

Scan to BIM: Arquitetura e instalações MEP

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

Inês Rodrigues¹, Inês Miranda¹

¹ *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, consequentemente, 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 CO₂, 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.

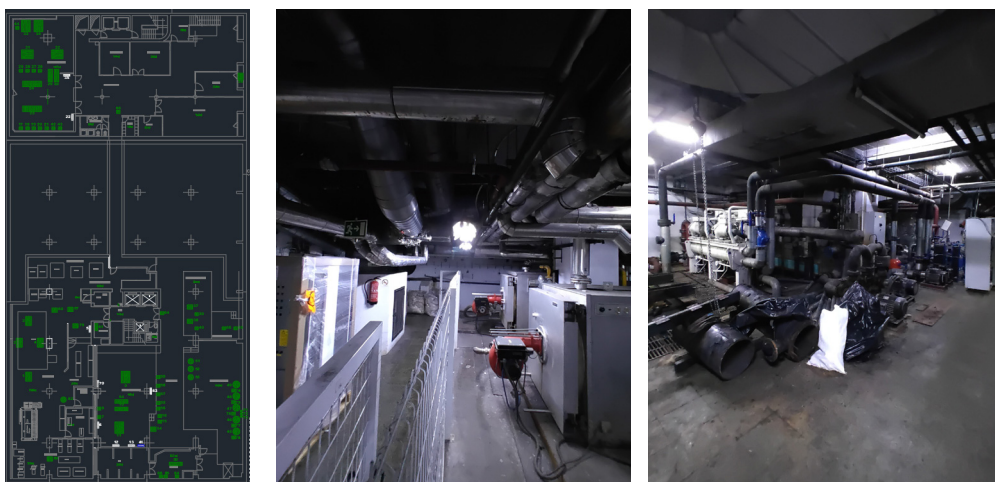


Figura 1
Levantamento CAD existente.

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 *softwarehouses*, 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.

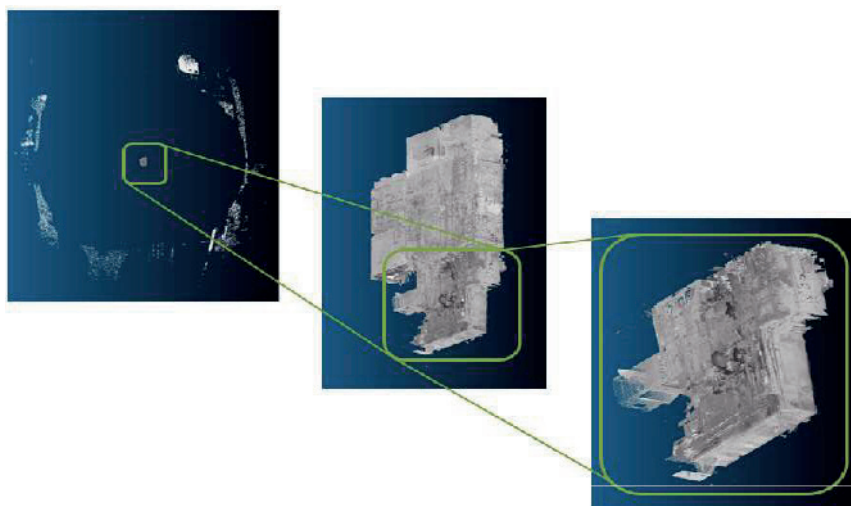


Figura 5
Redução e divisão das
nuvens de pontos.

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.

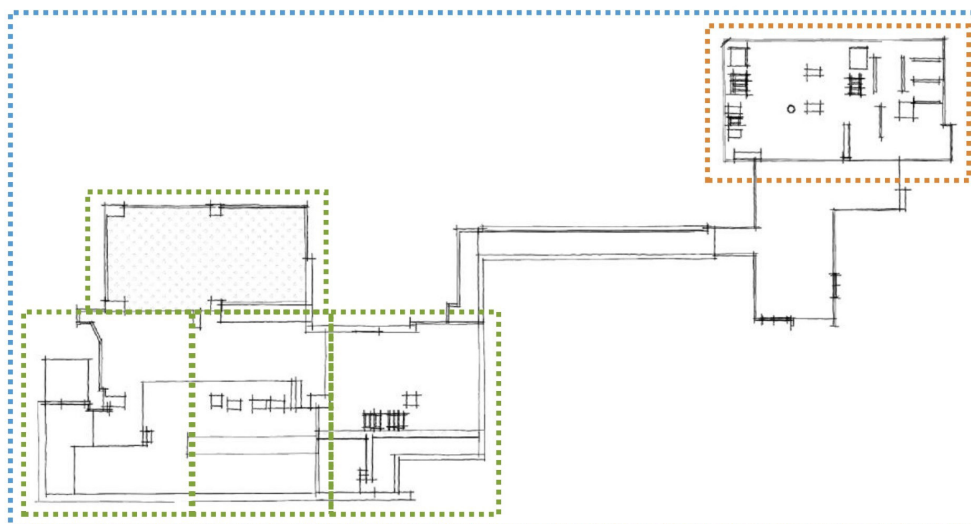


Figura 6
Esquema de módulos
associado.

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.

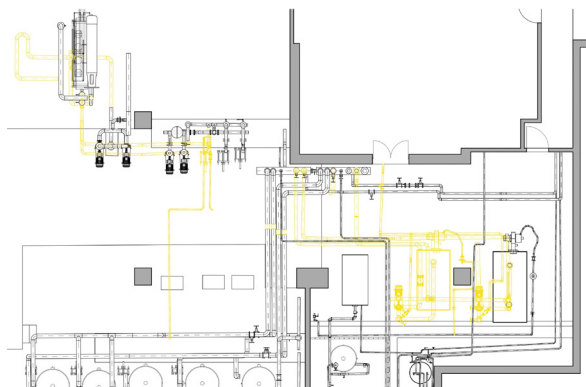
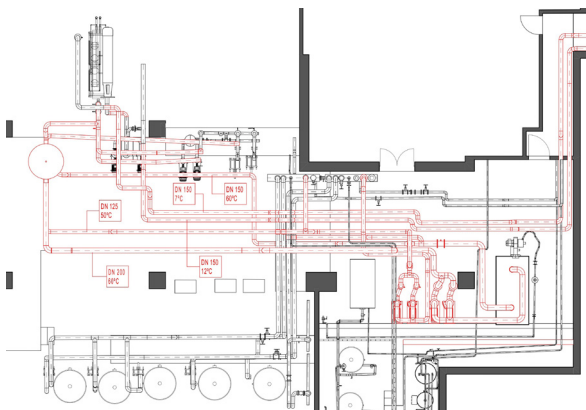


Figura 8
Sistemas a construir.



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.

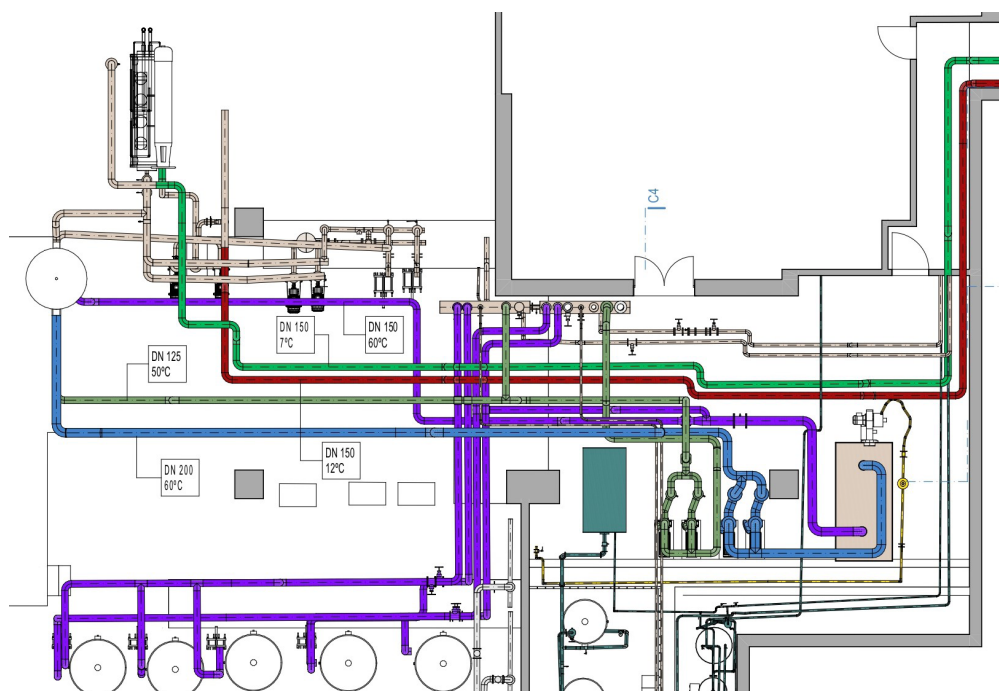


Figura 9
Legenda automática
das propriedades e
classificações dos
sistemas.

6.1. Visualização

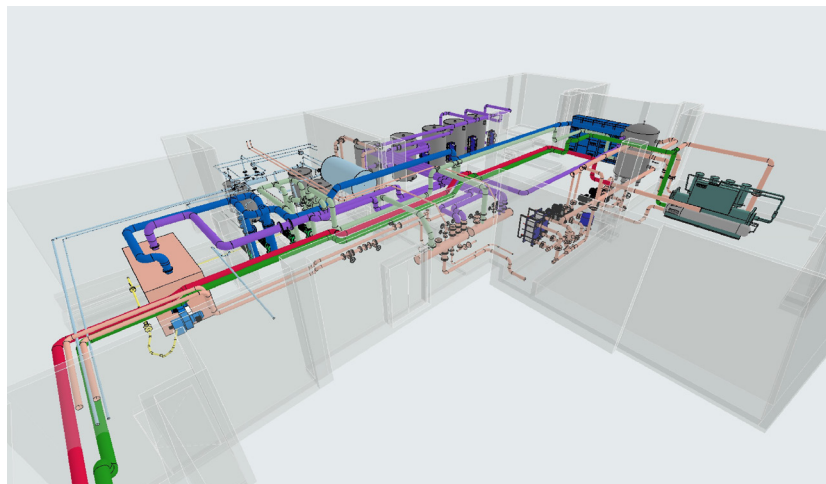
O software utilizado oferece uma grande diversidade nas opções de documentação e visualização no próprio programa. De forma rápida, clara e objetiva, é-nos possível apresentar ao cliente o modelo tridimensional, as plantas, cortes e/ou alçados com todas as tubagens e as respetivas cores convencionadas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

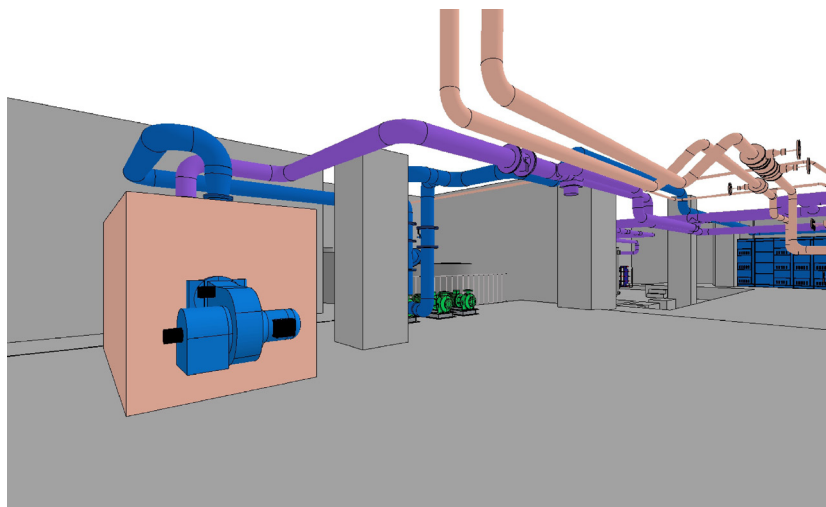


Figura 10
Cores convencionadas
para os sistemas.



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, parciais, 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.

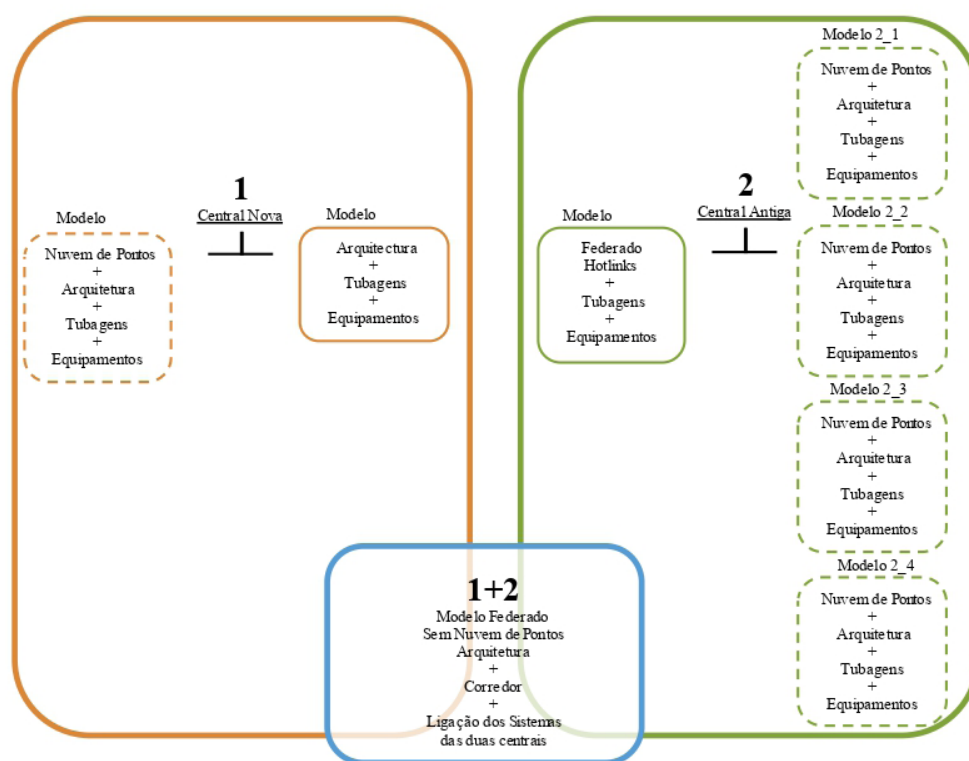


Figura 12
Diagrama de desagregação do modelo federado em módulos associados.

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 m² 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 CNCG Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia, Sessão Técnica 5.2, Ordem dos Engenheiros*.