

# Scan to BIM: Arquitetura e instalações MEP

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.142.39>

Inês Rodrigues<sup>1</sup>, Inês Miranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Plano Obliquo, Lda, Carcavelos*

## Resumo

Nos últimos anos, o projeto integrado BIM MEP (Mechanical, Electrical & Plumbing) tem sido alvo de evolução e procura, sendo uma mais-valia para a avaliação da coerência de todos os elementos de construção. Apresentamos um caso de estudo de um projeto que envolve arquitetura e instalações MEP, nomeadamente tubagens e equipamentos, para uma unidade hoteleira em Lisboa. O processo de conceção do modelo BIM foi fundamental para o desenvolvimento e coordenação do projeto.

Foi selecionado este caso de estudo de forma a partilharmos o projeto de especialidades mais desafiante que desenvolvemos, não apenas pela área a tratar e respetiva complexidade, mas ainda pela densidade. O objetivo principal deste projeto foi interligar os sistemas de duas centrais térmicas, localizadas em áreas opostas no edifício em causa, através de um corredor existente. A estratégia adotada passou por três fases, começando pelo levantamento *in situ* da Nuvem de Pontos, que oferece maior precisão e redução de tempo quando comparado com os métodos tradicionais de levantamento, passando pela modelação, onde foi imprescindível a criação de vários modelos separados por espaços e, por fim, a criação de um modelo federado com todos os espaços e sistemas que compõem as duas centrais, consequentemente utilizado para gerar toda a documentação.

O ARCHICAD, da *Graphisoft*, foi a ferramenta escolhida para a modelação de arquitetura e especialidades MEP pela possibilidade de importação direta das nuvens de pontos e pela polivalência do programa. O processo de quantificação por sistema foi bastante preciso graças aos mapas de quantidades, cujas bases de dados paramétricas estão associadas às tubagens e equipamentos dos modelos tridimensionais, minimizando erros.

## 1. Introdução

A tecnologia BIM surge como uma alteração de paradigma no setor da construção, incluindo engenheiros e arquitetos. É através de modelos tridimensionais que se atinge uma comunicação mais completa e precisa, gerando documentação com a informação fundamental, sem a necessidade de desenhos detalhados uma vez que esta informação está especificada no modelo 3D em formato IFC. Isto sugere menos tempo em desenho e, conseqüentemente, menor custo. Para a comunicação entre os vários intervenientes ser feita com sucesso, o modelo foi sendo partilhado em formato IFC e visualizado em softwares, de utilização gratuita, com o fim de integrar fluxos de trabalho OpenBIM, até porque as várias entidades envolvidas não utilizam o mesmo software de modelação [1].

É objetivo do projeto apresentado melhorar a eficiência energética de uma unidade hoteleira de 5 estrelas, com 300 quartos, salas de reuniões e eventos, recebendo cerca de 750 pessoas. Um edifício datado da década de 70 do século XX, em Lisboa, que ao longo dos anos foi sendo atualizado e melhorado. No entanto, o proprietário considerou que havia ainda lugar a aperfeiçoamento no que toca ao consumo de energia do edifício, permitindo reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, iniciando o seu percurso para a descarbonização [2].

A equipa designada para a elaboração deste estudo, liderada pela empresa *HELEXIA* em parceria com a empresa *ACET*, optou por iniciar esta tarefa pelo levantamento de toda a informação existente das centrais térmicas.

Contudo, como o proprietário não tinha registos atualizados dos sistemas nem peças desenhadas, foi efetuado o levantamento através de nuvem de pontos das centrais, recolhendo deste modo a informação geométrica (gráfica) da realidade construída.

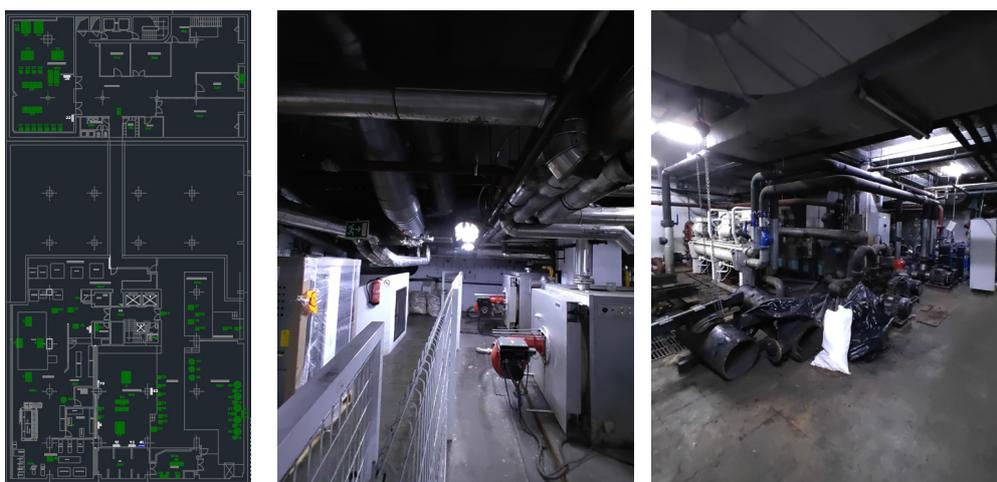
Na coordenação do levantamento e modelação das condições existentes, bem como na modelação das soluções de projecto, a *Plano Oblíquo* esteve como parceira do gabinete de projeto responsável pelo estudo de otimização da eficiência das centrais térmicas, a *ACET*.

## 2. O que é Scan to BIM

O *scan to BIM* consiste em levantar o meio ambiente físico utilizando digitalização a laser e posteriormente obter o modelo tridimensional. Esta ferramenta permite apoiar na definição geométrica do *digital twin* cujo objetivo de alcançar uma representação virtual precisa do existente. Esta metodologia permite a deteção de conflitos otimizado o processo e facilitando a tomada de decisões informadas, transformando a captura de dados num modelo inteligente e paramétrico, bem como possibilita a redução de erros de projeto, almejando maior eficiência do mesmo [6].

### 3. Âmbito do projeto

O edifício dispõe de duas centrais térmicas separadas geograficamente no edifício e que operam de forma totalmente independente. Assim, a solução de projeto encontrada pela equipa projetista foi a sua interligação de modo que ambas contribuam em simultâneo para a climatização e produção de AQS, como um todo, tornando os sistemas mais eficientes. As centrais térmicas situam-se no piso -4 do edifício. Sendo espaços técnicos, são caracterizados por muitas tubagens, condutas, cabos, etc., e como qualquer área desta natureza, sempre caracterizados pela falta de espaço.



**Figura 1**  
Levantamento CAD  
existente.

**Figuras 2 e 3**  
Levantamento  
fotográfico.

Respeitando o objetivo principal de interligar os sistemas das duas centrais térmicas através do corredor existente, foram modelados os sistemas específicos que eram necessários à intervenção. Desta forma, foi possível reduzir o tempo ao dispensar a modelação de sistemas que não eram relevantes. No entanto, o dono de obra tem a nuvem de pontos para futura consulta, permitindo analisar e/ou modelar as condições existentes de outras instalações que estiveram fora do âmbito deste projeto específico.

O laserscanning foi uma mais-valia na precisão e perceção para a modelação em ARCHICAD [3]. O programa utilizado apresenta uma enorme versatilidade, não só como ferramenta de modelação na arquitetura, como também nas especialidades MEP. Embora existam poucos modelos de equipamentos e acessórios em formato nativo, oferecem uma grande diversidade na importação de objetos de outras *softwares*, ou até na sua modelação interna – *in house*. Isto também fez com que todo o processo fosse imediato e eficaz.

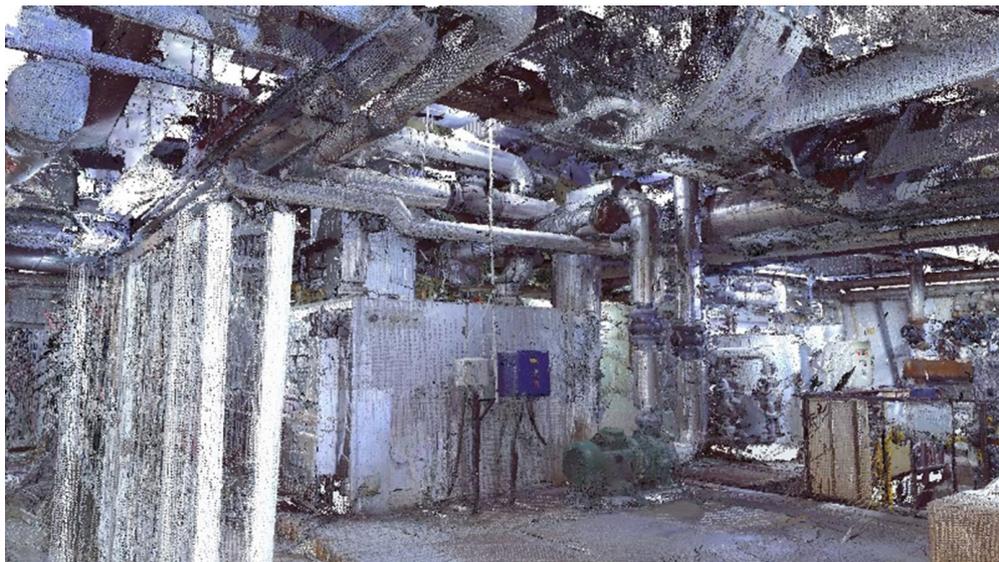
### 4. Levantamento por nuvem de pontos

O levantamento das nuvens de pontos demorou cerca de 1,5 dias com cerca de 70 varrimentos com equipamento estático, sendo que, nesta fase, a tarefa mais árdua

foi ao nível do trabalho em software para efetuar o registo dos diversos varrimentos com o intuito de combinar a informação, numa única nuvem.

Embora a nuvem de pontos seja bastante precisa, este local em caso de estudo é um espaço pouco iluminado, cheio de tubagens e equipamentos, visualmente muito intenso e cheio de pormenores. Por essa razão, foi imprescindível adquirir uma nuvem de pontos com maior resolução e, por consequência, originando ficheiros bastante pesados [3].

**Figura 4**  
Nuvem de Pontos.

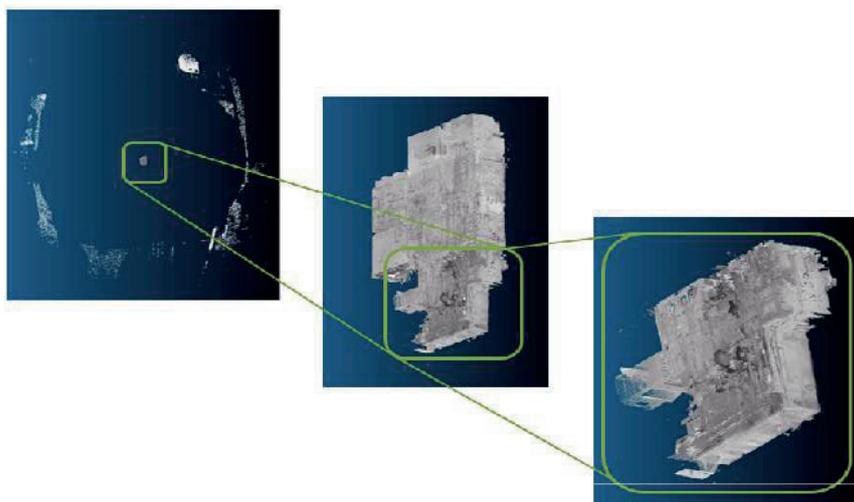


## 5. Modelação

Foi opção a utilização do *ARCHICAD*, através do MEP Modeler integrado, para a modelação das condições existentes assim como a modelação das alterações aos sistemas a executar com fim à otimização do consumo energético.

### 5.1. Condições existentes

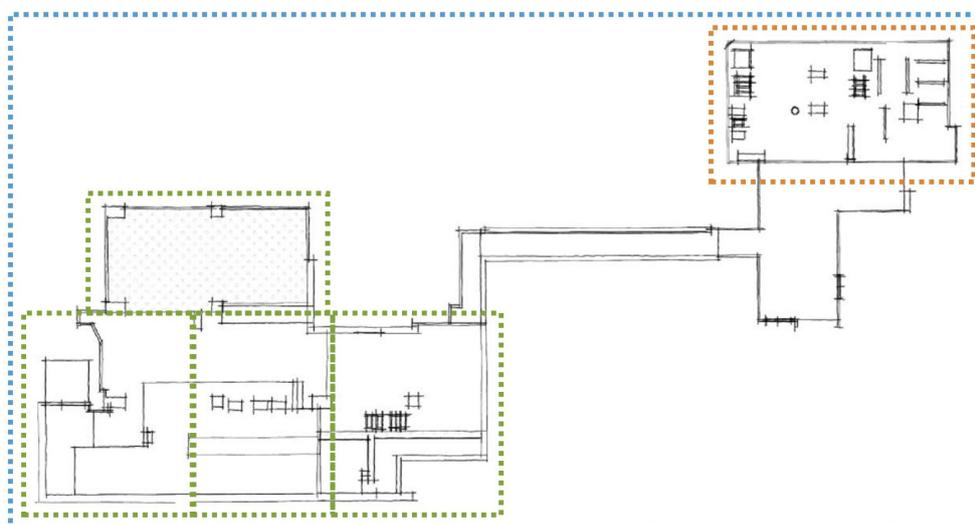
Devido às limitações do software de modelação, o *ARCHICAD*, no que toca à leitura e integração da nuvem de pontos no modelo, sendo que o número máximo é de 280 milhões de pontos, bem como do próprio *hardware*, houve a necessidade de reduzir a quantidade de pontos das nuvens.



**Figura 5**  
Redução e divisão das nuvens de pontos.

Este processo foi efetuado no programa Cloud Compare [7], de modo a reduzir o número de pontos nas nuvens. Ainda assim, não sendo suficiente esta redução, uma vez que uma diminuição excessiva do número de pontos reduziria também o detalhe capturado, houve ainda a necessidade de fracionar as nuvens em várias partes.

a solução levou-nos a ter vários ficheiros separados por zonas, que serviram de módulos associados (Hotlinks) para criar um modelo federado.

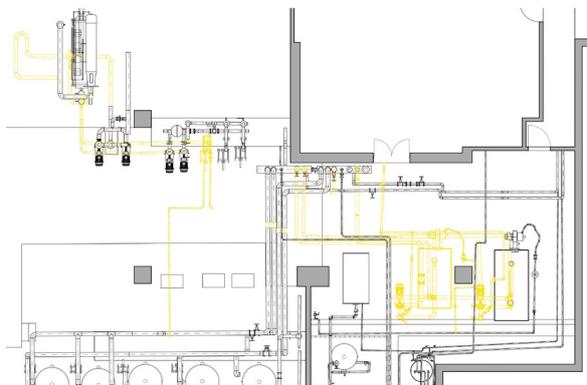


**Figura 6**  
Esquema de módulos associado.

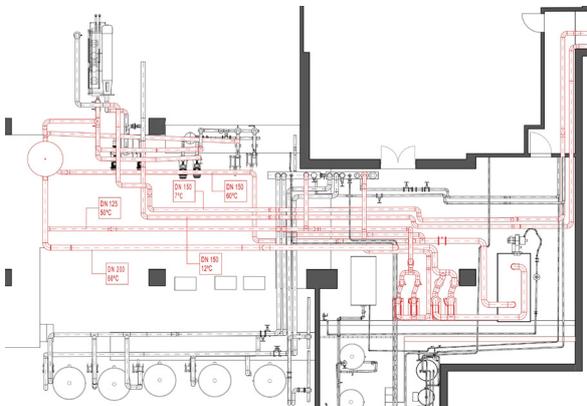
No entanto, continuámos a ter a necessidade de aceder à nuvem de pontos completa para consultar pormenores que se perderam no processo de redução. Para visualização da nuvem completa sem pesar nas tarefas do ARCHICAD, foi utilizado o software TruView, da Leica Geosystems [8], que nos permitiu navegar nas nuvens completas e sem restrições, possibilitando a visualização precisa de todos os pormenores da instalação, uma vez que o que se visualiza são as imagens panorâmicas que a estação de laser cria aquando do levantamento.

## 5.2. Condições de projecto

**Figura 7**  
Sistemas a desmontar.



**Figura 8**  
Sistemas a construir.



Com o modelo das condições existentes concluído, iniciou-se a modelação das condições de projeto e das alterações a serem executadas nas instalações, seguindo as cores convencionais amarelo a demolir e encarnado a construir. Deste modo foi possível extrair os mapas de quantidades de trabalhos a executar, contabilizado as tubagens, equipamentos e acessórios a desmontar e a montar.

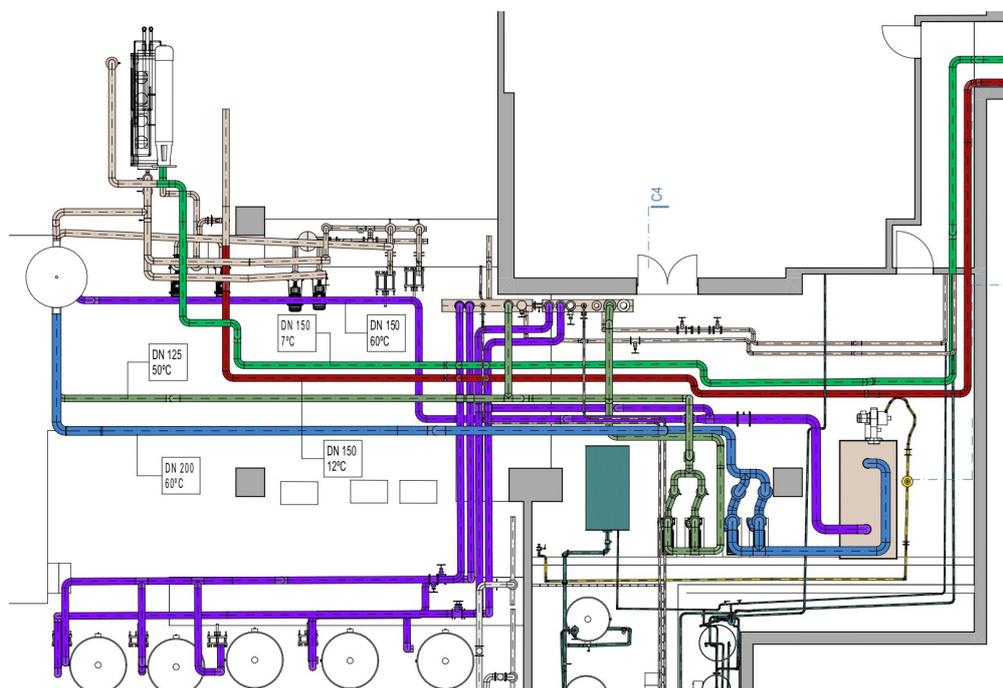
## 6. Requisitos de informação

Para um melhor planeamento do trabalho, é importante definir os requisitos de informação aquando do arranque de projeto, tornando mais ágil a gestão de todo o processo de modelação de acordo com as classificações, propriedades e ID dos elementos de forma correta. Estes requisitos devem ser definidos desde início, em conjunto com as entidades envolvidas, para uma maior coerência no desenvolvimento e apresentação do projeto.

A informação carregada nos objetos também se torna muito importante em todo este processo, desde a sua classificação, preenchimento / definição de propriedades relevantes e, ainda, o *layer* em que ficará visível.

No caso de estudo apresentado era de extrema importância a identificação de cada sistema existente e dos novos sistemas a criar e/ou unificar. Também de enorme relevância a dimensão de tubagens e respetivos isolamentos, uma vez que havia áreas muito exíguas e em que foi necessário o estudo de várias alternativas tendo em conta os atravancamentos.

Ainda no âmbito da informação que deveria ser carregada nos modelos, o material de construção das tubagens, existente e a propor, foi crucial uma vez que se queria evitar eventuais corrosões eletrolíticas de modo a não contaminar o fluido e não reduzir a vida útil das instalações.



**Figura 9**  
Legenda automática das propriedades e classificações dos sistemas.

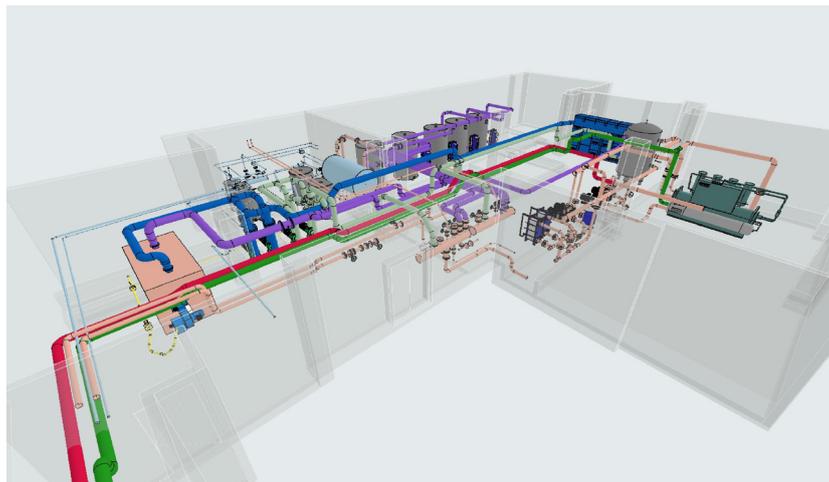
## 6.1. Visualização

O software utilizado oferece uma grande diversidade nas opções de documentação e visualização no próprio programa. De forma rápida, clara e objetiva, é-nos possível apresentar ao cliente o modelo tridimensional, as plantas, cortes e/ou alçados com todas as tubagens e as respetivas cores convencionadas para identificação dos sistemas.

Embora as cores utilizadas no fluido das tubagens sigam geralmente a norma portuguesa NP-182, neste caso de estudo específico, como havia uma extensa quantidade de tubagens com o mesmo tipo de fluido, mas com diferentes temperaturas e, portanto, diferentes sistemas, houve a necessidade de criar representações diferentes por sistema e não por fluido. Desta forma, junto da equipa da ACET, convencionou-se que a separação de sistemas seria feita da seguinte forma:

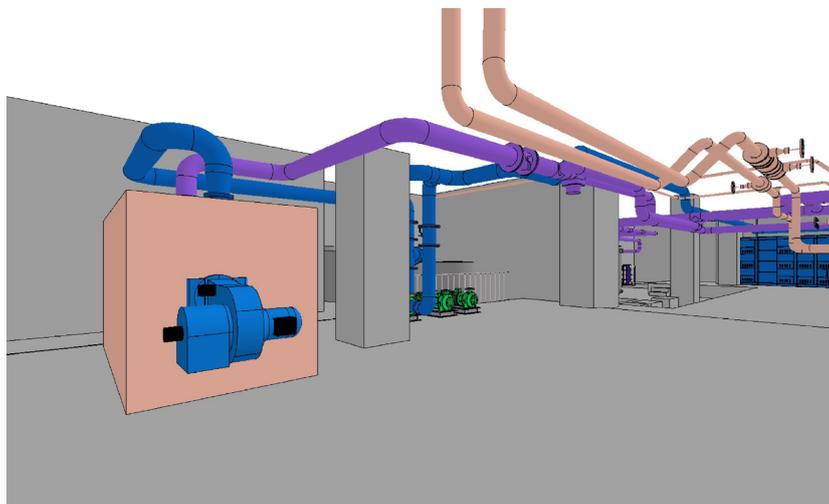
- Água a 7°C ■
- Água a 12°C ■
- Água a 50°C ■
- Água a 60°C (circuito da caldeira) ■
- Água a 60°C (circuito geral) ■
- tubagem e equipamentos não intervencionados ■

**Figura 10**  
Cores convencionadas  
para os sistemas.



As várias cores definidas, respeitando também a clara necessidade de representação e diferenciação gráfica, foi uma mais-valia para as reuniões de coordenação e para todo o desenvolvimento do projeto. Outro benefício é o facto de ser possível, de forma fácil e rápida, filtrar a visualização das tubagens relevantes, seja por sistema, seja pela cor, para algum assunto em questão durante a coordenação, visualização e/ou tomada de decisões.

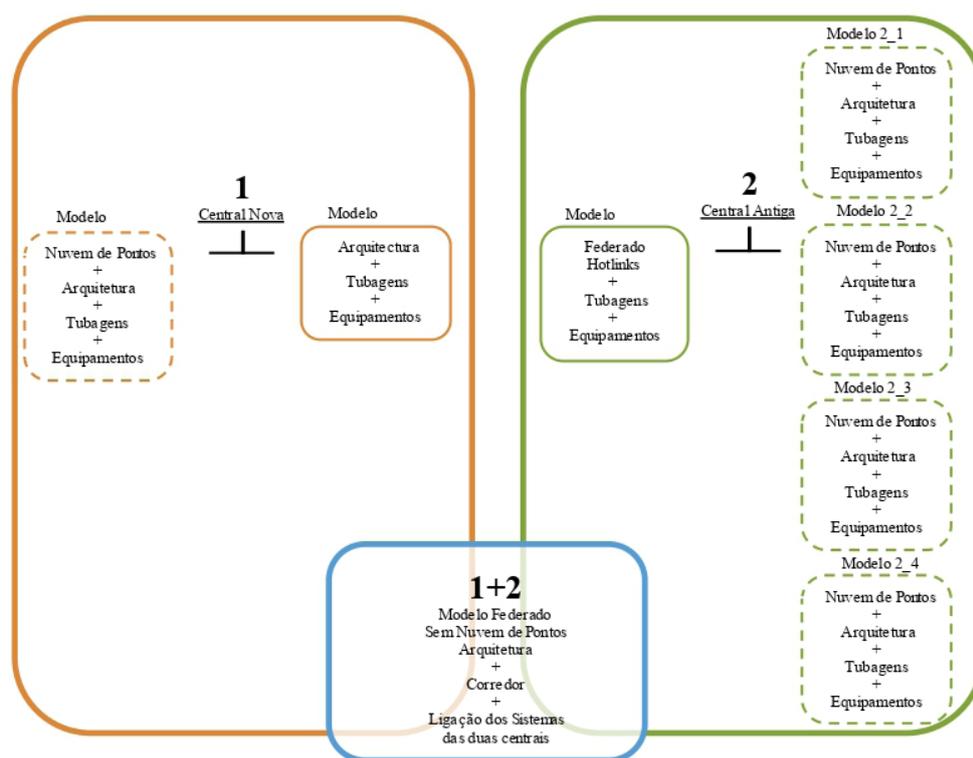
**Figura 11**  
Visualização filtrada.



## 7. Hotlinks, Federação de Modelos

Como já descrito anteriormente, foi necessária a criação de vários modelos, parcelares, para permitirem a modelação sobre as nuvens de pontos. Para tal foi definida pela equipa de modelação uma estratégia para a estrutura de desagregação dos modelos, em que a central mais pequena (“central nova”) era um modelo e a central maior (“central antiga”) foi desagregada em quatro modelos, dando origem a um modelo federado da “central antiga”. Uma vez que o objetivo inicial era a interligação das duas centrais, para que ambas produzissem as necessidades de climatização em conjunto e de forma partilhada, foi então criado um modelo federado com as duas centrais, onde também foi modelado o corredor de ligação destas, no qual iriam passar as tubagens de junção das mesmas.

A central antiga era de grande dimensão, gerando muitos milhões de pontos não suportados por um único ficheiro no ARCHICAD, e por isso houve a necessidade de a fracionar em quatro modelos.



**Figura 12**  
Diagrama de desagregação do modelo federado em módulos associados.

## 8. Conclusão

Concluimos haver mais vantagens do que desvantagens na utilização do laserscanning. Nas vantagens, podemos incluir a precisão do modelo que é possível obter, a redução do tempo de levantamento, como exemplo um levantamento de 30,00 m<sup>2</sup> com o método tradicional demorou cerca de 4 horas, enquanto o laser scanning

demorou cerca de 30 minutos e com uma clara maior precisão [5]. Outra vantagem é o facto de podermos estar a modelar no conforto do nosso local de trabalho e a redução dos custos, seja de transporte ou alojamento. Para conseguirmos ver e/ou editar a nuvem de pontos, existe software gratuito, o que também é uma mais-valia. Para além disso, ao contrário do levantamento tradicional, é necessária apenas uma pessoa para realizar este levantamento de forma rápida.

Os sistemas das duas centrais térmicas teriam demorado cerca de duas semanas para o levantamento rigoroso no método tradicional e entre duas a três semanas para modelação das condições existentes. Contudo, com a nuvem de pontos, em duas semanas elaborou-se o levantamento e modelação das condições existentes.

Uma perspetiva relevante que pode ser vista como uma desvantagem, é o desgaste apresentado no equipamento, nomeadamente o sobreaquecimento dos processadores e/ou placas gráficas, havendo necessidade de utilizar placas gráficas com grande capacidade devido ao grande volume de dados dos ficheiros [3,4,9]. Outra desvantagem identificada é o facto de não existir forma de carregar as nuvens de pontos num ficheiro IFC, que seria muito útil em fases intermédias de desenvolvimento do projeto, para visualização e partilha. Além disso, acaba por ser sempre imprescindível voltar ao local para tirar dúvidas de espaços “escondidos”, que se apresentam desfocados na análise do laserscanning, havendo sempre esta questão do alcance e perceção da visualização.

Analisando o fluxo de trabalho utilizado neste caso de estudo, considera-se, para futuros trabalhos de natureza idêntica, a necessidade de, na fase de planeamento do levantamento da nuvem de pontos, uma aferição mais precisa dos níveis de iluminação dos locais a levantar, assim como da existência de superfícies refletoras. Deverão ainda ser identificadas áreas onde o levantamento deva ser mais minucioso devido à existência de elementos/objetos de menor dimensão e/ou maior detalhe, considerando-se a eventual necessidade de medições manuais e fotografias de pormenor. Deste modo poderão evitar-se novas deslocações ao local.

## Referências

- [1] Assis, Paula; Figueira, Ricardo; Gilabert, Pablo, “Plataforma Open BIM para o projeto de engenharia” in *Livro de Atas, Modelos de Gestão e Informação – BIM, Construção*, 2018
- [2] Haratz, Jacques, “Descarbonizar com eficiência no setor do turismo” in *AVAC Magazine* 3, janeiro/março 2023.
- [3] Abreu, Nuno; Pinto, Andry; Matos, Aníbal; Pires, Miguel, “Procedural Point Cloud Modelling in Scan-to-BIM and Scan-vs-BIM Applications: A Review” in *International Journal of Geo-Information* 2023,12,260, 2023

- [4] Waykar, Yashwant, “A Comparative Analysis of Photogrammetry and LIDAR Technology for Heritage Site Conservation”, in *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, abril 2022.
- [5] Abd-Elmaaboud, Ahmed; El-Tokhey, Mohamed; Ragheb, Ahmed; Mogahed, Yasser, “Comparativa Assessment of Terrestrial Laser Scanner Against Traditional Surveying Methods” in *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, abril 2019.
- [6] Randall, Tristan, “Client Guide to 3D scanning and Data Capture”, in *BIM Task Group*, 2013.
- [7] <https://www.cloudcompare.org/>
- [8] <https://leica-geosystems.com/>
- [9] Fonseca, Joaquim; Fernandes, Herlander; Santos, Luis, “Tecnologia Laser Scanning na Realização de Levantamentos Topográficos de Precisão” in *VII CNGG Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia, Sessão Técnica 5.2, Ordem dos Engenheiros*.