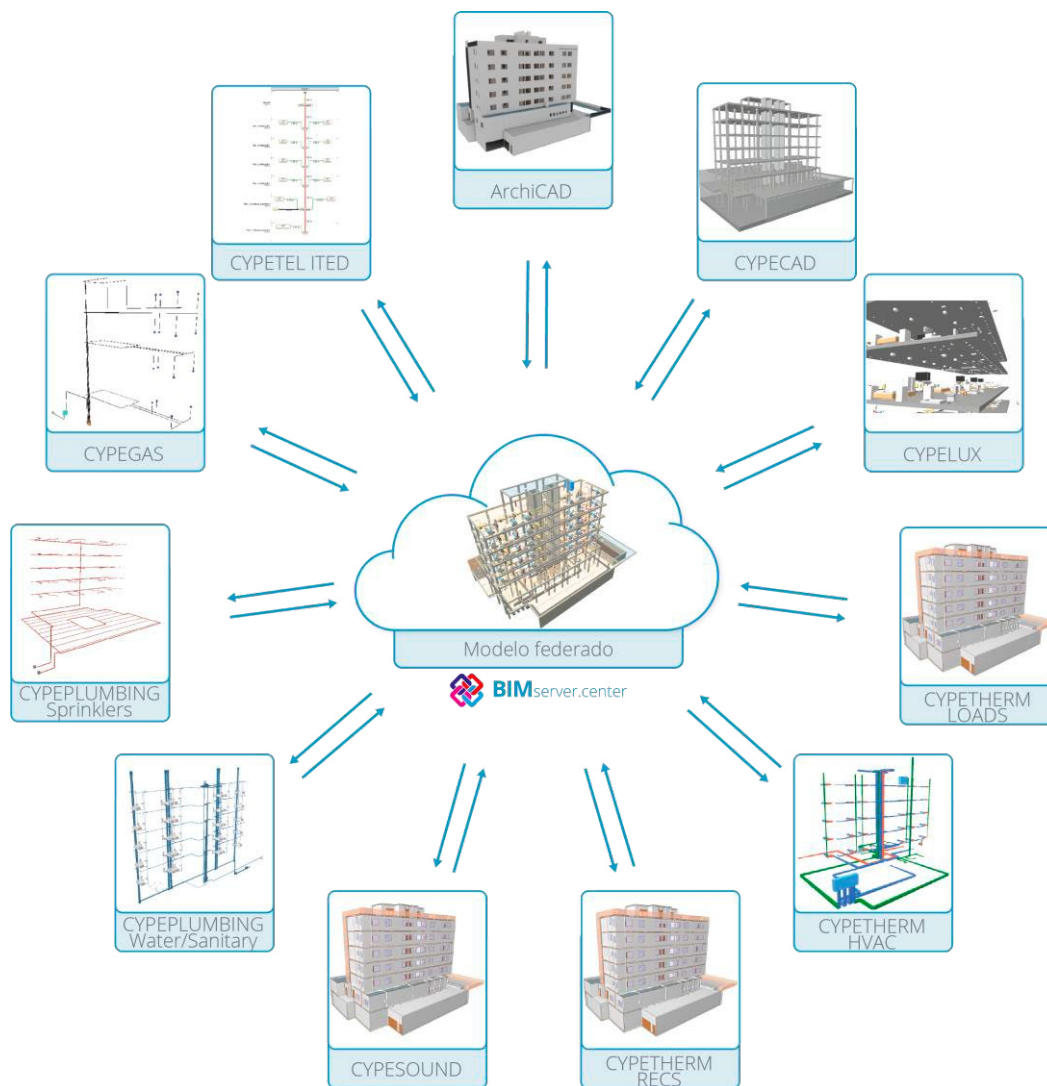


Figura 7. Partilha dos modelos entre as aplicações e a plataforma e vice-versa.



A Figura 8 apresenta uma das situações de colisão, posteriormente resolvida através da alteração da posição das canalizações.



Figura 8. Colisão entre tubo da rede de sprinklers e pilar.

Numa segunda etapa deu-se especial atenção à informação não geométrica partilhada. Ao integrar esta informação automaticamente foi possível realizar o cálculo, dimensionamento e verificações regulamentares de cada especialidade e deste modo foi-se estabelecendo a seleção de dimensões finais de cada elemento, bem como sistemas e equipamentos do modelo. Obteve-se assim a versão final do modelo federado relativo à fase de projeto. Este modelo fica disponível para posterior utilização no projeto de execução, na construção e operação do edifício, sendo alterado e modificado refletindo o ciclo de vida do edifício.

### 4.3. Interoperabilidade entre aplicações

A utilização da plataforma e do formato aberto IFC proporciona uma comunicação eficiente e fluida. “A existência deste formato aberto garante a interoperabilidade, mas também a disponibilidade do modelo no futuro, fazendo face às evoluções dos softwares proprietários, que poderão impossibilitar o acesso a modelos em formatos proprietários antigos.” [6]

De modo a demonstrar a interoperabilidade entre as aplicações, selecionaram-se as aplicações utilizadas para desenvolver a avaliação do desempenho energético do edifício e ilustram-se através da Figura 9 as respetivas relações e partilha de informação.

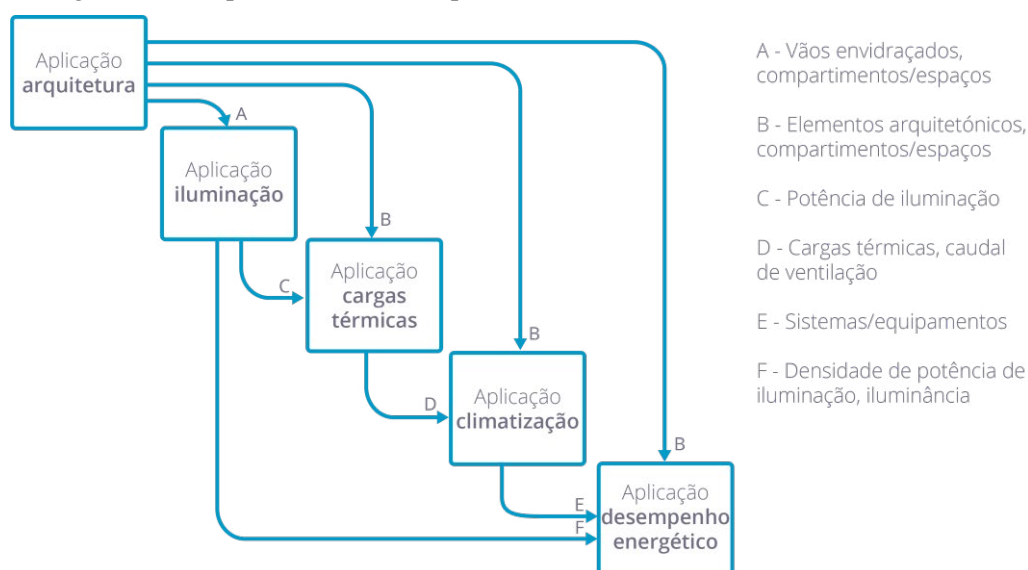


Figura 9. Interoperabilidade entre aplicações para avaliação do desempenho energético.

Refira-se ainda que a aplicação de iluminação artificial e natural partilha informação geométrica com todas as aplicações do fluxo Open BIM, o mesmo acontece com a aplicação de climatização. Esta última, como descrito no ponto 3.3, partilha ainda informação não geométrica com a aplicação de acústica para análise do ruído dos equipamentos.

## 5. CONCLUSÕES

Através do fluxo de trabalho Open BIM, cria-se o modelo inicial de cada especialidade na respetiva aplicação do software CYPE (estruturas, MEP, acústica, SCIE e eficiência energética), na mesma aplicação executam-se as funções de cálculo, dimensionamento e verificação dos requisitos regulamentares do modelo, após as quais se obtém automaticamente o modelo final, sujeito à validação do engenheiro projetista, este modelo é partilhado na plataforma BIMserver.center.

O fluxo de trabalho permite o desenvolvimento do projeto das várias especialidades de forma integrada. Os modelos partilhados na plataforma constituem o modelo federado, cuja informação geométrica e não geométrica é incorporada entre os vários modelos, de acordo com as necessidades de cada especialidade, através de processos automatizados, mediante a validação do projetista.

A automatização implementada vem diminuir o erro humano uma vez que elimina a necessidade de manipular informação através de processos semiautomáticos e mesmo manuais de partilha de informação.

O modelo federado representa em cada momento o avanço do projeto, permitindo a cada projetista detetar e resolver interferências e colisões, este processo permite diminuir os erros e omissões na fase de projeto.

A plataforma BIMserver.center e as aplicações CYPE foram desenvolvidas com tecnologia Open BIM, permitem executar o projeto das especialidades de engenharia, segundo um fluxo de trabalho colaborativo, multidisciplinar e com multiutilizador, através da troca de informação geométrica e não geométrica em formato aberto IFC (Industry Foundation Classes).

## REFERÊNCIAS

- [1] <http://www.ct197.pt/>, acedido em: May, 03, 2018.
- [2] <http://www.ptbim.org/>, acedido em: May, 03, 2018.
- [3] <http://bimmi.net/>, acedido em: May, 03, 2018.
- [4] <https://www.cursobim.com/>, acedido em: May, 03, 2018.
- [5] P. H. Pereira, A. P. Assis, and M. Azenha, "Proposta de um mapa de processos para o projeto de edificios adequado à realidade portuguesa," in *2º Congresso Português de Building Information Modelling (2018)*, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2018, pp. 147-155.
- [6] A. Costa, D. Drumond, and I. Rodrigues, *Guia de Contratação BIM*. Lisboa, Portugal: IST, 2017. [Online]. Disponível em: [www.ct197.pt](http://www.ct197.pt). Acedido em: May, 03, 2018.
- [7] <https://bimserver.center/>, acedido em: May, 03, 2018.
- [8] P. Assis, P. Gilabert, and R. Figueira, "Modelos BIM obtidos a partir do cálculo das especialidades do projeto de engenharia," in *2º Congresso Português de Building Information Modelling (2018)*, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2018, pp. 509-598.