

Porquê considerar um serviço de dimensionamento integrado? O nosso percurso para uma integração total de soluções de projeto digital

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.164.10>

**Alexandra Calheiros¹,
Carlos Corbi², Lubos Michalik³**

¹ *Hilti Portugal, Portugal*

² *Hilti France, Paris*

³ *Hilti Nederland B.V., Rotterdam*

Resumo

Na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), o aparecimento e a rápida adoção das soluções digitais representam uma mudança transformadora que tem profundas implicações na forma como os projetos são concebidos, projetados, executados e geridos. O BIM está na vanguarda desta revolução digital, é uma representação digital abrangente das características físicas e funcionais de um edifício. O BIM permite que arquitetos, engenheiros e empreiteiros colaborem sem problemas, reduzindo os erros, melhorando a eficiência e melhorando a comunicação ao longo do ciclo de vida do projeto.

O Serviço de Dimensionamento Integrado desenvolvido pela Hilti com foco nos suportes de instalações MEP, surge para combinar a metodologia BIM & *Plant Design* com Gestão de Projetos através de Soluções Digitais reunindo as várias especialidades e partes interessadas para trabalharem de forma coesa num projeto desde o seu início até à conclusão. Esta integração, encoraja uma abordagem holística à resolução de problemas, envolvendo especialistas de várias disciplinas, assegurando que todos os aspetos de um projeto são considerados, conduzindo a soluções mais específicas, abrangentes e inovadoras. Adicionalmente, aproveita as vantagens de ter cada parte interessada a trabalhar no seu próprio nível de especialização.

Este documento explora os benefícios reais de uma integração total de soluções de projeto digital de suportes MEP através do Serviço de Dimensionamento Integrado, especialmente em projetos complexos de grande dimensão. Os casos apresentados neste artigo evidenciam como a integração digital apoia ativamente uma colaboração total entre todas as partes envolvidas, permite uma otimização do dimensionamento através da realização de um dimensionamento específica e não apenas de um dimensionamento geral do projeto, assegurando que as soluções satisfazem as necessidades reais do projeto na fase de execução. Como o fluxo de trabalho é totalmente integrado, todas as soluções de dimensionamento são enviadas para a fase de modelação, assegurando que nenhuma informação é perdida durante o processo. Esta integração entre a conceção específica e a modelação executada pelo fornecedor é um ponto estratégico fundamental para o sucesso do projeto, assegurando que todos os materiais necessários são incluídos no projeto, proporcionando precisão e uma ligação real entre a fase de conceção e a fase de modelação. Além disso, apoiará a logística através de uma lista de materiais precisa, de modo que a disponibilidade de stock e a pré-fabricação possam ser geridas antecipadamente, com menos surpresas durante a fase de execução.

Em conclusão, o serviço de dimensionamento integrado é essencial para alcançar resultados de projeto bem-sucedidos, eficientes e sustentáveis, especialmente quando as soluções de engenharia e a modelação são executadas pela mesma entidade.

1. Dimensionamento integrado promovendo a colaboração em grandes projectos

O objetivo da Hilti é tornar a construção melhor, trabalhando de forma mais simples, rápida e segura, com produtos, sistemas, software e serviços que proporcionam um claro valor acrescentado. Esta mentalidade leva a empresa a investir cerca de 6% das vendas anuais em investigação e desenvolvimento [1].

A investigação levada a cabo pela McKinsey mostra que 98% dos megaprojectos sofrem derrapagens de custos superiores a 30% e 77% têm um atraso de pelo menos 40%. Muitos fatores podem justificar a fraca produtividade observada na indústria da construção, incluindo alguns dos seguintes [1]:

- Má organização
- Comunicação inadequada
- Gestão do desempenho deficiente
- Planeamento insuficiente

Para além dos pontos acima mencionados, a engenharia no local é também um fator que diminui significativamente a produtividade na indústria. O Serviço de Dimensionamento Integrado é mais um passo no sentido do apoio total à produtividade do projeto através do BIM & *Plant Design* para uma experiência de projeto adequada e eficiente, desde a conceção à execução.

Cada projeto tem as suas próprias partes interessadas específicas, pelo que, para tornar a experiência com qualidade e escalável, é obrigatório fornecer uma orientação adequada sobre como todas as pessoas envolvidas podem trabalhar ativamente sem perderem o seu próprio sentido de função e responsabilidade durante o ciclo de vida do projeto. Assim, a “integração” tornou-se a palavra-chave para o futuro.

De acordo com o PMBOK, o ciclo de vida da gestão de um projeto consiste em 5 fases distintas, incluindo iniciação, planeamento, execução, monitorização e encerramento, que se combinam para transformar uma ideia de projeto num produto funcional [2]. Para a indústria da construção, é possível resumir que um projeto de construção tem, em geral, 4 fases, incluindo a pré-conceção, a conceção, a execução/construção e a manutenção.

Atualmente, o mercado está totalmente ciente dos Serviços de Engenharia Transacionais liderados por Engenheiros para apoiar a conceção durante o projeto. Estes Serviços Transacionais de Engenharia não são um Serviço Integrado, uma vez que se centram apenas na solução standard que cobre todas as necessidades técnicas do projeto, em vez de estudarem cada uma das soluções específicas que reduzem o custo e evitam soluções sobredimensionadas. Por outro lado, as Soluções Integradas de Projeto combinam soluções pontuais diferenciadas com a Oferta Totalmente Integrada. A Oferta Totalmente Integrada é um Serviço de Dimensionamento Integrado que compreende uma avaliação metódica das diferentes soluções de dimensionamento

individuais e específicas tendo por base os documentos contratuais de projeto com o âmbito, entregas e modo de trabalho claramente e previamente acordados.

- Serviço de dimensionamento integrado

O Serviço de Dimensionamento Integrado (SDI) é um serviço que deve ser desenvolvido idealmente desde a fase de pré-design, permitindo que a fase de construção seja alcançada com todos os suportes MEP dimensionados, modelados e prontos a serem instalados com segurança, produtividade e sustentabilidade. É composto por quatro fases apoiadas por uma equipa com conhecimentos profundos em termos de produtos (incluindo soluções de fixação e suporte MEP e soluções passivas de corta-fogo), engenharia (dimensionamento e modelação) e gestão de projects. O SDI começa com uma Análise Prévia para avaliar o projeto global no que diz respeito aos suportes MEP, incluindo uma estimativa do custo e do tempo de todo o esforço de dimensionamento. A Equipa Hilti trabalha numa lógica de otimização do projeto no interesse de uma conceção, modelação e adjudicação simples, instalação produtiva e processos de inspeção fiáveis [1]. O serviço inicia-se após a aprovação e aceitação da Análise Prévia. Em seguida, inicia-se a fase de dimensionamento, passando de um dimensionamento concetual para um dimensionamento específico, em que todas as necessidades terão uma solução específica com relatórios de engenharia e listas de materiais individuais. Cada solução individual irá gerar um *Input To Modeler* e todos os suportes MEP que foram projetados estão prontos para serem modelados e integrados no modelo. O SDI também suporta e promove um modelo sem conflitos com LOD400.

Como benefícios da SDI, identificámos seis principais ganhos de produtividade, a que chamamos "BIM Use-cases":

- Otimização do dimensionamento: com o estudo de diferentes soluções e a adoção de suportes multi-especialidade específicos;
- Pré-fabricação: possibilitada pelos desenhos de fábrica e modelos coordenados;
- Logística avançada: Coordenar a logística com a lista de materiais;
- Validação: melhor gestão da documentação e acompanhamento do estaleiro através do modelo BIM (não abordado neste artigo);
- BIM para o terreno;
- Field to BIM (não abordado neste artigo).

O SDI é um serviço assente na parceria, uma vez que o seu desenvolvimento necessita de um modelo MEP bem coordenado e desenvolvido por outra entidade parceira, com todos os pressupostos definidos e alinhados entre todas as partes. Este processo de colaboração permite otimizar as soluções, aumentar a eficiência e conduzir a um projeto mais inovador. Tem um impacto maior em projetos complexos e de grande dimensão, onde um processo imperfeito e ineficaz tem um grande impacto na calendarização e, conseqüentemente, no orçamento final, tal como descrito neste artigo.

2. Soluções de dimensionamento integradas com engenharia

O SDI Hilti foi implementado em todo o mundo como uma norma global, pelo que, independentemente da localização do projeto, o fluxo de trabalho interno mantém-se. Esta normalização global fez com que a Hilti fosse certificada com a ISO 19650, uma norma internacional que define os processos colaborativos para a gestão da informação ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo construído utilizando a modelação da informação da construção (BIM).

O processo da Hilti em termos de SDI baseia-se num forte conhecimento de engenharia e na comunicação com o cliente para satisfazer o seu pedido, tendo em conta três conceitos básicos.

- Otimização de custos
- Tempo de instalação
- Coordenação MEP

2.1. Conceitos de engenharia do SDI

2.1.1. Conceitos de engenharia do SDI

Hilti é especialista em sistemas de suporte, proteção passiva contra incêndios e fixações. O conhecimento e a experiência dos engenheiros da equipa Hilti fornecem soluções otimizadas, reduzindo o custo dos materiais utilizados em cada uma das aplicações. Cada uma das diferentes soluções é apresentada ao cliente, para que este discuta o processo de instalação que irá seguir. Isto faz com que a Hilti não seja apenas um fornecedor, mas também um parceiro com o serviço personalizado que presta.

As soluções multi-especialidade podem ser aplicadas, otimizando o espaço, o tempo e o custo do material necessário para cada um dos sistemas MEP, caso fosse feito individualmente. Através da experiência em vários projetos, ficou claro que a otimização das soluções tem impacto no tempo de instalação e no custo do material que pode ser reduzido até 30%, reduzindo também a quantidade de desperdício e aproveitando até 95% do material.

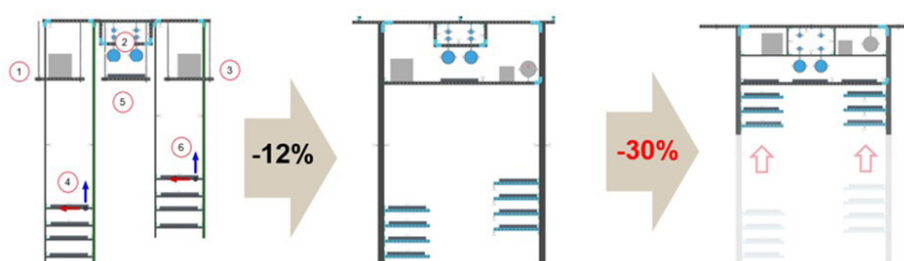


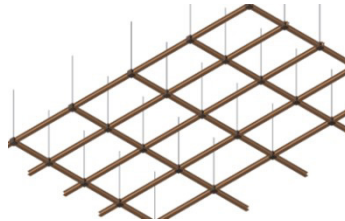
Figura 1
Otimização de custos impulsionada por uma abordagem colaborativa através do SDI.

2.1.2. Tempo de instalação

O custo da mão de obra tem aumentado nos últimos anos, a par com uma diminuição do conhecimento e da experiência no sector da construção, sendo esta a principal razão pela qual devemos reduzir ao máximo o tempo de execução de um projeto. O SDI ajuda os subempreiteiros MEP a evitar erros no local de obra e a prevenir problemas com antecedência, uma vez que estes são resolvidos numa fase inicial de projeto durante a definição de soluções.

Numa fase inicial do projeto, são apresentadas ao dono da obra soluções flexíveis, tais como sub-estruturas, elementos embebidos (HAC-C) ou soluções multi-especialidade que diminuem o tempo de instalação e reduzem a quantidade de pontos de fixação ao material base existente.

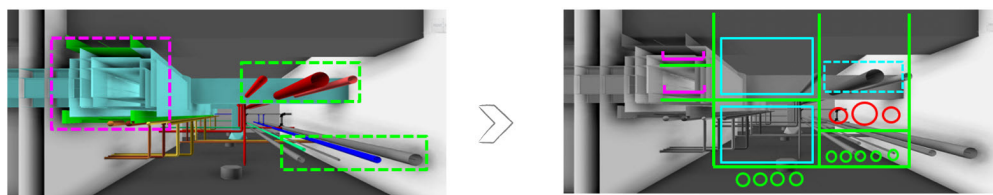
Figura 2
Soluções flexíveis avaliadas para melhorar o tempo de instalação.



2.1.3. Coordenação MEP

Como já foi referido anteriormente neste artigo, "quanto mais cedo melhor", a Hilti não se limita a criar suportes para modelos "congelados" disponibilizados pelos nossos parceiros que verificaram a deteção de conflitos entre as especialidades MEP e os elementos de arquitetura. O SDI desenvolvido pela Hilti funciona como um consultor uma vez que também verifica e aconselha sobre a viabilidade e os problemas da coordenação real e fornece soluções globais.

Figura 3
Reorganização da instalação MEP aconselhada pela Hilti para melhorar a organização MEP e otimizar a solução de suportagem.



Existe uma falta de conhecimento no mercado relativamente ao sistema de suporte e aos conceitos de engenharia que devem ser aplicados. Muitas vezes, a equipa de engenharia Hilti depara-se com situações em que não existe uma coordenação lógica em termos de conhecimentos de engenharia como por exemplo situações em que o material de base não foi concebido para suportar as cargas e/ou não existe espaço suficiente para colocar os suportes. São nestes casos que os engenheiros

Hilti da equipa SDI se tornam um parceiro valioso para dar a visão de engenharia de suportes às restantes equipas do projeto.

2.2. Processo de engenharia do SDI

O processo de engenharia da Hilti no SDI começa com um *input* do parceiro, o ficheiro do projeto com toda a informação necessária para a conceção do suporte. É nesta fase que se discute a coordenação para fazer modificações e apresentar desenhos conceptuais básicos para encontrar a solução otimizada para o parceiro.

Uma vez acordado o projeto concetual, o passo seguinte consiste em provar tecnicamente a viabilidade do projeto com o software de cálculo interno da Hilti e os dados técnicos dos diferentes itens a utilizar. A solução é transferida para outro engenheiro interno para um processo de QA/AC e discussão.

Esta solução é transferida para uma equipa interna de modelação da Hilti com conhecimentos específicos sobre o portfólio da Hilti. O desenho é modelado e implementado no projeto parceiro seguindo as instruções dadas pelo BLE (BIM Lead Engineer). Após a implementação, é efetuado outro QA/QC para verificar a viabilidade da solução da equipa de engenharia (BLE).

Após a conclusão do processo de QA/QC, é o momento de enviar o pacote de saída ao parceiro, que contém:

- LPU: lista de materiais com o número exato de produtos que vão ser utilizados no projeto ou área, esta informação é facilmente extraída do *Revit* devido à qualidade dos dados das famílias *Revit* desenvolvidas internamente pela Hilti.
- Desenhos de projeto: Um desenho específico para cada um dos suportes implementados na área, com dimensões detalhadas e uma lista dos materiais a utilizar.
- Plantas de desenho: Uma planta da zona com as distâncias exatas entre os suportes e a identificação de cada um. Esta informação é exportada diretamente do projeto *Revit*, pelo que tem precisão suficiente para localizar as soluções no local.

2.3. Desafios de engenharia e modelação sem SDI

Neste artigo, foi abordado o processo de SDI da Hilti para grandes projetos que fornece a certificação ISO 19650, mas há casos em que o SDI não é implementado na íntegra e a modelação não é feita pela Hilti. Uma das principais desvantagens quando a modelação é efetuada por outra entidade externa é o facto de a Hilti não ser responsável por esta etapa e, por conseguinte, o processo não seguir a norma.

Nos próximos capítulos, serão abordadas algumas das desvantagens de não se efetuar o pacote completo de SDI.

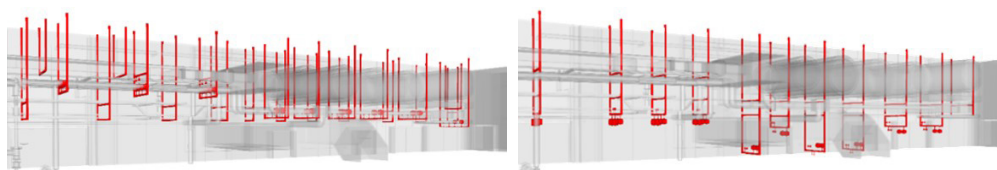
2.3.1. Otimização do dimensionamento

Num projeto sem SDI, o processo de validação das soluções técnicas (designadas por tipologias) consiste em efetuar o dimensionamento do pior caso encontrado e, em seguida, identificar a área onde a tipologia será implementada. Esta situação também acontece quando a execução do modelo de suportes é executada por uma entidade externa, uma vez que a mesma não tem conhecimento sobre as limitações de engenharia dos suportes, impossibilitando o controlo (QA/QC) dos desenhos que são implementados no projeto, e por isso, em algumas áreas onde a solução pode ser otimizada para reduzir o custo, isso não é feito nem detetado pela entidade externa. Isto pode resultar num custo adicional para o material e em soluções não otimizadas.

Uma empresa sem conhecimento do portfólio e sem conhecimentos sobre as limitações de engenharia irá sobrecarregar o modelo com suportes, o que levará a um desperdício de material e a um projeto não produtivo em termos de tempo e de custos. No caso do projeto abaixo, é possível ver no cenário a) um corredor com excesso de suportes, modelados por uma entidade externa. E no cenário b) é o mesmo corredor desenvolvido por um SDI completo com a Hilti onde apenas foram implementados os suportes necessários.

Figura 4

Caso de projeto:
Otimização do
dimensionamento
apenas possível através
do SDI.



Cenário a) sem abordagem SDI

- Número de suportes: 1.223 unidades
- Número de ancoragens: 4.892 unidades

Cenário b) com abordagem SDI

- Número de suportes: 408 unidades (-77%)
- Número de ancoragens: 1.632 unidades (-67%)

A utilização do SDI permite uma integração total entre o dimensionamento específico e a modelação, o que conduz a uma diminuição de 77% do número de suportes em obra, o que tem um impacto significativo durante a fase de execução e, consequentemente, no orçamento final do projeto.

2.3.2. Precisão e detalhe da modelação

O nível de detalhe e precisão do projeto permite à Hilti através do SDI definir até ao milímetro os cortes dos perfis/calhas, do varão roscado e as alturas dos suportes. Normalmente, a Hilti fornece um LOD 400 com todos os pormenores, adicionando ao modelo todo o material necessário.

Este nível de pormenor nem sempre é fornecido por entidades externas que executem apenas a modelação, uma vez que como não fornecem os produtos e não têm todo o conhecimento técnico de engenharia e montagem, não possuem o conhecimento necessário destas aplicações e de todas informações necessárias para a definição e montagem do suporte. Sem este nível de detalhe de modelação e a

informação que fornece, o projeto não terá uma lista de materiais completa e precisa, tornando impossível acompanhar e analisar o estado do projeto em termos de orçamento e também fornecer todos os materiais necessários no estaleiro, criando um problema logístico com impacto que pode comprometer o planeamento da construção, uma vez que os suportes são a primeira especialidade a iniciar a obra.

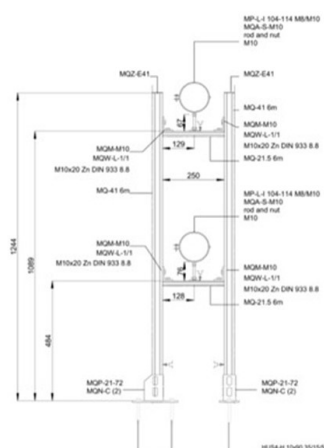


Figura 5
Nível de detalhe fundamental para garantir a precisão e detalhe dos desenhos de projeto na fase de execução.

2.3.3. Informações no modelo para fornecer o resultado correto para o BIM to Field

O projeto Hilti SDI executado em *Revit* fornece toda a informação para a lista de materiais, que pode ser facilmente dividida por áreas, se necessário (dependendo do planeamento do projeto). Isto permite que o parceiro tenha uma melhor compreensão do projeto e das soluções aplicadas. Se for um terceiro a executar a modelação, como já mencionado, podem faltar muitas informações durante o processo, por exemplo, os diferentes comprimentos dos perfis/calhas, os varões roscados ou as quantidades de peças necessárias para efetuar uma ligação específica entre os elementos do suporte.

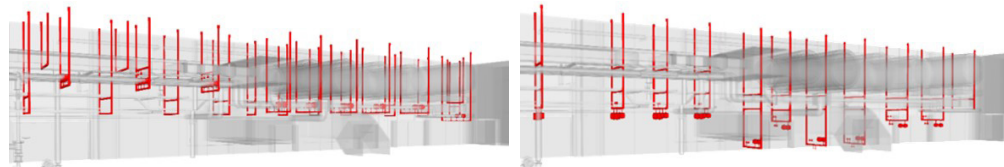
Este tipo de informação, que pode ser verificada no interior das nossas famílias, foi desenvolvido com uma equipa de engenharia para fornecer as ferramentas necessárias para acompanhar e implementar as soluções. Além disso, permite uns entregáveis meticolosos e exatos para a obra, uma vez que são desenvolvidos por uma equipa com os conhecimentos adequados no que diz respeito, por exemplo, ao corte do perfil/calha, garantindo que, durante a montagem do suporte, o espaço livre para colocar as abraçadeiras de tubos e os outros elementos será feito de acordo com o modelo, evitando erros na obra.

3. Execução do projeto apoiada pelo SDI

Durante a execução do projeto, todas as vantagens das soluções de dimensionamento integrada são visíveis. Como já foi referido, no SDI teremos uma solução

específica por necessidade e tipologia MEP em vez de termos uma solução conceitual para toda a instalação MEP. Este fluxo de trabalho aumentará a transparência das soluções e o principal objetivo é otimizar as soluções tanto quanto possível. Esta otimização é garantida pelo estudo de diferentes soluções (soluções específicas) e pela adoção de suportes multi-especialidade, implementando apenas o número de suportes necessários. O facto de não estarmos a trabalhar com soluções conceituais utilizando o pior cenário possível tem um grande impacto na quantidade de material fornecido que pode ser facilmente traduzido no orçamento final. A conceção específica também terá um impacto na produtividade da obra durante a instalação, uma vez que as soluções são concebidas para serem mais sustentáveis, utilizando a quantidade de material mais otimizada possível.

Após o dimensionamento específico, procedemos à modelação e, em seguida, à execução do entregáveis adequados para enviar a informação para o local da obra. Este processo de trabalho do serviço permite-nos ter um conhecimento completo do projeto, antecipar as necessidades e acompanhar de forma consistente o ritmo de execução da obra em termos de logística. Abaixo é possível ver mais informações sobre a execução do projeto (tempo de instalação e área disponível para otimização da manutenção) utilizando SDI.



Cenário a) sem abordagem SDI

- Número de suportes: 1.223 unidades
- Número de ancoragens: 4.892 unidades
- Tempo de instalação: 244,60 horas
- Área reservada para manutenção: 1.541 m³

Cenário b) com abordagem SDI

- Número de suportes: 408 unidades (-77%)
- Número de ancoragens: 1.632 unidades (-67%)
- Tempo de instalação: 65 horas (-74%)
- Área reservada para manutenção: 777 m³ (-50%)

Figura 6

Caso de projeto:
Otimização da execução
apenas possível através
de SDI.



A utilização do SDI permite uma integração total entre o projeto específico e a modelação, o que conduz a uma redução de custos de 40% e a uma transparência total da lista de materiais necessários. Só com o SDI é possível controlar a otimização dos custos do projeto, uma vez que todas as soluções são estudadas, otimizadas e disponibilizadas no modelo para acompanhamento e validação durante o projeto por todas as partes interessadas.

3.1. Pré-fabricação

Atualmente, os projetos demoram mais tempo do que o inicialmente previsto e é difícil encontrar mão de obra qualificada para a produção no local. A maioria dos elementos é cortada e montada no local de trabalho, o que pode levar aos seguintes problemas:

- Corte no local de trabalho envolve riscos de segurança
- Desafios para garantir o material certo nas quantidades certas
- Consumo de tempo e de espaço

Para enfrentar os desafios descritos, a pré-fabricação está a desempenhar um papel importante, especialmente nos grandes projetos. A pré-fabricação adota a padronização e a modularização como fatores-chave para a produtividade da execução do projeto e, como já mencionado, é um caso de uso fornecido pelo SDI. A pré-fabricação significa que os suportes dimensionados podem ser parciais ou totalmente montados numa fábrica em ambiente de produção e não no local da obra. Os casos de estudos Hilti demonstraram que o pré-fabrico pode aumentar a produtividade do local de trabalho até 70% em termos de poupança combinada de tempo e material. Além disso, o pré-fabrico promove uma maior segurança durante a instalação e as soluções de construção conforme projetadas [1]. A implementação de SDI em grandes projetos, adicionando o pré-fabrico, conduz a um maior impacto na produtividade e na poupança de custos. Desde a fase de projeto, os engenheiros (BLE) podem definir a solução específica com o conceito de modularização, essa solução estará pronta para a pré-fabricação e, em seguida, durante a fase de modelação, são consideradas todas as considerações para criar um entregável específico para as unidades de pré-fabricação. A pré-fabricação diminui a quantidade de erros de execução e aumenta a qualidade, sendo possível desenvolver nas soluções seguintes soluções que melhoraram claramente a produtividade do projeto:

- Pré-montagem: Suporta a montagem em ambiente de produção otimizada.
- Corte: Elementos com o comprimento exato pretendido
- Kitting: o material necessário, embalado na quantidade correcta

3.2. Logística avançada e disponibilidade de stock

Como mencionado neste artigo, a logística avançada é impulsionada pelo SDI. Um projeto bem-sucedido é avaliado por dois fatores principais: soluções otimizadas e material necessário entregue de acordo com o planeamento da construção. Por essa razão, é obrigatório acompanhar o planeamento da construção, certificando-se de que o material é entregue a tempo, sem comprometer o calendário de execução e sem entregar todo o material de uma só vez, ocupando espaço no estaleiro que muitas vezes é limitado. Por conseguinte, os gestores de projetos gastam muito tempo a manter a transparência sobre o progresso e as informações da cadeia de abastecimento. A informação em tempo real ao longo do processo da cadeia de abastecimento é um fator-chave de sucesso [1].

O Serviço de Dimensionamento Integrado Hilti através da execução de modelo em LOD400 possui todas as informações do projeto centralizadas e precisas, pelo que é possível extrair uma Lista de Materiais precisa por zonas, localizações e áreas de projeto, permitindo uma comunicação e colaboração com a equipa de Logística (Hilti), com total transparência relativamente a todo o material necessário numa localização específica do projeto, num prazo específico. O modelo BIM será a base das entregas estruturadas, garantindo a informação para:

- Planeamento de entregas sequenciais e agrupadas
- Entregas na hora certa
- Seguimento e rastreio em todas as etapas com etiquetas personalizadas

Figura 7

Plataforma piloto de Logística Avançada num projeto de controlo logístico com o modelo BIM Hilti LOD400.



4. Principais conclusões do nosso percurso através do SDI

O serviço de dimensionamento integrado é a chave para um projeto bem-sucedido, especialmente para projetos complexos e de grande dimensão. Neste tipo de projetos, uma falha e/ou um processo ineficaz tem um grande impacto no planeamento e, consequentemente, no orçamento final. Através da nossa experiência em vários projetos, ficou claro que a otimização das soluções tem impacto no tempo de instalação e no custo do material que pode ser reduzido até 30%, reduzindo também a quantidade de resíduos e aproveitando até 95% do material. O facto de o SDI não trabalhar com soluções conceptuais utilizando o pior cenário possível tem um grande impacto na quantidade de material fornecido. Uma vez que o SDI garante uma integração total entre o projeto específico e a modelação, conduz a uma poupança de custos de 40% e a uma transparência total da lista de materiais necessários. Só com o SDI é possível controlar a otimização dos custos do projeto, uma vez que todas as soluções são estudadas, otimizadas e disponibilizadas no modelo para acompanhamento e validação por todos os intervenientes durante o projeto.

Um projeto sem SDI em que a modelação é executada por uma terceira empresa sem conhecimentos de engenharia nem conteúdos do portfólio específico irá sobrecarregar o modelo, cometendo erros na implantação dos suportes em termos de quantidade e localização que conduzem a um impacto negativo no orçamento final, e no planeamento de construção devido à baixa qualidade dos entregáveis. O exposto, também irá gerar uma lista final de materiais não controlada, afetando a transparência das quantidades de materiais afetas ao projeto necessária para a gestão da disponibilidade de stock. A sustentabilidade do projeto será certamente

afetada de forma negativa sem a utilização total do SDI, uma vez que será utilizado mais material que o necessário para cumprir com o projeto.

Referências

- [1] Cerny, Pavel and Marques, Alexandre, “Redeeming BIM’s Promise in Practice: Integrative Planning with Hilti as a Partner”, *PTBIM 3º Congresso Português de Building Information Modelling*, Porto, pp. 123-124, November 2020.
- [2] PMBOK Guide (Project Management Body of Knowledge) by the Project Management Institute (PMI)
- [3] Hilti, Hilti BIM Services, accessed January 13, 2020, <https://www.hilti.group/content/hilti/CP/XX/en/services/engineering/BIM.html>.
- [4] ISO 19650-1: 2019, Organization and digitalization of information about buildings and civil Engineering works, including building information modelling (BIM).