

KLS

Atelier de Projeto de Arquitetura VIII

Atelier de Projeto de Arquitetura VIII

Alexandre Leitão Santos

© 2019 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Carlos Alberto Cenci Junior

Daniela Delgado

Estela Regina de Almeida

Editorial

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Santos, Alexandre Leitão

S237a Ateliér de projeto de arquitetura VIII / Alexandre Leitão

Santos. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A.,
2019.

184 p.

ISBN 978-85-522-1361-1

1. Projeto de arquitetura. 2. Revit. 3. Software BIM.

I. Santos, Alexandre Leitão. II. Título.

CDD 720

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2019

Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza

CEP: 86041-100 — Londrina — PR

e-mail: editora.educacional@kroton.com.br

Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1	
Projeto arquitetônico de edifício multiuso	7
Seção 1.1	
Temática, legislação pertinente e programa de necessidades	9
Seção 1.2	
Setorização, fluxograma e pré-dimensionamento dos ambientes.....	19
Seção 1.3	
Implantação e sistemas estruturais.....	31
Unidade 2	
Ferramentas BIM e modelagem	47
Seção 2.1	
Introdução à BIM e interface do programa	48
Seção 2.2	
Modelagem de terreno.....	60
Seção 2.3	
Elementos de locação e sistemas estruturais	73
Unidade 3	
Sistemas e componentes BIM	89
Seção 3.1	
Planos de vedação e parâmetros de materiais.....	91
Seção 3.2	
Famílias e tipos de componentes.....	104
Seção 3.3	
Elementos de anotação e setorização.....	119
Unidade 4	
Documentação de projeto	133
Seção 4.1	
Extração de informações do modelo	135
Seção 4.2	
Renderização de perspectivas	149
Seção 4.3	
Diagramação de pranchas e publicação de documentos.....	164

Palavras do autor

Desde que entendemos a acepção moderna do termo Arquitetura, fato geralmente associado à elaboração do tratado *De Re Aedificatoria Libri Decem* por Leon Batista Alberti, em 1452, passamos a compreender que a tarefa fundamental do arquiteto não é apenas a de viabilizar a materialização do edifício, mas também a de projetar e planejar essa obra por meio de seu intelecto. Mais de 500 anos após Alberti, que inaugurou o desenho como um procedimento de precisão, com o objetivo de antecipar e evitar erros futuros, ainda temos no cotidiano da profissão do arquiteto e urbanista uma persistente questão: como o projeto pode se viabilizar em obra edificada por meio do desenho?

Recentemente estamos experimentando a popularização de um novo conceito – o da Modelagem da Informação da Construção ou BIM (*Building Information Modeling*). Trata-se de uma forma de projetar baseada em sistemas de informação que permite que os elementos modelados tenham uma quantidade de dados associados. Essa informação faz com que uma plataforma entenda que uma parede é uma parede, por exemplo, e não somente um apanhado de formas geométricas genéricas – aquilo que até então tínhamos como desenho. Mais do que isso, a informação associada dá a possibilidade de se entender o projeto junto a processos de gestão de tempo, de custos, de operação e de manutenção de um edifício. Permite análises e checagens diversas, novas metodologias de trabalho em grandes equipes e formas de visualização articuladas e consistentes.

Trata-se, enfim, de uma tecnologia que viabiliza a antecipação de um universo de questões que envolvem todo o ciclo de vida de um edifício. Pode-se construir e operar um edifício no ambiente virtual, potencializando aquilo que, desde Alberti, tem sido a principal tarefa do arquiteto frente à sociedade.

Nesta disciplina vamos desenvolver o projeto de um edifício multiuso com o objetivo principal de aprender suas nuances e aplicar o conceito BIM. Na primeira unidade, tal qual no cotidiano profissional do arquiteto, constituiremos os subsídios para o desenvolvimento do projeto e tomaremos decisões essenciais para garantir a viabilidade da empreitada. Em seguida, na Unidade

2, compreenderemos os conceitos associados ao BIM e aprenderemos sobre uma das plataformas mais populares para essa tecnologia – o Autodesk Revit – sempre através de exercícios práticos baseados em problemas. Na terceira unidade, faremos o aprofundamento desse tema associando o BIM aos principais componentes do projeto de arquitetura, utilizando a modelagem paramétrica como um valioso recurso. Por fim, na Unidade 4, aprenderemos a utilizar a tecnologia BIM para gerar a documentação de projeto e auxiliar na apresentação de propostas, o que inclui a produção de pranchas e a renderização de perspectivas.

Você está diante de uma das tecnologias que definirão o futuro da construção. Se neste momento passamos pela popularização do BIM, em questão de poucos anos essa forma de projetar será essencial para todo profissional arquiteto. Compreenda os conceitos e permita-se utilizar as plataformas com inteligência. O salto qualitativo em seus projetos será notório.

Bons estudos!

Unidade 1

Projeto arquitetônico de edifício multiuso

Convite ao estudo

É notório que na sociedade em que vivemos há certa retomada de interesse pelos centros urbanos. Trata-se de um fenômeno complexo, que tem como motivos desde a crise da mobilidade, cujo excesso de carros nas cidades tornou o trânsito excessivamente caótico, até as novas relações que se estabelecem com as tecnologias da informação. Um dos resultados desse processo é a retomada de uma arquitetura bastante característica das áreas centrais: o edifício de uso misto.

Nesta unidade trataremos dessa tipologia, objetivando que você tenha, como resultado de aprendizagem, o conhecimento de como executar um projeto arquitetônico de edifício multiuso, tendo como competência principal a compreensão dessa temática.

Faremos isso por meio de um contexto de aprendizagem factível na prática profissional. Nesse contexto, entendemos que uma pequena construtora buscou uma equipe de arquitetos, da qual você faz parte, para auxiliá-la a viabilizar um empreendimento. A construtora pretende erguer um edifício de uso misto num terreno recém-adquirido de aproximadamente 1.000 m². Este terreno está localizado em uma área central urbana e não possui preexistências a serem mantidas.

Você, como profissional competente, deverá dar suporte para a construtora e, para isso, deve refletir sobre os possíveis condicionantes do projeto: como é o programa de necessidades de um edifício de uso misto? Qual sistema estrutural é comumente mais utilizado em edificações desse tipo? Quais leis devem ser verificadas antes de desenvolver o projeto? Quais referências você poderá utilizar para alcançar o seu objetivo?

Na primeira seção desta unidade será apresentado o tema do projeto da disciplina a você. Isso se dará por meio de uma contextualização histórica, da seleção de algumas referências de edifícios de uso misto e da reflexão sobre os condicionantes urbanísticos e a legislação pertinente ao tema. Em seguida, na Seção 2, faremos a definição do programa de necessidades do edifício, entenderemos como realizar o levantamento de condicionantes locais, falaremos sobre fluxos e circulação de pedestres, incluindo o tema da acessibilidade e realizando a elaboração de plano de massas. Na Seção 3, o foco

será a definição dos sistemas estruturais do edifício, através da compreensão de conceitos como modulação estrutural e sua aplicação a sistemas estruturais reticulares. Você realizará o dimensionamento do edifício para abrigar as demandas do cliente e, finalmente, estabelecerá as diretrizes de projeto.

Vamos aproveitar esse tema instigante para fazer refletir sobre o papel da arquitetura na sociedade contemporânea e de como há um impacto positivo possível sobre as nossas cidades.

Temática, legislação pertinente e programa de necessidades

Diálogo aberto

Em nosso dia a dia profissional nos deparamos frequentemente com demandas que exigem de nós, que auxiliemos nossos clientes com questões que eles não dominam. Você certamente passará por isso como profissional formado e, por esse motivo, será importante praticar um pouco como lidar com essas situações.

A melhor forma que um arquiteto tem para auxiliar o seu cliente é por meio do projeto arquitetônico. Apesar de parecer redundante, já que o cliente nos busca exatamente porque precisa de um projeto, muitas vezes ele não sabe o potencial desse recurso. Podemos dividir o desenvolvimento do projeto arquitetônico de acordo com os processos de decisão em: programa arquitetônico, projeto, avaliação e decisão, construção e Avaliação Pós-Ocupação, sendo que em cada fase podem ser realizadas uma série de atividades. Para Kowaltowski, Moreira e Deliberador (2012), os estágios necessários à resolução de problemas passam por definir o problema, elencar opções, escolher um caminho, implementar e avaliar.

Uma das etapas mais importantes e frequentemente ignoradas é o estudo de viabilidade, que está inserido na fase de avaliação e eleição de opções explicada anteriormente. Trata-se de um momento do projeto em que você poderá auxiliar seu cliente a compreender as possibilidades de construção, encontrar o melhor terreno possível e estimar custos gerais de obra.

Estamos diante de uma situação em que uma pequena construtora o buscou para auxiliá-la na viabilização de um empreendimento. Como já foi apresentado, a construtora pretende erguer um edifício de uso misto num terreno de aproximadamente 1.000 m² recém-adquirido. Este terreno está localizado em uma área central urbana e não possui preexistências a serem mantidas.

O cliente, no caso a própria construtora, entende o potencial mercadológico da ideia de um edifício de uso misto, mas não consegue compreender exatamente o que será esse empreendimento. Por isso, é importante que você ofereça uma perspectiva sobre quais são as possibilidades de usos do edifício. Qual seria a melhor forma de mostrar ao cliente como o projeto dele pode ser desenvolvido? Não se esqueça de que é preciso apresentar o projeto de modo que o cliente compreenda os conceitos aplicados na proposta arquitetônica.

Você pode oferecer a ele alguns recursos para compreensão de, por exemplo, contextualização histórica da importância dessa tipologia; pode oferecer referências de edifícios bem-sucedidos nessa temática; e, não menos importante, explicar como os condicionantes de entorno e a legislação urbanística serão definidores das possibilidades de construção. Veremos a seguir alguns tópicos relacionados a esses assuntos. Será muito importante que você compreenda essas questões de modo a valorizar a sua proposta.

Vale refletir também sobre qual seria o melhor modo de mostrar ao cliente como o projeto dele pode tomar forma. Não esqueça que é necessário encontrar um modo didático de apresentar isso ao cliente, de forma que ele compreenda os conceitos embutidos na proposta.

Não pode faltar

Você, certamente, já deve ter percebido que em determinadas regiões das cidades, em especial nos centros urbanos de grandes metrópoles, há certos edifícios que possuem uso comercial no térreo e, acima deste, apartamentos. Há casos que, inclusive, antes dos apartamentos há sobrelojas voltadas a escritórios ou outros serviços. Não raro, veremos edifícios corporativos que destinam seus subsolos a estacionamentos rotativos para um público que não é, necessariamente, usuário daquele condomínio.

Já em séculos anteriores à consolidação das cidades modernas, era comum a indiferenciação de usos nas construções. Uma casa que servia à habitação podia servir também como oficina de trabalho. A questão ali, no entanto, é que morador e trabalhador costumavam ser a mesma pessoa. Mas com o crescimento dos edifícios em períodos subsequentes, observamos que a propriedade de um lote passa a poder ser segmentada e dividida por diversos usuários através do empilhamento de pavimentos. Um lojista pode ficar com o térreo de uma edificação e ganhar, com isso, os olhares dos transeuntes e provocar vendas de ocasião, e os habitantes, nos apartamentos dos andares superiores, recebem privacidade e moradia mais barata.

Trata-se de uma lógica positiva à vitalidade urbana. Jane Jacobs, em sua obra-prima *Morte e Vida de Grandes Cidades* (1961), fala que a diversidade de usos é necessária para se promover segurança, por exemplo, e coloca dentre as condições indispensáveis para se gerar essa diversidade, a necessidade de se atribuir a uma região o maior número possível de funções. Isso faz com que as pessoas saiam de casa em horários diferentes e estejam nos lugares por motivos diferentes, mantendo-se capazes de utilizar boa parte da infraestrutura disponível.



Pesquise mais

Sugerimos a leitura do artigo a seguir, que apresenta a relação entre a teoria da autora Jane Jacobs e o planejamento urbano:

GAVAZZA, Natássia. A cidade de Jane Jacobs e o planejamento urbano. **Resenhas Online**, São Paulo, ano 12, n. 137.02, Vitruvius, maio 2013.

Note que essa autora faz as análises diante de um contexto de produção de cidades que sofreu imensa influência do movimento moderno que tinha como uma das premissas a setorização das cidades. Mundo afora passamos a perceber zonas inteiras de cidades voltadas exclusivamente ao comércio, aos serviços ou a habitações. Imagine o que acontece quando, ao final do expediente, um bairro inteiro é voltado a edifícios corporativos. Todos precisarão se deslocar mais ou menos ao mesmo tempo para chegar ou sair, por exemplo. Se este for servido por metrô, apenas as composições que chegam ficarão lotadas no início do dia e o inverso à noite. De dia teremos ruas lotadas e à noite um completo deserto. Isso gera ineficiência das infraestruturas, insegurança e um tempo imenso gasto nos deslocamentos dos habitantes. Por consequência, a cidade acaba sendo tomada por sistemas que privilegiam o automóvel, já que os bairros exclusivamente residenciais não costumam ser suficientemente densos para justificar o oferecimento constante de transporte de massas e muito distantes para a utilização de bicicletas pelos habitantes.

Com a crise da mobilidade que temos vivido ao redor do globo, reforçada pelas revisões pós-modernas, volta ao centro da produção da arquitetura a ideia dos edifícios híbridos ou de múltiplos usos. Trata-se de uma forma de tornar as centralidades urbanas vivas e eficientes, oferecendo moradia, trabalho e lazer muito próximos, com ruas sempre movimentadas e atraentes à vida cidadina.

Economicamente, para além da questão infraestrutural urbana, é um sistema vantajoso para os agentes da produção imobiliária: um mesmo estacionamento pode servir de dia para escritórios e à noite para bares e restaurantes que podem compartilhar o mesmo edifício, por exemplo. A construção de empreendimentos próximos a corredores de mobilidade urbana atrai pessoas que tendem a dispensar o carro. Sem as garagens e, eventualmente, com suporte de planos diretores, colocam-se lojas no nível da calçada e, com isso, aumenta-se a viabilidade econômica do empreendimento, entre outros fatores.



Exemplificando

Figura 1.1 | Conjunto Nacional



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Conjunto_Nacional#/media/File:Banco_Itau_Av_Paulista_\(2480975191\).jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Conjunto_Nacional#/media/File:Banco_Itau_Av_Paulista_(2480975191).jpg). Acesso em: 21 de set. 2018.

Um exemplo clássico na arquitetura brasileira de um edifício multiuso é o Conjunto Nacional, obra que ocupa a totalidade da quadra compreendida pela Avenida Paulista, pelas ruas Augusta, Pe. João Manuel e pela Alameda Santos, na cidade de São Paulo. Inaugurado em 1958, sob a autoria do arquiteto paranaense David Libeskind (1928-2014), o Conjunto Nacional divide-se entre um embasamento horizontal formado por três pavimentos de galerias com lojas, restaurantes, bancos, cinemas e estacionamentos e por uma grande lâmina vertical sobre pilotis, articulados ao terraço-jardim do bloco horizontal, que abriga escritórios, consultórios e residências.

As galerias permeáveis ao fluxo de pedestres são uma extensão do espaço público definido pelas calçadas do entorno. O piso em pedra portuguesa reforça por meio da materialidade essa ideia.

Sessenta anos depois de sua inauguração, o Conjunto Nacional permanece como um referencial urbano na região da Avenida Paulista, ativo em praticamente todos os dias e horários, e mantém seu papel de conciliar diversos usos em um mesmo espaço.



Exemplificando

Figura 1.2 | 8 House



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/8_House#/media/File:BIG_-_8_House.jpg. Acesso em: 20 set. 2018.

Na produção de arquitetura mais recente, um projeto que utiliza fortemente da ideia de edifício multiuso é o **8 House**, localizado em Copenhague, na Dinamarca. Projetada pelo escritório BIG, a construção de 61 mil m² agrega três diferentes tipos de habitação, além de lojas e escritórios.

O edifício consiste em uma sobreposição de usos urbanos de uma vizinhança tradicional, em camadas horizontais de tipologias conectadas por um passeio contínuo que vai do térreo ao décimo pavimento, perpassando todas as áreas da edificação. O resultado é uma topologia complexa que desdobra uma vizinhança e a transforma tridimensionalmente através de uma arquitetura que concilia habitação e trabalho. Seus pátios e volumetria são pensados cuidadosamente de forma a garantir iluminação natural e espaços de convivência a todos os usuários.

Temos que observar, no entanto, que não são todas as partes do município que dão suporte a esse tipo de prática. Muito influenciadas pelo urbanismo modernista, as leis de zoneamento definem os usos possíveis em cada área da cidade. Em geral, os centros municipais, centros de bairro e avenidas com grande circulação de pessoas tendem a ser ótimos lugares para o desenvolvimento do comércio. Nesses lugares, o zoneamento tende a ser mais abrangente e permite vários usos. Em miolos de bairros, por outro lado, não é incomum que a legislação permita apenas o uso residencial ou de serviços domiciliares. Como uma das características do edifício multiuso também implica no adensamento, isso significa que algumas zonas não são apropriadas para essas construções.



Refleta

As legislações urbanísticas impõem uma série de condições para a forma que a cidade é produzida: usos, densidades, ocupações, etc. Qual o sentido dessas restrições? O que o zoneamento traz de positivo para as cidades?

Dentre as leis mais importantes que o arquiteto deve conhecer para viabilizar um empreendimento do tipo, estão as leis de zoneamento, uso e ocupação do solo. Apesar de cada cidade chamar essas leis através de alguma variação nominativa, as cidades que possuem um plano diretor geralmente terão, também, essa legislação urbanística.

O zoneamento urbano, conforme já foi evidenciado, servirá para dar características próprias a setores diversos da cidade. Mas é importante que você compreenda como isso acontece.

Por meio das leis de uso e ocupação do solo é que sabemos exatamente o que e como se pode construir. Um dos elementos dessas leis, utilizado como instrumento de caracterização, é o coeficiente de aproveitamento. Sua lógica é simples: definido por um número, ele dirá qual a área construída possível em relação à área total do terreno. Se o terreno tem 1000 m², só se poderá construir até 1000 m², se o coeficiente de aproveitamento for 1, por exemplo. Note que algumas áreas, como fossos de elevadores ou áticos, podem ser excluídos dessa conta, mas depende da forma que a lei municipal coloca essa regra.

Em geral, um coeficiente de aproveitamento mais alto indica áreas mais adensadas, o que é especialmente valioso para áreas dotadas de infraestrutura, especialmente no que diz respeito à mobilidade urbana. Mais gente concentrada numa mesma área significa melhor eficiência nos transportes de massa.

A taxa de ocupação, outro índice, dirá qual área pode ser ocupada. Ela consiste em lançar uma projeção da construção sobre o terreno e medir qual é essa área. Se um terreno de 1.000 m² tem 50% de taxa de ocupação, só se poderá ocupar 500 m² dele.

O cruzamento desses dois índices definirá algumas características da área. Por exemplo, um terreno de 1000 m², com coeficiente de aproveitamento 4 e taxa de ocupação de 50%, deverá ter oito pavimentos para garantir a utilização do potencial construtivo máximo. No entanto, se essa taxa descer a 25%, terá que chegar a 16 pavimentos para o mesmo fim.

Para garantir uma altura máxima para as construções da região, o gabarito também é estabelecido na lei, regulando a relação entre coeficiente de aproveitamento e taxa de ocupação. Da mesma forma, os recuos obrigatórios garantem que uma construção não avance excessivamente sobre seu vizinho.



Refleta

Por que é importante regular a altura de uma edificação? Quais serão os efeitos de um ou mais prédios muito altos em uma vizinhança? Existe alguma forma de se projetar arranha-céus com menos impacto sobre o entorno?

Não entenda, no entanto, que apenas as legislações são consideradas como condicionantes para a projeção de um edifício. Elementos da bioclimática sempre devem ser considerados para esse fim, tal como insolação e direção dos ventos. Dinâmicas urbanas, características da população local, classificação de vias de acesso e tantos outros fatores que não caberiam aqui.

Efetivamente, um projeto arquitetônico deve considerar tudo aquilo que pode contribuir com sua qualidade e sua adequação ao meio. Mas quando falamos sobre o uso misto das edificações, sua relação com o próprio funcionamento da cidade é tão intensa que é impossível ignorar que há uma extensão de seu papel na viabilização de cidades mais humanas.



Assimile

Os edifícios de múltiplo uso, apesar de já existirem há algum tempo, têm sido uma resposta do mundo contemporâneo para uma vivência de cidade mais diversa e ativa. Isso pode ser observado tanto em exemplos já consolidados na historiografia da arquitetura como em casos mais recentes.

É importante para garantir a viabilidade da construção verificar se seus usos são compatíveis com a dinâmica e a legislação urbana vigente, analisando, principalmente, as leis de zoneamento, uso e ocupação do solo, para este fim. Outros fatores, no entanto, também devem ser considerados como a bioclimática e dinâmicas humanas locais.

Sem medo de errar

Lembrando que a construtora necessita de uma perspectiva sobre as possibilidades que um edifício de múltiplos usos oferece, precisamos encontrar as melhores formas de oferecer um cenário.

Já falamos que uma estratégia está na contextualização histórica. Não necessariamente a ideia é retomar as origens da tipologia híbrida, mas podemos fazer com que o cliente entenda que há um movimento recente que reforça a importância de se compreender adequadamente esse uso. Isso poderá aparecer como parte de um memorial conceitual ou em um relatório de estudo de viabilidade. Procure embasar essa argumentação com referências teóricas de arquitetura ou de áreas afins, que mostrem que não se trata de uma opinião sua, mas de um fenômeno estudado. Isso dará segurança ao cliente.

Outra forma de oferecer perspectiva ao cliente sobre os edifícios de múltiplo uso é por meio da exemplificação. Não é apenas para você que as referências de projeto são úteis. Explicar ao cliente como uma determinada tipologia funciona por meio de exemplos de projetos pode ajudá-lo a visualizar uma imagem para seu empreendimento que ele ainda não tinha sido capaz de conceber. Lembre-se de que ele é quase sempre um leigo e tem dificuldades de enxergar coisas que para você já são habituais. Escolha projetos que façam parte daquela realidade. Nada muito vanguardista, caso seu cliente seja conservador, e nada que vá custar excessivamente caro se o

orçamento for mais baixo. É importante se fazer entender através de desenhos e imagens, mas sem criar falsas expectativas.

Essa experiência ajudará seu cliente, mas certamente fará toda a diferença no processo de projeto também. Note que grande parte dos bons projetos de arquitetura possuem citações a elementos de outros projetos, de forma que seus autores se permitiram aprender com colegas de profissão através desse diálogo conceitual.

Em termos mais pragmáticos, há uma questão fundamental ao estudo de viabilidade que é a legislação urbanística. Não erre, vá direto consultar o zoneamento do município e veja em qual zona o lote está situado. A partir disso, a Lei de Uso e Ocupação do Solo (ou equivalente) dirá a você os usos possíveis daquele terreno. Note que você não pode realizar certas atividades em determinadas partes da cidade, então tenha o cuidado de garantir ao seu cliente que ele poderá fazer aquilo que espera no terreno antes de desenvolver o projeto. Nessa lei também estará definida a forma de ocupação. Verifique e anote o coeficiente de aproveitamento, as taxas de ocupação e permeabilidade, o gabarito máximo e os recuos mínimos. Essas informações serão essenciais para você explicar ao seu cliente quanto ele poderá construir e, conseqüentemente, qual será o potencial de ganhos dele com o terreno. Para você, por outro lado, servirá para começar a delinear uma volumetria para o edifício.

Avançando na prática

Escolhendo o melhor terreno

Descrição da situação-problema

Um cliente chega ao seu escritório de arquitetura com a seguinte questão: ele quer adquirir um terreno para construir um hotel com centro de convenções e lojas, e a corretagem imobiliária ofereceu a ele três opções. Tendo verificado cuidadosamente cada uma delas, você percebeu que no primeiro, que fica em uma zona predominantemente comercial, a área é maior – cerca de 8.000 m² - mas com uma taxa de ocupação de 25% e um coeficiente de aproveitamento de 1. Na segunda opção, localizada em uma zona de uso misto, o terreno tem 5.000 m² e oferece 75% de taxa de ocupação, além de um coeficiente de aproveitamento de 3. O último está em uma área exclusivamente residencial e oferece um coeficiente de aproveitamento de 1 e uma taxa de ocupação de 75% em uma área de 7.500 m². Do ponto de vista do acesso viário e da topografia, todos são relativamente equivalentes. Esse cliente, que tenciona contratar o projeto arquitetônico

com você, espera que você possa auxiliá-lo na escolha da melhor opção para o empreendimento.

E agora? Como você poderá utilizar esses fatores para definir a situação mais vantajosa? Apenas a área de superfície é suficiente para definir a qualidade de um terreno? Para o tipo de uso proposto, verticalizar é uma vantagem? E os usos permitidos pelo zoneamento têm algum impacto na decisão?

Resolução da situação-problema

Não é difícil chegar a uma conclusão segura. O terceiro terreno já deve ser descartado imediatamente, já que, por se tratar de uma zona exclusivamente residencial, permitirá apenas o uso habitacional ou, no máximo, de serviços domiciliares. Entre os outros dois vale fazer algumas contas: no primeiro terreno, o coeficiente de aproveitamento diz que ele poderá construir uma área útil de 8.000 m², enquanto no segundo caso seria possível chegar a 15.000 m² - quase o dobro! Outro fator que favorece o segundo terreno é a taxa de ocupação máxima: no primeiro caso, só 2.000 m² de superfície poderiam ser ocupados, contra 5.625 m² do segundo, que tornará a tarefa de desenvolver o centro de convenções e das galerias de lojas, que funcionam melhor no térreo, mais confortável. O restante da área poderá ser verticalizada para acomodar os dormitórios do hotel. Então veja que nem sempre o maior terreno é aquele que trará o melhor custo-benefício. Para que você entenda como essas informações são fornecidas, acesse o link do site da prefeitura da cidade de Campinas, disponível nas referências ao final da unidade, e faça o download do Anexo III da Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo. Você deve analisar as duas tabelas fornecidas sobre os parâmetros definidos.

Faça valer a pena

1. Ao percorrer uma determinada área da cidade num domingo à tarde, um transeunte percebe que aquela região é excessivamente deserta, com a maioria das fachadas cerradas e quase ninguém andando pelas ruas. Voltando no dia seguinte ao mesmo lugar, no mesmo horário, estranha que o lugar parece completamente diferente, ao ponto que mal o reconhece: está com muita movimentação de pedestres, há engarrafamento de veículos nas ruas, muito barulho e agitação. Baseando-se nas informações acima, você entende que essa região da cidade se trata de um:

Assinale a alternativa que preenche corretamente a afirmativa anterior.

- a) Bairro predominantemente residencial.
- b) Bairro exclusivamente residencial.
- c) Bairro predominantemente comercial.
- d) Bairro industrial.
- e) Bairro de uso misto.

2. Um edifício de uso misto é conformado do seguinte modo: estacionamento nos subsolos, lojas no térreo, escritórios no primeiro e segundo pavimento, apartamentos de 1 dormitório do terceiro ao sétimo pavimentos e apartamentos de 3 dormitórios do oitavo ao décimo segundo pavimentos.

Assinale a alternativa correta:

- a) Os clientes dos escritórios dificilmente utilizarão as lojas, pois não fazem parte de seu percurso.
- b) Os lojistas se beneficiam do movimento da rua por estarem no nível da calçada.
- c) Os moradores dos apartamentos são onerados com custos mais altos por terem que dividir o estacionamento com os escritórios.
- d) O prédio é voltado, essencialmente, às famílias com filhos.
- e) Após o fechamento do comércio, o prédio ficará deserto e sem uso.

3. Ao submeter a aprovação na prefeitura municipal, um arquiteto recebe um **Comunique-se** do órgão responsável avisando que aquele uso é inadequado ao lote e que, por isso, o alvará de construção não poderá ser concedido. Qual lei o arquiteto deveria ter consultado para que essa falha grave não ocorresse?

Assinale a alternativa correta:

- a) Lei Orgânica do Município.
- b) Plano Diretor.
- c) Lei de Uso e Ocupação do Solo.
- d) Plano de Mobilidade.
- e) Código de Obras Municipal.

Setorização, fluxograma e pré-dimensionamento dos ambientes

Diálogo aberto

Enquanto na seção anterior nós focamos em compreender contextos históricos e urbanísticos da utilização de edifícios de múltiplo uso, nesta seção daremos início ao projeto propriamente dito. Faremos isso por meio de alguns recursos que são ao mesmo tempo analíticos e propositivos.

Relembrando, você está elaborando um projeto de um edifício de uso misto em um terreno de aproximadamente 1.000 m² para uma construtora. Após a última reunião, a construtora se mostrou convencida da viabilidade do edifício de uso misto, mas ainda tem dificuldades em definir o programa de necessidades. Os diretores gostariam de que a construção possuísse uso comercial ao nível da rua, de escritórios em sobreloja e habitacional nos andares superiores. Solicitam a você, então, que desenvolva um conjunto de croquis que mostre a melhor adequação desse conjunto de usos ao potencial construtivo do edifício.

Para o desenvolvimento do projeto, é essencial que você se pergunte como definir seu programa de necessidades. O que deve ser estudado sobre o terreno, antes de iniciar o projeto? Como determinar as circulações dos pedestres e veículos da edificação? O que deve ser apresentado no estudo de plano de massas deste projeto? Como utilizar os índices urbanísticos no desenvolvimento do projeto?

Como iremos estudar sobre os condicionantes locais e as questões que envolvem o fluxo e acesso de pessoas, seria muito interessante se pudessemos incorporar esses assuntos como norteadores das decisões. É importante também se compreender que a sugestão da construtora pode não ser coerente com a realidade do terreno e, por isso, é importante se verificar todos os condicionantes.

Vamos projetar!

Não pode faltar

Quando iniciamos um projeto de arquitetura, pode-se dizer que é pouco provável que se tenha clareza absoluta daquilo que ele se tornará em termos de forma e acomodação de usos. O que há são apenas alguns vislumbres.

Em diversos aspectos da forma e da função arquitetônica, é o projeto que conduzirá as decisões de forma que estejam coerentes com as demandas de um cliente e as limitações de contexto.

Um desses aspectos é geralmente imaginado pelo cliente de antemão, mas, muitas vezes, não é coerente com as possibilidades de realização ou com a viabilidade em atender suas necessidades. Trata-se do programa de necessidades do edifício. É comum que, para o projeto de uma casa, um programa em geral elementar, o cliente já saiba que deseja um número determinado de quartos, eventualmente compondo suítes com seus lavatórios, salas de TV, cozinha integrada com a sala, uma certa quantidade de vagas, etc. E, neste caso, uma forma de associar o programa de necessidades do edifício às necessidades do cliente.



Refleta

Precisamos pensar em uma série de fatores para validar esse programa. Por exemplo, podemos pensar se a quantidade de ambientes propostos é possível no terreno adquirido pelo contratante. Os hábitos dos usuários, por exemplo, afetam a definição desses espaços no programa de necessidades, assim como aspectos culturais do lugar onde está inserido o projeto. Inovações tecnológicas agem diretamente sobre esse assunto, assim como as práticas logísticas que regem o cotidiano da edificação. Condicionantes climáticas exercem influência sobre o programa de necessidades? E quanto aos desejos dos proprietários? Que outros fatores podem ser decisivos na elaboração de um programa de necessidades?

Se um desses condicionantes não puder ser atendido, o projeto deve adequar a demanda à realidade possível. Uma das formas de se fazer isso é através da interpretação do que o cliente quer de fato. Ainda nesse exemplo residencial, mais simples para entendermos, podemos traduzir os ambientes em verbos: dormitório torna-se “repousar”, “vestir”; e cozinha torna-se “preparar alimentos”, “armazenar”. Entende-se, claro, que uma certa quantidade de quartos pode significar necessidades específicas, como privacidade aos moradores ou valorização do imóvel. Segundo Maciel (2003, [s.p.]),

“A realização de um projeto de arquitetura, como qualquer outro trabalho, tem premissas que lhe são próprias: há um programa a ser atendido, há um lugar em que se implantará o edifício, e há um modo de construir a ser determinado. Esse conjunto de premissas é elaborado graficamente em um desenho que opera como mediador entre a ideia do projeto e sua realização concreta.

O importante é compreender que um ambiente existe para cumprir alguma função na operação do edifício e, por consequência, não existe por si só. Isso permitirá uma reelaboração das demandas com o cliente.

Por vezes, entretanto, haverá demandas mais genéricas, como no caso desta disciplina. Se uma construtora pede um edifício de uso múltiplo, por certo haverá uma expectativa, mas não significa que ela trará uma planilha com o exato número e área de ambientes para a construção. Poderá ser papel do arquiteto avaliar como esse programa vai se constituir.

Num primeiro momento, o profissional deverá elencar todas as necessidades do edifício, as quais serão setorizadas, caso se opte por segmentar a construção em áreas que atendam às operações por categoria. Isso servirá, muitas vezes, para auxiliar a boa resolução das circulações ou da organização de instalações. Agrupar áreas molhadas, como banheiros e cozinhas, pode ajudar na distribuição de água e no recolhimento dos esgotos, por exemplo. Em casos específicos, no entanto, isso pode limitar a integração de usos e outros aspectos conceituais do projeto de arquitetura.

Definidas as necessidades e setores, pode-se partir para alguns caminhos. Embora não seja uma regra, recomendo fazer neste momento a verificação dos condicionantes locais. Estes podem dividir-se em categorias diversas, que serão produtos de análise: aspectos físicos e morfológicos, regulamentação, dinâmicas humanas, fenomenologia, etc.

Quando observarmos os aspectos físicos e morfológicos, podemos verificar como é o terreno em sua geometria (proporção, tamanho, desnível), em sua composição geológica e quais são as preexistências. Também aqui verificaremos aspectos climáticos diversos (temperatura média, umidade, ventilação, pluviosidade) e como se conforma o entorno direto e indireto (acidentes geológicos, construções vizinhas, tipo de via de acesso, etc.). Na regulamentação, veremos as leis e normativas aplicáveis. Em geral, neste ponto, o mais importante é a legislação urbanística e ambiental, em especial leis de Uso e Ocupação do Solo e de Zoneamento Urbano, Código de Obras, relatórios de tombamento, dentre outras. É preciso também entender como as pessoas vão se relacionar com o espaço construído e envoltório, através de análises culturais e percepções comportamentais. Ainda, entender como e por que as coisas acontecem no contexto da edificação.

Em particular, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, ou equivalente, será fundamental para esta etapa do projeto. Isso porque, quando falamos da elaboração de programa de arquitetura, o potencial construtivo é fator determinante de muitas decisões. Note que nem sempre a construção atingirá seu potencial máximo de área construída, especialmente em casos onde o orçamento é limitado, mas nunca poderá ultrapassar o limite do que se pode edificar.



Assimile

Coefficiente de aproveitamento (CA) é o índice definido pela quantidade de área construída (A_C) possível em relação ao tamanho do terreno (A_T). Em geral está vinculada, na Lei de Zoneamento, com a densidade desejada para uma certa área da cidade. É dado pela fórmula:

$$CA = A_C / A_T$$

taxa de ocupação (TO) é o quanto se ocupa do terreno; é contabilizada através da relação entre projeção horizontal da construção (A_p) e a área total do terreno (A_T). Sua regulamentação geralmente induz ao espaçamento maior ou menor entre construções numa região da cidade e, em conjunto com o CA, pode sugerir a verticalização. É dada pela fórmula:

$$TO = A_p / A_T$$

Se um construtor está em busca do melhor aproveitamento do terreno, ou seja, busca obter o maior CA possível, é preciso analisar com cuidado a lei urbanística para compreender como realizar essa demanda. Algumas zonas da cidade podem prever CA mais alto para usos residenciais, mas restringir o adensamento de usos voltados para serviços, ou mesmo impedir esse uso. Em outras, o uso misto pode ser incentivado. Pode ser, ainda, que se encontre setores onde áreas direcionadas para garagens não são contabilizadas no CA, ou mesmo locais onde a taxa de ocupação varia a cada pavimento.

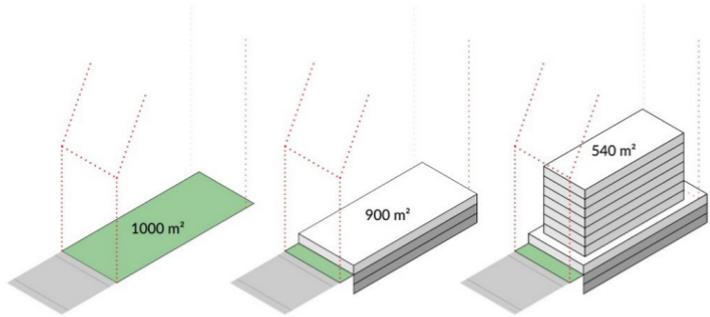


Exemplificando

Em um terreno de 1000 m², na parte central de uma cidade, deverá ser erguido um edifício multiuso. Este lote pertence à Zona 17, ou Z17, que permite uma boa variedade de tipos de uso do solo, inclusive o de edifícios voltados para serviços diversos. Para esses, o CA máximo admitido é 5. Ou seja, pode-se construir até 5.000 m², fora as diversas áreas não computáveis, como shafts e ático. A TO máxima é calculada por uma fórmula que resulta em 900 m² de projeção para o térreo e subsolos. Além disso, a existência de recuos é facultativa nesta parte da cidade para o uso escolhido.

No entanto, sabe-se que a altura máxima da edificação tem relação com o recuo escolhido e com a largura da via de acesso ao lote, neste caso, de 20 m. O resultado das contas mostra que o prédio pode ter até 30 metros de altura se não utilizar recuos, mas pode subir 2 metros a cada metro de recuo adotado (Figura 1.3).

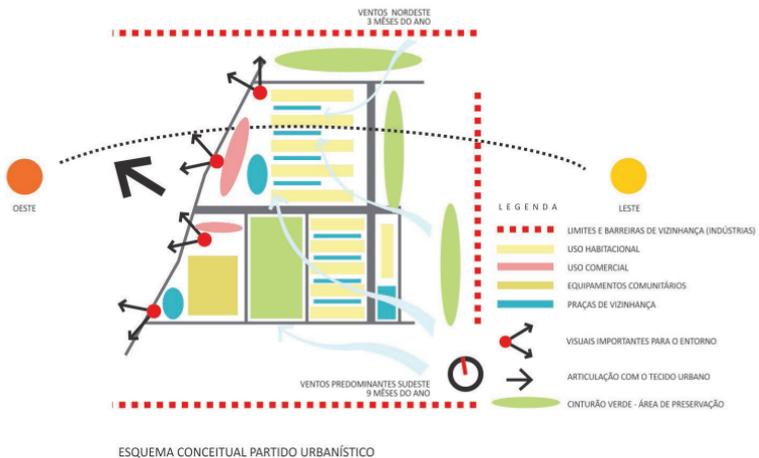
Figura 1.3 | Exemplos de possíveis cálculos para metragem quadrado e número de andares



Fonte: elaborada pelo autor.

Uma vez que se tenha noção do quanto e como se deve construir, pode-se aferir se o programa básico caberá e como ele pode ser distribuído. Um bom método para testar como isso pode se conformar e, por consequência, se analisar a viabilidade da proposta, é através da elaboração de um plano de massas, como mostra a Figura 1.4.

Figura 1.4 | Exemplo de plano de massas para projeto arquitetônico

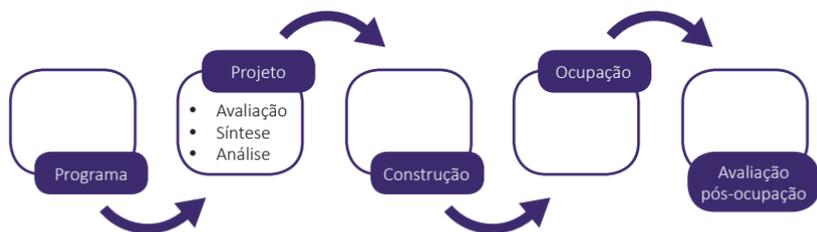


Fonte: <https://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2011/10/esquema-conceitual-do-partido-urbanc3adstico.jpg>. Acesso em: 16 out. 2018.

O plano de massas tem como objetivo relacionar setores funcionais, fluxos de circulação e outros elementos abstratos do projeto de forma espacializada. Também é possível inserir questões relativas aos diversos condicionantes locais. O plano pode tanto ser desenvolvido na linguagem de croqui ou diagrama, como pode ser elaborado através de ferramentas computacionais complexas, e pode ser visualizado em plantas, cortes ou perspectivas, conforme necessidade.

Com um estudo desses bem realizado, é possível se ter uma boa noção de quanta área será destinada a qual atividade e pode começar a se delinear uma forma para a edificação que atenda ao programa de necessidades, mas que também consiga se relacionar bem com o seu entorno imediato, condicionantes climáticas, etc.

Figura 1.5 | Modelo de processo em projeto de arquitetura



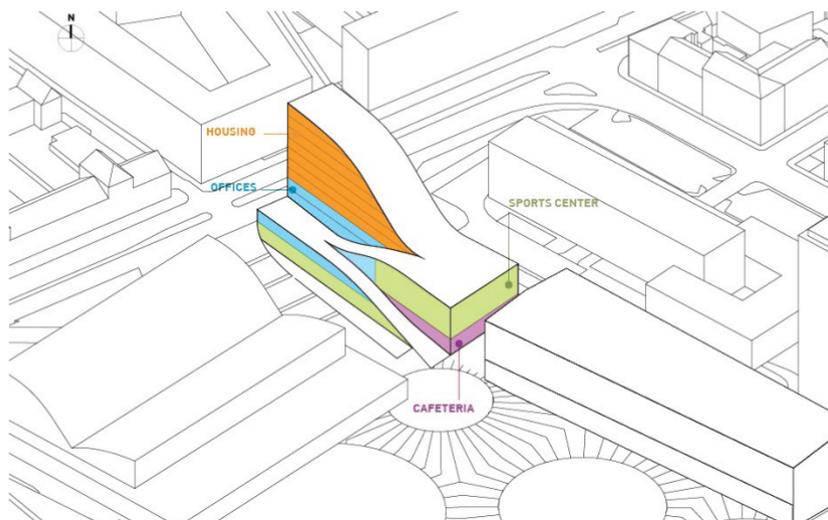
Fonte: adaptada de Kowaltowski, Moreira e Deliberador (2012, [s.p.]).



Exemplificando

A Figura 1.6 pertence ao projeto *Cité Internationale de Rennes*, do JDS Architects. Trata-se de um edifício de múltiplo uso pensado para acomodar estudantes e pesquisadores estrangeiros na cidade de Rennes (França), além de escritórios, uma cafeteria e um centro de esportes municipal. Para apresentar a proposta, dentre diversos diagramas, os arquitetos utilizam o plano de massas para apresentar aos interlocutores a forma de organização do edifício. Vale conferir outros projetos que se utilizam do mesmo recurso no site do escritório JDS Architects.

Figura 1.6 | Plano de massas da *Cité Internationale de Rennes*



Fonte: <http://jdsa.eu/cir/>. Acesso em: 22 out. 2018.

Um dos elementos fundamentais nesse momento inicial do projeto são os fluxos de usuários na edificação. Pensar circulações de qualquer tipo não deve ser ao acaso. Ao contrário, quanto maior a circulação de pessoas nos espaços projetados, mais importante será o planejamento adequado da edificação em seus acessos, corredores, elevadores e demais dispositivos de circulação.

Quanto à segurança, deve-se lembrar que o bom dimensionamento dessas circulações, além de promover conforto no uso do edifício, é necessária para a obtenção de alvarás de funcionamento. Por vezes os corredores e escadas de uma construção serão utilizadas como rota de fuga em casos de emergência que demandem a evacuação de um edifício. Sendo assim, é necessária a consulta às instruções técnicas do corpo de bombeiros do estado onde o edifício for construído com fim de se dimensionar adequadamente esses espaços. É importante que constem do projeto os hidrantes e os tipos e posicionamentos dos extintores, por exemplo. Além disso, o reservatório de incêndio é essencial para esse tipo de edificação, assim como a correta especificação dos materiais de acabamento com relação à sua combustibilidade.

Em relação ao dimensionamento e à quantificação de elevadores num edifício vertical, trata-se de uma questão um pouco complexa, mas essencial para o bom projeto desse tipo de construção. É imperativo que se faça isso a partir do cálculo de tráfego para os elevadores, conforme descrito na norma NBR 5665 (1977).



Pesquise mais

Grandes fabricantes de elevadores oferecem serviços de suporte técnico para a especificação de seus equipamentos. Alguns, como a Atlas Schindler, oferecem materiais didáticos on-line para capacitar projetistas a dimensionar por conta própria o sistema de elevadores do edifício.

ATLAS SCHINDLER. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios** – Elevadores de Passageiros, Escadas Rolantes, Obra Civil e Cálculo de Tráfego.

Note que são muitas as variáveis que dão início a um projeto de arquitetura. Como não se trata de um processo linear, entende-se que qualquer revisão pode ser feita a qualquer momento. No entanto, algumas questões são estruturantes e, portanto, fundamentais que sejam compreendidas já na primeira fase de projeção.

Sem medo de errar

Com dificuldades em definir o programa de usos, a construtora procurou você para auxiliá-la nessa tarefa. Havia uma sugestão para que a construção possuísse uso comercial ao nível da rua, escritórios em sobreloja e habitacional nos andares superiores. No entanto, isso não é uma regra e, como vimos anteriormente, é necessário que compreendamos o contexto antes de decidir em definitivo as características do programa de necessidades.

Para exemplificar, vamos utilizar um contexto já descrito: um terreno central de 1000 m² em uma zona de coeficiente de aproveitamento máximo 5, taxa de ocupação máxima de 90% para o térreo e subsolos e 54% para os demais pavimentos (60% da taxa de ocupação do térreo).

Comece compreendendo o que isso significa para o projeto. Esses índices vão ajudá-lo a definir qual a área do edifício e de seus pavimentos. Com o CA em 5, sabemos que, grosso modo, teremos 5.000 m² de área construída. Como a legislação municipal, neste caso, permite excluir do cálculo de CA os dois subsolos, se forem destinados para estacionamento, podemos chegar a 6.800 m², se utilizarmos a taxa de ocupação máxima. Também sabemos que, se utilizarmos o máximo de área possível para os três primeiros pavimentos (térreo e subsolos), sobrarão 4.100 m² de área para os demais andares. Isso significa cerca de sete pavimentos se utilizarmos a taxa de ocupação máxima.

Se houver redução na ocupação do térreo e das sobrelojas, o edifício pode crescer em altura. No entanto, há uma limitação: apesar de a Lei de Uso e Ocupação do Solo tornar o recuo facultativo para este lote, ela também diz que se deve afastar a edificação dos fundos do lote em 3 m caso

ela possua mais de 20 m em altura. A altura máxima do edifício é dada pela fórmula:

$$H = 1,5 L + 2R$$

Onde:

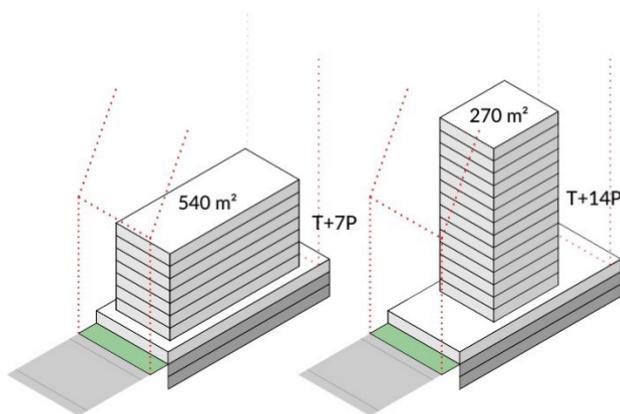
H = altura máxima da edificação.

L = largura da via pública de circulação.

R = recuo facultativo da edificação.

Considerando que a via pública possui 20 m de largura, concluímos que o edifício pode ter até 30 m. Só que, ao recuá-lo da rua, em sua totalidade ou em alguns pavimentos mais altos, você pode aumentar seu gabarito indefinidamente. A Figura 1.7 exemplifica os cálculos.

Figura 1.7 | Exemplificação dos cálculos de coeficiente de aproveitamento e gabarito



Fonte: elaborada pelo autor.

Sendo assim, cabe a você algumas tomadas de decisão. Para tomá-las, escreva o programa de necessidades e tente definir áreas ideais para cada um dos setores funcionais. Depois, tente montar sobreposições volumétricas diversas. Tente, para cada uma dessas propostas, verificar quais os ganhos e perdas que você obteve com a nova relação entre elementos. Não desconsidere jamais as circulações. Veja no quadro uma sugestão de como você pode distribuir os usos do programa de necessidades:

Usos, incluindo circulação	Especificações
Saguão e recepção	200 m ²
Comércio	900 m ²
Escritórios	2600 m ²
Banheiros	Mínimo de 60 conjuntos bacia-lavatório
Estacionamento	1800 m ²
Áreas técnicas (segurança, depósito de material, reservatórios, elevadores, etc.).	300 m ²

Fonte: elaborada pelo autor.

Faça croquis e guarde a memória desse processo. Quando tiver algo mais elaborado e definitivo, faça diagramas que possam representar sucintamente suas decisões de forma e função e utilize-os na apresentação do projeto.

Avançando na prática

Resolvendo o mirante

Descrição da situação-problema

Um empreendedor buscou seu escritório com uma proposta pouco comum, porém ambiciosa: quer construir na cobertura de um edifício de 30 andares uma boate com capacidade para 800 pessoas. O objetivo desse empreendedor é o de transformar esse negócio em uma casa noturna conhecida internacionalmente por sua localização peculiar. Porém, ele lhe conta que foi advertido por muitas pessoas de que isso não seria possível por causa dos índices urbanísticos. Você poderia auxiliá-lo na elaboração de um estudo de viabilidade que garanta a exequibilidade da ideia? Quais as ideias que devem embasar essa proposta?

Resolução da situação-problema

Uma questão importante para resolver o impasse é com relação à característica do edifício sobre o qual será construída a boate. Se for um edifício

residencial, dificilmente a legislação urbanística permitirá o uso. Em muitas cidades, o uso misto só pode ser compartilhado entre residências e comércios o que, por si, já impede o funcionamento da boate. Caso opte por localizar o empreendimento em um edifício já voltado a serviços, a tarefa fica mais fácil.

Há outra questão fundamental: a segurança das pessoas. Além de uma equipe de engenharia ter que verificar a eventualidade de sobrecargas sobre a laje da balada, será papel do arquiteto garantir rotas de fuga adequadas. Lembre-se de que a evacuação de 800 pessoas não acontece em um período curto. Isso pode demandar a construção de rotas auxiliares ou anexas, o que é excessivamente oneroso.

Quanto à circulação mecanizada, sabe-se que o público acabaria por utilizar os elevadores do edifício. Seria necessário fazer o cálculo do tráfego de pessoas para garantir que os elevadores serão capazes de suprir a demanda adequadamente. Como a boate funcionaria em horário diverso ao expediente dos escritórios, fica menos incômodo aos outros condôminos.

A melhor forma de auxiliar esse cliente será por meio da demonstração de cálculos que demonstrem a viabilidade ou a inviabilidade da proposta. Explicar ao empreendedor os custos associados fará com que ele possa tomar decisões baseadas em fatos.

Faça valer a pena

1. O plano de massas tem como objetivo relacionar setores funcionais, fluxos de circulação e outros elementos abstratos do projeto. Também é possível inserir questões relativas aos diversos condicionantes locais. O plano, em geral, é desenvolvido na linguagem de croqui ou diagrama e pode ser visualizado em plantas, cortes ou perspectivas, conforme necessidade.

Quanto aos planos de massa, está correto afirmar que:

- a) Trata-se de um recurso que permite ao projetista antecipar relações do edifício mesmo em um estágio muito preliminar do projeto.
- b) Tem como resultado o cálculo de cargas nominais para dimensionamento estrutural do edifício.
- c) Deve sempre ser realizado em escala precisa.
- d) Está limitado ao projeto urbanístico e não deve ser utilizado para edifícios.
- e) É responsável por apontar a quantidade de terra movida do lote.

2. Num determinado projeto de edifício vertical de escritórios, observa-se que as circulações verticais (elevadores e escadas) e os banheiros localizam-se em um núcleo central, enquanto a área livre do pavimento é periférica, ou seja, está na parte mais externa do edifício.

Sobre este caso, pode-se afirmar que:

- a) Cria um elemento que ocupa a planta livre no ponto em que ela recebe melhor iluminação natural.
- b) Pode gerar conflitos entre a circulação vertical e os shafts, já que são elementos perpendiculares.
- c) Trata-se de uma estratégia para concentrar as prumadas técnicas com redução de custos e diminuição de interferências.
- d) Dificulta o acesso às saídas de emergência.
- e) Dá a possibilidade de implementação de elevadores panorâmicos.

3. Um empreendimento comercial está localizado em uma zona que permite um cálculo de taxa de ocupação diferenciado para o pavimento térreo, onde se pode ocupar até 90% do lote, e os pavimentos superiores, onde se pode ocupar até 50% da área máxima do terreno. Além disso, a lei permite que o térreo não seja incluído no cálculo do coeficiente de aproveitamento máximo, que é 4, quando for aplicado o uso comercial para esse pavimento.

Sobre o exposto acima, pode-se inferir que:

- a) Há um incentivo pelo poder público pela utilização do térreo, possivelmente para garantir a existência de lojas ou usos equivalentes no nível da rua.
- b) Não há vantagens para o construtor, já que apenas as lajes superiores geram lucro na venda dos imóveis.
- c) O térreo tem mais chances de ter uma boa ventilação do que os andares superiores quando se utiliza o potencial construtivo máximo da edificação.
- d) O coeficiente de aproveitamento limitará a área construída em quatro vezes a área do lote.
- e) Nenhuma das alternativas é correta.

Implantação e sistemas estruturais

Diálogo aberto

Se você já percorreu obras convencionais, deve ter notado o alto índice de desperdício de material que envolve a construção. Entretanto, essa é uma prática que poderia e deveria ser evitada. Os fatores que causam o desperdício são os mais diversos, mas há um que contribui fortemente para isso: a ausência de uma modulação adequada. Sem modulação, muitos materiais têm que ser cortados, quebrados ou adaptados para se adequar à demanda do projeto. Ao mesmo tempo, o projeto passa a ter um excesso de pormenores, já que não há padronização. Isso aumenta o custo da obra e gasta tempo desnecessário no projeto.

Quando uma empresa busca um arquiteto para desenvolver um projeto de construção, ela está sim buscando afirmar sua identidade e receber um produto esteticamente bem desenvolvido. Porém, ela também espera que você compreenda questões como custo e eficiência. Note que mesmo nos projetos mais complexos, há regras e parâmetros que orientam a construção, de forma a diminuir os erros e interferências durante a obra.

Voltando ao nosso contexto de aprendizado, a empresa que o procurou está buscando a otimização do projeto, conforme citado, ou seja, melhores resultados com a menor perda de material. E, por uma questão relativa à logística da obra, que segue alguns padrões de eficiência da construtora, será necessário que o projeto siga uma modulação e que seja pensado num sistema estrutural reticulado, isto é, um sistema composto por elementos lineares, como pilares e vigas. Por causa disso, há a necessidade de se fazer adequações do estudo de massas apresentado anteriormente a esta condicionante. Qual será a melhor forma de se fazer essa transição entre o estudo de massas e o dimensionamento do edifício? Quem escolhe as medidas de uma modulação estrutural? Quais características técnicas devem ser analisadas e incorporadas à sua proposta? Quais as vantagens dos sistemas pré-fabricados e dos moldados in loco?

Para convencer os clientes de que a sua ideia é viável, você deverá elaborar desenhos em escala que mostrem essa adaptação e apontem diretrizes de projeto. E para garantir que você consiga fazer isso com sucesso, veremos nesta seção algumas estratégias e aplicações da modulação estrutural. Além disso, veremos alguns tipos de sistemas estruturais reticulares possíveis para a utilização no projeto, de forma que você compreenda e saiba decidir entre os sistemas moldados na obra (in loco) ou sistemas pré-fabricados. Também

faremos o dimensionamento do edifício, de forma que você consiga adaptar o plano de massas que já desenvolveu na seção anterior a uma realidade construtiva. Por fim, vamos estabelecer algumas diretrizes de projeto para o desenvolvimento nas unidades seguintes.

Nesta última seção da unidade, temos como objetivo garantir que haja uma ideia de projeto consolidada nos seus estudos de forma que possamos tirar o melhor proveito possível das ferramentas BIM que serão abordadas logo em seguida. Desta forma, o projeto ficará mais coeso e terá reflexo direto na qualidade esperada pelos seus clientes.

Vamos trabalhar!

Não pode faltar

Quando pensamos em uma edificação, é inerente que esta tenha sua função. E, no cumprimento desta função geral, há elementos que são necessários ao cumprimento de funções específicas. Quando pensamos em uma janela, por exemplo, esta pode ter como objetivo a entrada de luz, de ar fresco ou permitir uma vista da paisagem. Em qualquer uma destas situações, a janela terá que ser adaptada ao cumprimento desses objetivos. A consequência direta disso é uma implicação projetual, onde a janela terá que ser viabilizada por uma série de ações. Dentre estas ações, podemos apontar as diretas ao objeto (tamanho, altura do peitoril, material da esquadria, tipo de vidro, existência de veneziana, etc.) e indiretas (relação com o ambiente, estrutura necessária para sustentar a abertura, atendimento ao código de obras, etc.).

Se concordarmos que uma janela não é apenas uma janela, mas uma sucessão de decisões, podemos também concordar que nenhuma decisão de projeto deve excluir as suas consequências diretas e indiretas. Dentro desse sistema complexo que é a construção podemos, no entanto, buscar formas de ordenamento.

Assim como a janela que usamos de exemplo, outros elementos terão funções. Certas funções são fundamentais à integridade física da edificação, tais como os componentes estruturais. São estes os que garantem que uma construção ficará de pé. São os pilares, vigas e lajes, se estivermos pensando em um sistema reticular simples, ou seja, um sistema estrutural formado por elementos lineares, mas podemos avançar em complexidade e pensar também nas paredes estruturais, nos arcos, nas cascas, dentre outros. É como o esqueleto da edificação.

Se em determinado momento da história esses elementos foram desenvolvidos de forma empírica, isto é, através de tentativas e erros, hoje temos

meios tecnológicos muito avançados de se obter resultados às vezes impressionantes (SALVADORI, 2006). Isso não nos exime, por outro lado, de pensar a estrutura de forma racionalizada, uma vez que os computadores ainda não concebem os projetos em nosso lugar.

Não importa de que elemento estivermos falando, ele é feito de um determinado material e com uma determinada técnica. Enquanto tivemos como recursos barro, pedra e madeira, tínhamos uma limitação natural para o tamanho e a forma das estruturas. Sem o concreto armado, a única forma de se alcançar os vãos livres que as catedrais antigas têm foi através de formas como abóbodas ou cúpulas, que recebem apenas forças de compressão. Para pisos elevados que precisassem ser planos, a madeira, material resistente às forças de tração, era utilizada. Porém, um vão não poderia ser muito maior do que o tamanho de uma árvore robusta, ou as peças não podiam ser muito mais pesadas do que o limite de força de alguns animais.

No momento em que avançamos no conhecimento dos materiais e passamos a produzir e compreender o funcionamento do concreto e do aço e, inclusive, como associá-los, pudemos erguer pontes mais longas e prédios mais altos. Os ambientes também mudaram consideravelmente, já que os vãos podiam ser maiores: as janelas passariam a iluminar mais e os usos podiam ser mais bem integrados nos salões sem paredes.



Refleta

Se os materiais têm influência direta nas possibilidades de uma edificação e podem definir sua forma, é necessário propor e compreender bem o sistema construtivo para a realização de um projeto arquitetônico? Em que etapa isso deve ocorrer?

No momento em que essas estruturas passam a ser possíveis, outro fator muito importante entra em cena: a partir do momento em que se pode dimensionar elementos eficientes tanto para tração quanto para compressão, a estrutura passa a não depender da vedação. Uma casa antiga, de paredes de taipa (uma técnica de barro curado), não poderia ter grandes janelas porque as aberturas dependiam da resistência do material da parede. Isso quer dizer que o material, no caso, o barro, não tem condições de apoiar grandes vãos sem colapsar; por isso muitas janelas de construções antigas são altas e estreitas: o barro e a pedra funcionam melhor para a compressão. O telhado também dependia da resistência das paredes e era apoiado diretamente sobre estas. Se uma das paredes da casa ruísse ou fosse removida, tudo vinha abaixo.

Na virada do século XIX para o XX, diversos teóricos da arquitetura começam a apontar que a evolução dos materiais permitia readequar todo o escopo formal das construções. Le Corbusier, por exemplo, define um novo repertório de elementos arquitetônicos para o Modernismo a partir da defesa de seus cinco pontos para uma nova arquitetura e coloca as possibilidades tecnológicas como viabilizadoras do ideal da Planta Livre, ou seja, um sistema construtivo no qual a vedação passaria a ser absolutamente independente da estrutura da edificação (BANHAM, 1979).

Com a estrutura independente da vedação, pode-se ter um edifício inteiro sem paredes, apenas com fechamentos em vidro para proteger do clima. Isso, de fato, acontece e é particularmente importante durante o movimento modernista, no qual diversos edifícios feitos apenas com a estrutura básica, vidros e paredes leves foram projetados e executados. Isso permitia uma imensa flexibilidade de usos ao se adaptar a planta livre às diversas possibilidades de organização do espaço do pavimento, algo que nunca antes fora possível (SALVADORI, 2006).

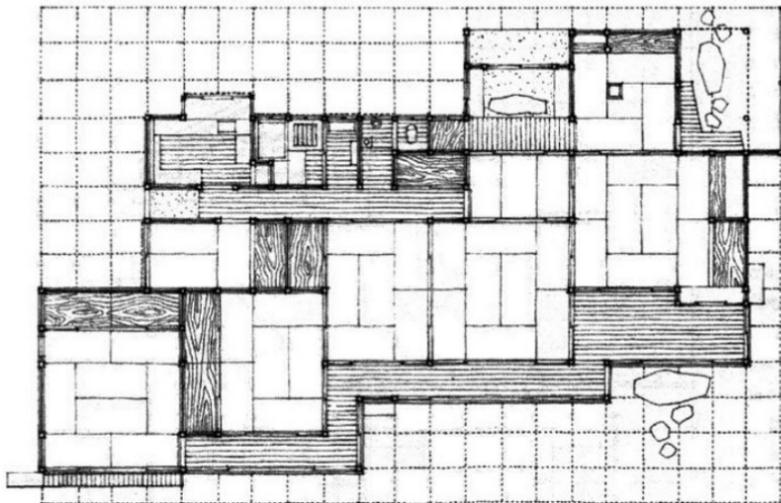
Mas se qualquer organização do espaço é possível, como definir quais as medidas a se adotar? Isso depende de uma série de condicionantes. O ideal é que toda estrutura obedeça a uma coordenação modular. Isso se dá por meio da adoção de uma medida referencial, que vamos chamar de “módulo”. Este módulo será a base para todas as dimensões do projeto. Em um primeiro momento, o módulo se relacionava diretamente às medidas do corpo humano, mas, com a evolução da indústria, passamos a utilizar medidas baseadas em peças pré-fabricadas.



Exemplificando

Na arquitetura tradicional japonesa, que serviu de inspiração para cânones do modernismo como Frank Lloyd Wright e Mies Van Der Rohe, a ideia do módulo é conhecida há muito tempo. Chamado de Ken (間), o módulo japonês definia, por exemplo, a relação entre o tamanho de um tatami, que mede 1 x 0,5 ken, e a distância entre pilares ou paredes. Isso garantia que nenhum tatami precisasse ser recortado e que todos os espaços teriam medidas regulares, com estrutura otimizada e sempre proporcional (Figura 1.8).

Figura 1.8 | Construção modulada japonesa



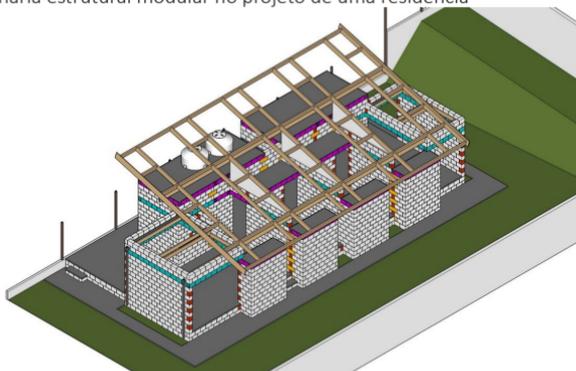
Fonte: Ching (2002, p. 308).

A adoção da coordenação modular racionaliza o projeto ao possibilitar a articulação das medidas adotadas em recombinações (meio módulo, um quarto de módulo, duplo módulo, etc.), assim como diminui a necessidade de revisões e ajustes no canteiro de obras, resultando em uma construção com menos gastos financeiros e de tempo. Em contraponto, sabe-se que há a possibilidade de a modulação restringir a variabilidade dos projetos, quando analisamos um mesmo material, e há também a necessidade de mão de obra especializada.

Note que desenvolver um projeto modulado não implica em se utilizar componentes pré-fabricados, mas geralmente o contrário é válido: a pré-fabricação, especialmente em elementos estruturais, implica em pensar o projeto a partir de módulos ou parâmetros (GREVEN; BALDAUF, 2007).

Como exemplo, podemos pensar em um sistema baseado em blocos estruturais de concreto. Estes são pensados e fabricados com o fim de suportar grandes cargas e dispensar a presença de pilares e vigas complementares à vedação. Pode-se comprar, normalmente, blocos da família de 29 cm, em que o módulo básico é 15 cm, ou de 39 cm, em que o módulo básico é 20 cm. As larguras são variáveis, há algumas opções de altura nos blocos de compensação e há opções para ajustes menores. O resultado do arranjo de diversos blocos de uma mesma família pode ser visto na Figura 1.9.

Figura 1.9 | Alvenaria estrutural modular no projeto de uma residência

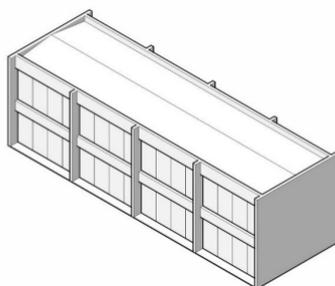
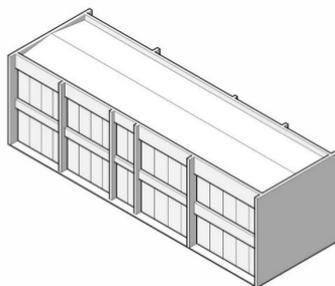


Fonte: Ching (2002, p. 308).

O projeto, neste caso, só faz sentido se for adotado o módulo básico como premissa. De outra forma, haveria aumento de custo ao ter que se adotar um número de ajustes alto no canteiro (imagine o que significa serrar um bloco de concreto para ajustar uma medida). Então, num sistema em que o módulo básico é 15 cm, não devemos pensar uma parede de 490 cm ou de 470 cm, mas sim de 480 cm, já que é múltiplo de 15 cm.

Quando pensamos nos sistemas em grelha, há uma liberdade um pouco maior. No entanto, imagine o que significa ter uma irregularidade excessiva entre os módulos estruturais do projeto. Um módulo de 320 cm, depois outro de 455 cm e, em seguida, um de 670 cm. Se considerarmos a regra que nos diz para pré-dimensionar uma viga, dando a ela a altura de 10% do vão que deve vencer, estamos falando de vigas com 32 cm, 45 cm e 67 cm. Ou seja, cada parte da casa tem um tamanho de viga diferente. Imagine como fica a percepção estética disso (Figura 1.10). Agora repare como isso

Figura 1.10 | Comparação entre edifícios com estrutura não-modular e modular



Fonte: elaborada pelo autor.

foi resolvido nos grandes projetos de arquitetura. Certamente perceberá que os grandes arquitetos pensam o projeto de forma coerente e harmônica com sua estrutura ao analisar como os edifícios que parecem belos ao olhar possuem, quase sempre, um rigor estrutural inerente. A diferença fundamental entre um sistema pré-fabricado e um sistema moldado in loco é que o pré-fabricado é mais ágil e o moldado in loco mais flexível (CARVALHO, 2009). Muitos galpões industriais, supermercados ou shopping centers são construídos em sistemas reticulares de concreto pré-moldado devido ao seu alto desempenho e capacidade de vencer grandes vãos, já que podem ser fabricados com concretos de alta resistência e protendidos. O custo da peça é mais alto do que seria se fosse moldado in loco mas, como pode haver redução de outros custos associados ao tempo de obra, costuma ser vantajoso nesses casos. Assim, é necessário pensar também no transporte das peças até o canteiro e a existência de guias para colocá-las no lugar.

Semelhante ao sistema pré-fabricado de concreto, há o sistema estrutural em aço. Este tem um peso próprio da estrutura bem inferior ao sistema de concreto, é mais resistente à tração e é mais flexível, já que pode ser cortado (no local de produção) na medida que for necessária. Por outro lado, costuma ser mais caro e, por causa do tipo de junção, em geral exige contraventamentos.

Há sistemas pré-fabricados de tecnologia mais recente e ecologicamente mais adequados, por exemplo, a estrutura em MLC (Madeira Laminada Colada). Trata-se de um sistema em que as peças são feitas a partir de pequenas seções de madeira de reflorestamento que, após o tratamento e junção por colas e pressão, tornam-se bastante resistentes. Uma vantagem expressiva é o fato de que pode-se obter qualquer forma para os elementos estruturais. Hoje há exemplos que nos mostram edifícios ou mesmo estádios construídos se utilizando dessa tecnologia. No Brasil ainda há poucos exemplos, possivelmente devido ao seu atual alto custo.



Assimile

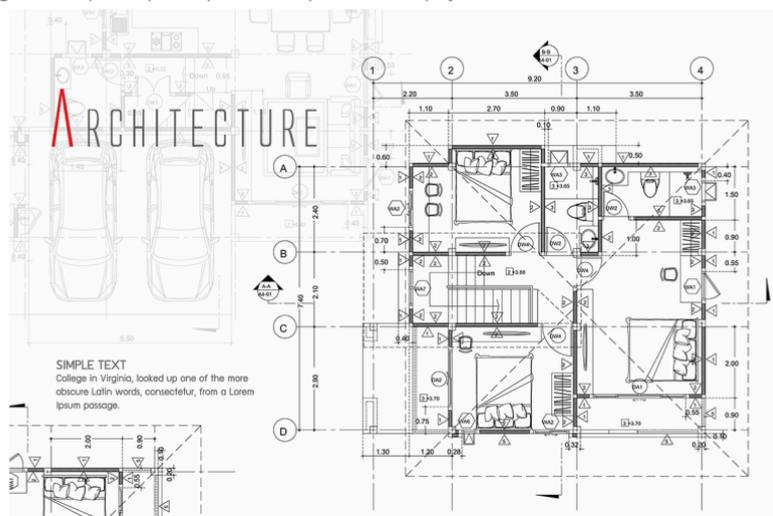
A decisão sobre qual tipo de sistema estrutural adotar terá que passar por diversos fatores, alguns objetivos e outros bastante imprecisos. Deve-se adequar a decisão ao orçamento do cliente, à tecnologia disponível no lugar da construção ou mesmo aos condicionantes ambientais (estruturas de aço em ambientes litorâneos oxidam muito rapidamente se não receberem um tratamento adequado). É possível também associar essa decisão a características conceituais ou estéticas do projeto, desde que não se sobreponham aos demais condicionantes.

Assim, como a materialidade e a resistência estrutural influenciam nas decisões sobre a forma do edifício, é preciso estar atento a outros fatores que podem afetar o dimensionamento do projeto de arquitetura. Um caso particular e bastante importante é o dimensionamento dos ambientes que farão parte da construção a partir de seu uso. Utilizar fórmulas e medidas pré-calculadas em relação aos ambientes pode ajudar muito, mas não deve ser uma prática adotada sem raciocínio crítico. Sabemos, por exemplo, que um banheiro pode ter uma medida muito pequena, quando a atividade deste for doméstica; mas isso muda por completo se o ambiente for passível de ser utilizado por uma pessoa em cadeira de rodas. Nesse caso, o banheiro invariavelmente será maior, ou não comportará a sua atividade-fim. Também sabemos que uma passagem de 120 cm é suficiente em um banheiro coletivo público, mas será muito estreita para o fluxo de pessoas em um estádio, por exemplo, ou para a passagem de carrinhos de bagagem, no caso de um banheiro na área de desembarque de um aeroporto.

Dependendo dos condicionantes quanto às dimensões dos ambientes de um edifício, esses usos podem ter impacto direto sobre a modulação estrutural. Um outro caso típico em que isso se aplica são os estacionamentos. Por exemplo, um vão de 6 m entre um pilar e outro é muito grande para comportar dois carros e muito pequeno para três. Se a modulação de um edifício for baseada no estacionamento, o que é perfeitamente compreensível se ele estiver no subsolo, é natural que a medida entre os pilares seja o múltiplo da largura de uma vaga.

O desenho nos auxilia a resolver essas situações. Desenhar o layout não serve apenas para compreendermos a ocupação do ambiente, mas também para antevermos as atividades que ali ocorrerão. Desenhar macas e seu raio de curva nas esquinas da circulação de um hospital ou duas pessoas cozinhando ao mesmo tempo numa cozinha ajudam a entender se o espaço é suficiente ou se está escasso (Figura 1.11).

Figura 1.11 | Exemplo de planta de layout com ocupação e usos



Fonte: iStock.

A geometria de uma construção é resultado tanto da utilização feita por um único indivíduo como em sua sociabilização. Uma sala de reuniões de um escritório não pode ser definida apenas por uma mesa, digamos, de doze lugares. É preciso entender que haverá doze, ou até mais, pessoas ocupando o espaço ao mesmo tempo. Isso tem implicações quanto ao conforto sensorial de cada um: a sala poderá parecer mais lotada do que realmente está dependendo da sua proporção. Da mesma forma, um auditório deve ser pensado de forma a prever os usos que as pessoas farão de seu espaço. Muitas pessoas irão ao banheiro ao mesmo tempo, nos intervalos. O que acontecerá se uma fila for formada para se utilizar os sanitários? E se trezentas pessoas saírem ao mesmo tempo do auditório em um dia de chuva, haverá espaço no foyer para que elas possam aguardar confortavelmente sem impactar as outras atividades do edifício?

Quando falamos de edifícios de uso público, essas questões são particularmente sensíveis, especialmente nas áreas de circulação. Dimensionar um corredor em sua largura mínima em um acesso principal ou não deixar área suficiente em frente aos elevadores é um erro de projeto que implicará em aborrecimentos futuros aos usuários do prédio. Mesmo a posição dos elevadores é essencial para a sua eficiência: uma pessoa percebe mais rapidamente que um elevador chegou se eles estiverem lado a lado, do que se estiverem frente a frente. Além disso, qual é a melhor decisão? Mais elevadores com menor capacidade ou menos elevadores com maior capacidade? Também dependerá de um dimensionamento a ser definido na etapa de projeto.

Sendo assim, pode-se afirmar que é importante se considerar, desde o início do projeto, o movimento dos usuários no edifício. É preciso pensar os diversos acessos, assim como as circulações horizontais (em um mesmo pavimento) e verticais (entre pavimentos).



Pesquise mais

No livro *Manual do Arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto*, há uma série de informações pertinentes ao dimensionamento de espaços e os pormenores de cada caso. Em especial, no que diz respeito ao dimensionamento de áreas e dispositivos de circulação, vale uma análise cuidadosa do capítulo 3 “Circulação de Pessoas”.

BUXTON, P. **Manual do Arquiteto**: planejamento, dimensionamento e projeto. 5. ed. [S.l.]: Bookman, 2017.

Pode-se dizer, por fim, que o espaço construído é o resultado do atendimento a um conjunto de demandas e condicionantes traduzidos em forma edificada. Se você passa a considerar apenas as questões mais superficiais, o projeto não terá sucesso. No entanto, se você tiver consciência de todo o cenário consolidado e da gama de possibilidades que o projeto permite, será viável construir. É por causa disso que se faz tão essencial se considerar as questões de uso e construção durante a elaboração do projeto arquitetônico.

Sem medo de errar

Nesta seção trabalhamos com uma situação-problema em que, por uma questão relativa à logística da obra, será necessário que o projeto siga uma modulação e que seja pensado num sistema estrutural reticulado. Por causa disso, há a necessidade de se fazer adequações do plano de massas apresentado anteriormente a esse condicionante. Também foi dito que para convencer os clientes de que a ideia anterior é viável, você deverá elaborar desenhos em escalas que mostrem essa adaptação e apontem diretrizes de projeto.

Vamos retomar algumas questões feitas no Diálogo Aberto: qual será a melhor forma de se fazer essa transição entre o estudo de massas e o dimensionamento do edifício? Quem escolhe as medidas de uma modulação estrutural? Quais características técnicas devem ser analisadas e incorporadas à sua proposta? Quais as vantagens dos sistemas pré-fabricados e dos moldados in loco?

Não sabemos, de início, exatamente qual tipo de sistema estrutural será adotado, mas já sabemos qual não será. Como há a exigência de que se utilize um sistema reticular, de pilares e vigas, descartaremos os blocos estruturais como

uma opção. O sistema reticular será particularmente útil se pensarmos que num edifício de uso misto os pavimentos devem ser flexíveis, o que é uma imensa vantagem nesse tipo de sistema sobre o de alvenaria estrutural. Agora cabe a você decidir se o sistema pilar-viga será moldado in loco ou pré-fabricado. Para prédios mais altos, temos pouca tradição no país de se trabalhar com pré-fabricados, o que dá certa vantagem em relação ao outro sistema. Por outro lado, é possível se pensar em um sistema misto, com estrutura moldada in loco e peças de vedação, como painéis, pré-fabricados. Depende muito da forma que você está adotando para o prédio.

Em seguida, precisamos fazer as adaptações necessárias no plano de massas. Se na seção anterior você fez esse plano considerando os condicionantes urbanísticos, não se esqueça de manter esses critérios. Pense que subdivisão estrutural poderia ser adotada para a massa que foi anteriormente imaginada. Se os vãos puderem ser regulares entre os módulos, você irá agradar muito os clientes, que buscam eficiência e economia.

Lembre-se de que o prédio terá um estacionamento volumoso. Se estiver no subsolo, seria bastante interessante que os vãos entre pilares fossem coerentes com o tamanho das vagas e circulações de carros. Uma modulação de 7,5 x 7,5 m deve garantir o atendimento dessas questões.

Não se esqueça de fazer o dimensionamento das circulações enquanto define a estrutura. As caixas de escada podem ocupar muito espaço no pavimento e os shafts dos elevadores não podem sofrer interferências. Além disso, é preciso pensar os acessos que o prédio venha a ter. Isso só será possível se você tiver plena compreensão das atividades que vão ocorrer nesse edifício de uso misto.

O ideal é que você chegue neste ponto com a capacidade de apontar as diretrizes de projeto pertinentes ao seu edifício, ou seja, definir alguns parâmetros que deverão ser cumpridos ao longo das próximas etapas do desenvolvimento do projeto. Algumas diretrizes interessantes que podem ser adotadas, por exemplo, são: agrupar as áreas molhadas em núcleos de pavimento, de forma a otimizar as instalações hidráulicas; trabalhar com alvenaria no fechamento externo do edifício e das escadas e elevadores, mas adotar vedações leves nas paredes internas; utilizar pelo menos dois elevadores para o público geral e um de serviço; posicionar os estacionamentos no subsolo; controlar a incidência solar com dispositivos do tipo brise-soleil, etc.

Com essas informações em mãos, você tem plena capacidade de tomar decisões e desenvolver o projeto da melhor forma possível. Bom trabalho!

Projeto do supermercado

Descrição da situação-problema

Uma rede de supermercados encontrou uma oportunidade de entrada em uma nova cidade e sabe que seu maior concorrente está interessado em ingressar também nessa região. Sabendo que o primeiro a inaugurar a sua loja terá uma vantagem em relação à fidelização de clientela frente ao concorrente, o presidente da rede procura o seu escritório com uma meta em mente: construir rápido, mesmo que custe caro, para vencer seu adversário. De que forma essa estrutura pode ser pensada de modo a ajudar este empresário a cumprir seu objetivo de inaugurar a loja rapidamente?

Resolução da situação-problema

Pré-fabricação é a melhor resposta que você pode oferecer. Será um projeto rápido e uma construção mais ainda. Então não há tempo para grandes saltos criativos, é necessário resolver os problemas essenciais e começar a construir. Com o objetivo de alcançar um bom custo-benefício, opte, para este projeto, pela estrutura de concreto pré-moldado.

Figura 1.12 | Construção com peças pré-moldadas de concreto



Fonte: iStock.

O módulo básico, que permitirá a definição das peças a serem compradas, deve ser definido de acordo com as atividades que serão desenvolvidas ali. Supondo que haverá um estacionamento no pavimento inferior e que o supermercado funcionará no pavimento superior, podemos pensar em uma modulação de 8 x 8 m. Desta forma, atenderemos às medidas de mercado para este tipo de sistema estrutural, ao mesmo tempo em que adequaremos os vãos ao estacionamento (note que em 8 m cabem três vagas e uma folga para a espessura do pilar. No outro sentido, em dois módulos caberão duas vagas em seu maior comprimento e a via de circulação). Como se trata de um vão bastante generoso, pode-se adequar o layout das gôndolas ao módulo e, com isso, evitar que os pilares ocupem a circulação da área de compras do supermercado.

A cobertura, como não possui sobrecarga além do próprio telhado e as águas pluviais, pode ser executada com o sistema de concreto ou com treliças metálicas. Avaliando-se que a segunda opção terá um melhor custo, pode-se aproveitar a modulação para reduzir ainda mais o custo com a produção seriada dessas peças em uma indústria especializada.

A estimativa é de redução de 35% de tempo de obra com essas soluções, de acordo com dados levantados pela Abcic (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto). Apesar de a estrutura ter alcançado um valor mais alto do que se tivesse sido realizada in loco, os custos indiretos e as vantagens comerciais fizeram com que essa solução fosse muito vantajosa ao cliente.

Faça valer a pena

1. O sistema construtivo em blocos estruturais é uma tecnologia que busca otimizar a obra por meio da redução de custos e eliminação da redundância estrutural, em que a parede fará papel de vedação e estrutura ao mesmo tempo. No entanto, para se construir com esse material, é essencial um projeto detalhado e devidamente modulado para evitar interferências e descompasso no canteiro de obras.

São vantagens da construção em blocos estruturais:

- a) A flexibilidade dos ambientes, com paredes que podem ser removidas a qualquer momento.
- b) A redução de perdas com retrabalho, uma vez que não há quebra de paredes para a instalação de redes elétrica e hidráulica.
- c) A facilidade na construção de paredes curvas.
- d) A possibilidade de execução de grandes vãos sem a necessidade de estruturas auxiliares.
- e) O grande número de possibilidades formais da construção.

2. Observando a construção de um edifício, um estudante de arquitetura percebe que os andares mais altos possuem apenas pilares, vigas e lajes, enquanto os pavimentos mais baixos já apresentam as paredes de alvenaria erguidas, além do sistema estrutural. Sabe-se que esse edifício tem a estrutura independente de suas vedações e que segue uma logística de obra bastante rigorosa.

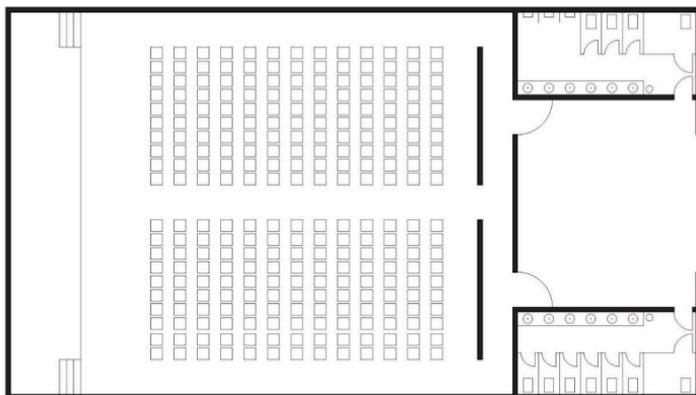
Com base na observação descrita anteriormente, assinale a alternativa que se apresenta como correta:

- a) Os pavimentos superiores serão formados exclusivamente por varandas.
- b) Há um problema de fluxo de caixa que não permite a construtora executar as paredes dos andares mais altos.
- c) As paredes só são executadas quando o concreto completa sua cura e atinge o ápice de sua resistência e, por isso, só foram executadas nos andares mais baixos.
- d) As equipes responsáveis por executar os andares superiores estão atrasadas em suas tarefas.
- e) Por uma questão aerodinâmica, começa a se construir as paredes dos andares mais baixos para os andares mais altos, desta forma interferindo menos na ventilação.

3. Quando pensamos sobre dimensionamento de edifícios, é desejável que se compreenda parte desse dimensionamento através das atividades humanas que ali ocorrem. Um auditório construído para atender a 250 espectadores possui 70 m² destinados ao seu saguão, que faz interface entre o auditório em si e a rua. Ainda, pode-se observar que os banheiros têm portas que abrem diretamente para o saguão, conforme apresentado na Figura 1.13.

Analise a imagem:

Figura 1.13 | Planta do auditório



Fonte: elaborada pelo autor.

Assinale a afirmação que apresenta a análise correta do projeto apresentado:

- a) Não há problema no fato de que os banheiros estejam abrindo diretamente ao saguão.
- b) Como se trata de uma zona de passagem, o dimensionamento do saguão está adequado.
- c) Não há necessidade de existir o saguão, sendo que o auditório poderia abrir-se diretamente para a rua.
- d) Há um problema sério no dimensionamento do saguão.
- e) O mais adequado seria que os banheiros abrissem para dentro do auditório.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5665**: Cálculo de tráfego nos elevadores. Rio de Janeiro, 1977.

ATLAS SCHINDLER. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios** – Elevadores de Passageiros, Escadas Rolantes, Obra Civil e Cálculo de Tráfego. Disponível em: <https://www.schindler.com/content/dam/web/br/PDFs/NI/manual-transporte-vertical.pdf>. Acesso em: 5 set. 2018.

BANHAM, R. **Teoria e projeto na primeira era da máquina**. São Paulo: Perspectiva, 1979.

BRASIL, L. T. **Clássicos da Arquitetura**: Conjunto Nacional / David Libeskind. **ArchDaily**, [S.l.], 18 nov. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/777375/classicos-da-arquitetura-conjunto-nacional-david-libeskind>. Acesso em: 15 set. 2018.

BUXTON, P. **Manual do Arquiteto**: planejamento, dimensionamento e projeto. 5. ed. [S.l.]: Bookman, 2017.

CARVALHO, K. Pré-fabricados de concreto. **Revista Construção e Mercado**, São Paulo, 49. ed. jan./2009. Debates técnicos.

CHING, Francis D. K. **Desenho para arquitetos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

GAVAZZA, N. A cidade de Jane Jacobs e o planejamento urbano. **Resenhas Online**, São Paulo, ano 12, n. 137.02, Vitruvius, maio 2013. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/12.137/4736>. Acesso em: 21 set. 2018.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: Uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007. 9v. (Coleção Habitare)

JACOBS, J. Os geradores de diversidade. In: JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2001. (Coleção cidades)

JDS. **JDS Architects**. Disponível em: <http://jdsa.eu/>. Acesso em: 23 out. 2018.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; DELIBERADOR, M. S. O programa arquitetônico no processo de projeto: discutindo a arquitetura escolar, respeitando o olhar do usuário. Disponível em: <http://www.dkowaltowski.net/wp-content/uploads/2014/07/O-programa-arquitetonico-SBQP-2012.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1980.

MACIEL, C. A. Arquitetura, projeto e conceito. **Arquitextos**, São Paulo, ano 4, n. 043.10, Vitruvius, dez. 2003. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.043/633>. Acesso em: 1 nov. 2018.

MINNER, K. 8 House/BIG. **ArchDaily**, [S.l.], 20 out. 2010. Disponível em: <https://www.archdaily.com/83307/8-house-big>. Acesso em: 15 set. 2018.

PREFEITURA DE CAMPINAS. Lei de Parcelamento, ocupação e Uso do Solo. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/governo/urbanismo/lpous/>. Acesso em: 15 set. 2018.

SALVADORI, M. **Por que os edifícios ficam de pé**: a força da arquitetura. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

Unidade 2

Ferramentas BIM e modelagem

Convite ao estudo

Caro aluno, nesta unidade começaremos o aprendizado sobre a modelagem da informação da construção, conhecida pela sigla BIM (*Building Information Modeling*). Pode ser que você já tenha escutado sobre esse termo ou pode ser que você conheça softwares como o Revit, da Autodesk, ou o ArchiCAD, da Graphisoft. Se você pelo menos já ouviu algum desses nomes, é porque a BIM é uma tecnologia que tem crescido muito nos últimos anos e que traz muitos benefícios a todos os atores envolvidos na construção civil.

Aqui você conhecerá os fundamentos, ambientes de trabalho e operações básicas de uma plataforma BIM, com o objetivo que você consiga, ao final da unidade, saber elaborar um modelo em estágio de anteprojeto.

Como trata-se de um conjunto de informações gerado e mantido em todo o ciclo de vida de um edifício, a BIM é uma tecnologia fundamental para o bom desempenho da construção. Você, sabendo disso, sugere à construtora que esta será uma tecnologia importante para a elaboração do edifício de uso misto. A construtora, reconhecendo que será uma importante ferramenta de controle dos processos no projeto e na obra, concorda que é um bom momento para começar a utilizar uma plataforma BIM.

Após uma cuidadosa análise com consultores, arquitetos e construtora decidiram que o Autodesk Revit seria uma plataforma que atenderia bem às necessidades de ambos. Cabe agora compreender quais são os benefícios e os desafios que esse novo recurso trará a essa empreitada. Como auxiliará nas decisões de projeto? Como permitirá que o projeto seja mais eficiente? Cabe a você estudar e refletir sobre essas questões.

Para ajudá-lo a responder estas e outras perguntas, preparamos no material desta unidade um apanhado de conteúdos que passará desde conceitos básicos sobre a tecnologia BIM, até a elaboração de modelagens prediais suficientes para que você consiga desenvolver com total autonomia os seus projetos em tecnologia BIM. Com isso, você começa a se qualificar para atender a esta demanda crescente do mercado, que necessita de profissionais capazes de operar com tecnologias inovadoras como esta da qual estamos falando.

Bons estudos!

Introdução à BIM e interface do programa

Diálogo aberto

Há diversas formas de se aprender um conteúdo. Se você já fez algum curso relacionado a softwares de arquitetura, ou mesmo de outras áreas, deve ter notado que as metodologias nem sempre o capacitam a operar o programa em qualquer situação. Muitas vezes, esses cursos são montados em uma estrutura de aulas que consiste em um passo a passo descontextualizado, que apresenta ferramentas, mas não ensina o aluno a se adaptar às mais diversas situações que podem aparecer. Aqui começaremos nosso aprendizado quanto à tecnologia BIM, ou *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), que é uma das mais inovadoras tecnologias da construção civil. Será possível aprender enquanto se projeta, aplicando os conhecimentos imediatamente e, assim, absorver da melhor forma o conteúdo.

Relembrando que nós ainda estamos trabalhando com o mesmo projeto, um edifício de uso misto localizado em uma área urbana central, e que sabemos que a construtora aceitou migrar para uma plataforma BIM, temos que lidar com algumas questões pragmáticas.

Como toda equipe está habituada apenas com os programas CAD tradicionais, será importante que você se ambiente em uma plataforma BIM, de modo que consiga atender plenamente aos requisitos do projeto. Portanto, deve compreender o que é BIM e quais os softwares que dão suporte a essa tecnologia. Além disso, precisa compreender a interface e os comandos básicos do Autodesk Revit, fazendo alguns exercícios de modelagem simples antes de avançar ao projeto do edifício de uso misto. Afinal, o que é BIM? Quais recursos esse programa oferece? Quais as diferenças entre esta e outras plataformas BIM? Quais as vantagens em relação ao CAD tradicional? Qual a função dos comandos básicos para o desenvolvimento inicial?

Nesta seção nós não iniciaremos apresentando as ferramentas do software Autodesk Revit, embora isso faça parte do conteúdo que ainda será ministrado. Iremos, por outro lado, começar compreendendo conceitos relativos à BIM. Trataremos sobre o que é a tecnologia BIM, fazendo um comparativo com os sistemas CAD tradicionais, e falaremos sobre os benefícios e desafios da implementação da BIM em ambientes empresariais do setor da construção. Por fim, falaremos um pouco sobre as plataformas BIM e introduziremos a interface e os comandos básicos do Revit.

Acreditamos que o conteúdo desta seção será mais que suficiente para respondermos estas questões de modo a amparar os seus clientes e aumentar a sua credibilidade. Para isso, pedimos a sua dedicação e atenção aos conceitos tratados aqui, já que a sua compreensão será fundamental para que você atinja a flexibilidade necessária para enfrentar os problemas do cotidiano profissional.

Então, vamos estudar?

Não pode faltar

A essência da prática de projeto é a antecipação. A ascensão da arquitetura como uma ciência se dá mais pela capacidade desses profissionais de compreender a realidade à sua volta do que em si pelo fato da construção. Por milênios a humanidade aprendeu a edificar e sempre contou com seus construtores, quaisquer que fossem, para garantir a integridade dessas obras. Mas a grande maioria das construções já edificadas não contou propriamente com o que entendemos como projeto, mas com um saber tradicional, normalmente empírico, que ensinou civilizações a construir seus espaços de habitação e sociabilidade.

Quando a arquitetura surge em sua faceta moderna, lá pelos idos anos do Renascimento, não é coincidência que ela venha acompanhada com um grande desenvolvimento técnico da humanidade. Aos poucos foi se formalizando um conjunto de convenções e normativas que nos permitem desenvolver e compreender o projeto arquitetônico. Foi se desenvolvendo uma linguagem própria desta ciência, que é tanto expressiva quanto descritiva.

Quando você desenha uma planta, você está desenvolvendo uma peça gráfica que é nada mais do que a abstração (ou uma interpretação) do que viria a ser um edifício que ainda não existe. Convencionou-se que, para mostrar melhor as relações entre ambientes, se seccionaria um edifício mais ou menos na altura do olhar e se faria o desenho de suas paredes, seus vãos, sua ocupação, etc. de forma ortogonal. Isso quer dizer abrir mão de uma perspectiva que é natural do nosso olhar para possibilitar a reprodução cartesiana de um objeto que só pertence à mente do arquiteto.

Como linguagem, o desenho muda conforme a percepção de cada um. De um estudante de arquitetura no último ano, espera-se que este saiba ler um corte de uma construção com alguma perícia. Mas sabemos que um estudante ingressante no curso, sem qualquer experiência anterior, poderá ter dificuldades em fazer o mesmo. Assim como o aprendizado de um idioma, aprendemos a compreender o desenho arquitetônico a partir de códigos preestabelecidos. Da mesma forma, para quem não tem aptidão, o desenho

técnico não significa nada mais do que um apanhado de linhas e símbolos. Não é possível, sem conhecer esse código, ler plantas, cortes e fachadas e, dali, enxergar um edifício construído.

Quando desenvolvemos um projeto em um programa CAD (*Computer Aided Design*, ou Desenho Assistido por Computador), é muito provável que você desenvolva o processo de projeto de forma muito similar ao que faria em uma prancheta ou construindo maquetes físicas, embora de forma facilitada por meio das ferramentas digitais.



Refleta

Nesse contexto, vamos imaginar o desenho de duas linhas paralelas, distantes 15 unidades uma da outra, produzidas no AutoCAD, um programa CAD muito utilizado. O que elas representam? Com apenas essa descrição é impossível obter uma resposta. Se a unidade adotada é o centímetro, podem representar uma parede ou uma soleira, se for uma planta; ou uma laje, no caso de um corte. Pode ainda ser uma rua, se a unidade for o metro, ou um forro em detalhe, se estivermos projetando em milímetros. Não há como antecipar o que essas duas linhas representam porque é o contexto e a linguagem associada que irão permitir ao perito compreender o que aquilo significa. Como isso pode atrapalhar o processo de projeto?

Uma tecnologia que tem ganhado espaço frente aos programas CAD tradicionais é a BIM. Sigla que vem do inglês *Building Information Model* ou *Building Information Modeling* (traduzido normalmente como Modelo ou Modelagem da Informação da Construção), é um termo que pode ser utilizado como verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos ou tecnologias facilitadas pela documentação digital sobre uma edificação, seu desempenho, seu planejamento, sua construção e sua operação. Entretanto, Chuck Eastman (2014), um dos maiores estudiosos da BIM, define que o termo é uma atividade, e não um objeto. Portanto, normalmente utilizamos BIM para definir a modelagem, enquanto o modelo resultante dessa atividade é nomeado como “modelo de informação da construção” ou “modelo da construção”, por extenso, dessa forma evitando possíveis confusões.

Todos os sistemas CAD geram arquivos digitais. São arquivos baseados em vetores, tipos de linhas, camadas, etc. Conforme esses sistemas foram evoluindo, foram também incorporando informações adicionais e ferramentas mais avançadas, por exemplo, a modelagem tridimensional. Ao se tornarem mais inteligentes, os sistemas CAD começaram a permitir que os seus usuários compartilhassem dados associados ao projeto e, com

isso, o foco transferiu-se dos desenhos e imagens 3D para os dados em si (EASTMAN, 2014).

Um modelo da construção produzido por uma ferramenta BIM dá suporte a um conjunto de desenhos da construção, bi e tridimensionais, e pode ser descrito por seu conteúdo ou por suas capacidades. Ou seja, ao mesmo tempo em que ele permite a descrição dos componentes que formam a construção, também permite a análise das potencialidades do projeto. Nesse contexto, podemos caracterizar um modelo da construção por possuir componentes de construção, componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam, dados consistentes e não redundantes e, por fim, dados coordenados.

Isso, em suma, quer dizer que um modelo produzido em um processo BIM terá representações digitais inteligentes que incorporam a informação do que são. Ou seja, ao contrário das duas linhas paralelas exemplificadas, das quais não podemos saber a real função a não ser em um contexto dado, os componentes BIM já possuem a sua função como um parâmetro incorporado. Num modelo BIM, uma parede é uma parede, “sabe” que é uma parede e se comporta como uma parede. Isso permite que se obtenha dados desse elemento, como a sua quantificação, especificação ou análise energética e estrutural, por exemplo.

O desenho técnico, nesse caso, é resultado da modelagem e está consistente em relação a outros documentos que possam ser gerados a partir do modelo. Assim, se uma planta é modificada, haverá também modificações em cortes, fachadas, outras plantas ou mesmo em planilhas. Todas as visualizações do modelo são representadas de forma coordenada.



Assimile

Pode-se dizer que modelos que só possuem dados 3D, sem incorporar atributos aos objetos, não são exemplos de uso da tecnologia BIM, ainda que as representações sejam consistentes e coordenadas. É uma confusão comum e, por isso, é importante a compreensão de que é principalmente o uso de dados que define a BIM. Da mesma forma, modelos que não dão suporte ao comportamento dos objetos componentes também não são BIM.

Ainda hoje a BIM se encontra em estágio de desenvolvimento em sua adoção e implementação pela indústria de arquitetura, engenharia e construção. Se isso é uma realidade no mundo, no Brasil esse desenvolvimento é mais tardio e, apenas na última década, a BIM passou a ser mais conhecida e incorporada pelo setor. Por outro lado, já são mensurados ganhos obtidos

pela parcela das empresas que adotaram a tecnologia nas suas práticas profissionais. É baseando-se nisso que a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) espera um aumento de 10% na produtividade do setor de projeto e construção e reduções de custo que podem chegar a 20% com a adoção da tecnologia BIM, ao ponto que as obras públicas, muito em breve, devem exigir o uso desse tipo de modelagem. Entretanto, é pouco seguro dizer que já conhecemos todas as vantagens dessa tecnologia. Contudo, vamos discutir um pouco alguns dos benefícios comprovados quanto a utilização da BIM.

Uma forma de compreender esses benefícios é por meio da classificação de todos os atores envolvidos com a modelagem da informação da construção. Ao contrário do que se pode acreditar, não são apenas os arquitetos e engenheiros que operam as ferramentas BIM, tanto que as potencialidades destas se estendem muito além do projeto em si. Eastman lista os seguintes benefícios associados aos atores da construção:

Tabela 2.1 | Benefícios da BIM para os atores da obra

Proprietários	Precisão orçamentária nos estudos de viabilidade.
	Aumento da qualidade e do desempenho da edificação.
Projetistas	Visualização antecipada e mais precisa do projeto.
	Correções automáticas a partir de mudanças no projeto.
	Geração de desenhos técnicos precisos e consistentes.
	Colaboração antecipada entre as disciplinas de projeto.
	Verificação facilitada das intenções de projeto.
	Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto.
	Melhoria na eficiência energética e sustentabilidade do edifício.
Construtores e fabricantes	Sincronismo entre projeto e planejamento da construção.
	Descoberta de erros e omissões antes da construção.
	Rápida reação a problemas no projeto ou no canteiro.
	Uso do modelo de projeto como base para fabricação de componentes.
	Melhor implementação nas técnicas de construção enxuta.
	Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e construção.
Gerentes de facilities	Melhor gerenciamento e operação das edificações.
	Integração com sistemas de operação e gerenciamento de <i>facilities</i> .

Fonte: adaptada de Eastman (2014, [s.p.]).



Pesquise mais

Para conhecer melhor as características desses benefícios, consulte o livro *Manual de BIM* (EASTMAN *et al.*, 2014) na sua Seção 1.6 (p. 16-21). No entanto, note que a obra oferece um aprofundamento maior ainda ao longo de seus outros capítulos, evidenciando as práticas, os benefícios e os desafios para cada um dos atores do projeto. Para nós arquitetos, recomendamos a leitura do Capítulo 5 (BIM para arquitetos e engenheiros). Lembre-se que este material está disponível na sua biblioteca virtual!

Como todo processo inovador, é esperado que a implementação da BIM nas empresas traga uma série de desafios a serem superados. Esse processo produz mudanças significativas nos relacionamentos entre os participantes dos empreendimentos. Da mesma forma, as colaborações entre arquitetos, engenheiros e empreiteiros passam a ocorrer mais cedo e mais intensamente no desenvolvimento do projeto, o que não é ainda uma prática usual.

Passa, portanto, a ser necessária uma metodologia adequada para o compartilhamento adequado do modelo de informações pelos membros das equipes envolvidas. Também se observa a necessidade de se proceder mudanças legais na propriedade e da produção da documentação, já que essas equipes multidisciplinares passam a compartilhar dados de forma quase irrestrita durante o desenvolvimento dos empreendimentos.

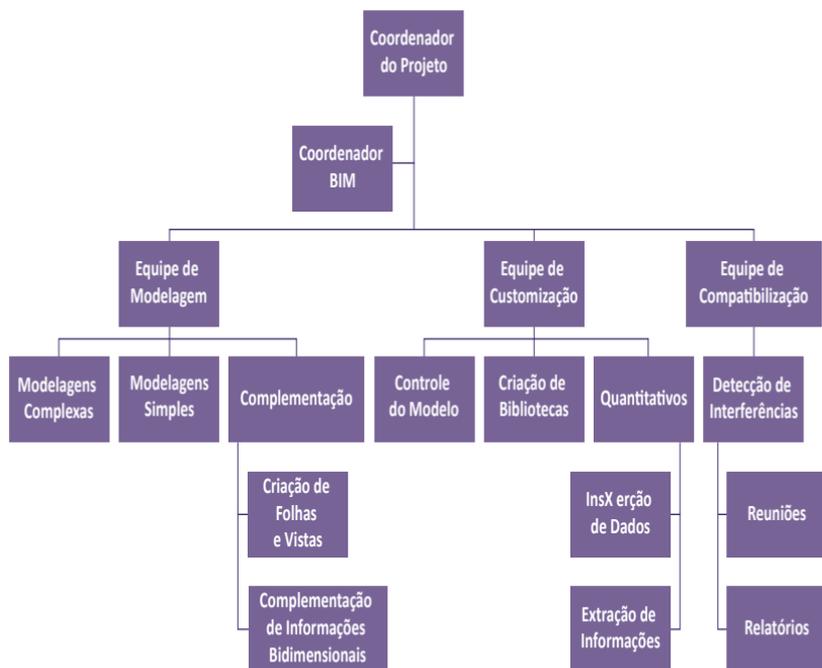
Quanto à infraestrutura, a migração de um ambiente CAD tradicional para um sistema BIM é mais complicada do que apenas adquirir os softwares, treinar as equipes e atualizar os computadores. É preciso repensar todo o ambiente de trabalho para que ele dê suporte ao compartilhamento de informações e, eventualmente, para integração de equipes fisicamente distantes. É preciso também criar uma estrutura empresarial que designe responsabilidades sobre essas novas práticas.



Exemplificando

Com o advento da BIM, há a necessidade de se alterar a estrutura tradicional de funções de um escritório de arquitetura. Há menos atividades mecânicas e mais avaliações críticas. Um mesmo profissional pode assumir mais de uma função, dependendo do porte do escritório. A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), em seu *Guia de Boas Práticas em BIM*, sugere a seguinte estrutura de funções (Figura 2.1):

Figura 2.1 | Estrutura de funções em um ambiente BIM



Fonte: ASBEA (2013, p. 11).

A escolha e aquisição de um pacote de software envolve o reconhecimento das suas capacidades atuais, mas também o caminho de desenvolvimento de melhorias que o fabricante disponibiliza. Também é necessário se avaliar o quanto de fato se utilizará das capacidades desse programa, uma vez que seu custo pode ser excessivamente alto para desempenhar funções que nem serão necessárias.

Existem várias plataformas BIM, cada uma indicada para um tipo de operação no processo da construção. Para projeto de arquitetura, há programas específicos. Destacamos aqui duas plataformas bastante utilizadas no mercado nacional, que são o Graphisoft ArchiCAD e o Autodesk Revit.

O ArchiCAD é a ferramenta BIM mais antiga para projetos de arquitetura e ainda está disponível no mercado. Ele existe desde os anos 1980 e suporta uma gama de interfaces diretas, além de possuir grandes bibliotecas de componentes. Possui uma interface intuitiva e é relativamente fácil de usar, além do preço mais acessível em relação ao líder de mercado. Por outro lado, ainda tem algumas limitações em suas

capacidades de modelagem paramétrica e no gerenciamento de grandes modelos.

O Revit é o mais conhecido e atual líder de mercado enquanto plataforma BIM para arquitetura. Foi introduzido em 2002 e possui uma série de aplicativos para simulação energética e de cargas e análises estruturais. Não é difícil de aprender e tem uma interface organizada e amigável, e permite colaboração entre equipes de forma ágil. Seu valor de aquisição, no entanto, costuma ser mais elevado. Para esta disciplina, optamos por utilizar o Revit por sua predominância no mercado nacional, de forma a capacitar você para ingressar no mercado de trabalho.



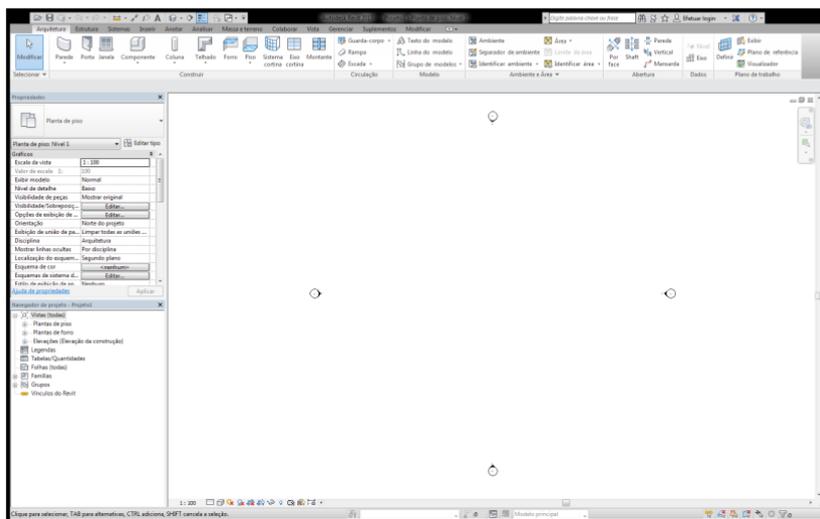
Refleta

Apesar de utilizarmos o Revit aqui, recomendamos que você busque contato com outros programas BIM e faça a sua opção de acordo com aquele que se encaixar melhor no seu modo de trabalhar. Quais são as diferenças das necessidades de um pequeno escritório de arquitetura e de uma grande construtora?

A interface do Revit, por padrão, é dividida da seguinte forma:

- Na parte superior, aparece a faixa de opções. Nela constam as guias, os painéis e os botões para acessar as ferramentas ou operações. Note que as guias abrem diferentes painéis, sempre agrupados por assuntos (arquitetura, estrutura, sistemas, anotação, etc.), enquanto os painéis organizam os botões por afinidade.
- Na parte lateral esquerda aparecem janelas de Propriedades e do Navegador de Projeto. A janela de Propriedades permite acessar as configurações do elemento selecionado ou alterar o tipo (veremos isso com mais detalhes em outra seção). O Navegador de Projeto permite alternar entre as diversas vistas do projeto, legendas, tabelas, folhas, etc. Em suma, pode-se acessar todo e qualquer componente do projeto por meio dessa janela.
- Na parte inferior aparecem as barras de Controle de Vista e de Status. No Controle de Vista há atalhos para mudar a forma que a vista é exibida. Em Status aparecem informações úteis, como o nome do objeto quando o cursor se sobrepõe a este.
- Na área predominante aparece a janela de Vista. Ela exibe a vista selecionada no Navegador de Projeto. As vistas podem ser dispostas lado a lado ou maximizadas para preencher a área disponível.

Figura 2.2 | Interface do Autodesk Revit



Fonte: captura de tela do Autodesk Revit elaborada pelo autor.

Uma forma de agilizar o uso do Revit é aprender os atalhos. Para isso, use sempre as dicas de ferramenta, que aparecem quando o cursor para sobre um botão da faixa de opções. Por exemplo, use WA para criar uma Parede ou DI para gerar uma cota.

Sem medo de errar

Após essa leitura, vamos retomar a nossa situação-problema e tentar compreender como podemos auxiliar a sua equipe. Até o presente momento você já deve ter compreendido pelo menos o que é BIM: uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Você pode aqui comunicar à sua equipe os benefícios que foram aprendidos e se planejar para os desafios.

No entanto, vamos nos aprofundar nisso e começar a utilizar o programa que escolhemos para praticar, o Revit. Abra um novo arquivo ou um arquivo de exemplo. Navegue pelas guias, pelos painéis e pelas janelas. Experimente transitar pelas diversas vistas e experimente desenhar algumas formas a esmo. No início você notará que muitas das funções são parecidas com as do AutoCAD, mas com uma lógica própria.

Se considerarmos o que foi aprendido no item “Não Pode Faltar”, você logo vai perceber que o Revit é de fato um programa intuitivo, mas bastante complexo. Provavelmente você vai demorar algum tempo até explorar todas

as funções que o software possui. Em comparação com o ArchiCAD, é um programa mais robusto, embora mais caro. Mas como parece atender bem às necessidades da construtora, sinte-se seguro em indicar esse programa. Haverá mais chances, também, de interação entre profissionais envolvidos nos projetos, já que é um programa de maior apelo mercadológico do que o concorrente.

Em relação às vantagens frente ao CAD tradicional, a lista de benefícios é inúmera. Se formos direcionar o benefício para o seu cliente, a construtora, ela certamente desfrutará de um melhor sincronismo entre projeto e planejamento da construção, da descoberta de erros e omissões antes da construção (evitando desperdício e gastos indesejados), rápida reação a problemas no projeto ou no canteiro, e melhor coordenação da aquisição de materiais entre o projeto e construção. São argumentos fortes, que vão ajudá-lo a fazer com que a empresa aceite a migração para essa plataforma.

Avançando na prática

Organizando a equipe

Descrição da situação-problema

Após muito debate, os seus sócios no escritório de arquitetura resolveram que seria um bom momento para migrar para uma plataforma BIM. No entanto, as funções antigas parecem não fazer muito sentido diante dessa nova realidade. A organização antiga previa a divisão dos 32 arquitetos em quatro equipes de oito profissionais, sendo que em cada uma delas havia um coordenador e sete projetistas que atuavam genericamente. Cada projeto então era distribuído para uma das equipes. Sabendo que o Revit é um programa que oferecerá excelentes vantagens aos processos de projeto, você buscou nos seus conhecimentos e reconheceu que há recomendações para a estruturação da equipe para trabalhar em ambiente BIM. Como será essa nova divisão? Será possível a colaboração em projetos?

Resolução da situação-problema

Como foi exemplificado no item “Não Pode Faltar” desta seção, a ASBEA sugere dividir a equipe de projeto em equipes de modelagem, customização e compatibilização. O ideal seria avaliar as competências de cada funcionário para entender qual nova função ele deveria assumir. Por exemplo, se houver arquitetos já habituados com a atividade de compatibilização, faz sentido alocá-lo na terceira equipe. Note que como as plataformas BIM

geralmente permitem a colaboração em grandes equipes, será possível que todos os arquitetos do escritório atuem sobre um mesmo projeto, tornando os processos mais ágeis e seguros.

Faça valer a pena

1. O Autodesk Revit possui uma interface que é dividida em faixa de funções, janelas de propriedade e navegação, barras auxiliares e a vista do modelo. Um escritório está mudando sua plataforma para o Revit e aproveitou para reorganizar e atualizar o conjunto de computadores. Há a intenção de, para cada usuário, se utilizar dois monitores integrados, aumentando a área de trabalho.

Sobre essa compra que foi proposta, pode-se inferir corretamente que:

- a) Será um gasto desnecessário, já que a interface é rígida e não pode ser expandida.
- b) A única consequência desse investimento será a possibilidade de se usar dois programas ao mesmo tempo, o que não é necessário já que o Revit cumpre todas as funções de um projeto.
- c) Ao se ampliar a área de trabalho para dois monitores, a vista ficará dividida em duas telas e isso atrapalhará o projetista. Portanto há perdas nessa decisão.
- d) A decisão é acertada e irá aumentar a produtividade do escritório, já que com a área de trabalho maior, é possível colocar várias vistas lado a lado e agilizar o processo de modelagem.
- e) Nenhuma das alternativas acima é válida.

2. O crescimento da adoção da tecnologia BIM ao redor do mundo tem trazido consequências positivas para diversos atores relacionados com a indústria da construção civil. Certamente um conjunto de profissionais dos mais beneficiados é o dos arquitetos.

Pode-se dizer que é um benefício oferecido pela tecnologia BIM para a atividade de projeto:

- a) Gestão de captação de clientes para projetos de arquitetura.
- b) Geração de desenhos precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto.
- c) Melhor gerenciamento das edificações no pós-ocupação.
- d) Coordenação de máquinas nas indústrias de pré-fabricados de concreto.
- e) Aumento dos custos da obra associado ao melhor controle orçamentário.

3. Uma definição aceita sobre BIM é a de que se trata de uma tecnologia de modelagem informacional, ao mesmo tempo em que é um conjunto associado de processos de produção, comunicação e de análise desses modelos.

Observe os seguintes elementos:

- I. Componentes de construção.
- II. Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam.
- III. Dados consistentes e não redundantes.
- IV. Dados coordenados.

Dentre estes, quais caracterizam um modelo de construção BIM?

- a) I, III e IV.
- b) Apenas I.
- c) I e II.
- d) I, II, III e IV.
- e) III e IV.

Modelagem de terreno

Diálogo aberto

Caro aluno, seguimos aqui com nosso aprendizado sobre o universo BIM. Na seção anterior, nos dedicamos a compreender os conceitos e fundamentos dessa temática e pudemos compreender a importância que esse ferramental tem no futuro da construção civil. Sabendo desse potencial, a construtora para a qual você está desenvolvendo o projeto do edifício de uso misto solicitou a que você verifique como reduzir custos com movimentação de terra por meio da modelagem do terreno. Para isso, forneceu um levantamento topográfico do lote, mas caberá a você fazer os ajustes necessários na implantação. Quais as características topográficas do terreno? Como deve ser feita a movimentação de terra? De que forma o Revit poderá auxiliá-lo a visualizar qual será a implantação que melhor fará a equalização entre corte e aterro? Como você fará para transformar a informação recebida em um modelo BIM?

Para garantir que será possível atender plenamente as expectativas de seu cliente, nesta seção iremos trabalhar alguns conteúdos por meio de exercícios práticos. Inicialmente, vamos recapitular quais são os condicionantes de um terreno fundamentais para se compreender num processo de projeto. Só que agora veremos qual a relação desses elementos com um processo baseado em BIM e quais são as possibilidades de modelagem desses aspectos no Revit. Em seguida, falaremos sobre como modelar um terreno no Revit, utilizando o recurso de criação de superfícies topográficas, por meio dos dados recebidos em um simples arquivo CAD. Não iremos nos limitar em apenas oferecer um passo a passo, sendo que nosso objetivo é que você compreenda as diversas metodologias de modelagem, de forma que consiga se adaptar a cada situação que surja no futuro. Após esse embasamento, vamos falar um pouco sobre como fazer a implantação do projeto no terreno e os recursos que o Revit oferece para você se aprofundar e conseguir, por exemplo, calcular o volume de corte e aterro do terreno.

Com esse ferramental você será capaz de compreender melhor o terreno em questão e tomar melhores decisões sobre o seu projeto.

Então, vamos projetar?

Dentre as primeiras etapas do projeto de uma construção necessárias para se desenvolver o arquitetônico, está presente o levantamento topográfico. Esse é um dos condicionantes mais importantes para a construção, já que permitirá aos projetistas conhecer aspectos como declividade, ventilação ou orientação solar do terreno e será decisivo para se tomar decisões relativas à geometria da construção. Por exemplo, podem ser originadas do terreno decisões como a posição dos pavimentos, necessidade de muros de contenção ou direção e tamanho de janelas.

Ao mesmo tempo, não é apenas a topografia que será definidora desses aspectos. Sempre que possível, é recomendado ao arquiteto que se conscientize do entorno imediato. A geometria e a posição das edificações vizinhas, assim como de massas arbóreas, cursos d'água, morros e montanhas, vias de acesso, etc. serão necessárias para se avaliar a qualidade de uma implantação que tira partido do lugar onde se insere.

Boa parte dos programas BIM-ready permite a análise desses condicionantes durante o processo de projeto. Isso permitirá ao arquiteto avaliar, por exemplo:

- **O volume diferencial entre corte e preenchimento do terreno.** Este fator é fundamental na análise de custos do projeto. Muitas vezes, para projetos de orçamento mais curto, como residências, pode ser decisivo para o sucesso ou o fracasso do empreendimento. Por exemplo, se um lote possui grande inclinação entre a frente e os fundos, a decisão de aterrar ou cortar o terreno em sua totalidade para nivelá-lo com a cota da rua pode significar a compra ou retirada de dezenas de caminhões de terra. Da mesma forma, implica na construção de estruturas caras de contenção e sistemas de drenagem mais complexos. Também significa, muitas vezes, reduzir a capacidade de permeabilidade do solo, especialmente quando a ação é de retirada de terra, já que se retira a camada superficial e se revela uma camada mais compactada. Isso trará dificuldade também no desenvolvimento de espécies vegetais ali plantadas. O Revit permite saber qual é essa diferença de volume enquanto se projeta. Muitas vezes, com isso, é possível ter um diferencial nulo entre corte e preenchimento, ou seja, não sai nem entra terra no lote durante a construção.
- **A orientação solar.** Muito importante para garantir um bom conforto térmico e lumínico para a edificação. Com isso é possível geolocalizar os elementos, ou seja, é possível se adicionar a informação de onde o projeto está localizado no mundo (latitude e longitude) e sua posição em relação ao norte geográfico (graus).

A partir dessa informação, o programa consegue renderizar sombras com um alto grau de precisão em relação à posição do sol em cada data e hora do ano. É possível também gerar gráficos e animações da insolação. Com o uso adequado de recursos adicionais, assim como com a inserção de dados climáticos mais complexos, é possível se calcular com boa precisão o desempenho térmico e lumínico da edificação.

- **A relação com a geometria de seus vizinhos.** Por meio da obtenção ou modelagem de dados sobre o entorno direto, tais como as massas construídas ou vegetadas, é possível interagir o projeto quanto à vistas, sombras, ventos e demais interferências que esses elementos provocam sobre a edificação.

CHING (2014) elabora que uma implantação, desenho que será responsável por explicar a relação da construção projetada com seu terreno, deve incluir: as divisas do lote e outros condicionantes legais como recuos obrigatórios; a topografia do terreno com suas curvas de nível; os elementos naturais do terreno como árvores, paisagismo e corpos d'água; as construções existentes ou propostas para o terreno como passeios, pátios com piso seco e vias; as edificações do contexto imediato que têm impacto sobre a edificação proposta; acessos e caminhos de pedestres e veículos; posição em relação ao norte verdadeiro.



Pesquise mais

Francis D. K. Ching (2014), em seu livro *Introdução à Arquitetura*, exemplifica e define a forma de se representar diversos tipos de desenho arquitetônico, em especial no Capítulo 13 (p. 321-348). O que ele diz sobre a representação das situações e implantações em arquitetura? E qual a forma correta de se representar um terreno? Tenha em mente essas perguntas quando estiver lendo esta obra.

CHING, F. D. K. **Introdução à Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. p. 321-348.

Modelagem do terreno original

Para a modelagem do terreno no Autodesk Revit, há três métodos principais possíveis:

- Através da importação da geometria das curvas de nível.
- Através do posicionamento de pontos de elevação.
- Através da importação de arquivo de pontos.

No primeiro método, através da importação da geometria das curvas de nível, você precisará de um arquivo *dwg*, *dxf*, ou similar que contenha a geometria vetorizada do terreno em questão. Como são normalmente esses os formatos que os topógrafos utilizam para compilar suas informações e compartilhar com os projetistas, esse método acaba sendo bastante comum para se modelar o terreno em BIM. As informações que devem constar são, pelo menos, os limites do terreno, as curvas de nível, os pontos levantados com a elevação correspondente, elementos significativos como rochas ou árvores, e o Norte. Perceba que, caso o Norte seja o magnético, você terá que realizar o cálculo de declinação para encontrar o Norte Geográfico ou Verdadeiro.

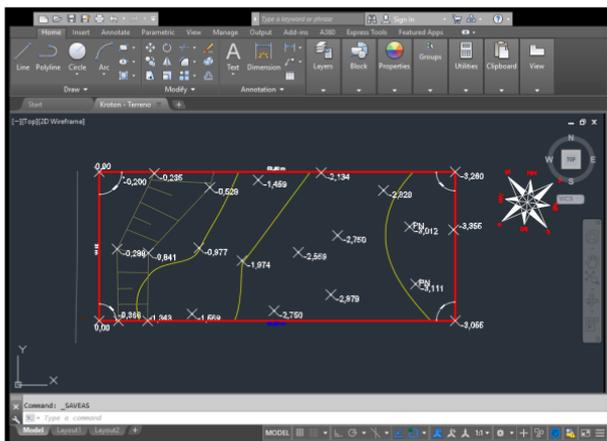


Refleta

Ao se fazer o levantamento do terreno, o topógrafo se utiliza de elementos presentes que auxiliarão os projetistas a se localizar no terreno. Também podem ser importantes para a fase de localização dos alicerces da construção. Que tipo de elementos podem ser utilizados como referência? Como um proprietário sabe quais os limites de seu terreno se ainda não existirem casas vizinhas?

Como os arquivos recebidos, em geral, necessitam de tratamento, é nessa hora que você terá que “limpar” e configurar o arquivo de topografia. Será necessário apagar tudo o que for desnecessário (símbolos, margens, camadas vazias, etc.), assim como organizar o que sobrar. Garanta que as curvas de nível são vetores do tipo polilinha (*polyline*) e que estejam em uma elevação tridimensional equivalente àquela de sua cota (3 m de altura para a cota 3, por exemplo). Uma outra dica é marcar com um “x” todos os pontos de levantamento, já que o Revit não reconhece o elemento ponto (*point*). Após tudo pronto (Figura 2.3), salve com um nome diferente do original, de forma que você não perca as informações que foram excluídas.

Figura 2.3 | Planta de topografia preparada para importação no Revit



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

No Revit, antes de modelar o terreno, é necessário importar o desenho que você acabou de organizar no AutoCAD ou similar. Para fazer isso, no menu “Inserir”, você deve buscar o botão “Importar CAD” (Figura 2.4).

Figura 2.4 | Botão de importação de arquivos CAD



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

Ao clicar nesse botão, irá aparecer uma janela em que você poderá escolher o arquivo a ser importado. Além disso, há configurações adicionais a serem definidas, tais como a posição do desenho, inclusive o nível em que será importado, camadas, cores e, mais importante, a sua unidade de medida. Dê atenção especial a esse último item, e escolha “metro” caso você tenha uma planta em metros ou “centímetro” para uma planta em centímetros.

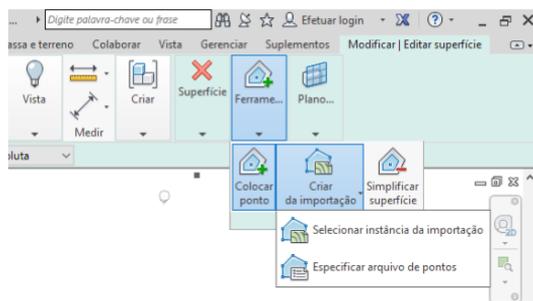
Com o desenho CAD inserido e devidamente posicionado em sua área de trabalho, verifique se a escala está correta e se todas as informações foram importadas corretamente. Se estiver tudo bem, podemos proceder com a criação do terreno BIM.

Para isso, procure o menu “Massa e terreno”, onde estarão todas as ferramentas necessárias à criação e configuração de superfícies topográficas. Procure o botão “Superfície topográfica” e clique nele. Nesse momento você

entra no modo de modificação. Isso acontecerá sempre que for necessário modelar algo antes de criar o elemento propriamente dito e é caracterizado pelo menu esverdeado com os botões de concluir e cancelar.

Nas ferramentas de modificação, escolha “Criar da importação” e então “Selecionar instância da importação” (Figura 2.5). Uma janela será aberta e pedirá para que você selecione quais as camadas que ele deve utilizar para gerar a geometria.

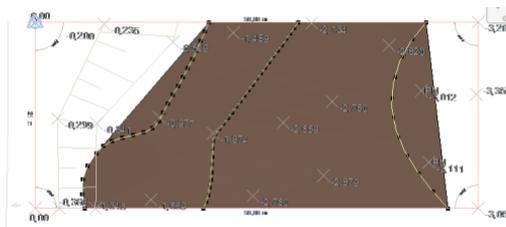
Figura 2.5 | Modificação de superfície topográfica



Fonte: captura de tela do CAD elaborada pelo autor.

Se tudo foi feito corretamente, o Revit deverá gerar uma superfície a partir dos pontos contidos nas curvas de nível. Note, no entanto, que a geometria dessa superfície fica limitada à primeira e à última curva e pode fazer com que parte do terreno não seja contemplada nessa modelagem (Figura 2.6). Para resolver esse problema, deve-se utilizar o segundo método para complementar a superfície, como veremos a seguir.

Figura 2.6 | Modelagem do terreno a partir da importação de curvas de nível



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

O segundo método é o da modelagem do terreno através do posicionamento de pontos de elevação. Isso é feito também através da criação de superfície topográfica, só que ao invés de se criar através da instância importada, faremos a partir do botão “Colocar ponto”. Você pode escolher posicionar um ponto dando um valor absoluto de sua elevação ou relativo à superfície. Em geral, para essa etapa, utilizamos valores absolutos. Pode-se usar os

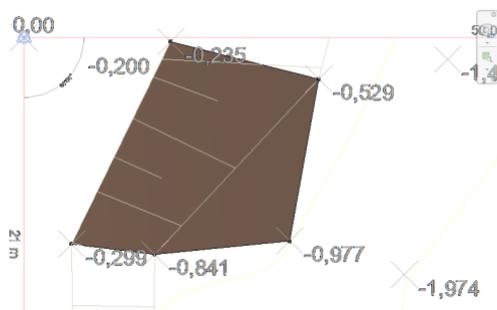
pontos de levantamento da planta topográfica importada como referência e, sobre estes, criar pontos com a elevação equivalente.



Exemplificando

Conforme os pontos vão sendo inseridos, é possível se observar a superfície sendo gerada (Figura 2.7).

Figura 2.7 | Modelagem do terreno a partir da inserção de pontos de elevação



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

O terceiro método que trabalharemos aqui é a modelagem através da importação de arquivo de pontos. Embora pouco comum entre os topógrafos, o arquivo de pontos pode facilitar muito o trabalho de modelagem BIM de superfícies topográficas, e resultar em um modelo com altíssima precisão. Não é necessário desenho, mas um arquivo no formato PRN ou similar que se constitua de uma lista de pontos através de suas posições X, Y (distâncias horizontais da origem) e Z (elevações) separadas por vírgula.

Na modificação de superfície, para gerar o terreno a partir de arquivo de pontos, basta acessar o botão “Criar da importação” e selecionar “Especificar arquivo de pontos”. Ao escolher o arquivo, basta especificar a unidade de medida utilizada e a importação dos pontos é realizada.

Implantação do projeto sobre o terreno

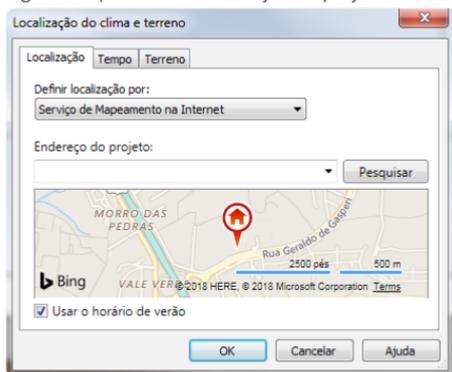
Não há nada no Revit que obrigue o projetista a começar o projeto pelo terreno. É possível se começar o processo de projeto pelos componentes da edificação ou mesmo por massas conceituais. No entanto, é recomendável que você tenha o terreno modelado desde o início, já que ele dará referenciais importantes nas decisões de projeto.



Assimile

Um terreno pode ser modelado no Revit de acordo com as necessidades do projetista. Em alguns casos, pode ser limitado ao lote e em outros possuir uma grande extensão adicional do relevo. A modelagem do terreno permitirá que o arquiteto não apenas reconheça as características físicas deste, mas também que entenda as consequências das intervenções que resultem em movimentação de terra.

Figura 2.8 | Janela de localização do projeto



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

2.8). Após isso, não se esqueça de posicionar o Norte Geográfico em relação ao projeto, clicando no botão “Posição”, próximo ao “Localização”, e escolhendo a opção “Rotacionar o Norte Verdadeiro”. Com isso configurado, será possível se obter um estudo de insolação bastante preciso.

Outra função bastante útil é o cálculo de corte e preenchimento do terreno. Ou seja, o Revit permite calcular qual o diferencial entre a quantidade de terra removida e adicionada durante a etapa de movimentação de terra da obra.

Para realizar essa tarefa, no entanto, será necessário se aprofundar em conhecimentos sobre as fases do projeto e também do uso das tabelas. Basicamente, o que tem que ser feito é criar um terreno e atribuir a este a informação de que é o terreno original, que é eliminado na fase de movimentação de terra, e outro terreno modificado, que é criado nessa fase. Com isso, é possível criar uma tabela que compara os dois terrenos e é atualizada conforme o terreno novo é modificado. Assim, é possível saber se estamos tirando ou colocando terra em excesso no lote por causa da construção.

Essas alterações sobre o terreno podem ser realizadas por meio do remodelamento da superfície, com a modificação dos pontos de elevação, ou

Uma das formas que podemos utilizar os condicionantes do terreno está na possibilidade de geolocalização do projeto. Isso significa incorporar ao modelo a informação da posição global (latitude, longitude e altitude) de onde se encontra o projeto. Isso se faz com muita facilidade acessando o menu “Gerenciar” e clicando no botão “Localização”. Uma janela será aberta e permitirá a você que escolha o endereço preciso onde está o projeto (Figura

com a colocação de uma Plataforma de Construção, elemento que veremos melhor na próxima seção.

Sem medo de errar

Seu cliente, a construtora, solicitou que você analisasse como reduzir custos com movimentação de terra através da modelagem do terreno. Não precisamos fazer contas muito complexas se sabemos que há três formas básicas de se reduzir o custo com a movimentação de terra: 1. adequar o projeto às curvas de nível evitando a movimentação de terra; 2. manter o diferencial entre os volumes de corte e preenchimento da movimentação de terra o mais próximo possível de zero; 3. evitar muros de contenção e, quando necessários, fazê-los da menor altura possível.

Como já foi dito anteriormente, é possível verificar por uma tabela paramétrica qual esse diferencial enquanto se modela o projeto. Com isso, especialmente nessa fase de testes, é possível verificar qual a melhor posição da construção para o menor impacto possível sobre o terreno.

O primeiro passo é modelar o terreno original, a partir de dados de referência obtidos no levantamento topográfico. Com o terreno devidamente modelado, temos que dizer a que fase ele pertence. Dependendo do modelo com o qual você está trabalhando, pode ser que já existam fases configuradas. Se não houver, crie elas por meio da janela “Fases”, que pode ser acessada no botão de mesmo nome no menu “Gerenciar”.

Duplicate o terreno modelado no mesmo lugar. A um dos terrenos, que será o original, deve ser atribuído (em “Propriedades”) que será criado na fase “Terreno original” e demolido em “Movimentação de terra”, ou similar. Ao outro, o que será alterado, deve ser dito que foi criado na fase “Movimentação de terra” e que não será demolido. Dependendo de como a visualização estiver configurada, o terreno anterior aparecerá tracejado ou simplesmente desaparecerá, o que não significa que foi excluído.

Agora é hora de criar a tabela comparativa dos terrenos. Ela só retornará algum valor relevante se o terreno novo estiver modificado em relação ao original, portanto faça algumas operações e modifique-o.

Para criar a tabela, busque no Navegador de Projeto o item “Tabelas”. Com o botão direito sobre este, selecione a opção “Nova tabela/quantidades”. Agora siga os passos abaixo:

1. Na janela “Nova tabela”, escolha a categoria “Topografia” e a fase “Movimentação de terra”. Pressione “Ok”.

2. Nas propriedades da tabela, na aba “Campos”, adicione “Cortar”, “Preencher” e “Corte/Preenchimento” aos campos tabelados.
3. Na aba “Classificar/Agrupar”, desmarque a opção “Itemizar cada instância”.
4. Na aba “Formatação”, para cada um dos campos disponíveis, escolha para “Calcular os totais” em formatação de campo. Clique em “Ok”.

Com esses passos executados corretamente, uma tabela com os totais e diferencial de volumes de corte e preenchimento deve ser criada. Sempre que você fizer uma alteração no terreno, essa tabela será atualizada. Tente agora implantar o seu projeto tentando manter ao máximo esses números próximos do zero. Isso garantirá uma boa equação de custos e o cliente certamente ficará satisfeito.

Avançando na prática

Estudo de insolação

Descrição da situação-problema

O cliente de um arquiteto está fechando a compra de um terreno em um condomínio, mas está preocupado com a forma que a insolação e as aberturas vão se relacionar. Ele possui o levantamento topográfico do lote e está tentando compreender se as janelas da casa receberão uma quantidade adequada de sol sem terem que estar voltadas para a rua, de forma que se perca a privacidade da casa. Você poderia aproveitar sua expertise no Autodesk Revit para verificar como está a insolação sobre o terreno. Você poderia auxiliá-lo a compreender esse dado?

Resolução da situação-problema

Após o terreno modelado, é importante definir a sua localização no mundo e a posição do Norte Verdadeiro. Isso é muito simples de ser feito.

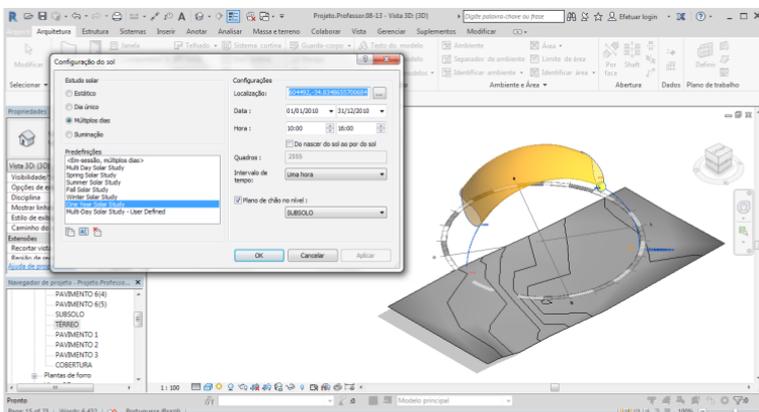
Busque no menu “Gerenciar” o botão “Localização”. Na janela aberta você deverá buscar o endereço do terreno e posicionar o marcador vermelho sobre o lote, o tão precisamente quanto você conseguir. Confirme a decisão.

Agora, é necessário colocar a informação da posição do Norte Verdadeiro. Para isso, garanta que a vista ativa está sendo orientada pelo Norte Verdadeiro indo em suas propriedades e escolhendo para sua orientação a opção “Norte Verdadeiro”. Após isso, busque no menu “Gerenciar” o botão “Posição” e marque a opção “Rotacionar o Norte Verdadeiro”. Na planta, defina o ângulo

do Norte e confirme. O desenho deverá ser rotacionado para ter o Norte para cima. Se quiser voltar a uma exibição ortogonal, basta retornar às propriedades da vista e escolher novamente a orientação como “Norte do projeto”. Com esses passos, você tem o modelo devidamente geolocalizado. Agora vamos às operações de estudo de insolação.

Na barra de estilos de visualização abaixo da vista, há um ícone de um sol. Ao clicar nele é possível se acessar a “Configuração do sol”. Essa janela permitirá a você fazer diversos tipos de estudo, desde avaliar a insolação para um momento único, até criar uma animação com a posição do sol para cada dia do ano. Também é possível ativar o “caminho do sol”, que é essencialmente uma carta solar que interage com o seu modelo (Figura 2.9). Experimente os diversos tipos de informação que podem ser obtidas daí e, com isso, ajude o seu cliente a compreender onde estão os melhores quadrantes do terreno quanto a insolação.

Figura 2.9 | Configuração do sol



Fonte: captura de tela elaborada pelo autor.

1. No Autodesk Revit há a possibilidade de se realizar a modelagem de terrenos através da ferramenta de criação de superfícies topográficas. Com isso, é possível se obter uma representação do relevo com bastante precisão, possibilitando uma melhor adequação do projeto aos condicionantes físicos locais.

Sobre a modelagem de superfícies topográficas no Revit é possível se afirmar corretamente que:

- a) Trata-se simplesmente da importação de uma superfície tridimensional do AutoCAD.
- b) É possível se realizar a importação de uma matriz de pontos através de um arquivo que não se constitui como um desenho.
- c) Pode-se utilizar um arquivo JPEG para gerar de forma automatizada a superfície.
- d) Não pode ser utilizada para se obter informações sobre a movimentação de terra.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

2. Um dos elementos essenciais para se compreender com o objetivo de garantir a eficiência energética da edificação é a posição geográfica da edificação. O Revit auxilia nessa compreensão ao possibilitar a inserção das informações de localização e orientação em relação ao Norte Verdadeiro.

Pode-se afirmar como um benefício diretamente obtido através da definição das coordenadas geográficas do terreno:

- a) A melhoria na eficiência da gestão das fases de planejamento da obra.
- b) A possibilidade de análise energética de tomadas e outros dispositivos elétricos.
- c) A obtenção razoavelmente precisa do tempo de insolação sobre os volumes da edificação.
- d) O ganho de precisão sobre o cálculo de materiais no projeto.
- e) Não há nenhum benefício obtido através do geoposicionamento do modelo para a etapa de projeto.

3. Quando uma edificação tiver que ser construída sobre um terreno com um desnível acentuado, há algumas decisões que podem ser tomadas na fase de projeto, não apenas para evitar o custo excessivo das operações relacionadas à movimentação de terra, mas também para reduzir o impacto ambiental sobre a área alterada.

Com isso, sobre este assunto, colocam-se as seguintes ações como possíveis:

- I. Adequar o projeto às curvas de nível evitando a movimentação de terra.
- II. Manter o diferencial entre os volumes de corte e preenchimento da movimentação de terra o mais próximo possível de zero.
- III. Evitar muros de contenção e, quando necessários, fazê-los da menor altura possível.

Destas ações decididas em projeto, quais pode-se afirmar que auxiliam na redução de custos da fase de movimentação de terra da obra?

- a) I e III apenas.
- b) I e II apenas.
- c) III apenas.
- d) II e III apenas.
- e) I, II e III.

Elementos de locação e sistemas estruturais

Diálogo aberto

Caro aluno, na seção anterior você pôde modelar um terreno a partir da tecnologia BIM auxiliada pelo Autodesk Revit. Isso permite a você fazer uma leitura mais abrangente da forma do lote e de suas possibilidades de ocupação. Agora é o momento para você avançar sobre a prática e começar, de fato, a construir seu edifício.

Já ficou claro que a adoção do Autodesk Revit fornece uma plataforma que atende bem às necessidades de toda a equipe da obra em que você está envolvido. Também deve estar claro quais são os benefícios e os desafios que esse novo recurso trará ao desenvolvimento do seu projeto. Agora é hora de aprender e colocar em prática a construção da estrutura básica da edificação e sua relação com o lote.

Com o prazo mais curto para o início das obras, a construtora pediu a você que já inicie a modelagem de uma proposta para a estrutura reticular do edifício, de modo que a equipe de engenharia possa iniciar os seus trabalhos. Será importante resgatar agora aquela proposta que você já fez para a estrutura do edifício.

Como os engenheiros precisarão, para os cálculos estruturais preliminares, que o modelo contemple ao menos o sistema de pilares e vigas, as lajes e os elementos de circulação vertical, será essencial que estes sejam modelados em BIM. Qual será a melhor forma de ordenar essa malha estrutural? Os elementos de circulação vertical já foram definidos? E como eles irão interagir com as lajes? Essas informações serão importantes para que se possa fazer um bom cálculo estrutural, o que depende de você.

Para auxiliá-lo, você terá à disposição um conteúdo desenvolvido para que conheça as ferramentas que o Revit possui. Dessa forma, passaremos pelo conhecimento dos parâmetros de locação (níveis, eixos e planos de referência), dos elementos estruturais lineares (colunas e vigas), dos planos de suporte (pisos e plataformas) e de circulação vertical (escadas, rampas e shafts). Com esse instrumental, você será capaz de ocupar o terreno modelado na seção anterior com a sua edificação.

Com o edifício tomando forma, o processo de projeto fica cada vez mais empolgante.

Vamos trabalhar?

Como já foi dito anteriormente, o Revit é um software que trabalha de forma paramétrica, ou seja, através do estabelecimento de parâmetros. Isso significa que há a incorporação de dados e regras às definições geométricas dos componentes inseridos. Aqui veremos, de forma sucinta, alguns elementos que fazem parte da estruturação do modelo e que garantem as principais características construtivas do modelo.

É desejável, entretanto, que antes do início do modelo alguns parâmetros de localização sejam definidos. No mínimo, recomenda-se que se faça a inserção de níveis, que servirão de referência para todos os elementos relacionados às plantas; e dos eixos, que definirão as relações estruturais dos elementos.

Níveis

São planos horizontais finitos, que atuam como referências em um modelo de construção para elementos locados nas diversas plantas do edifício. Esses elementos podem ser paredes, telhados, pisos, escadas, rampas, forros, etc.

Um nível pode ou não definir um pavimento. Por padrão, toda vez que se adiciona um nível no modelo desenvolvido no Revit, um pavimento é criado junto com suas plantas correspondentes. Isso pode ser modificado na barra de opções. Ao se escolher se a criação do nível, implicará a criação de uma “vista de planta” e se escolhendo quais tipos de vistas serão criados (planta de piso, de forro, estrutural, etc.). As vistas criadas estarão listadas no navegador de projeto.

Para criar um nível, é necessário que se esteja em uma vista de corte ou de elevação. Se não houver alguma criada, crie acessando a aba vista. Com a vista de corte ou elevação ativada, procure nas abas “arquitetura ou estrutura” o botão “nível”. Verifique na “barra de opções” se a caixa de seleção “criar vista de planta” está marcada, se você quiser criar um pavimento e sua planta correspondente, ou desmarque para criar apenas um nível de referência. Trace uma linha horizontal ao longo do desenho. Posicione o nível na cota desejada clicando duas vezes sobre o número correspondente e inserindo a cota nova.

Procure sempre manter alinhadas as extremidades da linha de nível. Isso facilita o redimensionamento simultâneo dos níveis alinhados, poupando tempo e mantendo a vista organizada (Figura 2.10).

Figura 2.10 | Níveis



Fonte: elaborado pelo autor no software Autodesk Revit, versão 2018.

Eixos

São planos verticais finitos, representados como linhas nas vistas de planta, de elevação e de corte. Os eixos são utilizados no espaçamento, alinhamento e posicionamento de elementos da construção. Em geral, associam-se a elementos estruturais lineares do edifício, como pilares e vigas. Isso servirá para se obter uma referência precisa da posição dos elementos de construção nas vistas de planta, elevações e cortes, e será muito importante na manutenção do diálogo com a equipe de engenharia estrutural.

Em geral, os eixos são criados já no início do processo de projeto, mesmo que isso signifique revisá-los ao longo do trabalho. Isso é absolutamente normal e uma das vantagens do projeto em BIM é o fato de que você conseguirá fazer edições rápidas.

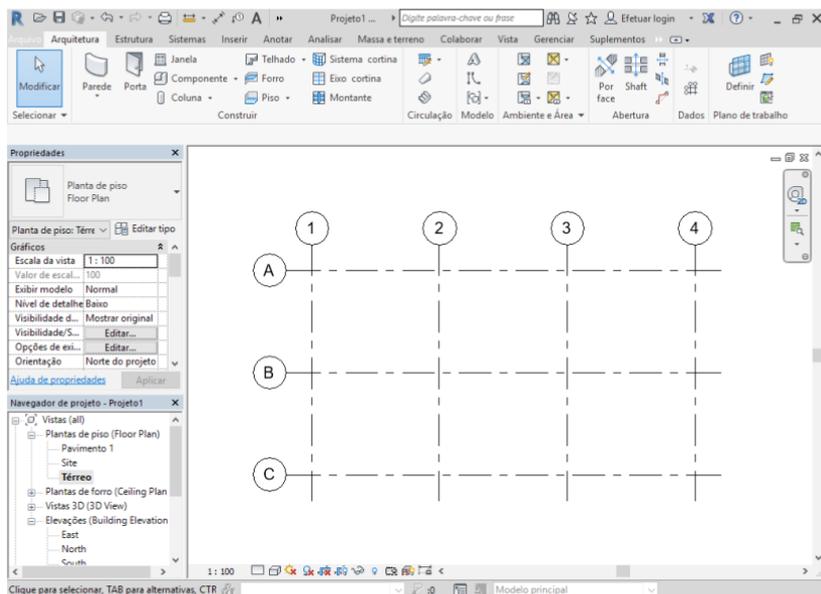
O tipo de vista mais indicado para se traçarem os eixos é a planta. Nela, é possível criar os eixos como linhas retas, ortogonais ou não entre si, ou arcos. Nas vistas de elevação e de corte também é possível traçar eixos, mas apenas na forma de linhas retas verticais. Apenas as linhas de eixo perpendiculares ao plano de elevação ou de corte aparecerão nessas vistas.

Quando se associa uma coluna a um cruzamento de eixos, esses eixos passarão a ser denominados “eixos de coluna”. Neles, as colunas se encaixam de forma automática. Por causa disso, sempre que você alterar a posição desses eixos, as colunas modificarão suas posições para continuarem no cruzamento dos mesmos eixos, o que facilita o trabalho de estudo do sistema estrutural. Após a inserção das colunas nos cruzamentos de eixos, é possível inserir também vigas associadas a eles.

Para criar um eixo, será melhor que você esteja com alguma vista do tipo planta ativa. Nas abas arquitetura ou estrutura, localize o botão “eixo”. Apene trace a linha na posição correspondente e, se necessário, altere o tipo de linha na “barra de opções”. Da mesma forma que os níveis, os eixos não aparecem nos desenhos 3D.

Após a criação de um eixo, é possível fixá-lo para evitar o deslocamento involuntário no desenvolvimento do projeto. Para isso, basta selecionar os eixos desejados e clicar no botão “fixar”, que está na aba de modificações. Para remover a fixação, use o botão imediatamente ao lado, chamado “desafixar”. Se for necessário criar muitas linhas de eixos, utilize a ferramenta Copiar, também na aba de modificações. Note que a letra ou o número identificador do eixo evolui junto com a criação de novos eixos. Ou seja, se o primeiro eixo criado for “1”, o segundo será “2” e o terceiro será “3”. Caso o primeiro seja “A”, a sequência passa a ser “B”, “C”, etc. (Figura 2.11).

Figura 2.11 | Eixos estruturais



Fonte: captura de tela do software Autodesk Revit, versão 2018, elaborada pelo autor.

Planos de referência

Há um elemento semelhante aos níveis e eixos, mas com um comportamento um pouco mais livre, chamado plano de referência. A criação de um Plano de Referência pode ter propósitos múltiplos, como marcar os limites legais do terreno, auxiliar no posicionamento de elementos construtivos, servir de base para a parametrização de um modelo ou de uma família, dentre outros. O plano de referência, quando inserido, se apresentará como uma linha tracejada verde que pode ser nomeada e categorizada. Da mesma forma que os níveis e eixos, só aparecerá nos desenhos que sejam perpendiculares ao plano.

Para inserir um plano de referência, localize nas abas “arquitetura” ou “estrutura” o botão “plano de referência”, no conjunto plano de trabalho. Pode traçá-lo em qualquer vista e em qualquer direção que desejar, mas, diferentemente dos eixos, os planos só podem ser traçados como linhas retas.



Refleta

É comum que os arquitetos utilizem alinhamentos ou eixos-guia para diversas funções no desenvolvimento de um projeto. Em geral, muitas das limitações geométricas que são impostas ao projeto, tais como limites de divisas, afastamentos obrigatórios ou gabaritos de altura são definidos por planos imaginários. Além destes, pode-se imaginar outros planos definidores da geometria da edificação? E como a ferramenta de “planos de referência” pode auxiliá-lo a tomar decisões de projeto?

Elementos estruturais

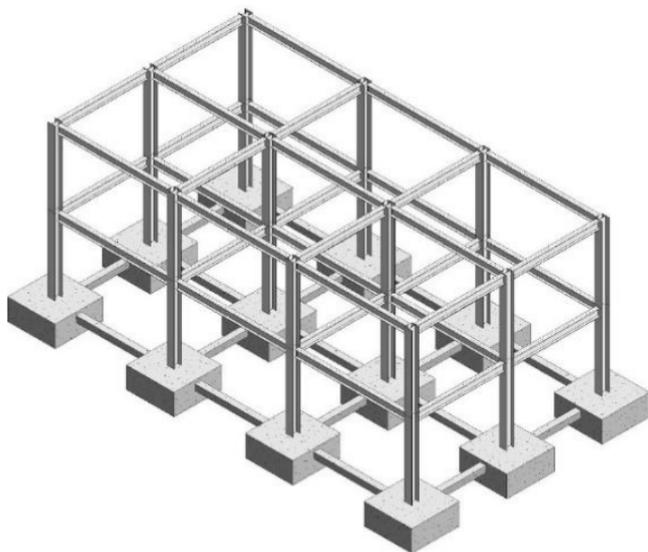
O Revit possui um conjunto de elementos estruturais que podem ser adicionados ao modelo e que, a não ser em situações mais complexas, devem ser suficientes para a definição de análise do sistema estrutural de uma edificação. Esses elementos podem ser localizados na aba “estrutura” e estão organizados nas subcategorias “estrutura”, “conexão”, “fundação” e “armadura”. Na primeira subcategoria estão as vigas, colunas, paredes estruturais, pisos estruturais, treliças, contraventamentos e sistemas de vigas. Em “conexão”, é possível adicionar tipos de encontros entre vigas e colunas ou outras vigas, o que é especialmente útil quando se trabalha com estruturas metálicas. Na parte de Fundação, é possível inserir elementos estruturais de fundação isolados (como sapatas, blocos ou tubulões), lineares (como baldrames ou sapatas corridas) e planos (como radiers). Por último, em “armadura” é possível inserir o detalhamento das armaduras, especialmente, em estruturas de concreto armado.

Para inserir colunas, será melhor trabalhar em uma vista de planta, e basta clicar no botão “coluna” e definir seus parâmetros básicos na “barra de opções”, após escolher a “família” e o “tipo” da coluna nas “propriedades”. Garanta que você está especificando a altura da coluna (utiliza-se linear apenas para elementos em profundidade) e defina qual o limite superior. O limite inferior da coluna será o nível da planta na qual você está desenhando, embora isso possa ser alterado nas “propriedades”. O limite superior pode ser definido por um valor dimensional se você habilitar a opção “não conectado” ou você pode vincular a coluna a algum nível acima. Se escolher a segunda opção, sempre que a cota do nível relacionado for alterada, a coluna mudará de tamanho para seguir a nova posição do nível. Esse mesmo princípio é aplicável a outros elementos verticais, como paredes ou shafts.

Lembre-se de que, se você já inseriu a grelha de eixos estruturais, é aconselhável que as colunas estejam posicionadas nos cruzamentos dos eixos. Para facilitar, você pode utilizar o botão “múltiplo” e “nos eixos”, que está na “barra de opções”, para o programa posicionar colunas em todos os cruzamentos de eixos selecionados. Caso seja necessária a construção de uma coluna inclinada, há também esse recurso na “barra de opções”.

Quanto ao posicionamento de vigas, também é mais conveniente traçá-las em uma planta. No entanto, vigas são posicionadas sob o nível ativo, o que pode significar que você não verá os elementos posicionados, dependendo das configurações de “faixa de vista”. Para inserir uma viga, basta traçar seu percurso ou associar de forma automática aos eixos estruturais, da mesma forma que na inserção de colunas. Para adicionar uma fundação, da mesma forma, basta selecionar o tipo e inserir no modelo, sendo que o ideal é que se vinculem esses elementos às colunas do modelo (Figura 2.12).

Figura 2.12 | Exemplo de estrutura



Fonte: elaborado pelo autor no software Autodesk Revit, versão 2018.

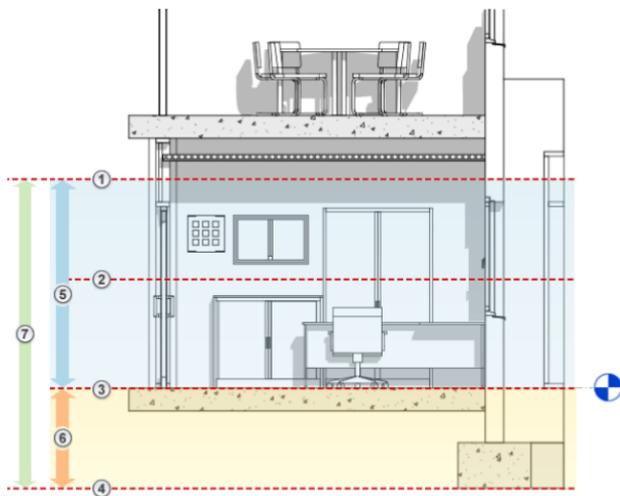


Assimile

A “faixa de vista” é um conjunto de planos horizontais que controlam a visibilidade e a exibição de objetos na vista e que pode ser editado nas “propriedades da vista”. É definida pelos planos de topo (1), corte (2) e base (3) (ver Figura 2.13).

Os planos de corte superior e inferior representam a parte mais superior e mais inferior da faixa da vista. O plano de corte é um plano que determina em que altura determinados elementos na vista exibida são cortados. Além destes, a “profundidade da vista” (4) é o plano fora da faixa principal e pode ser alterado para mostrar elementos abaixo do plano de recorte inferior.

Figura 2.13 | Esquema dos planos da faixa de vista



Fonte: elaborada pelo autor no software Autodesk Knowledge Network.

Pisos

Os pisos são elementos baseados nos níveis, essenciais ao modelo de construção, e são geralmente superfícies horizontais, embora seja possível adicionar inclinação a um piso. Estes elementos podem ser ou não estruturais. Quando estruturais, devem estar vinculados a um sistema estrutural para que seja possível realizar análises da estrutura do edifício. Possuem, ainda, parâmetros que determinam sua composição, ou seja, as camadas que estruturam aquele elemento.

Para criar pisos, utiliza-se a ferramenta do mesmo nome, que pode ser encontrada tanto na aba “arquitetura” como na aba “estrutura”. Deve-se estar em uma vista de planta ou na vista 3D. É um tipo de elemento que, para ser adicionado, será necessário fazer o croqui de seu perímetro. No instante em que você selecionar a ferramenta “piso”, será ativado o modo de edição. Nele, você deverá traçar um polígono fechado que corresponde aos limites do piso. É possível desenhar outros polígonos, internos ou externos, que também farão a delimitação desses limites. Cuidado para sempre desenhar formas

fechadas e sem sobreposição de linhas, ou o modo de edição não poderá ser concluído. Quando estiver satisfeito com o perímetro desenhado, clique no botão “concluir o Modo de edição”, na barra de opções. Quando for confirmada a conclusão, poderá se ver o piso modelado.

Para criar um piso inclinado, enquanto estiver fazendo o croqui, após definir o perímetro, utilize a ferramenta “seta de inclinação” para definir a direção da inclinação do piso. Com a seta selecionada, ajuste nas “propriedades” as alturas relacionadas ao início e fim da seta ou defina um valor numérico para a inclinação (em porcentagem ou graus, dependendo das configurações de unidade).

Há um tipo de elemento que se assemelha ao piso, mas que é definido como outro tipo de componente. Trata-se da “plataforma de construção”, que pode ser encontrada na aba “massa e terreno”. Essencialmente, uma Plataforma se cria da mesma forma que um piso comum, por meio de um croqui que define seu perímetro em um nível que define sua cota de altura. Porém, uma “plataforma de construção” necessita de uma superfície topográfica para existir, já que ela se sustenta diretamente sobre o terreno, como um contrapiso. Ao se criar uma plataforma sobre o terreno, o nível em que ela se localiza será o novo parâmetro de altura para aquele trecho da topografia. Ou seja, a “plataforma de construção” cava ou preenche o terreno, dependendo da sua cota de nível. Não é possível, por esse motivo, construir uma “plataforma de construção” de forma que seu perímetro saia da superfície topográfica ou de modo que duas plataformas se sobreponham (elas podem compartilhar arestas, mas nunca se sobrepor).

Elementos de circulação vertical

Há elementos específicos voltados para a circulação vertical da edificação. É importante ressaltar que equipamentos mecânicos como elevadores ou escadas-rolantes devem ser inseridos como um componente genérico, já que não são elementos construídos, podendo ou não serem associados às instalações elétricas da edificação. Aqui veremos, no entanto, quais são e como são modelados os elementos construídos, tais como escadas e rampas, ou que dão suporte à prumadas, como os shafts.

As escadas, rampas e guarda-corpos são elementos paramétricos no Revit. São, em sua definição, famílias do sistema. Ou seja, é possível editar os valores para os parâmetros que definem suas características, garantindo que a maioria das situações típicas de composição desses elementos sejam atendidas. No entanto, é impossível mudar as regras em si. Quando, por algum motivo, as escadas do sistema não atenderem às necessidades do usuário, é necessária a modelação de uma família genérica que não será reconhecida pelo aplicativo como uma escada.

É possível criar escadas a partir do botão “escada”, que abrirá o “modo de edição”. Você deverá, antes de mais nada, definir quais os níveis de base e de topo da escada. Nesse momento você tem duas opções: criar uma escada traçando linhas de referência para os lances, ou desenhar como croqui os elementos constituintes da escada (suportes, espelhos e seta de inclinação). O primeiro modo é imensamente mais prático e usual, embora o segundo permita a execução de escadas mais complexas. Ao traçar os lances da escada, o programa avisa quantos degraus são necessários para se atingir o pavimento do topo da escada. Os lances podem ser interrompidos antes de a escada alcançar o número necessário de degraus e continuar de outro ponto. Automaticamente, o programa faz a junção do último espelho do primeiro lance com o primeiro espelho do lance seguinte por meio da criação de um patamar.

Caso seja necessário trocar os valores que definem as escadas, você deverá acessar os parâmetros de tipo em “editar tipo”, na janela de “propriedades”. Ali é possível editar, por exemplo, a altura e profundidade dos degraus, se a escada é aberta ou fechada ou o tipo de estrutura que a sustenta. Também é possível construir escadas helicoidais ou em leque, bastando para isso acessar essa opção no “modo de edição” quando estiver criando a escada.

O modo de criação de rampas é muito similar, de forma que você cria a rampa a partir do traçado de seus trechos. Note que um dos parâmetros possíveis de se adicionar a uma rampa é o comprimento máximo em inclinação, o que impede a construção de trechos demasiadamente longos sem a criação de patamares intermediários. Também é possível definir qual a inclinação máxima da rampa. Esse recurso auxilia o arquiteto, por exemplo, a manter esses elementos dentro das normas de acessibilidade.



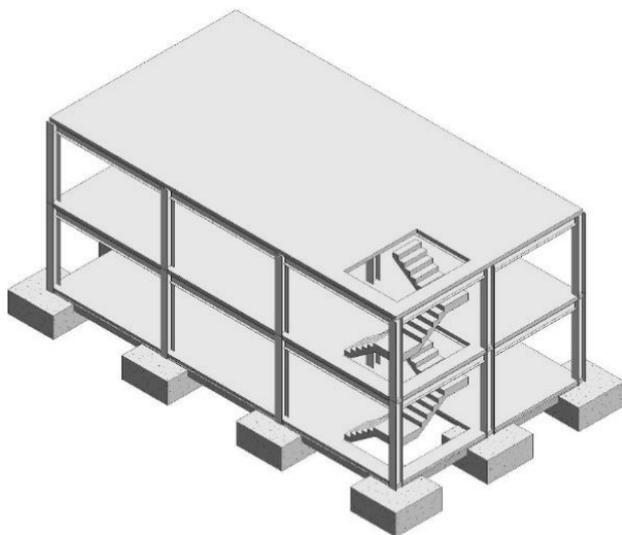
Exemplificando

Na norma de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, consta que uma rampa com inclinação entre 1:16 (6,25%) e 1:12 (8,33%) pode apresentar trechos desníveis de até 0,80 intercalados com patamares. No caso de a rampa possuir a inclinação máxima admissível (8,33%), isso significa que ela poderá percorrer até 9,6 metros sem um patamar. Se essa informação for adicionada no parâmetro “comprimento máximo em inclinação”, no tipo de componente “rampa do modelo”, o próprio Revit irá auxiliar para que sua rampa esteja sempre atendendo à norma, já que você não poderá criar um trecho maior que a medida permitida sem criar um patamar intermediário.

Sempre que uma escada ou uma rampa são criados, um par de guarda-corpos é associado a esses elementos. É possível editar individualmente o tipo de guarda-corpo ou mesmo eliminá-los. Na ferramenta “guarda-corpo”, é possível associar novamente um elemento do tipo à escada ou à rampa, ou desenhar um caminho para seu percurso.

Eventualmente, escadas ocuparão uma seção vertical da edificação empilhando-se por vários andares. É o que, comumente, chamamos de caixa de escadas. É possível desenhar o vazio para encaixar essas escadas enquanto se cria o piso, mas há uma forma mais prática que é por meio da criação do elemento Shaft. O Shaft cria um prisma vertical que ocasiona um vazio em todos os pisos, forros e telhados por onde atravessa, garantindo que esse vazio esteja posicionado igualmente em vários andares. Um Shaft é especialmente útil na criação de caixas de escada, vãos para elevadores e prumadas de instalações (Figura 2.14).

Figura 2.14 | Estrutura com pisos, escada e shaft



Fonte: elaborada pelo autor no software Autodesk Revit, versão 2018.

São diversos os elementos possíveis de serem criados numa plataforma BIM, e é importante compreender que cada um deles é programado para simular características e comportamentos dos seus equivalentes no mundo real. Sendo assim, faz-se essencial modelar essas peças com uma razoável fidelidade em relação a como serão construídas, de forma que o projeto cumpra seu propósito. Assim, será possível utilizar da melhor forma os recursos que essa tecnologia oferece.

Para iniciar o exercício, é importante que você tenha em mãos os croquis do prédio elaborados na seção “Implantação e sistemas estruturais”. Também será necessário possuir o terreno BIM que foi modelado na seção imediatamente anterior a esta.

A melhor forma de ordenar a malha estrutural é por meio da criação de níveis e eixos. Abra o arquivo que possui o terreno modelado e, numa vista do tipo elevação ou corte, comece a traçar os **níveis** de acordo com o seu conhecimento. Modele tantos níveis quanto necessários, baseando-se nas decisões projetuais tomadas inicialmente. Em seguida, posicione cada um dos níveis em sua cota adequada e nomeie-os para identificar as plantas correspondentes. Garanta que estarão alinhados entre si e que os planos se sobreponham a toda a superfície do terreno.

Em seguida, é hora de criar os **eixos estruturais**. Numa vista do tipo planta, comece a traçar e posicionar os eixos baseando-se nos alinhamentos que você definiu nos croquis de estudo. Se necessário, corrija a posição e o número de eixos para que atenda às necessidades reais do projeto. Da mesma forma que os níveis, garanta que os eixos cortem o terreno inteiro e, nas vistas, que possuam altura suficiente para seccionar todos os níveis criados anteriormente.

Uma boa ideia é traçar também alguns **planos de referência** nos alinhamentos das divisas do lote e outros para marcar os recuos obrigatórios, se houver. Nomeie esses planos para manter o arquivo organizado.

Agora você já tem parâmetros suficientes para começar a inserir os elementos estruturais. Comece escolhendo o tipo e as alturas e posicionando **colunas** nos cruzamentos dos eixos para cada nível. Você pode acelerar o processo utilizando a função de criação múltipla sobre eixos, que você já aprendeu. Siga com a criação das **vigas**, da mesma forma que foi feito com os pilares, sobre os eixos e em cada nível. Adicione blocos de **fundação** no embasamento de cada pilar e vigas-baldrame, caso façam parte do seu projeto.

Com o esqueleto estrutural definido, vamos inserir os **pisos**. A princípio você não precisa definir os acabamentos, então escolha ou crie um tipo genérico, com altura condizente com os vãos que essas lajes irão vencer. Vá definindo os perímetros dos pavimentos e confirmando para cada andar. Se houver repetição de elementos entre os níveis, você pode usar a função de Copiar para a Área de Transferência (aba Modificar) e Colar nos Níveis Seleccionados. Da mesma forma, crie a **plataforma de construção** na cota do nível mais baixo, de forma que ela faça o ajuste do terreno para a sua edificação.

Com as lajes criadas, vamos agora definir os elementos de circulação vertical. Coloque na posição imaginada anteriormente **shafts** para, no mínimo, a caixa de escadas e os elevadores. Garanta que esses shafts percorrerão toda a altura da edificação, abrindo vãos nas lajes. Se for necessário, redimensione e reposicione esses elementos. Crie, por fim, as **escadas** de pavimento a pavimento dentro do shaft correspondente, até que todos os andares possuam definidas as dimensões e posições da circulação vertical. Se for necessário, adicione **rampas** para os acessos de pedestre nos níveis adequados.

Com esses passos cumpridos, você terá um modelo que atende às necessidades urgentes da construtora e uma excelente base para continuar estudando e desenvolvendo o projeto nas etapas seguintes.

Avançando na prática

Acesso de veículos para a garagem

Descrição da situação-problema

Uma questão que surgiu durante o desenvolvimento do projeto é como permitir que os veículos acessem a garagem no subsolo. O contratante está tentando compreender como o projeto será adequado para receber essa estrutura. Que tipo de geometria será definida? Como será verificada a inclinação? Que ferramenta será utilizada para essa modelagem?

Resolução da situação-problema

A primeira questão a ser solucionada é qual a geometria dessa rampa. De acordo com manuais como *A Arte de Projetar em Arquitetura (Neufert)*, a rampa deve ter ao menos 3,50 m de largura para um veículo de cada vez ou 5,50 para dois veículos em sentidos opostos, se for uma rampa retilínea. Quanto à inclinação, deve possuir uma taxa de no máximo 20%, o que definirá seu comprimento (p.e., para se descer 2 metros verticais, a rampa terá que possuir pelo menos 10 metros de comprimento horizontal).

Há pelo menos três formas de modelar rampas no Revit. A mais óbvia é por meio do elemento rampa. Só que esse tipo de elemento é, geralmente, mais indicado para circulação de pessoas. Para o acesso de veículos, parece ser mais adequada a utilização de pisos inclinados.

Se o projetista opta por fazer a rampa estruturada de forma a possuir um vazio sob ela, o ideal é optar pela ferramenta piso. Caso a rampa seja

posicionada diretamente sobre o solo, utilize a ferramenta “plataforma de construção”. De qualquer forma, você deve desenhar o perímetro da rampa no modo de edição da ferramenta selecionada e adicionar a seta de inclinação no sentido longitudinal à descida. Ao fim, confirme.

Pode-se verificar a inclinação nas “propriedades” do elemento ou adicionando sobre a rampa a anotação Inclinação, que pode ser encontrada na aba de anotações.

Faça valer a pena

1. Um projeto de uma residência possui uma área de lazer suficientemente grande para que seja realizada a construção de uma piscina. A piscina será de alvenaria e terá seu fundo nivelado a 1,60 metro abaixo do nível do restante da construção, sobre solo escavado.

Dentro desse contexto, será necessária para modelar a piscina no Revit a ferramenta:

- a) Coluna.
- b) Equipamentos hidráulicos.
- c) Plataforma de construção.
- d) Piso.
- e) Forro.

2. Shaft é um elemento da construção que se define por um vazio vertical contínuo, que permite a passagem e a distribuição pelos andares de equipamentos de circulação vertical ou prumadas de instalações elétricas, hidráulicas, de ar-condicionado, etc.

No Autodesk Revit, o shaft é um elemento que tem um comportamento específico, que é definido por:

- a) Interromper elementos estruturais horizontais como vigas para a passagem de instalações.
- b) Cavar a superfície topográfica de forma a se poder modelar poços de qualquer tipo.
- c) Apenas indicar onde o elevador será posicionado, sem alterar outros elementos.
- d) Abrir em lajes, forros e telhados vazios que se estendem por todo o seu prisma vertical.
- e) Construir escadas de emergência.

3. Um arquiteto precisa decidir a modulação estrutural de um edifício residencial enquanto desenvolve um modelo no Autodesk Revit. O prédio de dez andares possui ainda um nível de subsolo. Nesse contexto, ele decide traçar uma grelha de eixos estruturais e associar pilares aos seus cruzamentos.

Sobre a ação adotada pelo arquiteto de modelar eixos e pilares, pode-se dizer corretamente que:

- a) O arquiteto encontra-se equivocado, já que não é possível modelar os eixos enquanto não se souber exatamente as distâncias entre eles.
- b) O ajuste da posição dos eixos irá ajustar automaticamente a posição dos pilares, permitindo, dessa forma, que o arquiteto ajuste a modulação tanto às limitações do estacionamento quanto dos apartamentos.
- c) Os pilares posicionados podem ser vistos apenas nas plantas estruturais.
- d) O tamanho das vigas do projeto deverá ser ajustado manualmente sempre que os pilares forem reposicionados.
- e) Nenhuma das alternativas acima está correta.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. ASBEA. **Guia AsBEA: Boas Práticas em BIM**. Fascículo 1. 2013. 20p. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 3 ed. ABNT: Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Ministério do desenvolvimento indústria e comércio exterior. **Governo federal lança estratégia para promover inovação na indústria da construção**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3296-governo-federal-lanca-estrategia-para-promover-inovacao-na-industria-da-construcao>. Acesso em: 11 jan. 2019.

BUXTON, P. **Manual do Arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto**. Bookman, 5. ed. Porto Alegre, 2017.

CHING, F. D. K. **Introdução à arquitetura**. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre, Bookman, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GASPAR, J. LORENZO, N. T. **Revit passo a passo**. v.1. São Paulo: Probooks, 2015.

NEUFERT, P. **Arte de Projetar em Arquitetura**. 17. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

Unidade 3

Sistemas e componentes BIM

Convite ao estudo

Caro aluno, uma construção é formada por uma infinidade de elementos diferentes, que devidamente articulados dão forma e função à arquitetura projetada. Dentro de uma plataforma BIM, como o Revit, é possível encontrar essa mesma infinidade de elementos, que se multiplicam em famílias e tipos, garantindo uma gama de recursos virtualmente infinita.

Você vem trabalhando o seu projeto em uma sequência lógica que, aos poucos, tem nos levado à compreensão dos conceitos da BIM e suas possibilidades de auxiliar na elaboração do edifício de uso misto. Se nas unidades anteriores você passou pelos fundamentos da temática projetual e teve um contato com os fundamentos da modelagem da informação da construção, nesta você aprofundará os conhecimentos na modelagem de famílias e tipos enquanto aplica técnicas para organização e compatibilização do seu projeto na plataforma BIM. Ao final da unidade, você saberá elaborar um modelo na plataforma BIM em estágio de anteprojeto, o que permitirá uma visualização bastante completa das relações de forma e funcionalidade determinadas pelo seu projeto.

Neste momento, a construtora do edifício de uso misto encontra-se bastante satisfeita com as propostas apresentadas até então por você. Graças ao bom entendimento da proposta, os sócios da empresa conseguiram captar um grupo de investidores, o que garantirá um fluxo de caixa positivo até o final da construção, independentemente das vendas aos proprietários finais. No entanto, para validar o contrato com os investidores, a construtora garantiu que o projeto será dotado de informações detalhadas e consistentes que permitam aos orçamentistas realizarem sua tarefa com precisão.

Você, como responsável pelo projeto, sabe que a utilização do BIM será muito valiosa na extração das informações necessárias aos orçamentistas. Para compreender o sistema e componentes da plataforma BIM, deve-se pensar na modelagem de forma paramétrica. Como configurar os planos de vedação e eleger os parâmetros dos materiais a serem utilizados? Como as famílias e os tipos de componentes podem otimizar o tempo no desenvolvimento do projeto? Como representar os elementos de anotação e setorização?

Nesta unidade trabalharemos com um conjunto de temas que permitirá

a você responder essas e outras questões. Na primeira seção, trabalharemos com os planos de vedação (paredes, pisos, telhados, etc.), sempre associados à compreensão de como funcionam os materiais no Revit. Em seguida, na segunda seção, nos aprofundaremos no conceito de família e tipo, compreendendo como criar e inserir famílias personalizadas ou adquiridas. Por fim, na terceira seção, trabalharemos com os elementos de anotação como cotas, chamadas, dentre outros, e as questões relativas à setorização do projeto.

Com isso tudo, ao final da unidade você terá um modelo bastante definido, de onde será possível se obter as informações necessárias para a compreensão do projeto.

Vamos trabalhar!

Planos de vedação e parâmetros de materiais

Diálogo aberto

Em um ambiente BIM, toda informação é importante, pois é por meio dela que se justifica que um sistema tão complexo vale a pena de ser compreendido para uma maior eficiência na elaboração de projetos. Para tanto, é necessário não apenas saber quais os materiais que serão utilizados na obra, mas também ter acesso a toda e qualquer informação disponível sobre esses elementos, de forma que possa ser incorporada plenamente no modelo projetado.

Decidiu-se, em reuniões com a construtora com quem estamos trabalhando, que a estrutura reticular deverá ser respeitada e mantida para evitar atrasos no processo de projeto, a não ser em casos extremos. Dessa forma, a equipe decidiu que a estrutura seria absolutamente independente das vedações. Para isso, você deverá pensar nas vedações do edifício a partir de sistemas leves, com pouco impacto de carga sobre as estruturas de sustentação. Respeitando isso e os acordos que a construtora fez com seus investidores, é hora de adicionar ao modelo os fechamentos.

Há algumas decisões a serem tomadas: qual a materialidade das paredes? Como serão os acabamentos? Os ambientes possuirão forros? Como é a geometria do telhado e como o Revit pode auxiliar com isso? Como será feita a modelagem de cada um desses elementos no Revit de forma a representar adequadamente as decisões projetuais? Como configurar cada um desses elementos para atender às especificações de material anteriormente pensadas?

Nesta seção trabalharemos com alguns elementos fundamentais para a composição do seu projeto. Falaremos sobre os diversos tipos de planos de vedação, ou seja, todos aqueles elementos responsáveis por fazer a delimitação dos espaços do seu projeto. São considerados aqui como elementos de vedação as paredes, os pisos, os forros e os telhados.

O conhecimento sobre esses diversos componentes será sustentado a partir da compreensão de como funcionam os materiais nos ambientes de BIM. Aqui você irá entender não apenas a forma de aplicá-los, mas também como atribuir propriedades diversas a esses elementos, de forma que possam ser submetidos a análises complexas em estágios avançados do processo de projeto.

Vamos trabalhar!

No Revit, a compreensão dos materiais é especialmente importante, uma vez que o programa se utiliza de conceitos paramétricos para definir como os elementos são construídos. Em programas CAD tradicionais, ocorre que as formas desenhadas em duas ou três dimensões podem não ter uma associação a um material, ou quando o material existe, ele é apenas uma representação gráfica. Um exemplo disso é quando “pintamos” um elemento no software *SketchUp*. O que se faz ali é apenas criar uma textura que se aplica ao plano desenhado. Não há associação entre material e elemento construído no que diz respeito às suas diversas propriedades.

Portanto, é necessário separar conceitualmente o que se entende por “material” no Revit e em outros programas. No programa BIM, o material é um conjunto de propriedades associadas a uma instância modelada. São propriedades que vão desde a simples aparência (que é configurada para oferecer a representação gráfica para desenho técnico em vista ou corte, ou em renderização fotorrealista), até características físicas que permitirão a quantificação e análises de desempenho estrutural, térmico, acústico, lumínico, etc.

Em geral, um bom modelo padrão, ou *template*, traz consigo uma quantidade de materiais suficiente para a modelagem de um projeto. No entanto, é preciso saber como se cria ou se configura os materiais no Revit. Isso porque a utilização do programa será muito mais eficiente se você possuir no modelo materiais específicos, com dimensões, textura, propriedades físicas, código de referência, fabricante, etc. do que apenas uma representação genérica do tipo de material. Alguns fabricantes de revestimentos, por exemplo, já compreenderam essa lógica e passaram a disponibilizar seus produtos pré-configurados como matérias paramétricas para BIM.



Refleta

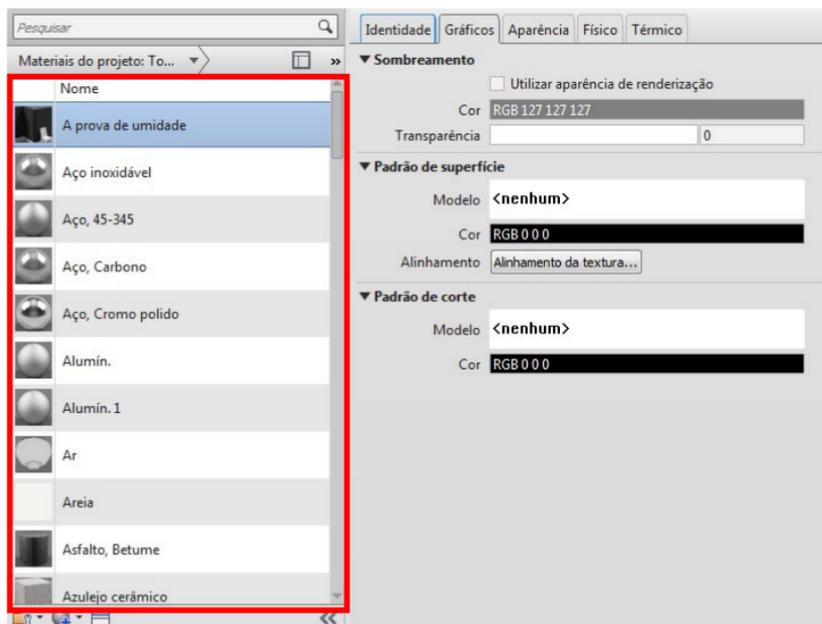
Desenvolver um projeto paramétrico no software BIM traz algumas facilidades para o projetista, fornecedor e construtor. Quais são os parâmetros de otimização que se pode conquistar com as informações? Seria possível uma obra mais ágil a partir dessas informações?

Há um campo específico para o gerenciamento de materiais no Revit, que é o navegador de materiais. Com esse navegador é possível que uma pessoa da equipe de projeto faça todo o gerenciamento das especificações de materiais, o que inclui custo, sem afetar a tarefa de modelagem que outros membros da equipe estariam desenvolvendo. O navegador pode ser acessado pela aba *Gerenciar* no botão *Materiais*. Também é possível se

acessar o navegador através das configurações de material das instâncias modeladas.

A janela do navegador de materiais é dividida em dois campos principais (Figura 3.1). À esquerda (em destaque) temos a lista de todos os materiais disponíveis. Ali é possível pesquisar, acessar, criar, copiar e organizar esses materiais. À direita estão as propriedades do material selecionado. Esse campo conta com pelo menos três abas de propriedades: identidade, onde aparecem informações gerais como a classe e a descrição do material, além de fabricante, modelo e outras anotações pertinentes; gráficos, onde são configuradas as formas de exibição do material nos desenhos técnicos do modelo, em vista, corte ou sombreamento; e aparência, onde estão contidas as informações necessárias para a renderização fotorrealista do modelo.

Figura 3.1 | Navegador de materiais



Fonte: captura de tela do software Revit, elaborada pelo autor.

Além dessas configurações básicas, é possível ainda se adicionar propriedades físicas (como massa e dados estruturais) e térmicas. Essas propriedades permitirão, por exemplo, que aplicativos internos ou externos ao Revit desenvolvam análises de diversos tipos.

Materiais podem (e devem) ser associados a praticamente qualquer elemento construído do modelo. Dependendo do tipo de componente, a associação pode ser feita ao elemento como um todo ou para cada parte dele.

Em geral, essa associação é realizada pela da janela de *Propriedades*. Há duas formas de se atribuir propriedades a elementos do modelo: as propriedades de instância e as propriedades de tipo. A primeira diz respeito a apenas o elemento que está selecionado, alterando-se as propriedades diretamente nos campos que estão na janela de propriedades. A segunda altera todos os elementos do mesmo tipo, o que permite que uma única operação seja realizada para atualizar todas as paredes do mesmo tipo, por exemplo. Pode-se acessar as propriedades do tipo pressionando-se o botão *Editar tipo*, na janela de propriedades.



Assimile

Os componentes no Revit pertencem a uma família e a um tipo. A família é um conjunto de tipos que possuem parâmetros de constituição em comum, como portas pivotantes. O tipo é a definição de como os parâmetros são definidos para se obter características específicas. No mesmo exemplo, podem ser tipos da família de portas pivotantes portas com 70, 80 e 90 centímetros de vão. Aprofundaremos esse assunto em outro momento.

É possível se fazer a associação de diversos materiais em camadas, resultando em elementos planos como paredes, pisos, forros ou telhados. Essas quatro categorias de componentes têm em comum a função de fazer a vedação de ambientes, podendo ou não ter características estruturais. No entanto, cada uma terá sua função específica, as quais abordaremos uma a uma.

As paredes no Revit são planos normalmente verticais, que tem o seu embasamento em um determinado nível da construção e uma altura determinada. Sua função principal é de divisão de espaços, vedação externa ou suporte.

Modelar paredes é relativamente simples. Embora possa ser feito na vista 3D, é aconselhável que se trace o percurso desse tipo de elemento em uma vista de planta, o que confere maior precisão à operação.

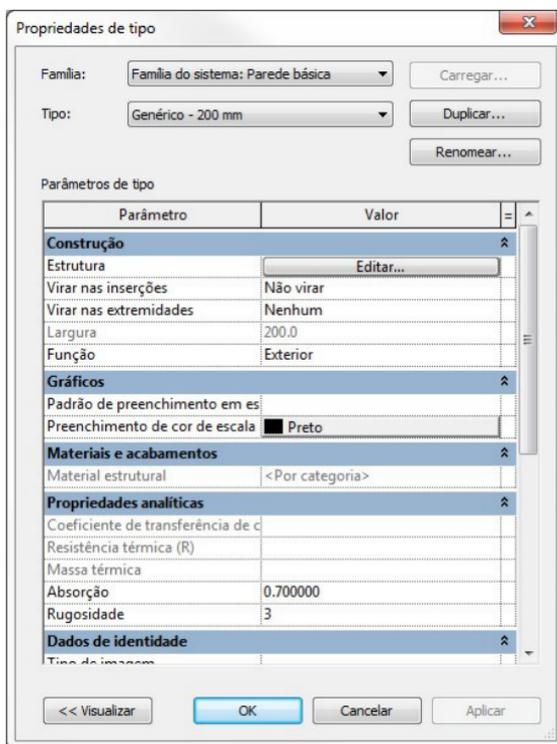
Para construir uma parede, siga este passo a passo:

1. Acesse a vista da planta referente ao nível de base da parede a ser criada.
2. Na aba Arquitetura, clique na opção Parede.
3. Escolha na janela de Propriedades o tipo de parede.
4. Na barra de opções, verifique se a opção Altura está selecionada.
5. Na mesma barra, escolha a referência para a altura da parede. A referência pode ser um nível criado anteriormente (a altura da parede ficará vinculada ao nível) ou, caso escolha a opção “Não conectado”, digite a medida da altura da parede.

- Escolha a qual a linha de localização da parede, ou seja, se a referência será o centro, os limites de acabamentos interno ou externo, etc. Também nas opções adicionais, é possível escolher se você fará uma parede de cada vez ou em sequência (opção Cadeia), se a parede terá uma distância da linha traçada (Deslocamento), se terá cantos curvos (Raio) e se as paredes devem se unir automaticamente (Permitir união).
- Escolha uma das ferramentas de desenho no menu de modificações e desenhe livremente as paredes de seu projeto.

Note que, caso necessário, é possível criar ou modificar o tipo da parede. Para isso, basta acessar a opção *Editar tipo*, na janela de *propriedades* (Figura 3.2). Na janela de *propriedades de tipo* é possível modificar informações básicas da parede e, especialmente, acessar a janela de edição de estrutura (botão *Editar* ao lado de *Estrutura*).

Figura 3.2 | Propriedades de tipo



Fonte: captura de tela do software Revit, elaborada pelo autor.

Na janela que se abre há uma planilha que descreve a composição da parede em camadas (Figura 3.3). Nela é possível adicionar e remover

camadas de materiais, modificar a função de cada camada e editar espessuras e detalhes do comportamento da instância. Há duas linhas especiais que marcam os limites do núcleo. Tudo que fica acima da primeira linha é acabamento externo, o que fica abaixo da segunda é acabamento interno e o que fica entre as duas linhas é núcleo (ou osso) da parede.

Figura 3.3 | Edição de montagem da parede

Família: Parede básica
 Tipo: Exterior - Reboco em tijolo no bloco
 Espessura total: 429.0
 Resistência (R): 4.3373 (m²·K)/W
 Massa térmica: 45.15 kJ/K

Altura da amostra: 6000.0

Camadas

LADO EXTERNO					
	Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural
4	Camada térmica/ar [3]	Ar	50.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Camada térmica/ar [3]	Preenchimento da cavidade	50.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Camada da membrana	Vapour Retarder	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimen	0.0		
8	Estrutura [1]	Unidades de alvenaria de concreto	190.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestime	0.0		
10	Acabamento 2 [5]	Placa de gesso de parede	12.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LADO INTERNO

Inserir Excluir Acima Abaixo

Virada do revestimento-padrão

Nas inserções: Não virar
 Nas extremidades: Nenhum

Modificar estrutura vertical (somente na visualização do corte)

Modificar Mesclar regiões Extrusão por percurso
 Atribuir camadas Dividir região Frisos

<< Visualizar OK Cancelar Ajuda

Fonte: captura de tela do software Revit, elaborada pelo autor.



Exemplificando

Imagine uma parede simples, edificada com tijolos cerâmicos maciços e revestida de ambos os lados por emboço e acabada com massa acrílica. Para esse caso, a tabela ficaria mais ou menos da seguinte forma:

Tabela 3.1 | Exemplo de montagem de parede

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1	Massa acrílica	5 mm
2	Acabamento 2	Emboço	25 mm
3	Limite do núcleo		
4	Estrutura	Bloco cerâmico	140 mm

5	Limite do núcleo		
6	Acabamento 2	Emboço	25 mm
7	Acabamento 1	Massa acrílica	5 mm

Fonte: elaborada pelo autor.

Caso necessário, é possível se editar o perfil da parede, inserindo recortes de tipos diversos, bastando para isso selecionar a parede em uma vista paralela a esta e acessar o botão *Editar Perfil*. A parede será substituída por um perímetro de linhas e poderá ser editada no modo de Croqui. Lembre-se que é necessário que se desenhe um perímetro fechado sem sobreposição de linhas. Ao final da modificação no modo de Croqui, confirme no botão *Concluir* para voltar à edição do modelo.

Também é possível, no menu de opções da parede, fazer com que este elemento fique vinculado a um piso, forro ou telhado utilizando o botão *Anexar topo/base*.

Há uma família especial de parede que é a parede cortina. Trata-se de um sistema formado por montantes e painéis organizados de forma a se constituir uma grelha (Figura 3.4). Ao desenhar uma parede cortina, um painel único ocupa todo o comprimento da parede. Porém, ao se configurar o tipo de forma que tenha eixos automáticos, a parede é subdividida em diversos painéis. As linhas de eixo de uma parede cortina definem onde os montantes são colocados. Os montantes são elementos estruturais que dividem unidades de janelas adjacentes. Paredes cortina são originalmente utilizadas para fazer panos de vidro estruturados, mas pode-se utilizar essa ferramenta para desenvolver grades, estruturas de *steel frame* ou até paredes de cobogós. Tudo depende da sua criatividade.

Figura 3.4 | Exemplo de parede cortina



Fonte: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-Model/files/GUID-BBC16AF1-88C1-4B2E-A23A-917C3F427E97-htm.html> Acesso em: 28 jan. 2019.



Pesquise mais

No site de ajuda da Autodesk, você pode encontrar de forma bastante didática todas as operações relacionadas a Elementos Cortina (paredes, eixos, montantes, etc.). Gaste um tempo navegando nos tutoriais e tente compreender como essa função pode auxiliá-lo num projeto mais eficiente.

Para os planos horizontais, como pisos, forros e telhados, o processo de criação é similar ao da plataforma de construção, que vimos na unidade anterior. No entanto, algumas propriedades são particulares de cada um desses elementos.

Os pisos são utilizados para representar a maioria dos elementos horizontais de um projeto, podendo até mesmo ser utilizados para montar lajes, mas também são úteis para se fazer beirais planos, marquises ou até bancadas de pia.

Para se criar um piso, acesse a planta do nível em que este será criado e siga os seguintes passos:

1. Na aba *Arquitetura*, selecione o botão *Piso*.
2. Selecione o tipo de piso na janela de *propriedades*.
3. No modo de croqui que se inicia, desenhe o perímetro do piso a ser criado utilizando as ferramentas da barra de modificação e, ao final, confirme.

Caso o piso seja inclinado, durante o modo de croqui, adicione o elemento *seta de inclinação*, presente na barra de modificação. Com a seta criada e selecionada, utilize a janela de *propriedades* para modificar os níveis de início e fim. Essa opção também pode ser utilizada na plataforma de construção, caso seja necessário.

Para os forros, o sistema é semelhante. A diferença é que, ao se selecionar a ferramenta de forro, é possível o posicionamento automático deste em ambientes já criados. Caso você prefira desenhar o forro, basta acessar o botão *Efetuar o croqui do forro*, na barra de modificação. Note bem que forros não devem ser utilizados para substituir lajes ou telhados como cobertura de um ambiente.

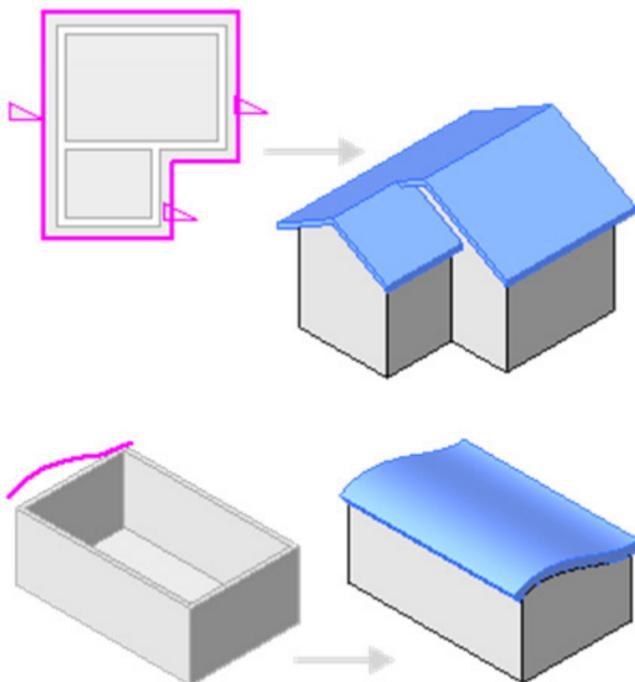
Telhados, por fim, são elementos que fazem a cobertura da construção. Há dois modos principais de criação de telhado: por perímetro ou por extrusão (Figura 3.5).

Um telhado criado por perímetro é bastante semelhante à criação de um piso, com a diferença de que as arestas criadas possuem um triângulo. Esse símbolo representa que aquela aresta define inclinação, ou seja, uma água

do telhado partirá daquela linha. Para cancelar a aresta como definidora de inclinação, selecione a aresta no modo de croqui e desmarque, na barra de opções, o campo *Define inclinação*. A inclinação pode ser definida para cada água, selecionando-se a aresta correspondente e se digitando a inclinação no campo associado, ou pode-se modificar a inclinação global do telhado na janela de propriedades deste.

Na criação por extrusão, é necessário se ativar uma vista perpendicular à direção da extrusão pretendida e se selecionar um plano de partida do telhado (pode ser um plano de referência ou um eixo). Desenha-se nesta vista uma forma qualquer, que será a diretriz da forma do telhado.

Figura 3.5 | Telhados por perímetro e por extrusão



Fonte: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/PTB/?guid=GUID-FF37F25A-D805-4F2E-B9FC-4372CAFDF4FC>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Para todos os planos horizontais, também é possível, na edição de tipo, a atribuição de camadas de material. Para o caso dos telhados, é ainda possível se adicionar elementos auxiliares como soffits, bordas e calhas.

Com o conhecimento destes elementos, você será capaz de desenvolver todo o sistema de vedações e acabamentos de um projeto. Tenha o cuidado de atribuir corretamente os materiais e manter uma biblioteca de tipos organizada e adequada ao projeto que você estiver desenvolvendo.

Partimos do fato de que a construtora não quer que a estrutura definida na unidade anterior seja alterada, a não ser em casos extremos. Devemos, portanto, pensar em formas de vedação que sejam condizentes com esse princípio, de forma que não sobrecarreguem as vigas e os pilares que já foram modelados anteriormente.

Uma boa solução para isso é trabalhar com os sistemas leves, como os sistemas de *Light Steel Frame*, por exemplo. No entanto, é preciso pensar os materiais de revestimento para cada situação. Enquanto os ambientes internos convencionais podem receber paredes formadas por placas de gesso acartonado, as áreas molhadas demandam placas resistentes à umidade e as rotas de fuga necessitam placas resistentes ao fogo. Da mesma forma, as paredes externas devem optar por materiais resistentes às intempéries, como vidros, placas cimentícias ou sistemas modulares de fachada.

No entanto, antes de desenhar as plantas dos pavimentos, posicione os pisos em cada nível da edificação. Não se esqueça de posicionar os elementos de circulação vertical de forma adequada. Após isso feito, trace as paredes cuidando para que cada uma corresponda a um tipo adequado ao uso correspondente do ambiente construído. Se for o caso, defina paredes cortina nas fachadas da edificação.

Na eventualidade de os pavimentos serem iguais entre si, há uma opção que pode acelerar o processo de repetição. Pode-se criar um grupo a partir da seleção de todos os objetos que se repetirão. Para isso, com os objetos selecionados, clique no botão *Criar grupo* na barra de modificações. Copie esse grupo para a área de transferência e, nas opções do botão *Colar*, escolha *Alinhado* com os níveis selecionados. Dessa forma, todos os níveis que você escolher receberão uma cópia daquele grupo e toda vez que você modificar o grupo, todos os pavimentos serão modificados da mesma forma.

Com os ambientes criados, você pode optar por criar forros nesses ambientes, com o cuidado de manter um pé-direito adequado para a utilização do espaço. Por fim, defina a geometria do telhado da edificação no nível mais alto.

Não esqueça de pensar e modelar os acessos ao edifício a partir da rua. Se houver subsolo com estacionamentos, utilize o piso inclinado para compor uma rampa de veículos. A ferramenta de Rampa também funciona para este fim, mas é mais indicada para rampas de pedestres do que de veículos.

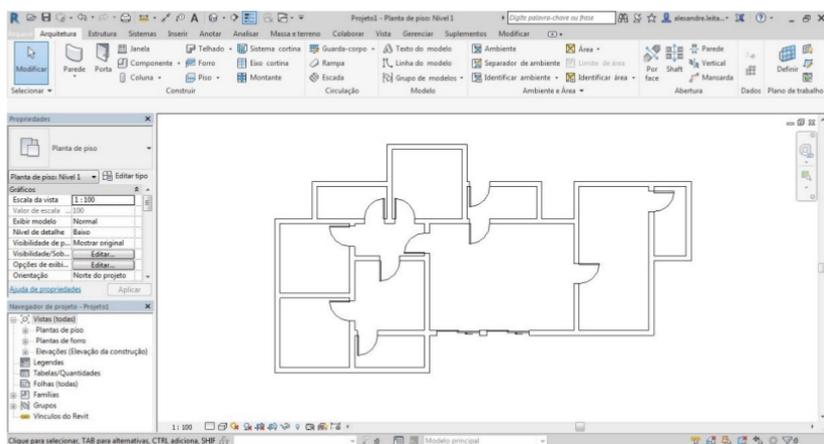
Procure modelar os níveis nas suas plantas correspondentes, mas habitue-se a olhar outros desenhos, especialmente o 3D, enquanto modela. A visualização das modificações em múltiplas representações auxilia o arquiteto a antecipar erros e a manter uma modelagem mais ágil e coerente.

Telhado complexo

Descrição da situação-problema

Durante o seu novo trabalho em um escritório de arquitetura, você, como estagiário, se deparou com a solicitação do arquiteto-chefe para resolver um telhado de uma residência com uma planta bastante entrecortada (Figura 3.6).

Figura 3.6 | Planta da residência



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

A justificativa para que esse projeto encontre você tão repentinamente tem a ver com o currículo que você deixou para conseguir a vaga. Nele, você dizia saber utilizar o Revit com certa destreza. Há, neste programa, alguma solução simples para se definir os pontos exatos das águas-furtadas, dos espigões e das cumeeiras? Como realizar a modelagem virtual do telhado no software?

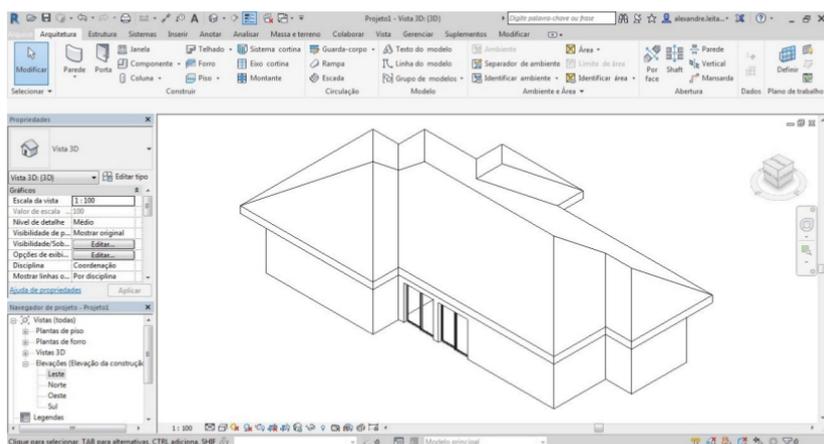
Resolução da situação-problema

Ao utilizar o Revit e, mais especificamente, a ferramenta *Telhado*, é bastante simples resolver essa questão, mesmo com a forma entrecortada da residência. Para se obter a geometria do telhado, basta que você defina os limites e as arestas que estabelecem a inclinação, ou seja, as que serão limite do plano inclinado do telhado a partir do modo de criação por perímetro.

Com a confirmação do croqui, o programa já deve gerar uma geometria

para o telhado, definindo a posição das águas-furtadas, dos espigões e das cumeeiras. No entanto, ainda é necessário se definir a inclinação do telhado. Para isso, é preciso antes escolher o tipo de telha que fará a cobertura. Enquanto telhas metálicas podem admitir inclinações mínimas de 5%, dependendo do modelo, telhas cerâmicas costumam exigir pelo menos 30% de inclinação. Porém, após definido o material, basta selecionar o telhado e atribuir sua inclinação na janela de propriedades da instância. Com isso você terá rapidamente a geometria do telhado definida (Figura 3.7).

Figura 3.7 | Telhado da residência



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Faça valer a pena

1. A janela *Editar Montagem* permite que a estrutura de alguns tipos de elementos seja modificada a partir da justaposição de camadas de materiais. Nessa janela, é possível se definir a função de cada uma dessas camadas, o material correspondente, a espessura, a posição na composição, dentre outras propriedades.

Quais dos elementos a seguir não pode ser editado através da janela *Editar Montagem*?

- a) Piso.
- b) Parede.
- c) Viga.
- d) Plataforma de construção.
- e) Telhado.

2. No Revit, os materiais são criados de forma paramétrica, ou seja, são materiais que incorporam parâmetros que podem ser definidos individualmente ou extraídos de fontes específicas. Com isso, uma série de propriedades pode ser associada a um material. Dentre as propriedades, pode-se citar as:

- I. Térmicas.
- II. Estruturais.
- III. De aparência.
- IV. De identidade.
- V. De custo.

Dentre as citadas, quais são de fato propriedades que podem ser atribuídas a um material no Revit?

- a) I, III e V.
- b) I, III e IV.
- c) I, II, III e IV.
- d) II, III e V.
- e) I, II, III, IV e V.

3. O projeto de um pequeno chalé inclui apenas três espaços: uma sala, um dormitório e um banheiro. Todos possuem divisa com o exterior da edificação e com os outros dois cômodos. Definiu-se, para este projeto, que o acabamento externo será feito em pintura acrílica diretamente sobre o emboço, enquanto a sala e o dormitório serão finalizados com massa corrida e tinta látex e o banheiro com azulejos até o teto.

Em vista dessa descrição, subentende-se que para modelar o chalé no Revit serão necessários, no mínimo, quantos tipos de parede?

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) Mais de 4.

Famílias e tipos de componentes

Diálogo aberto

Uma das etapas mais importantes do desenvolvimento de um projeto arquitetônico é a definição dos projetos complementares. O arquiteto deve, de acordo com as necessidades colocadas pelo cliente, definir os pontos de elétrica e hidráulica da proposta para que, em seguida, os profissionais responsáveis por esses e por outros projetos, como o sistema de climatização de uma edificação, por exemplo, sejam devidamente especificados. Outro ponto fundamental desse processo é o projeto completo de todas as esquadrias do edifício que está sendo pensado. Feitos sob medida ou modelos comerciais, as especificações dos caixilhos devem fazer parte do projeto executivo de uma edificação. Em comum, esses elementos tem a característica de serem componentes quando representados no Revit.

A construtora tem a possibilidade de reduzir ainda mais os custos da obra por meio da negociação com fornecedores na compra de grandes quantidades. Para que isso se concretize, será necessário que as peças de caixilharia (portas e janelas), componentes hidráulicos, dentre outras, limitem-se a poucos modelos. No entanto, isso não implica que esses elementos não possam ser variações desses modelos. Tenha em mente que um edifício de uso misto possui muitos ambientes e abriga um valor alto de metragem quadrada, o que se reflete no uso de esquadrias para espaços com usos e dimensões diferentes. Pensando nisso, como quantificar as esquadrias de forma a reduzir os custos finais de execução para o edifício misto que está desenvolvendo? Como desenvolver e estudar o projeto de instalação hidráulica no seu projeto em desenvolvimento? É possível otimizar as funcionalidades do edifício por meio de um posicionamento racionalizado dos conjuntos de áreas molhadas? Como os banheiros de uso coletivo podem ser projetados de forma a atender as demandas do público diverso? Como a parametrização pode contribuir para o desenvolvimento das questões aqui colocadas?

Nesta seção, você receberá o aporte teórico necessário para responder essas questões. Serão aprofundados temas que envolvem a inserção dos diversos tipos de componentes, como instalações hidráulicas e caixilhos. Além disso, você aprenderá mais sobre modelagem paramétrica estudando sobre a criação e a utilização de famílias no *Autodesk Revit*. Esse é um assunto importante para a utilização do software, portanto, não deixe de se aprofundar. Vamos aos estudos?

A formalização de um projeto de arquitetura é dada pelo relacionamento de elementos diversos. Esses elementos podem ser internos ou externos à edificação, mais ou menos detalhados, físicos ou abstratos, construtivos ou descritivos. Pensamos na construção através de elementos, como pisos, paredes, tetos, telhados, caixilhos, instalações, etc., e os articulamos entre si em desenhos, folhas, cotas, chamadas, tabelas, dentre outros.

A composição de uma fachada não diz respeito apenas à sua estética, mas também está relacionada ao conforto térmico, ou seja, à melhor orientação solar para seus espaços internos, assim como aos ventos predominantes e à proteção de intempéries. As fachadas das edificações modernistas foram pensadas junto à utilização da planta livre e do concreto como principal material construtivo, por exemplo, sendo que os edifícios pós-modernistas incorporaram muito mais o vidro nas suas fachadas. A definição dos caixilhos é parte fundamental da definição de uma fachada e, por isso, precisa ser cuidadosamente pensada durante o processo de projeto.

Observe na Figura 3.8 uma obra conhecida do arquiteto Le Corbusier, a Villa Savoye. Como esse projeto foi pensado em planta livre, o que significa que sua estrutura é independente e permite a livre locação das paredes, os pilares da casa são recuados com relação às fachadas. Isso possibilitou o que é chamado de janelas em fita, que vão praticamente de ponta a ponta da edificação, sem interrupções.

Figura 3.8 | Villa Savoye do arquiteto Le Corbusier



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Villa_Savoye#/media/File:VillaSavoye.jpg. Acesso em 29 jan. 2019.



Pesquise mais

Observe o projeto do Edifício Corujas, que fica na Vila Madalena na cidade de São Paulo. Trata-se de um edifício de escritórios que abriga espaços de diferentes dimensões e se propõe a oferecer um espaço mais humanizado para o trabalho. Observe como os caixilhos são totalmente integrados à edificação, além de contribuírem imensamente para a definição da proposta.

FGMF Arquitetos. Edifício Corujas. **Arch Daily**, [S.l.], 12 maio 2016.

Considerando-se que as esquadrias podem ser pensadas em diferentes materiais e dimensões, pois, hoje, além de o mercado oferecer inúmeras possibilidades, é possível contratar um profissional que as produza sob medida, o Revit se mostra como um ótimo software para lidar com esses elementos. Isso porque é possível a inserção de diferentes parâmetros no Revit para cada elemento do modelo que está sendo desenvolvido, como por exemplo, as esquadrias.

Muito se utiliza dos sistemas CAD nos processos de projeto de edificações dentro da construção civil. Conforme esses sistemas foram se desenvolvendo, mais informações foram acrescentadas a esses arquivos, inclusive a modelagem 3D. Com o tempo, os próprios dados passaram a ocupar mais a atenção do que os desenhos ou as maquetes virtuais, sendo essa a principal diferença da ferramenta BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção). Nela, um modelo pode fornecer um determinado conteúdo ou as suas capacidades, sendo esse tipo de informação preferível, porque assim você consegue entender o que se pode fazer com o modelo, ao invés de assimilar como a base de dados é construída.

A definição de objetos paramétricos é um dos maiores diferenciais para a ferramenta BIM. Esses objetos são definidos geometricamente e possuem dados e regras associadas a eles, ou seja, as regras paramétricas modificam automaticamente as geometrias associadas a um objeto, o que quer dizer que quando é inserida uma porta numa parede, na ferramenta BIM ela se ajustará imediatamente, pois essa ação estará de acordo com os parâmetros definidos pelo usuário do software. Quando mudamos os parâmetros de um objeto, automaticamente todos os seus respectivos componentes também devem mudar. As regras de um objeto, porém, identificam quando está sendo violada a sua viabilidade no que diz respeito a suas dimensões ou construtibilidade, por exemplo. Além disso, podem ser exportados conjuntos de atributos dos objetos para outros modelos.

Quando se está definindo um projeto por meio da ferramenta BIM, é possível definir a altura máxima de uma parede dentro da proposta arquitetônica. Supondo-se que a parede possa ter no máximo 3 metros de altura, se o profissional tentar inserir uma parede de 3,10 m, a ferramenta BIM não vai permitir essa ação, visto que o parâmetro utilizado para esse objeto permite a altura máxima de 3 metros para as paredes. Isso significa que é possível que uma família possa ser produzida para representar as informações referentes não apenas a um produto, mas para todos os produtos que seguem as mesmas regras de composição.



Exemplificando

Um perfil metálico do tipo H (Figura 3.9), por exemplo, tem sempre as mesmas dimensões: altura, largura, espessura da alma, espessura da mesa, etc. O que muda entre os perfis são os valores atribuídos a essas dimensões. Nesse caso, a família é o perfil H, enquanto as diversas possibilidades de associação de medidas configuram os tipos.

Figura 3.9 | Perfil H metálico



Fonte: <http://www.hiperferro.com.br/perfil-w>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Se, por um lado, é mais simples compreender esse conceito quando o associamos a um produto físico do projeto, por outro, é importante entender que o conceito de família se aplica a qualquer objeto que compõe o modelo, incluindo símbolos de anotação, folhas e carimbos ou mesmo o desenho em si. Todos esses elementos são definidos por fazerem parte de uma família e por serem constituídos por parâmetros que definem seu tipo.

No Revit, existem três tipos de famílias: famílias do sistema, famílias carregáveis e famílias no local. As famílias de sistema são responsáveis pela criação de objetos básicos, como paredes, pisos, telhados e escadas, e não permitem a edição de suas regras, apenas em seus parâmetros de tipo. Famílias carregáveis, enquanto isso, são famílias que podem ser criadas e modificadas de forma comum no Revit. Diferente de famílias do sistema, as famílias carregáveis são criadas em arquivos RFA externos e importadas ou carregadas em seus projetos. Por último, as famílias no local são elementos que você cria quando precisa de um componente único, que é específico ao projeto atual.



Refleta

Em que momento do desenvolvimento de um projeto arquitetônico no Revit é necessária a criação de famílias?

A criação de famílias no Revit tem relação direta com a modelagem paramétrica de componentes. De acordo com Florio (2014):

“De um modo experimental, adotou-se a modelagem paramétrica para testar novas geometrias e novas possibilidades de conceber elementos construtivos, que vão desde esquadrias e aberturas zenitais até painéis de vedação e estruturas. [...] Assim, é possível avaliar as restrições e dificuldades na definição e na adoção de geometrias de elementos construtivos não padronizados destinados à construção civil. (FLORIO, 2014, p. 2.945).

Uma das maiores contribuições da modelagem paramétrica é a possibilidade de inúmeras combinações de padrões que o processamento matemático consegue oferecer. Os recursos tecnológicos que hoje estão disponibilizados possibilitam experiências que antes não seriam possíveis sem o auxílio do computador. Imagine que o homem tem a capacidade da imaginação, enquanto o computador tem a capacidade de combinar grandes quantidades de informações, em número muito maior do que a mente humana é capaz. A combinação desses fatores é o que tem feito da modelagem paramétrica uma nova forma de se pensar a arquitetura.

Quando lançamos esse conceito diante da BIM e o incorporamos à atividade de modelação, percebemos que essa tecnologia é intrinsecamente ligada à definição desses elementos. Na verdade, em arquitetura, as empresas de software BIM predefiniram um conjunto base de famílias de objetos de construção para os usuários, que podem ser estendidas, modificadas ou acrescidas (EASTMAN, 2014).

Uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada, e permite a criação de qualquer número de instâncias de objetos, com formas que são dependentes de parâmetros e relacionamentos com outros objetos. Isso significa que é possível que uma família pode ser produzida para representar as informações referentes não apenas a um produto, mas para todos os produtos que seguem as mesmas regras de composição.

Uma família pode ser pensada para ser composta por uma multiplicidade de tipos, embora tenha que obrigatoriamente possuir apenas um. Tipo, no

Revit, é o resultado da atribuição de diferentes valores sobre os parâmetros definidos para a família. Uma família de um modelo de bacia sanitária, por exemplo, pode ter tipos diferentes em relação à cor da porcelana, ou uma estante pode possuir diversas dimensões ou números de prateleiras conforme se alterna entre os seus tipos pré-configurados. É possível criar inúmeros tipos para uma família sem comprometer a sua parametrização original.

Tem sido cada vez mais comum no mercado, diversas indústrias de insumos para a construção civil, que estão compreendendo a necessidade de estarem inseridas num ambiente BIM. Isso faz com que haja uma crescente disponibilidade de famílias produzidas pelos próprios fabricantes, criando, ao mesmo tempo, uma imensa facilidade para os projetistas, que podem utilizar elementos inteligentes que já incorporam diversas características e informações, além de uma vantagem mercadológica para o fabricante, que alcança de forma mais efetiva os responsáveis pela especificação dos produtos.

Embora a perspectiva seja positiva em relação à disponibilidade desses produtos, ainda haverá, durante o processo de elaboração do projeto, casos em que o fabricante não possui uma biblioteca BIM de seus produtos. Também ocorrerão situações em que o componente é um produto feito sob medida e, portanto, não há qualquer possibilidade de encontrar essa família disponível de antemão. Em qualquer um desses casos, há a necessidade de se modelar uma família.

Para um objeto que ocorre de forma particular apenas ao projeto atual, pode-se desenvolver a modelagem de família no local. Quando se tratar de um elemento que pode ser repetido em outros projetos, recomenda-se a criação de uma nova família em arquivo próprio. Em qualquer uma das situações, a tarefa de se criar uma família demanda tempo e organização.

Antes de iniciar a criação, planeje a sua família. Identifique os requisitos de tamanhos da família, como a família é exibida em diferentes vistas, se um hospedeiro é requerido, o nível de detalhe a ser modelado e a origem da família.



Assimile

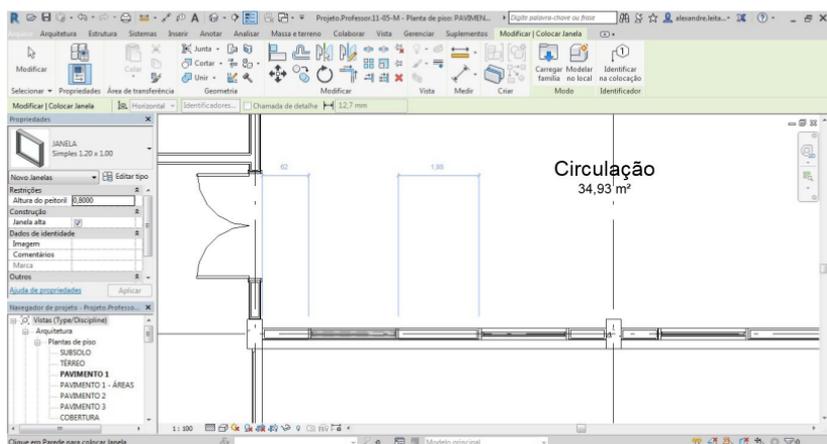
Alguns objetos podem obter a característica de hospedeiros de outros objetos. Isso significa que os objetos hospedados ficam dependentes de seus hospedeiros e podem ter interações geométricas entre si. Um exemplo são as cubas embutidas que são colocadas sobre as bancadas, que recebem o recorte definido pelo fabricante da louça, ou corrimãos que ficam associados à lateral de uma escada ou rampa e acompanham seu comprimento e inclinação.

Para modelar uma família a partir do zero, você deve criar um arquivo por meio do modelo (*template*) correspondente ao tipo de componente que você pretende criar. Isso é muito importante, já que cada componente tem suas características mínimas próprias. O ideal é também definir, no novo arquivo de família, qual é a subcategoria a qual pertence, o que auxilia na visibilidade de sua geometria.

Uma função particularmente útil é a de se configurar as diversas formas de visualização dos elementos da família, variando o que pode ser visto nas elevações, plantas ou 3D, e em que grau de detalhamento cada elemento pode ser visto.

Um tipo de objeto que utiliza vários desses conceitos são as esquadrias, como portas e janelas. Inserir uma porta ou uma janela em um modelo é particularmente simples. Para a inserção de um desses elementos, basta que se esteja numa vista qualquer e se acesse os botões *Porta* ou *Janela* na barra de ferramentas de arquitetura. Em seguida, como na inserção de outros elementos, escolha a família e o tipo da porta ou janela que você deseja inserir na barra de propriedades e clique sobre a parede que será hospedeira desse elemento (Figura 3.10). Note que não é possível se inserir uma porta ou janela sem que haja uma parede hospedeira.

Figura 3.10 | Inserção de janela no modelo

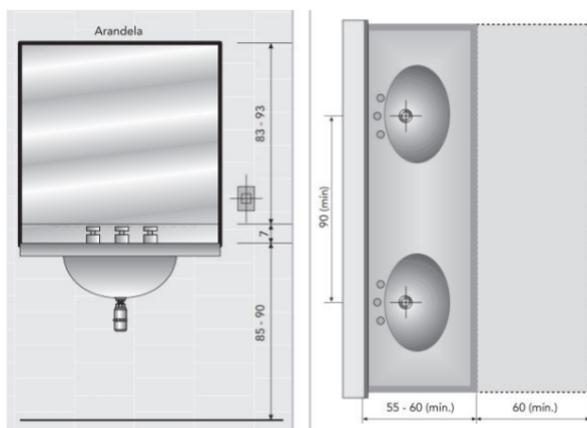


Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Com relação aos pontos de hidráulica de um projeto arquitetônico, quem define sua distribuição é o arquiteto, tomando por base as necessidades particulares de cada ambiente e as normas relativas a isso. Os erros na distribuição dos pontos de hidráulica podem ser minimizados quanto melhor for a compatibilização de projetos. Isso depende também da boa interação entre arquiteto, projetista de instalações e empreendedor, para que se evite a escassez ou a falta dos pontos adequados.

Com relação aos pontos de hidráulica, podemos tomar como exemplo um banheiro. Em edifícios mistos, devem ser considerados banheiros coletivos. As pias podem ser abastecidas por água fria e por água fria e quente, sendo que a bancada deve estar de 85 cm a 90 cm do piso acabado. Para a profundidade da bancada, o ideal é que seja adotada a dimensão de 55 a 60 cm, e as torneiras devem estar no mínimo a 90 cm de distância umas das outras. As áreas ergonômicas são fundamentais nesse caso e dizem respeito não apenas à sua instalação, mas também ao espaço necessário para o uso do aparelho sanitário. A Figura 3.11, por exemplo, indica que o espaço necessário para a utilização de uma pia é de 60 cm.

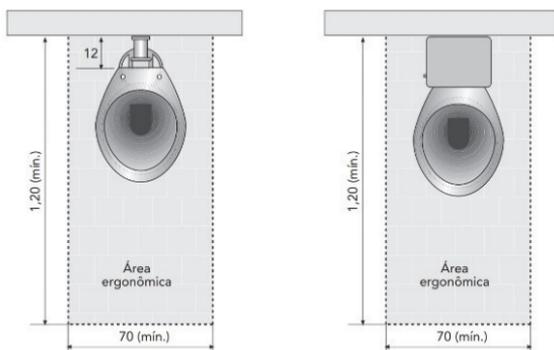
Figura 3.11 | Pontos de hidráulica de uma bancada de banheiro



Fonte: Carvalho Júnior (2018, p. 282).

Da mesma forma, os espaços destinados aos vasos sanitários também devem obedecer a dimensões mínimas para que seu uso seja mais confortável. A Figura 3.12 utiliza como exemplo dois tipos de bacias sanitárias, o sistema convencional e com caixa acoplada. Observe que a área ergonômica, nesse caso, é de 1,20 m por 70 cm.

Figura 3.12 | Área ergonômica para a utilização de um vaso sanitário

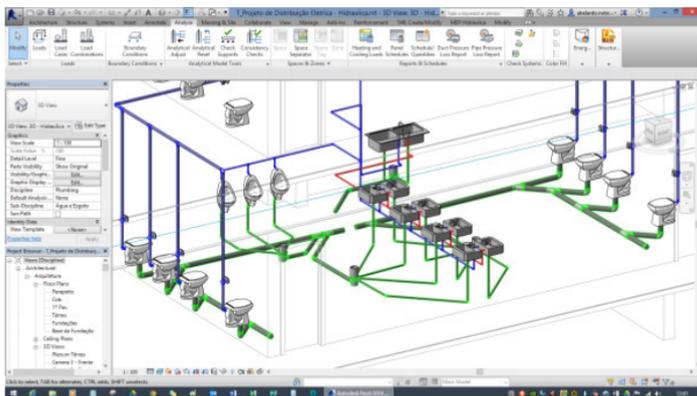


Fonte: Carvalho Júnior (2018, p. 283).

A inserção de famílias de peças hidráulicas é possibilitada pela importação a partir de arquivos externos ou da criação do zero. Aproveite o fato de que os fabricantes cada vez mais disponibilizam esse material em seus sites, com um grau de confiabilidade muito alto em relação ao produto comercializado.

As instalações prediais no Revit podem ser desenvolvidas de forma bastante completa, inclusive possibilitando a análise do desempenho das redes elétrica, hidráulica ou de ar-condicionado. O arquiteto não precisa modelar todos os sistemas, já que é mais adequado que sejam desenvolvidos por especialistas, mas é interessante que posicione, ao menos, as interfaces do sistema, como bacias sanitárias, pias, registros, interruptores, luminárias, evaporadoras e condensadoras, etc. (Figura 3.13).

Figura 3.13 | Exemplo de proposta de instalações hidráulicas em Revit



Fonte: <https://actech.net.br/cursos-servicos/curso-de-revit-mep/>. Acesso em: 28 jan. 2019.



Refleta

Como a tecnologia BIM contribui para evitar retrabalhos causados por incompatibilidades entre o projeto de arquitetura e os projetos complementares?

Com relação à compatibilização de projetos, é possível fazer o compartilhamento do arquivo Revit entre várias pessoas de equipes diferentes, para que elas trabalhem ao mesmo tempo no desenvolvimento da edificação. Dessa forma, cada membro das equipes pode contribuir com alterações simultâneas na cópia local do modelo, o que gera economia de tempo, já que muitos problemas de compatibilização podem ser antecipados nessa maneira de trabalhar.

Com esse conteúdo, será muito simples que você consiga desenvolver seu projeto inserindo novas famílias que vão caracterizar melhor os ambientes. Lembre-se que é por meio da modelagem correta do projeto que será possível extrair informações seguras, tanto na documentação em desenhos técnicos como na elaboração de tabelas quantitativas.

Sem medo de errar

A construtora está esperando que você otimize os elementos como portas, janelas e peças sanitárias ao utilizar poucas variações de modelos no projeto. Isso não significa que você precisará restringir suas soluções no modelo. Há diversas possibilidades de abordar a questão, tanto do ponto de vista projetual como do ponto de vista da modelagem paramétrica. Do ponto de vista do projeto, temos que compreender primeiramente qual é a demanda para o conjunto.

Em geral, essas questões podem ser observadas, por exemplo, nos códigos de obras ou similares de cada cidade. Não há uma regra absoluta, já que se tratam de leis municipais. Para a cidade de São Paulo, por exemplo, se formos verificar as demandas para a quantidade de peças sanitárias, teríamos que dispor uma bacia e um lavatório para cada 20 pessoas da lotação do edifício de uso público, sendo que 50% do total deve ser destinado ao público feminino e os outros 50% ao público masculino e, para este último, metade das bacias pode ser substituída por mictórios. Além disso, 3% das instalações sanitárias devem ser adaptadas a portadores de necessidades especiais e o projeto precisa obedecer a áreas mínimas para as instalações (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 | Áreas mínimas de instalações sanitárias

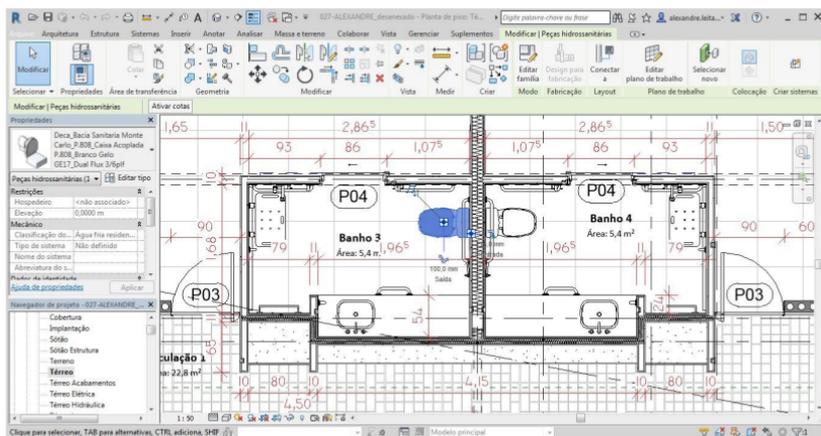
Tipo de peça	Área (m ²)
Bacia	1,2
Lavatório	0,64
Chuveiro	0,64
Mictório	0,64
Bacia e lavatório	1,2
Bacia, Lavatório e chuveiro	2

Fonte: São Paulo (Cidade) (2018, p. 95).

Para calcular a população do edifício, considere a área útil (ou seja, a área construída excluindo-se paredes, sanitário, circulações de escoamento, shafts, depósitos, etc.) e divida pelo índice definido pela prefeitura para o uso. No caso de um edifício de uso misto, essa tarefa fica um pouco mais complexa, já que cada setor deve ser separado e verificado em sua própria área útil em função de seu índice de uso. Por exemplo, o índice para habitação é 15, para indústrias é 9 e para escritórios é 7. Consulte o código de obras da cidade onde o seu projeto está localizado para verificar as obrigações que você deve cumprir nesse sentido, inclusive sobre as disposições e dimensionamentos de portas e janelas.

Agora, do ponto de vista da modelagem em BIM, podemos pensar que o projeto é constituído a partir de elementos baseados em parâmetros. Isso quer dizer que uma janela de 1,5 m e outra de 2,4 m, por exemplo, podem ter medidas diferentes, mas o mesmo princípio construtivo, baseado em parâmetros. É interessante que as portas venham da mesma família, apenas com variações de tipo ao longo da edificação, pois isso permite que alguns elementos como batentes e molduras sigam regras similares, possibilitando compras em grandes quantidades ou composições padronizadas, instalação mais rápida e com menor desperdício por sobras ou erros (Figura 3.14). Além disso, na hora em que você estiver fazendo os tipos da família que for criar, leve em conta que existem tamanhos mais comumente encontrados no mercado, ou seja, é importante pesquisar o que existe e planejar a família antes de começar a modelar.

Figura 3.14 | Banheiros em composição padronizada no Revit



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Após ter criado ou importado uma ou mais famílias, insira ao longo do modelo. Mesmo que você mude de ideia sobre a largura de uma porta, por exemplo, é fácil alterá-la, basta selecionar o objeto e redefinir o tipo na janela de propriedades, como você já aprendeu nesta seção. A mudança nos desenhos é instantânea. Essa é uma excelente forma na qual a modelagem paramétrica auxilia na dinâmica de projeto, já que o tempo dedicado a revisões cai substancialmente. Outros exemplos são a possibilidade de rápida quantificação baseada em parâmetros, o que veremos mais a frente, ou mesmo a possibilidade de padronização de soluções.

Avançando na prática

Instalações prediais

Descrição da situação-problema

Caro aluno, imagine que você é o profissional responsável pela construção de uma obra. Em um dia de trabalho, você recebe a equipe contratada para executar as instalações hidráulicas. Os trabalhadores dessa equipe começam o trabalho seguindo à risca as especificações do projeto executivo, porém, em determinado momento você percebe que parte das peças não pode ser instaladas conforme os desenhos técnicos, porque, no projeto, elas estão passando por dentro de uma viga. Problemas de compatibilização de projetos podem acontecer durante o desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, mas essa é uma questão que pode ser minimizada com o uso do Revit. Como o programa pode contribuir para a solução desse tipo de problema?

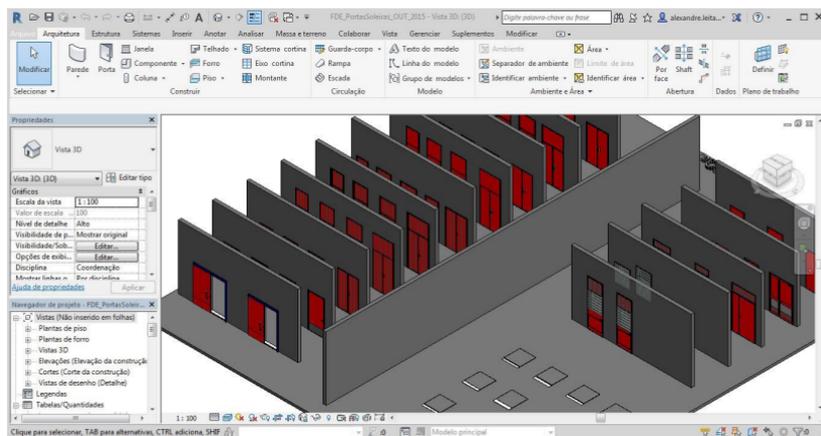
Resolução da situação-problema

O Revit permite que mais de uma equipe interfira no mesmo arquivo de projeto simultaneamente. Dessa forma, é possível que diversos profissionais, com conhecimentos diferentes, trabalhem ao mesmo tempo no desenvolvimento de um projeto para uma edificação. Sendo assim, existe a possibilidade de que, depois que o engenheiro civil tiver lançado o sistema estrutural no modelo em Revit, o técnico em instalações desenvolva a sua parte no projeto. O próprio programa acusa incompatibilidade caso exista algum tipo de interferência. No caso da situação aqui colocada, o Revit identificaria que existe uma incompatibilidade no projeto assim que as peças de instalações hidráulicas fossem locadas no mesmo lugar que a viga. Isso evitaria que o projeto fosse concluído dessa forma e entrado em execução com esse erro.

Faça valer a pena

1. Desde 2016, a Fundação para o Desenvolvimento do Ensino (FDE) do estado de São Paulo disponibiliza de forma pública, junto aos seus catálogos técnicos, uma imensa biblioteca BIM de famílias com o objetivo de otimizar o projeto, a construção e a manutenção de escolas (Figura 3.15). Há anos a FDE é uma referência na sistematização de componentes construtivos para a padronização de projetos de equipamentos educacionais e, com a disponibilização das famílias de componentes, a fundação amplia a capacidade de racionalização de suas obras.

Figura 3.15 | Conjunto de famílias e tipos de portas do catálogo técnico FDE



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. No Autodesk Revit, praticamente todos os elementos inseridos num modelo, o que inclui vistas, textos, símbolos, folhas, além dos componentes construtivos diversos, são constituídos por famílias, o que reforça a importância de compreendê-las.

Dos tipos listados abaixo, qual não é uma família do Revit?

- a) Família do sistema.
- b) Família carregável.
- c) Família modelada no local.
- d) Família de referência.
- e) Todos os tipos acima podem ser encontrados no Revit.

2.

“A vencedora da categoria Fornecedor do 2º Prêmio de Excelência BIM SindusCon-SP foi a Duratex – Divisão Deca por disponibilizar biblioteca aberta, para várias plataformas, adotando processo de desenvolvimento participativo e melhorando o produto a cada nova versão. A criação do acervo surgiu da necessidade de atender parceiros da empresa como construtoras, engenheiros e arquitetos. Várias reuniões com clientes foram feitas até que se chegasse a um consenso sobre o material que deveria conter a biblioteca. “Fizemos um processo participativo. Foram várias entrevistas, encontros com clientes de toda a cadeia para atender os nossos usuários”, explica a engenheira de aplicação da empresa Erica Bonília Queiroz. Segundo Erica, a principal lição é que o planejamento é o melhor caminho para a obtenção do sucesso. “A biblioteca tem que estar em um processo permanente de avaliação, prevendo atualizações e melhorias, a fim de atender às expectativas dos atuais e novos usuários, cada um com necessidades específicas.”

Segundo a engenheira de aplicação da Deca, a criação e o compartilhamento desse conteúdo fizeram com que o relacionamento com os clientes ficasse mais estreito, além de a empresa ter atendido às necessidades de um grupo do mercado. “Haviam clientes que já trabalhavam com BIM, mas não tinham subsídios dos fornecedores quanto às bibliotecas.”

Ao envolver as empresas parceiras nesse processo a Deca reforçou a imagem da marca como pioneira setorial, sendo a primeira empresa brasileira de louças e metais sanitários a disponibilizar modelos para BIM. Em média, são realizados 500 downloads mensais da biblioteca.

Fonte: Redação SindusCon-SP, out. 2017.

Hoje em dia, muitas indústrias de insumos para construção civil, como fábricas de revestimentos, de louças sanitárias ou de luminárias, investem na criação de famílias de seus produtos para programas BIM, como o Revit. Isso permite que haja a fidelização de profissionais de projeto em relação a essas empresas, como se pode perceber no exemplo mencionado anteriormente, da marca Deca.

Sobre a disponibilidade de famílias BIM, pode-se afirmar corretamente que:

- a) É possível se encontrar no site do fabricante o modelo BIM de qualquer produto que está no mercado hoje.
- b) A utilização dos modelos fornecidos pelos fabricantes confere uma certa segurança quanto às propriedades dos elementos inseridos no modelo em relação aos produtos reais.
- c) Não faz diferença, do ponto de vista da qualidade do projeto, a utilização de modelos fornecidos pela indústria ou modelos genéricos.
- d) Uma família BIM é considerada de boa qualidade se contar apenas com a geometria tridimensional modelada.
- e) A disponibilização de modelos paramétricos de famílias não tem implicações significativas na relação com os clientes.

3. Uma descrição possível de modelagem paramétrica é aquela que a determina como definidora de relações entre os elementos do modelo, criada automaticamente pelo software, que permite a sua coordenação e gerenciamento. Sobre esse assunto, pode-se afirmar que:

- I. No Autodesk Revit, um dos elementos que possibilita a parametrização de componentes é a associação de legendas.
- II. Uma família pode possuir um conjunto de regras que, dependendo de como são atendidas, dão origem aos diversos tipos dessa família.
- III. Pode-se configurar a visualização de cada elemento modelado na família para cada tipo de vista do desenho, com exceção dos sólidos tridimensionais, que sempre são vistos nas plantas 3D.

Dessas afirmativas, são corretas as afirmações:

- a) I.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) I, II e III.

Elementos de anotação e setorização

Diálogo aberto

No desenvolvimento dos nossos projetos, temos sempre que pensar que ele é feito para outras pessoas. Por mais que você possua tudo muito bem definido na sua cabeça, dificilmente um projeto mal representado tem uma obra bem executada. Da mesma forma, pouco adianta você ter plena noção de como quer que fique a edificação se o seu cliente estiver perdido por não compreender o que você mostra a ele.

Você se encontra num momento em que o projeto já está bastante avançado, e se depara com um desafio: a construtora que o contratou espera um projeto com informações detalhadas e consistentes, de forma que não haja surpresas no decorrer da obra. Sabendo que haverá a utilização do BIM nesse processo, você cuida para desenvolver o projeto da forma mais qualificada possível.

Entretanto, com o final do projeto se aproximando, a construtora necessita verificar se o que está sendo apresentado é coerente com a proposta inicial do programa arquitetônico, de forma que se permita verificar as diversas dimensões da construção. Você já sabe fazer isso, mas precisará compreender melhor os recursos que esta nova plataforma oferece. Quais informações são essenciais para os avaliadores? O que impacta no projeto a apresentação das cotas e chamadas? Como representá-las no software? Como fazer um detalhamento de projeto no Revit? Qual a função das chamadas paramétricas? Qual a diferença entre uma linha de modelo e uma linha de detalhe? Um trabalho atencioso a essas questões permitirá ao cliente validar a proposta antes da emissão da documentação final de projeto.

Para auxiliá-lo a cumprir essas demandas, iremos trabalhar com o ferramental de Anotação de desenho no Revit. Com isso, veremos conceitos e aplicações sobre cotas e chamadas, elementos para desenho de detalhamento, operações com parâmetros, que geram legendas no modelo e, por fim, setorização do projeto em ambientes e áreas.

Com isso, você terá condições de colocar o seu projeto em uma forma em que seja possível se verificar a sua qualidade, já que passará a apresentar o desenho em todas as suas convenções técnicas.

Vamos trabalhar!

Durante o desenvolvimento de um projeto, utilizamos uma série de recursos relacionados ao desenho técnico para modelar e compreender o edifício que se imagina. No entanto, é preciso lembrar que alguns desses recursos tem uma finalidade que não se relaciona diretamente com o projetista, mas com aquele que irá fazer a leitura do projeto, seja para análise ou para a construção. Entram nessa categoria os símbolos, títulos, indicações, cotas e chamadas. Chamamos esses itens de *anotações*.

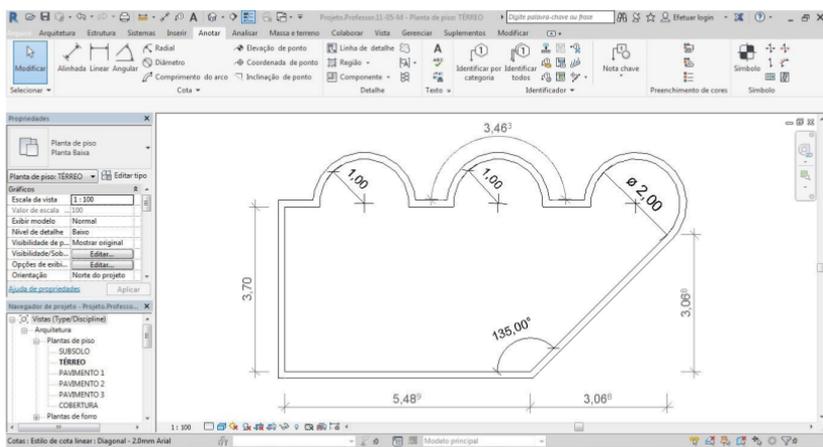
O Revit possui uma aba de ferramentas completamente dedicada às diversas anotações que podem existir no projeto. Um dado importante é que as anotações não são elementos que fazem parte da modelagem do edifício. Apesar de se relacionarem com os elementos construídos, extraindo e exibindo informações da modelagem, as anotações estão sempre restritas a um único desenho.

As cotas, um dos tipos de anotação mais usuais no projeto, são responsáveis por indicar as dimensões dos elementos construídos ou sua relação com planos ou pontos de referência. No Revit, dividimos as cotas em duas formas principais: as cotas temporárias e as cotas permanentes.

Cotas temporárias são cotas exibidas todas as vezes em que se cria ou se seleciona a geometria de um elemento. São geradas automaticamente exibindo relações entre o elemento selecionado com objetos próximos e podem ser modificadas movendo as linhas de chamada das cotas. Quando o elemento é desselecionado, as cotas temporárias somem. São caracterizadas pela cor azul e têm o objetivo de auxiliar no posicionamento e na edição de elementos do modelo.

Cotas permanentes são inseridas pelas ferramentas de cota na aba *Anotação*. É possível escolher entre cotas alinhadas, lineares, angulares, radiais, diametrais ou de comprimento de arco (Figura 3.16). As cotas alinhadas são as mais comuns que utilizaremos, e são responsáveis por mostrar a distância entre um ponto e outro de forma paralela ao elemento indicado. As cotas lineares, por outro lado, são utilizadas para localizar elementos através de projeções horizontais ou verticais, ortogonais às coordenadas do desenho. As cotas angulares servirão para exibir o ângulo entre dois planos. As cotas radiais e diametrais servirão para mostrar a distância de arcos em relação ou por meio de seu centro. Por fim, as cotas de comprimento de arco servem para mostrar as distâncias lineares ao longo de uma curva.

Figura 3.16 | Aplicação dos diversos tipos de cotas



Fonte: elaborada pelo autor no Revit 2018.

Para se adicionar uma alinhada, como exemplo, busque a ferramenta na aba *Anotação*. Defina nas opções da ferramenta se serão utilizadas como referência as linhas centrais de parede ou as faces da parede ou do núcleo. Em seguida, coloque o cursor sobre um ponto ou plano de referência, como uma parede. Sempre que um elemento puder ser usado de referência ele será destacado na cor azul quando o cursor passar por ele, e é possível alternar diferentes pontos de referência pressionando-se diversas vezes a tecla Tab. Após clicar na primeira referência, busque a segunda referência e escolha. É possível selecionar outras referências, produzindo assim uma cadeia de cotas alinhadas. Quando terminar de selecionar referências, clique fora dos elementos do modelo. Os outros tipos de cota são produzidos de forma semelhante, porém, com particularidades relacionadas aos elementos a que se referem.

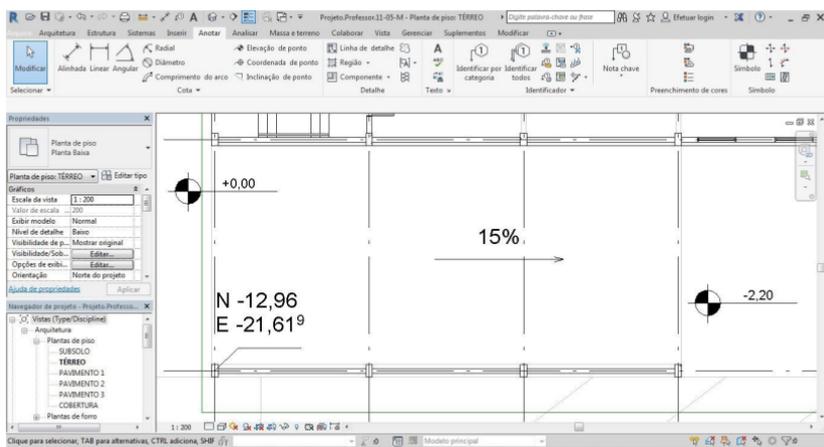


Refleta

Alguns tipos de cota parecem não ter um uso óbvio, mas estão ali por algum motivo. Pense em quais situações se utilizaria uma cota linear, radial ou de comprimento de arco. Com que objetivos específicos poderiam buscar essas dimensões?

Outros tipos de cotas que podem ser adicionadas são as cotas de ponto (Figura 3.17). Elas são usadas para exibir a elevação (também chamadas de cotas de nível), as coordenadas ou a inclinação de um determinado ponto ou elemento no desenho. Para utilizá-las, basta escolher a ferramenta correspondente e clicar sobre um ponto específico em uma face ou aresta de um elemento.

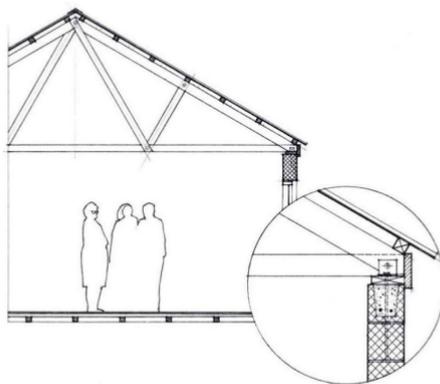
Figura 3.17 | Aplicação das cotas de ponto



Fonte: elaborada pelo autor no Revit 2018.

Na aba de Anotação, também estão as ferramentas de detalhamento. O detalhamento do projeto auxilia a se fazer uma relação entre o modelo e a construtibilidade. Em geral, são cortes em escalas mais próximas da realidade (de 1:25 a 1:5) que ilustram condições especiais, como paredes compostas, quinas ou encaixes (Figura 3.18). Pode-se também detalhar elementos inteiros, como escadas ou mesmo ambientes como banheiros, que possuem muitas informações em um espaço menor. Por esse motivo, um conhecimento geral de como as edificações são construídas é extremamente valioso para a criação de cortes em escala grande, conforme afirma Ching (2017).

Figura 3.18 | Exemplo de detalhamento construtivo

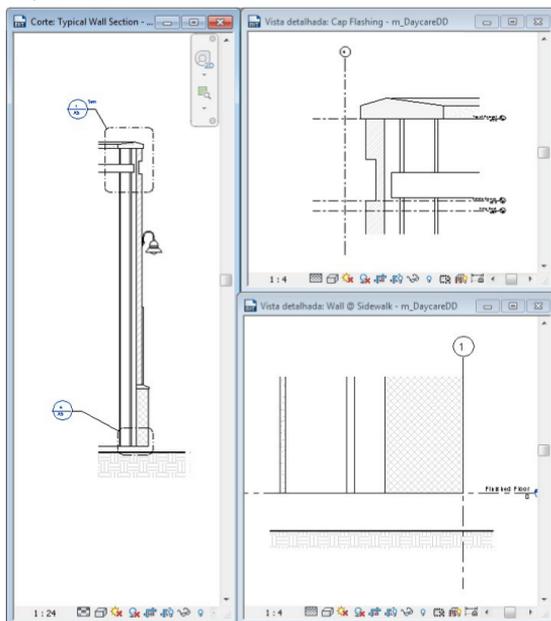


Fonte: Ching (2017, p. 78).

No Revit, os elementos de detalhamento não se configuram necessariamente como partes modeladas. Há dois tipos de vistas de detalhamento possíveis: a “vista de detalhe”, que é uma vista que contém elementos do BIM, e a “vista de desenho”, que é um desenho bidimensional não associado ao BIM (Figura 3.19). Para se criar uma vista de detalhe, devemos utilizar a ferramenta de corte ou de chamada de detalhe, as quais podem ser encontradas

na aba *Vista*. Para se criar uma vista de desenho, basta clicar na ferramenta correspondente, também na aba *Vista*.

Figura 3.19 | Exemplo de vistas e chamadas de detalhe no Revit



Fonte: Autodesk Knowledge Network.

Independentemente do tipo de vista adotado, pode-se agregar ao desenho elementos como linhas, regiões de preenchimento ou componentes e grupos de detalhe, de forma que, especialmente em escalas mais próximas da dimensão real, possa se representar a maior quantidade de elementos possível sem a necessidade da modelagem tridimensional deles.

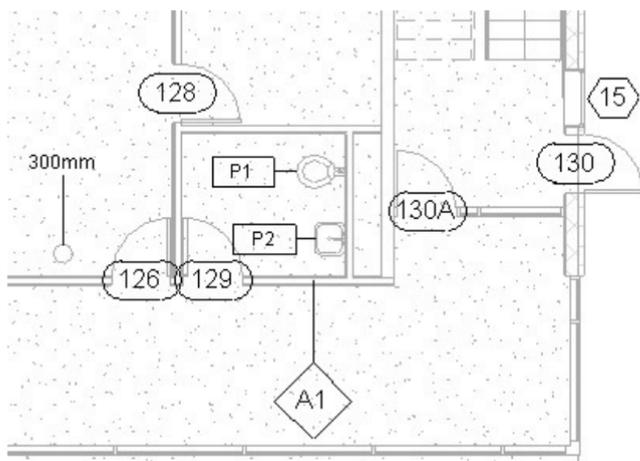


Assimile

Não confunda as linhas de detalhe com as linhas de modelo. Embora produzam um efeito parecido sobre o desenho, a primeira aparece apenas como uma informação daquela vista, enquanto a segunda aparece em todos os desenhos.

Os identificadores são uma outra categoria de anotações que permite designar, por meio de um código, os elementos de um desenho (Figura 3.20). Todas as categorias da biblioteca de famílias têm um identificador correspondente. Alguns identificadores já são carregados no modelo padrão do Revit, mas outros, mais específicos, podem ter que ser carregados ou criados no editor de famílias.

Figura 3.20 | Aplicação das cotas de ponto



Fonte: Autodesk Knowledge Network.

Quando um identificador é criado, é correto que ele contenha um ou mais campos de legenda, que será responsável por exibir parâmetros do elemento ao qual o identificador foi associado. Por exemplo, se uma legenda for configurada para exibir o “nome do tipo de elemento”, o identificador mostrará qual o nome do tipo de cada elemento identificado, ou se for definido para mostrar a “marca de tipo de elemento”, aparecerá o código de marca dos componentes. Enquanto alguns parâmetros são atualizados automaticamente de acordo com as características do modelo, outros devem ser preenchidos pelo usuário. Ao se clicar duas vezes sobre a legenda, é possível editá-la. Note que não é o texto que está sendo mudado, mas o parâmetro em si, ou seja, se uma porta com o código “P3” tiver a marca de tipo renomeada para “PM3”, todas as portas que eram “P3” passam a ser “PM3”. Essa ação tem implicações em qualquer elemento que use esse parâmetro, como as tabelas, por exemplo.

Em muitos casos será necessária a utilização de notas não paramétricas, que podem estar associadas a um elemento apenas por meio de linhas de chamada ou soltas no desenho. Nesse caso, use a ferramenta Texto, e escreva normalmente como em qualquer caixa de texto.

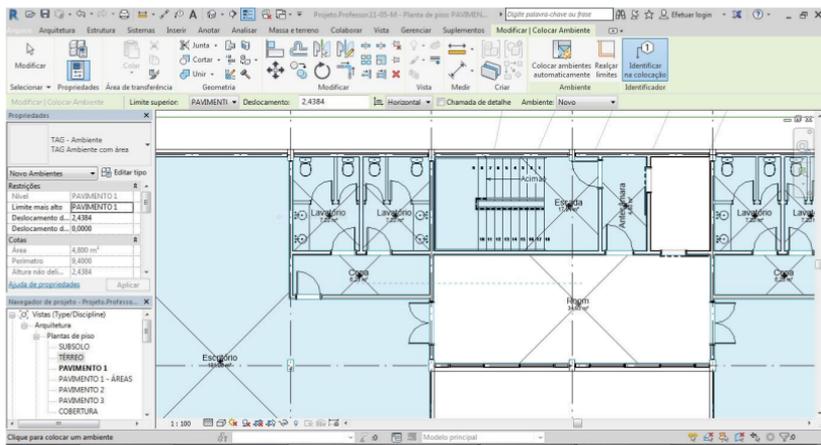
Há um tipo especial de identificador que é o identificador de ambientes. Assim como os demais, é formado por um símbolo com legenda que exhibe valores de parâmetros, no caso, do ambiente. Pode-se, por exemplo, se obter o nome, a área, o volume ou o pé-direito do ambiente, caso o identificador seja configurado para tal.

No entanto, para se utilizar esse tipo de identificador, é necessário antes se compreender os conceitos de ambientes e áreas.

Ambientes, no Revit, são subdivisões do espaço num modelo. Em geral, são definidos por pisos, paredes, telhados e forros. São esses elementos que, sendo limitantes de um ambiente, permitem que o programa calcule seu perímetro, área e volume.

Ambientes não existem automaticamente e precisam ser criados. Isso só pode ser feito em vistas de planta. Para se criar um ambiente, utilize a ferramenta ambiente, na aba *Arquitetura*. Passe o cursor sobre uma área delimitada por paredes e você irá perceber um “x” marcando a extensão do ambiente a ser criado (Figura 3.21). Clique para confirmar. Note que o identificador é adicionado automaticamente para cada ambiente criado.

Figura 3.21 | Criação de ambientes



Fonte: elaborada pelo autor no Revit 2018.

Nem sempre os ambientes poderão ser delimitados por paredes, como no caso de uma cozinha integrada com a sala ou de uma varanda. Para esses casos, há uma ferramenta chamada *Separador de Ambiente*. Com ela, você pode traçar linhas que farão a delimitação de ambientes sem a necessidade de se criar paredes.

O contrário também pode ocorrer. Eventualmente, uma parede pode acabar delimitando um ambiente sem, no entanto, se desejar que isso estivesse acontecendo. É o caso, por exemplo de banheiros públicos com cabines sanitárias. Se o arquiteto optar por usar a ferramenta *Parede* para modelar as cabines de sanitário, perceberá que cada cabine passa a constituir um ambiente. Para evitar isso, desligue a propriedade “delimitador de ambiente” nas paredes que não cumpram função de separação de ambientes.

Uma ferramenta similar à de ambiente é a área. Áreas também são subdivisões do espaço construído, mas normalmente numa escala maior

do que os ambientes individuais. Podem ser usadas para delimitar áreas comuns e privadas de um pavimento ou as funcionalidades de partes de uma escola, por exemplo. A ferramenta *Espaço* também apresenta comportamento similar, mas é utilizada para cálculos de instalações, principalmente de ar-condicionado e aquecimento. É possível ainda se utilizar esquemas de cores para identificar ambientes, áreas ou espaços de forma diagramática. Para isso, pode-se utilizar a ferramenta *Esquema de Cores*, na aba *Analisar*.



Exemplificando

Uma escola projetada a partir do uso do Revit teve seu modelo devidamente elaborado com as definições de ambientes e áreas. Enquanto cada sala de aula, laboratório, corredor, lavatório e outros recebiam seu próprio ambiente, estes eram agrupados em áreas correspondentes à sua função, localização e ciclo pedagógico. Com isso, quem tivesse acesso ao BIM dessa escola, poderia rapidamente calcular quantas luminárias existem em todos os laboratórios da escola, ou qual a área de superfície de paredes em todas as salas de aula do ensino fundamental, até mesmo qual a área construída total do edifício.

Não se esqueça que não importa quão automatizados sejam os processos de um determinado software, a verificação do modelo e a definição da forma ideal de comunicar uma ideia para um interlocutor qualquer, especialmente se este será o responsável pela construção do edifício, é de inteira responsabilidade do arquiteto. Cabe a você conhecer e saber utilizar estas e outras ferramentas de forma que as suas ideias possam ser compreendidas após a finalização da modelagem do projeto.

Sem medo de errar

Você deve apresentar um desenho que possua as informações necessárias para sua verificação, ou seja, além do modelo em si, toda a simbologia de anotações de desenho técnico. Como você está desenvolvendo o projeto no Revit, vamos nos atentar nas ferramentas que o programa dispõe e em como trazer para o seu modelo tudo aquilo que é necessário para atingir esse objetivo, sendo essencial para quem irá ler o projeto, não apenas o desenho em si, mas todo um conjunto de anotações que passa por cotas, identificadores, textos, etc. A existência desses elementos dará um importante auxílio para a compreensão dos elementos ali representados.

O Revit possui inúmeros recursos para a criação dessas anotações. Para começar, vamos cotar o projeto. Espera-se que você tenha neste momento o projeto em um nível em que todos os ambientes estejam modelados, inclusive com as portas e janelas posicionadas. Comece traçando as cotas alinhadas, ambiente por ambiente, de forma que possamos ler as dimensões do perímetro interno deles. É interessante que se faça, paralelamente às cotas dos ambientes, cotas para as dimensões externas da construção, assim como na distância entre eixos estruturais.

Para paredes em ângulo não-reto em relação às diretrizes do projeto, use a ferramenta de cota linear, mostrando as distâncias nos eixos ortogonais dos limites das paredes oblíquas. É interessante nesses casos também marcar os ângulos internos entre as paredes utilizando a cota angular. Para paredes curvas, construa cotas radiais e marque o comprimento dos arcos. Não esqueça de cotar também a posição do centro dessas curvas.

Em seguida, vamos às cotas de ponto. Marque pelo menos uma cota de elevação para cada nível da construção em suas diversas plantas. Isso deve incluir patamares de escadas e rampas. Também aproveite para marcar as inclinações das rampas e dos telhados que você já modelou.

Agora aplique os identificadores ao menos nas esquadrias de sua edificação. Eles ajudarão a entender melhor o grau de complexidade do projeto e, por serem paramétricos, poderão ser editados de forma facilitada e consistente com o modelo, caso necessário. Desenhe, sempre que necessário, as linhas auxiliares e outros símbolos utilizando as ferramentas de detalhamento, além disso, adicione textos para informar melhor o seu interlocutor sobre as decisões de projeto que não são plenamente representadas pelo desenho.

Agora é importante se adicionar os ambientes. Para cada espaço interno da construção, crie o ambiente usando a ferramenta correspondente na aba *Arquitetura*. Se for necessário dividir uma sala ou delimitar um ambiente que não possui alguma parede, use a ferramenta *Separador de Ambientes*. Em situações em que alguma parede esteja atrapalhando a criação do ambiente, separando o que não deveria estar separado, tire dessa parede a propriedade de delimitadora de ambiente e nomeie cada ambiente adequadamente. Faça isso para a construção inteira.

Será importante também desenvolver o detalhamento de elementos do projeto. Trata-se de um corte específico que se restringe a um pequeno trecho do projeto e é representado em escalas maiores. Sobre esse corte, você poderá utilizar linhas de anotação, componentes de detalhe, dentre outras

ferramentas, para tornar a vista mais complexa e, com isso, possibilitar uma melhor documentação de construção.

Com esses passos seguidos corretamente, será simples se obter um desenho completo o suficiente para permitir análises por parte dos contratantes e dos eventuais responsáveis pela construção em si.

Avançando na prática

Pintando a casa

Descrição da situação-problema

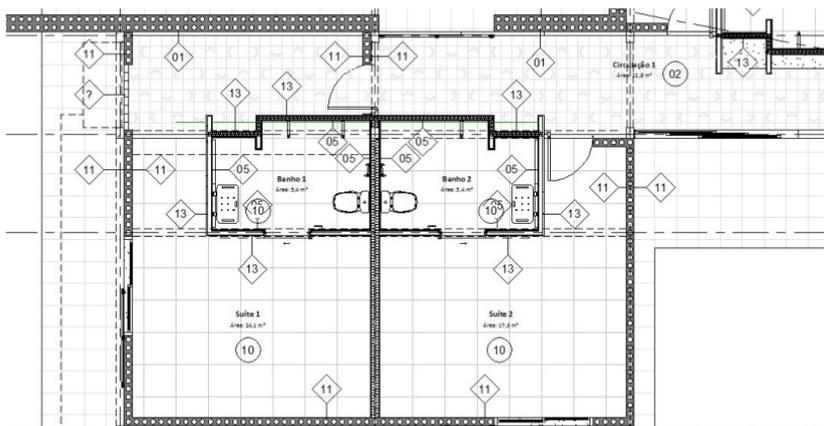
Aceito para estágio em um grande escritório de arquitetura, sua primeira tarefa dentro da equipe é auxiliar o arquiteto responsável pelo acompanhamento das obras. Por causa de uma mudança repentina na dinâmica do canteiro de uma obra residencial, ele precisará passar para a nova equipe de pintura as instruções de como pintar a casa. O projeto possui uma boa complexidade na escolha das cores, o que faz com que seja necessária uma planta indicando a tinta para cada uma das superfícies a serem pintadas. Você recebe um arquivo do Revit referente ao projeto da residência e tem que desenvolver essa planta rapidamente. Qual a melhor estratégia de representação? Quais ferramentas poderão te auxiliar?

Resolução da situação-problema

Uma das soluções possíveis é utilizar a ferramenta *Indicador de Material*.

É de se esperar que o projeto tenha sido elaborado corretamente, o que significa que cada parede do modelo já possui um material atribuído e, conseqüentemente, tem essa informação incorporada. O *Indicador de Material* mostra qual é o material do elemento no ponto selecionado, ou seja, se você selecionar a superfície de pintura, ele mostrará qual a tinta daquela parede. Basta que se faça isso para todas as paredes, criando assim uma planta que permite ao pintor reconhecer rapidamente onde deve realizar cada tipo de acabamento (Figura 3.22). Só não se esqueça que o identificador deve estar configurado para exibir o nome do material ou uma marca de tipo.

Figura 3.22 | Identificadores de material



Fonte: elaborada pelo autor.

Faça valer a pena

1. Uma residência foi construída em um declive acentuado. Por causa dessa condição do terreno, para evitar custos excessivos com arrimos e aterros, o arquiteto optou por desenvolver o projeto de forma que a casa fosse se adequando ao terreno, tendo dividido o nível térreo em três diferentes níveis de piso.

Qual dessas ferramentas do Revit permitirá que se mostre adequadamente os desníveis da casa num desenho do tipo planta?

- a) Eixo.
- b) Elevação de ponto.
- c) Nível.
- d) Inclinação de ponto.
- e) Piso.

2. Um pedreiro está executando uma obra que possui uma parede curva em um dos ambientes. Como é muito experiente, ele sabe exatamente quantos tijolos e quanta argamassa terá que ser preparada para a construção de uma parede, baseando-se na medida de sua área. Para calcular a quantidade de material para a parede, o pedreiro terá disponível os seguintes tipos de cota:

- I. Cota alinhada.
- II. Cota linear.

- III. Cota angular.
- IV. Cota radial.
- V. Cota de comprimento de arco.

Para calcular corretamente a quantidade de material para a parede curva, será essencial que existam quais tipos de cota nos desenhos de projeto?

- a) I.
- b) II.
- c) I e III.
- d) I e IV.
- e) I e V.

3. Pode-se falar sobre a definição de ambientes, em um projeto elaborado no Revit, que:

- I. Permite ao projetista obter dados sobre os acabamentos de suas paredes e pisos.
- II. Possibilita o cálculo de área dos cômodos de uma construção.
- III. Obriga o arquiteto a separar os cômodos por paredes para que o programa compreenda até onde vai cada um.
- IV. Pode ser utilizada para se integrar com outras disciplinas BIM, como a gestão de *facilities* no pós-obra.

Dessas afirmações, quais estão corretas?

- a) I e II.
- b) I, II e III.
- c) I, II e IV.
- d) II e IV.
- e) I, II, III e IV.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. ASBEA. **Guia AsBEA: Boas Práticas em BIM**. Fascículo 1. 2013. São Paulo.
- BERTOLINO, E. Conheça os vencedores do 3º Prêmio de Excelência BIM SindusCon-SP. Notícias SindusCon-SP. 26 out. 2018.
- CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 11. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2018.
- CHING, F. D. K. **Representação gráfica em arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- CHING, F. D. K. **Técnicas de construção ilustradas**. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento - SMUL. **Código de obras e edificações**, COE ilustrado. São Paulo: SMUL, 2017. 156 p.

Unidade 4

Documentação de projeto

Convite ao estudo

Caro aluno, um projeto só está desenvolvido plenamente se houver recursos para a compreensão de todos os aspectos que são necessários para viabilizar a construção dele. De outra forma, todos os recursos que foram investidos na elaboração se perdem durante sua concretização, ou melhor, sua não concretização.

É sempre por meio da sua documentação que se permite a viabilização das ideias. Isso envolve desde a equipe de obra, que usará folhas de desenhos técnicos para construir; os órgãos públicos, que farão as conferências para aprovação por meio de dados específicos; ou mesmo o cliente, que se assegurará que todas as normas foram atendidas se elas estiverem devidamente registradas na documentação do projeto. Ou seja, é necessário saber desenvolver pranchas para apresentação do projeto com as informações extraídas do modelo que você já é capaz de desenvolver utilizando a BIM.

O grupo de investidores do edifício de uso misto que você está projetando solicitou à construtora, mediante contrato, que esta deveria apresentar um conjunto de informações antes de realizar a aplicação de recursos. Esse pedido tem como objetivo dar tranquilidade ao grupo por meio da confirmação de que será um empreendimento viável em termos de custos e, também, que terá saída de mercado. A construtora, por conta dessas solicitações, espera de você que produza um conjunto de documentos que permita aos investidores compreender e adquirir confiança quanto ao projeto.

Quais são as informações que você já produziu? Como elas podem ser sintetizadas? Como será possível mostrar tanto a profissionais como a leigos o projeto de modo que ele seja compreendido plenamente? Como utilizar o Revit para organizar a documentação de projeto de modo automatizado? Como desenvolver layouts únicos e personalizados por meio da edição das famílias de blocos e carimbos?

O projeto só poderá ser bem compreendido se você conseguir extrair um conjunto variado e completo de informações, de forma que se possa analisar tanto questões técnicas quanto estéticas. É hora de aprender como obter essa documentação!

Inicialmente, veremos como sintetizar as informações modeladas no projeto na forma de tabelas paramétricas, ao mesmo tempo em que compreenderemos os múltiplos recursos para análises de projetos, assim como as possibilidades de interoperabilidade com outros softwares BIM. Em seguida, desenvolveremos perspectivas diversas, de forma a facilitar a compreensão do projeto, tanto do ponto de vista técnico como do estético. Por fim, elaboraremos as folhas do projeto, inserindo toda a informação que foi desenvolvida, e você saberá como diagramar, imprimir e exportar essas peças gráficas. Boas aulas!

Extração de informações do modelo

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção, falaremos sobre assuntos que dizem respeito à síntese de informações do seu projeto. Embora boa parte das informações de um projeto esteja contida nos desenhos técnicos, eventualmente, haverá a necessidade de se produzir peças auxiliares, de forma a sistematizar ou mesmo interpretar os dados já existentes no projeto.

Uma das solicitações mais importantes feitas pela construtora do projeto de edifício de múltiplo uso que você está desenvolvendo é a possibilidade de visualização dos quantitativos em forma de planilhas, de modo que seus orçamentistas possam dar aos investidores uma previsão razoavelmente precisa dos custos relacionados à construção do edifício. Para isso, você deverá extrair do modelo essas informações e saber operar as tabelas obtidas. Como será possível conciliar elementos de projeto e dados de planilha, de modo a possibilitar compras ou o planejamento de obra? Quais informações você julga serem importantes de se extrair? E como os orçamentistas poderão interoperabilizar essas informações com seus softwares, já que não utilizam a plataforma BIM, o que ainda é bastante comum no mercado?

Mesmo fora do ambiente BIM, é comum utilizarmos tabelas para agrupar informações de conjuntos de portas, de ambientes ou de colunas, por exemplo. Veremos, nesta seção, como utilizar as tabelas no Autodesk Revit, o que traz a particularidade de serem tabelas com dados obtidos por meio dos parâmetros do próprio projeto. Então, você saberá criar, mas também definir quais informações serão extraídas do modelo e como serão interpretadas.

Também falaremos sobre alguns aspectos importantes quanto às possibilidades de utilização do Revit e de outros programas BIM. Serão apresentadas questões relativas aos modelos analíticos, ou seja, que permitem análises, por exemplo, energética ou estrutural.

Por fim, trataremos sobre a questão da interoperabilidade, ou seja, a capacidade de operar dados entre diferentes softwares e mostraremos como o formato IFC vem tentando definir uma norma para tradução de informações entre programas adaptados à tecnologia BIM.

Esses assuntos permitirão a você ter uma consciência ampliada quanto às possibilidades do Revit, assim também que se façam análises do modelo que

possibilitem correções no projeto. São recursos valiosos para um arquiteto que se preocupa em oferecer o melhor desempenho aos seus clientes.

Não pode faltar

É muito comum perceber as pessoas, arquitetos ou não, confundindo a ideia de projeto com a ideia de desenho, isso porque são conceitos de certa forma interdependentes dentro da arquitetura. Usamos cotidianamente o desenho como o principal recurso para projetar espaços, o que nos leva, de algum modo, a fortalecer a ideia (errada) de que desenho é projeto.

Desenho não é projeto. Como já vimos anteriormente, a Modelagem da Informação da Construção é baseada no princípio de que se pode conceber um projeto por meio do desenho de suas geometrias, mas também a partir da inserção de outros tipos de dados, sempre consistentes com a forma que se deseja.

Portanto, quando utilizamos um programa como o Revit para desenvolver um projeto, é habitual que utilizemos vistas de planta, de elevação e de corte, por meio de códigos de desenho técnico, ou as vistas tridimensionais para modelar uma edificação. Só que nem toda a informação da construção está na geometria, embora se possa entender que está associada a ela. Eventualmente, utilizaremos outros caminhos para a criação e modificação de parâmetros. Um recurso particularmente útil para isso são as tabelas.

Vimos anteriormente, de forma sucinta, a utilização das tabelas na visualização de dados de modificação de terreno. Agora, vamos compreender de fato como utilizar esse recurso para ler e modificar os dados presentes em um projeto de arquitetura desenvolvido no Revit.

As tabelas possuem um agrupamento próprio no Navegador de Projeto. Dependendo do modelo que se estiver utilizando, pode ser que algumas tabelas já apareçam criadas. No entanto, desconsideraremos essa possibilidade e iremos, aqui, aprender a criar tabelas do zero. Mas lembre-se de que uma tabela só terá conteúdo em um modelo que possua algum desenvolvimento.

É importante compreender que tabelas no Revit são objetos paramétricos, ou seja, não há como inserir dados que não existem como parâmetro no modelo. Ao contrário de programas como o Microsoft Excel, nos quais é possível adicionar toda ordem de dados a uma planilha, as tabelas no Revit dependem de elementos que estão presentes no modelo. Não é possível, por exemplo, adicionar uma linha em uma tabela de portas relativa a uma porta que não faz parte do projeto.

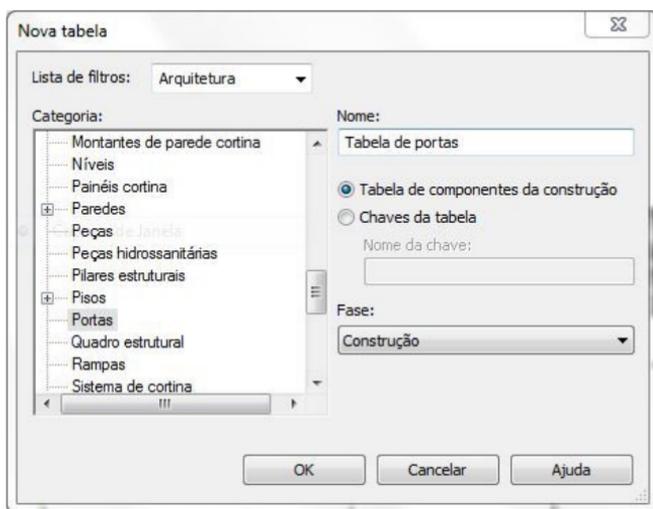


Assimile

Objetos ou elementos paramétricos são aqueles que são definidos a partir de parâmetros, ou seja, valores associados a regras de composição ou validação. Por exemplo, a área de um ambiente é um valor gerado a partir da informação gerada sobre a geometria que o contém, que é o parâmetro para se obter o valor. Sendo assim, em geral, os valores são flexíveis, enquanto os parâmetros são fixos.

Para se criar uma nova tabela, basta clicar no botão “Tabelas”, na aba Vistas, ou simplesmente clicar com o botão direito do cursor sobre o agrupamento “Tabelas/ Quantidades”, no Navegador de Projeto, e acessar a opção “Nova Tabela/ Quantidades”. Feito isso, uma caixa de diálogo “Nova tabela” se abrirá (Figura 4.1). Aqui, são inseridos os condicionantes básicos da tabela. É o momento em que teremos que escolher a categoria da tabela a ser criada. Isso porque, dependendo do assunto, a tabela terá opções diferentes. Os filtros nessa janela podem auxiliá-lo a encontrar o assunto desejado entre os assuntos de arquitetura, estrutura, mecânica, elétrica e tubulação.

Figura 4.1 | Janela de criação de nova tabela



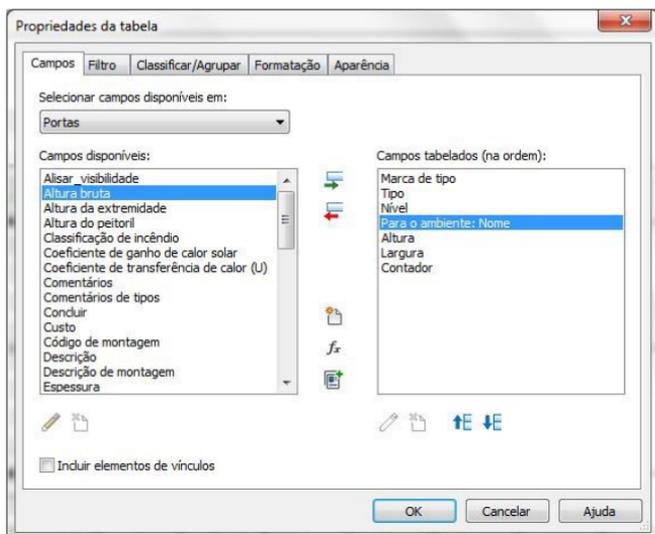
Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Então, digamos que você queira criar uma tabela de portas do modelo. Basta escolher a categoria Portas; ou se quiser criar uma lista de ambientes, é só escolher Ambientes. Cada categoria de famílias no modelo pode dar origem

a uma tabela. Na eventualidade de se desejar fazer uma tabela com múltiplas categorias, basta escolher a opção correspondente. Também é necessário, aqui, definir um nome para a tabela e a fase da obra a que ela se refere.

Uma vez definida a categoria da tabela, uma nova janela é aberta, dessa vez referente às propriedades da tabela. Vale ressaltar que, ao contrário da anterior, essa janela pode ser acessada e alterada quantas vezes forem necessárias. As propriedades da tabela estão divididas em cinco abas: Campos, Filtro, Classificar/Agrupar, Formatação e Aparência (Figura 4.2).

Figura 4.2 | Janela de propriedades de tabela



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Na primeira aba, “Campos”, deve-se escolher as informações que serão sistematizadas na tabela, ou seja, serão as colunas da tabela, enquanto as linhas serão os elementos da categoria correspondente no modelo. No exemplo de uma tabela de portas, pode-se escolher os assuntos que interessam que estejam nas colunas da planilha, tais como tipo, marca de tipo, altura, largura, contagem, preço, etc., sempre na ordem em que devem aparecer na tabela. Alguns desses parâmetros são inerentes à categoria, enquanto outros podem ser adicionados pelo usuário nas famílias, conforme necessidade. Enquanto os primeiros são bloqueados, os parâmetros personalizados podem ser editados.

A aba de Filtros permite definir o que será de fato exibido na tabela. Muitos tipos de campos tabulados podem ser utilizados para criar filtros. Os

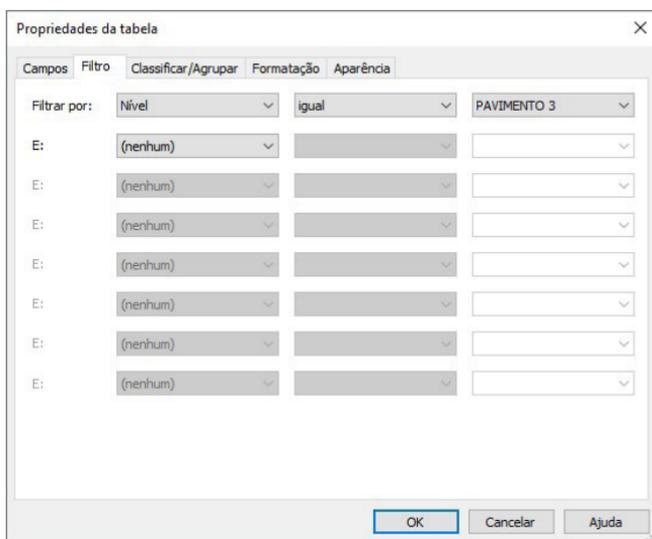
tipos incluem os parâmetros de texto, número, inteiro, comprimento, área, volume, sim/não, nível e tabela-chave. Cria-se um filtro sempre com base em campos no projeto. Para criar um filtro com base em um campo que não é exibido na tabela, você deve adicioná-lo à lista de Campos tabulados e ocultá-lo na guia de Formatação, que veremos mais à frente.



Exemplificando

Um exemplo de uso de filtro pode ser a partir da necessidade de se adicionar uma tabela de portas de apenas um pavimento da edificação. Para isso, deve-se adicionar o campo “Nível” na aba de Campos e, em seguida, na aba Filtrar, escolher “Nível” como seu parâmetro de filtragem. Ao se escolher “Nível igual a Pavimento 3”, por exemplo, a tabela exibe somente as portas que estão no pavimento 3. Ao se escolher “Nível não igual a Subsolo”, a tabela vai mostrar todas as portas do edifício, menos as do subsolo. É possível, ainda, combinar outros filtros e tornar a exibição ainda mais específica.

Figura 4.3 | Parâmetros para filtros de tabelas



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

A terceira aba, “Classificar/Agrupar”, auxilia na organização de como os itens serão exibidos na tabela, a começar pela ordem das linhas. Pode-se ordenar uma tabela de forma crescente ou decrescente (a partir de valores

alfabéticos ou numéricos) a partir de algum dos campos inseridos. É possível também criar agrupamentos e calcular totais e subtotais.



Exemplificando

Um exemplo de aplicação de uso dessa aba é a necessidade de se listar ambientes agrupados por pavimento da edificação. Para se realizar isso, bastaria que se criasse uma tabela de Ambientes em que a classificação fosse feita por Nível de forma crescente. Pode-se inserir cabeçalhos nos agrupamentos de cada nível e rodapés com os totais das quantidades. Pode-se, ainda, criar uma linha de totais gerais, ou mesmo associar várias classificações e agrupamentos para organizar as informações conforme o necessário.

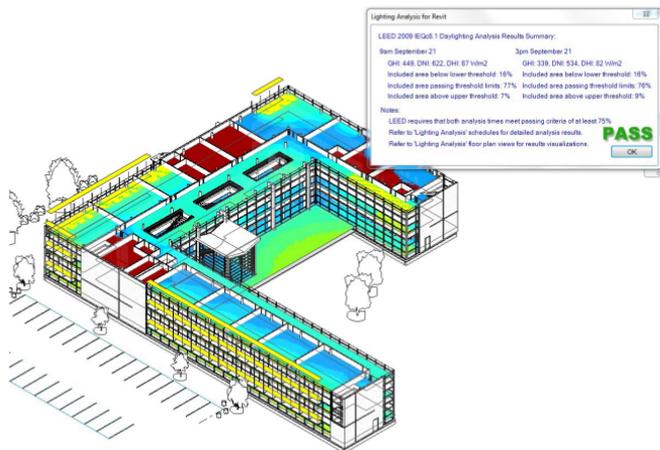
Esta aba permite também que se faça agrupamentos das informações em uma única linha por campo, ao se desligar a opção “itemizar cada instância”. Por exemplo, pode-se criar uma linha para cada tipo de porta no modelo e utilizar o campo “contador” para exibir a quantidade de cada tipo. Neste caso, quando houver valores diferentes em algum campo dos itens agrupados, esta célula aparecerá vazia.

Na aba “Formatação”, pode-se configurar a forma de exibição dos dados para cada campo. São opções particularmente úteis diante da necessidade de se realizar operações em agrupamentos. Aqui, pode-se configurar a posição e o alinhamento do texto do cabeçalho e dos valores de cada campo (colunas); ocultar os campos que não se deseja mostrar na tabela final, ainda que possam ser usados para operações de filtragem ou classificação; ou calcular os máximos, mínimos e/ou totais dos agrupamentos. É possível, ainda, realizar uma formatação condicional para as células que apresentarem valores específicos. Pode-se, por exemplo, condicionar a tabela a destacar em vermelho os pavimentos que extrapolam a área máxima definida pela taxa de ocupação do lote.

A última aba, “Aparência”, serve para se definir a forma visual como se apresentará a tabela, ou seja, o seu estilo gráfico. Pode-se alterar as espessuras e posições das linhas, as configurações de fonte dos textos dos cabeçalhos e dos valores da planilha, etc.

Note que há uma correlação dos dados das tabelas e do modelo que podem ser apenas resultado da geometria do modelo, como as dimensões dos elementos, e que não pode ser alterada na tabela, ou baseados em parâmetros, como marcas de tipo ou nome do ambiente, que podem ser alterados dentro da tabela com consequências no modelo. Uma vez finalizadas as

Figura 4.5 | Imagem gerada pelo plugin Lighting Analysis para Revit



Fonte: <https://www.autodesk.com/products/insight/overview>. Acesso em: 18 jan. 2019.

É importante entender, no entanto, que apesar de ser bastante amplo o leque de ferramentas de um programa como o Autodesk Revit, ainda assim ele é incapaz de dar conta de todas as possibilidades que a BIM oferece. Na verdade, é importante sabermos que há um conjunto imenso de softwares e plugins para o desenvolvimento de modelos, análises e gestão através da BIM (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 | Exemplos de programas BIM-Ready por disciplina

Disciplina	Programa
Arquitetura	Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan Architecture, Gehry Tech Digital Project Designer, Nemetschek Vectorworks Architect, Bentley Architecture, 4MSA IDEA Architectural Design, CADSoft Envisioneer, Softech Spirit, RhinoBIM.
Estruturas	Autodesk Revit Structure, Bentley Structural Modeler, Bentley RAM, STAAD and ProSteel, Tekla Structures, CypeCAD, Graytek Advance Design, StructureSoft Metal Wood Framer, Nemetschek Scia, 4MSA Strad and Steel, Autodesk Robot Structural Analysis.
Instalações prediais	Autodesk Revit MEP, Bentley Hevacomp Mechanical Designer, 4MSA FineHVAC, FineLIFT, FineELEC e FineSANI, Gehry Tech Digital, Project MEP Systems Routing, CADMEP.
Sustentabilidade	Autodesk Ecotect Analysis e Green Building Studio, Graphisoft EcoDesigner, IES Solutions Virtual Environment VE-Pro, Bentley Tas Simulator e Hevacomp, DesignBuilder.
Construção	Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker, Vico Office Suite, Vela Field BIM, Bentley ConstrucSim, Tekla BIMSight, Horizontal Systems Glue, Synchro Professional, Innovaya.
Gestão de <i>facilites</i>	Bentley Facilities, FM:Systems, FM:Interact, Vintocon, Onuma System, EcoDomus.

Fonte: <https://thebimhub.com/2015/08/17/list-of-bim-software-providers/>. Acesso em: 1º dez. 2018.

Todas essas aplicações possuem suas próprias estruturas internas de dados no “formato proprietário”, ou seja, elas não conseguem compartilhar suas informações entre si, a menos que exista uma interface para isso.



Refleta

Dentre tantas opções de programas, há a necessidade de se ter a consciência de quais oferecem os melhores recursos para a atividade desenvolvida. Embora o Autodesk Revit seja, hoje, a plataforma BIM mais popular no Brasil, isso não implica dizer que é o melhor para todos os escritórios. Será que um arquiteto que trabalha apenas com gerenciamento de obras terá as mesmas necessidades de um que trabalha apenas com projetos? Quais são essas particularidades? Quais programas atendem melhor às necessidades de cada um destes arquitetos?

O IFC, hoje, é o formato mais utilizado e reconhecido como meio de possibilitar a interoperabilidade. Foi desenvolvido para criar um grande conjunto de dados consistentes para representar um modelo de dados de um edifício, com o objetivo de permitir a troca de informações entre diferentes fabricantes de software na indústria da construção civil (MANZIONE, 2016).

O formato IFC surge nesse contexto como um modelo de dados de tradução, em formato “não proprietário”, disponível livremente para a definição. Além disso, é extensível e compreende informações cobrindo as muitas disciplinas que contribuem para um edifício durante seu ciclo de vida: desde a concepção, o projeto, a construção até a reforma ou demolição.



Pesquise mais

Para compreender melhor a aplicação do formato IFC no projeto de arquitetura, Andrade e Ruschel identificam, neste artigo, os efeitos da troca de informações dos modelos de um edifício produzidos em aplicativos BIM voltados para a arquitetura. A leitura desse texto ajudará a elucidar as questões práticas da interoperabilidade em BIM.

ANDRADE, M. L. V. X. de; RUSCHEL, R. C. interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S.l.], v. 4, n. 2, 2009.

Por meio desse e de outros recursos, é possível se elaborar projetos complexos envolvendo até mesmo centenas de agentes. Isso, naturalmente, não pode ser feito sem uma coordenação bem estabelecida, o que nos retorna à necessidade de se capacitar os escritórios de forma a garantirem uma estruturação de equipes compatível não apenas com a cooperação mas também com a interoperabilidade no ambiente BIM.

Por fim, é preciso ressaltar que muitos dos recursos aqui apresentados evidenciam que o projeto de edificações não é um processo linear de único sentido. Ao contrário, as análises de qualquer tipo servem não apenas para validar decisões projetuais mas também para possibilitar às equipes que retornem às decisões que levam a ineficiências da construção. Antecipar os erros e acertos é, de certa forma, combater o empirismo tão impregnado nas atividades de projeto e construção de edificações.

Sem medo de errar

A partir da solicitação que foi feita pela empresa para que você oferecesse tabelas de quantitativos para que a equipe responsável possa elaborar os orçamentos referentes ao projeto, será importante que você escolha adequadamente como extrair os dados do projeto modelado em algumas planilhas. No mínimo, seria interessante que se desenvolvessem planilhas que oferecessem a quantificação de portas e janelas. Outra planilha útil poderia ser a de ambientes. Embora haja uma infinidade de outras tabelas que podem ser desenvolvidas para alcançar esse objetivo, podemos fazer um exercício para esses dois casos e, posteriormente, você saberá montar outras tabelas conforme surjam novas necessidades.

A partir de um modelo suficientemente desenvolvido de forma a podermos reconhecer as características dos ambientes e os tipos de portas aplicados pelo projeto, no Autodesk Revit, vá até a aba Vista e clique no botão tabela. Ali, escolha Tabela/Quantidades e siga o passo a passo a seguir:

1. Para montar uma tabela de portas:
 - a) Na janela de criação de nova tabela, escolha a categoria “Portas”, dê um nome à tabela e escolha a fase da obra relacionada à colocação das portas.
 - b) Na janela de propriedades da tabela, na aba Campos, escolha e posicione, nesta ordem, os campos: Marca de tipo, Tipo, Altura, Largura e Contador.
 - c) Na aba Classificar/Agrupar, defina a classificação por Marca de tipo, em ordem crescente, e desmarque a opção “itemizar cada instância”.

- d) Na aba Formatação, escolha o campo “Contador” e escolha, em “Formatação de campo”, a opção “Calcular os totais”.
 - e) Pressione “Ok”.
2. Para montar uma tabela de ambientes:
- a) Na janela de criação de nova tabela, escolha a categoria “Ambientes”, dê um nome à tabela e escolha a fase da obra relacionada à criação dos ambientes.
 - b) Na janela de propriedades da tabela, na aba Campos, escolha e posicione, nesta ordem, os campos: Nível, Nome, Área, Perímetro, Limite mais alto, Acabamento do piso, Acabamento da parede e Acabamento do forro.
 - c) Na aba Classificar/Agrupar, defina a classificação por Nível, em ordem crescente, e marque as opções “Cabeçalho e Rodapé”. Na linha seguinte, defina a classificação por Nome, em ordem crescente. Marque também a opção “Total geral”.
 - d) Na aba Formatação, selecione o campo Nível e defina-o como Campo oculto. Depois, selecione o campo Área e, em Formatação de Campo, selecione “Calcular os totais”.
 - e) Pressione “Ok”.

Você perceberá que, em cada tabela, as poucas configurações distintas fizeram com que elas tivessem características substancialmente diferentes. Enquanto uma faz a contagem das portas da construção inteira em uma tabela compacta, a outra faz uma lista bem detalhada dos ambientes organizados por pavimento. Siga esses princípios se quiser desenvolver outras tabelas.

Por fim, vamos exportar as tabelas para que elas possam ser utilizadas pelos orçamentistas que não possuem acesso ao Revit. Para isso, simplesmente selecione a tabela e, no menu Arquivo, escolha a opção Exportar; depois, Relatórios; e opte por Tabela. O formato que o Revit exporta tabelas é, por padrão, o TXT. Como esse é um formato de texto simples, é preciso configurar a tabela para possuir elementos de separação entre as colunas, como a vírgula. Com isso, a tabela poderá ser importada por programas como o Microsoft Excel.

Orçamento do concreto

Descrição da situação-problema

Uma construtora recebeu um projeto finalizado que foi desenvolvido no Revit. Trata-se de um projeto de um edifício de apartamentos de vinte pavimentos com estrutura em concreto armado. A equipe de arquitetos e engenheiros que desenvolveu o modelo foi bastante cuidadosa com a configuração e especificação de materiais, o que pode ser verificado pelo fato de que o arquivo foi disponibilizado na íntegra.

O responsável pelos orçamentos procura você, que tem a responsabilidade de fazer o diálogo entre o projeto e a execução, para obter uma tabela bastante específica. Precisam que você produza uma planilha contendo todos os tipos de concreto da edificação e o volume total de cada um, de forma que se possa fazer uma estimativa de custos desse material.

Como fazemos para obter a informação de quantitativos de material? E como garantir que apenas os tipos de concreto sejam listados? Além disso, como fazer para que os totais e subtotais sejam calculados?

Resolução da situação-problema

Para resolver essas questões, é preciso saber que há um tipo de tabela específico para a quantificação de materiais. Essa tabela pode ser criada através da aba Vista; em seguida, do botão Tabelas; e, enfim, da opção Levantamento de material. Para criar a tabela adequada, siga os passos:

1. Como o concreto pode estar em pisos, vigas, colunas, etc., é preciso escolher a opção Multicategorias, na etapa de criação da tabela. Escolha também a fase mais avançada da obra listada.
2. Escolha, para compor a tabela, os campos “Material: Nome” e “Material: Volume”.
3. Na aba Filtro, vamos definir para que a tabela só faça constar os materiais que contêm a palavra “Concreto” em seu nome. Para isso, escolha filtrar por: “Material: Nome”, “contém”, “concreto”.
4. Em seguida, na aba Classificar/Agrupar, defina a classificação por “Material: Nome”, em ordem crescente. Também, marque a opção “Total geral” e desmarque “Itemizar cada instância”.
5. Por fim, na aba Formatação, selecione “Material: Volume” e, na formatação de campo, escolha “Calcular os totais”.

A tabela criada exibirá em cada linha os tipos de concreto e seus respectivos volumes, além do total geral de volume de concreto. Esse método contempla todas as categorias de famílias. Caso algum tipo de família deva ser excluído, para não interferir no resultado por algum motivo, pode-se utilizar o filtro para removê-la da conta.

Faça valer a pena

1. Tabelas são recursos comumente utilizados em projetos de arquitetura como forma de sistematizar informações dispersas pelo desenho. Podem ser inseridas junto aos desenhos nas folhas técnicas, portanto, há a necessidade de se cuidar para que estas possuam um bom aspecto gráfico, de forma a promover a clara compreensão das informações ali contidas.

Nas propriedades da tabela, a guia responsável por configurar fontes e espessuras de linha é:

- a) Campos.
- b) Filtro.
- c) Classificar/Agrupar.
- d) Formatação.
- e) Aparência.

2. O formato IFC, embora ainda não seja sido normatizado internacionalmente, tem sido utilizado de forma a permitir a interoperabilidade entre softwares BIM, já que cada programa possui sua própria codificação de como apresentar e relacionar os componentes modelados.

Sobre isso, pode-se afirmar corretamente que:

- a) O software IFC é o melhor do mercado, porque permite salvar os arquivos para serem utilizados também nos softwares concorrentes, como Revit ou Archicad.
- b) O IFC é uma norma consolidada e não precisa ser revisada, já que o BIM não está mais em evolução.
- c) Quase sempre os programas BIM são capazes de realizar todas as disciplinas de um projeto e da construção, mas não são utilizados dessa forma por uma deficiência na formação da maioria dos arquitetos que os operam.
- d) A interoperabilidade permite com que os diversos atores do processo de projeto e construção possam optar pelos softwares que atendem melhor às suas necessidades sem deixar de usar o mesmo modelo BIM.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

3. Um arquiteto deseja criar uma tabela capaz de sistematizar o mobiliário de um projeto de forma organizada por ambiente e agrupada pelo tipo, além disso, mostrando as informações de nome do tipo, fabricante, modelo, preço unitário e quantidade de cada móvel em cada ambiente. Para isso, ele realizou as seguintes configurações de propriedades da tabela:

1. Na aba Campos, ele adicionou os campos “Ambiente: Nome”; “Tipo”; “Fabricante”; “Modelo”; “Custo” e “Contador”.
2. Na aba Classificar/Agrupar, ele definiu a classificação prioritária por “Ambiente: Nome”, marcando a opção “cabeçalho”, e a classificação secundária por “Tipo”, sem marcar a opção “cabeçalho”.
3. Na aba Formatação, ele selecionou as opções Custo e Contador e, em formatação de campo, definiu “Calcular os totais”.

Durante a configuração das propriedades da tabela, de forma a produzir a tabela desejada, o arquiteto cumpriu adequadamente apenas as etapas:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 1 e 2.
- d) 2 e 3.
- e) 1, 2 e 3.

Renderização de perspectivas

Diálogo aberto

Caro aluno, você deve lembrar que, antes de começar o curso, talvez, nem todos os tipos de desenho de arquitetura fossem familiares a você. Plantas, elevações e cortes são desenhos que necessitam de alguma compreensão da linguagem técnica para que se compreenda a forma como são lidos. No entanto, é bastante comum vermos empreendimentos sendo anunciados ao grande público através de perspectivas fotorrealistas que antecipam a forma como aquele edifício ficará quando pronto. Ao simular uma fotografia, é muito mais acessível ao leigo do que os desenhos técnicos.

Boa parte dos investidores do edifício de uso misto que você está desenvolvendo na disciplina não são da área da construção civil e, por isso, tem certa dificuldade na compreensão dos desenhos técnicos. Especialmente para esses, será necessário adotar uma linguagem mais acessível, que explique o edifício tanto em seu aspecto final como em seu funcionamento técnico.

Por conta dessa condição, você terá que gerar uma série de perspectivas que apresentem essas informações aos investidores. Quais perspectivas serão melhores para entender as questões técnicas e quais favorecem a compreensão estética? E que tratamento você dará às imagens para que sejam atraentes? Como o Revit oferece recursos para facilitar a produção dessas peças gráficas? Como apresentar seu projeto de modo que o cliente compre seu trabalho?

Ao longo desta seção, vamos retomar alguns conceitos que você já deve conhecer, como os tipos e subtipos de perspectivas – oblíquas, cônicas, explodidas, cortadas e fotorrealistas – e discutir como cada um é útil para representar determinados aspectos do projeto. Ao mesmo tempo, veremos como o Revit oferece recursos para garantir não apenas a produção deste tipo de material mas também para manter as perspectivas consistentes com o modelo BIM. Com isso, você estará capacitado a desenvolver o seu projeto utilizando as perspectivas tanto para aprofundar questões técnicas e detalhes construtivos como para gerar imagens fotorrealistas que tragam as características visuais do projeto final. Vamos projetar!

Há inúmeras formas de se representar um projeto de arquitetura, embora não haja um único modo de representá-lo em sua totalidade. Esta afirmação é essencial para compreendermos que um projeto é, em suma, uma ideia e, como tal, acaba fadado a ser compreendido com ruídos de comunicação.

Desta forma, podemos também entender que, conforme se avança sobre as diversas formas de se representar um projeto, mais pontos são abarcados e, com isso, há a possibilidade da redução desses ruídos na comunicação dentro da equipe de projeto, com a equipe de obra ou com os clientes ou usuários da arquitetura.

Embora os desenhos técnicos, como plantas, elevações e cortes, sejam os mais habituais na constituição do conjunto de vistas da documentação de projetos, sabe-se que projetos mais complexos passam a demandar uma gama mais complexa de tipologias de desenhos, dentre estes, as perspectivas.

É muito comum entendermos as perspectivas a partir de seu potencial de aproximação visual ao projeto construído. Isso não acontece à toa, já que nós vemos o mundo em perspectiva, e não em projeções ortogonais. Por este fato, as pessoas leigas na linguagem técnica de representação gráfica em arquitetura têm muito mais facilidade em compreender o projeto desenvolvido a partir das perspectivas do que das plantas, elevações e cortes. Portanto, é uma tipologia de desenho que pode e deve ser explorada no relacionamento com os clientes.



Refleta

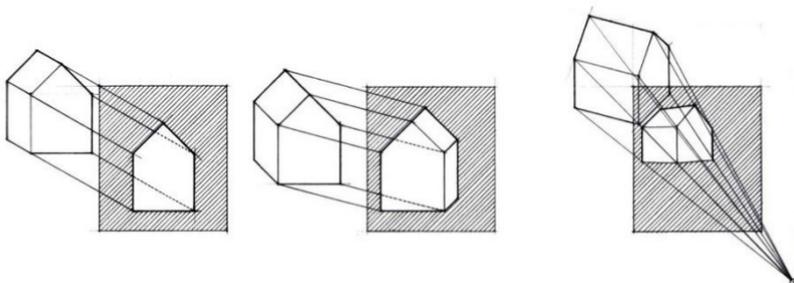
Vamos lembrar que o cliente, o construtor e o arquiteto possuem experiências próprias, o que faz com que cada um compreenda melhor o projeto a partir de um determinado tipo de material. Quanto ao cliente, quais serão as melhores formas de fazer com que ele entenda o projeto? Quais são os tipos de desenho que compreendem melhor? Qual é o tipo de tratamento que esses desenhos devem possuir?

No entanto, não devemos ver as perspectivas restritas apenas a essa função. Elas possuem, inclusive, historicamente, uma imensa capacidade de representar resoluções técnicas de montagem e espacialização de soluções construtivas.

Podemos separar as perspectivas em dois grupos principais: o das perspectivas de linhas paralelas e o das perspectivas cônicas (Figura 4.6). Sobre o primeiro tipo, Ching (2017) nos diz que as perspectivas de linhas paralelas

incluem o subconjunto de projeções ortográficas conhecidas como projeções axonométricas, bem como a classe completa de projeções oblíquas.

Figura 4.6 | Comparação entre projeção ortogonal, perspectiva de linhas paralelas e perspectiva cônica



Fonte: Ching (2017, p. 30).



Assimile

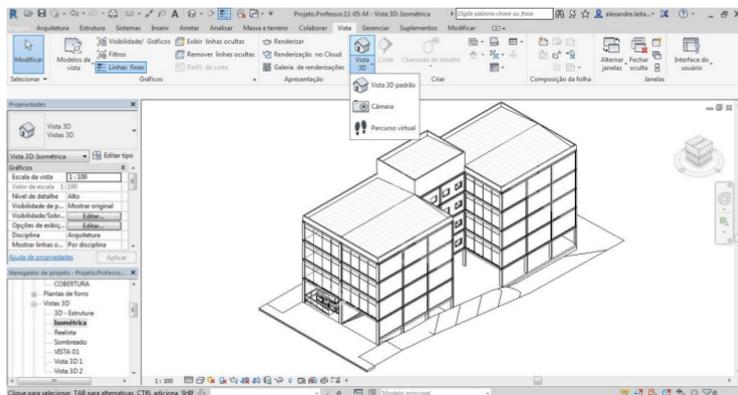
Cada um destes subtipos de perspectiva oferece um ponto de vista levemente distinto e enfatiza diferentes aspectos do objeto ou tema sendo representado. Em comum, eles combinam a precisão das medidas e do uso das escalas dos desenhos técnicos e a natureza pictórica das perspectivas cônicas. Estas, por sua vez, são a representação de volumes e relações espaciais tridimensionais em uma superfície bidimensional por meio de linhas que convergem a um ou mais pontos, conforme retrocedem na profundidade do desenho. Se, por um lado, desenhos de vistas múltiplas e vistas paralelas apresentam vistas de uma realidade objetiva, perspectivas cônicas, por outro, oferecem visões sensoriais da realidade ótica.

Como já foi dito anteriormente neste material, um projeto desenvolvido em BIM tem as suas vistas como um resultado da modelagem das diversas informações que constituem o projeto. Portanto, há consistência na relação entre essas vistas, já que são interdependentes e relacionadas. As perspectivas não estão fora desse sistema e, por causa disso, também são causa e resultado dessa modelagem. Ou seja, você pode tanto mudar uma planta e, com isso, alterar uma perspectiva, como você pode modificar elementos de uma perspectiva e afetar a planta.

No Autodesk Revit, há um conjunto de ferramentas dedicado às perspectivas, ou “vistas 3D”. Na guia Vista, há um botão chamado Vista 3D, que, ao ser clicado, abre as opções de “Vista 3D padrão”, “Câmera” e “Percurso virtual” (Figura 4.7). Enquanto o primeiro cria (por padrão) uma perspectiva de linhas paralelas, os dois últimos criam perspectivas cônicas estáticas ou

dinâmicas. É possível executar a maioria dos tipos de modelagem em vistas 3D, mas, em vistas em perspectiva cônica, você não pode adicionar anotações, mas pode usar cotas temporárias.

Figura 4.7 | Ferramentas para criação de perspectivas no Revit



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Para criar vistas 3D, abra uma vista da planta, de corte ou de elevação e siga o seguinte passo a passo:

- Clique na aba “Vista”, então, no menu suspenso, “Vista 3D” e, por fim, Câmera.
- Na barra de opções, desmarque a opção Perspectiva, caso você deseje trabalhar com uma perspectiva de linhas paralelas, ou mantenha marcada a opção para uma perspectiva cônica.
- Ainda na barra de opções, defina a escala (apenas para perspectiva de linhas paralelas) e a altura do observador em relação ao nível da planta atual (para perspectivas cônicas).
- Clique uma vez na área de desenho para colocar a câmera (observador) e clique novamente para colocar o ponto-alvo, definindo, assim, a direção da vista.

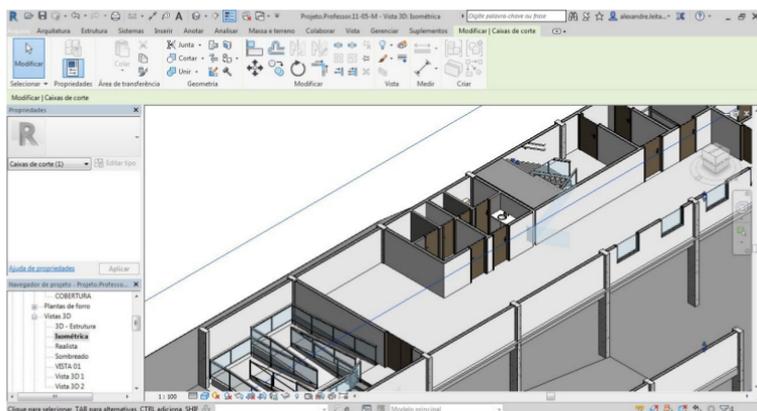
Uma coisa que você deve observar nesse tipo de vista é que ela tem a possibilidade de traduzir aspectos técnicos do projeto. Para isso, é essencial que se utilize em conjunto com a vista, assim como em outros desenhos técnicos, os recursos de anotação.

Você pode usar uma caixa de corte para limitar a porção visível de uma vista 3D, assim como nos outros desenhos técnicos. Para a perspectiva de linhas paralelas, a maioria das anotações está disponível, tal como cotas, identificadores ou texto. Algumas, entretanto, só podem ser adicionadas

com a orientação da perspectiva bloqueada. Para bloquear a orientação, há o botão “Salvar orientação e bloquear vista” na barra de controle de vista. Outros tipos de ferramenta de anotação, tal como símbolos, linhas de detalhe ou região de preenchimento, ficam indisponíveis em vistas tridimensionais.

Um recurso particularmente útil para o trabalho em vistas tridimensionais é a ativação da Caixa de Corte. Trata-se de uma ferramenta que pode ser ativada nas propriedades da vista que cria uma caixa virtual, compreendendo todo o modelo. O redimensionamento dessa caixa a partir da manipulação dos cursores fará o seccionamento do modelo, permitindo que se veja elementos internos ao edifício e, da mesma forma, permitindo a criação de desenhos mais complexos, como vistas cortadas ou cortes perspectivados.

Figura 4.8 | Vista cortada utilizando-se a ferramenta caixa de corte



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

Esse tipo de corte, de acordo com Ching (2017), combina os atributos em escala de um desenho em corte e a profundidade pictórica de um desenho em perspectiva. Assim, é possível ilustrar não só os aspectos construtivos de um projeto mas também a qualidade dos espaços configurados pela edificação.



Exemplificando

Paul Rudolph, um dos mais importantes arquitetos americanos do século XX, ficou conhecido pelos detalhadíssimos cortes perspectivados de seus projetos, feitos a mão (Figura 4.9). Imagine que você pode gerar imagens semelhantes, extremamente explicativas, a partir dos recursos que o Revit oferece.

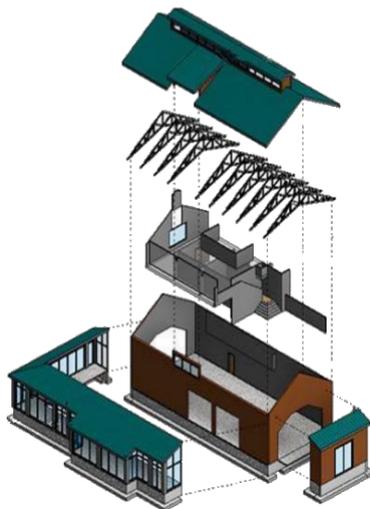
Figura 4.9 | Corte perspectivado de projeto residencial de Paul Rudolph, c. 1965



Fonte: <https://www.loc.gov/item/2003652541/>. Acesso em: 26 dez. 2018.

Outro tipo de imagem explicativa que pode ser gerada a partir das vistas tridimensionais elaboradas no Autodesk Revit são as perspectivas explodidas. Chamamos de vista expandida ou explodida o simples deslocamento de partes de uma vista de linhas paralelas para outras posições no espaço. O desenho final parece ser, conforme nos explica Ching (2017, p. 100), “a imagem congelada de uma explosão obtida no momento em que as relações entre as partes do todo estavam mais evidentes”. Para este tipo de perspectiva, o Revit utiliza o recurso de Conjunto de Deslocamentos. Este pode ser composto de um ou mais elementos, e tem um conjunto de controles de arraste, que é usado para reposicioná-lo na vista, sem que, no entanto, o objeto mude sua posição real no modelo (Figura 4.10).

Figura 4.10 | Exemplo de perspectiva explodida gerada por conjunto de deslocamentos



Fonte: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/PTB/?guid=GUID-361CD6B7-38FA-47B3-86AA-ECF8BD-0F8F40>. Acesso em: 26 dez. 2018.

Para se criar um conjunto de deslocamentos, é preciso, em uma perspectiva de linhas paralelas ou cônicas, selecionar um ou mais elementos do modelo e desenvolver o seguinte passo a passo:

- Clique na guia Modificar e, então, no botão “Deslocar elementos”. Com isso, a seleção se torna um conjunto de deslocamentos. Note que os elementos restringidos não podem ser deslocados até que as restrições sejam removidas.
- Use os controles de arraste para mover o deslocamento definido na direção desejada ou defina numericamente estes valores no painel de Propriedades.
- Edite o conjunto de deslocamentos e desenhe caminhos para ilustrar sua localização no modelo.

Outra forma importante de representação de projeto a partir das perspectivas é por meio do fotorrealismo, ou renderização. Trata-se de uma forma de apresentação do modelo que leva em consideração as propriedades físico-ópticas dos materiais do modelo e sua interação com as fontes de luz e com o observador.

Há, hoje, diversos renderizadores no mercado. Eles são programas de computador responsáveis por realizar os cálculos necessários para se produzir uma simulação visual do mundo real, com o objetivo de aproximar

o modelo geométrico desenvolvido de uma imagem mais palatável aos leigos, ou mesmo para a aferição de decisões de projeto. Há tanto renderizadores que são incorporados nos programas modeladores na forma de Plugin, tal como o V-Ray, ou que são softwares independentes, como o Lumion. Cada um destes softwares apresentará suas vantagens e limitações, mas há uma gama crescente de opções que permite ao arquiteto encontrar um renderizador com as características perfeitas às suas necessidades.

O próprio Revit possui um renderizador incorporado ao programa, o Autodesk Raytracer. Embora este não seja dos mais potentes do mercado, tem se desenvolvido e é mais que suficiente para verificações e representações mais simples (Figura 4.11).

Figura 4.11 | Perspectiva produzida com o Autodesk Raytracer



Fonte: <https://help.autodesk.com/cloudhelp/2019/ENU/Revit-DocumentPresent/images/GUID-3013746E-B14F-4353-B4E3-69A8BA492093.png>. Acesso em: 26 dez. 2018.

Para renderizar uma imagem no Revit, após preparar a vista 3D, acesse o botão Renderizar na aba Vista. Uma janela será aberta com algumas opções para a renderização. As configurações mais importantes estão relacionadas à qualidade final da imagem, com o tamanho da imagem e as questões relacionadas à iluminação e exposição fotográfica.

Antes de renderizar uma imagem, considere a real necessidade de uma imagem de alta qualidade, ou se uma imagem com qualidade rascunho é suficiente. Prefira iniciar com uma renderização de imagem em qualidade baixa apenas para visualizar o resultado das configurações iniciais. Em seguida, efetue o ajuste fino de materiais, luzes e configurações para aprimorar a imagem. Quando você chegar mais perto do resultado desejado,

será preciso usar a configuração de qualidade média para produzir uma imagem mais realista. Use a configuração de alta qualidade para produzir uma imagem final somente se estiver certo de que as aparências de renderização do material e as configurações de renderização fornecerão o resultado desejado, já que ela demandará um tempo muito alto de processamento.

Após clicar no botão “Renderizar”, na janela de configurações, o Revit inicia o processo de renderização, processando toda a imagem progressivamente. O programa exibe uma caixa de diálogo de andamento que mostra a informação sobre o processo de renderização.

Quando o processo de renderização estiver completo, será exibida a imagem renderizada na área de desenho. Se estiver satisfeito, salve a imagem renderizada como uma vista de projeto ou exporte a imagem renderizada para um arquivo.

Note que este processo é complexo e envolve inúmeros elementos do modelo, por exemplo, os materiais. Você já aprendeu como configurar os materiais no Revit e é nesse processo de configuração dos materiais que você definirá quais são as características que devem ser obtidas na simulação. Por outro lado, elementos, como luminárias, serão responsáveis, quando devidamente configuradas, por garantir a iluminação artificial da imagem. Assim como todos os outros elementos BIM, a renderização também fica vinculada ao modelo e não será produzida apenas em um aspecto cênico, divergente do projetado.

Com isso, você deve ter uma consciência mais clara de que as perspectivas possuem funções distintas em um projeto. Podem tanto ser responsáveis por um aprofundamento técnico do edifício projetado como podem auxiliar na compreensão visual de como fica o objeto finalizado. Com essa noção, procure utilizar as perspectivas para mostrar claramente como será o seu edifício, utilizando o máximo de recursos disponíveis, de forma a potencializar as informações já contidas nas plantas, elevações e cortes.

Sem medo de errar

Uma das principais questões envolvidas nesta etapa está no fato de parte dos investidores da construção do edifício não serem hábeis em compreender os desenhos técnicos deste projeto. Por causa disso, há a necessidade de se trabalhar com alguns desenhos que expliquem o projeto visualmente em seus aspectos técnicos e estéticos.

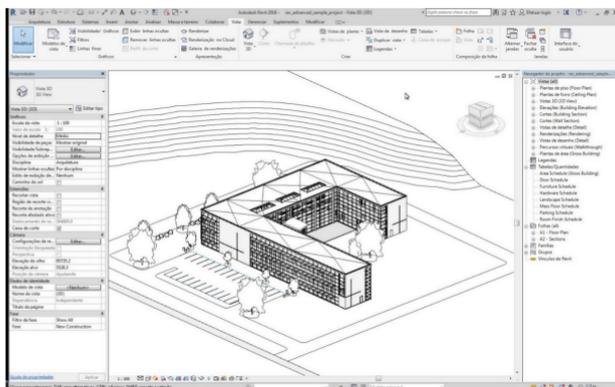
Sabemos que as perspectivas são particularmente úteis para cumprir esta função, já que traduzem em desenho aspectos espaciais da edificação projetada, mas é necessário separar as categorias de perspectiva para atender às demandas desse projeto. Utilizaremos, neste caso, perspectivas

de linhas paralelas para explicar questões técnico-constructivas, já que são um tipo de perspectiva sem distorção de escala, muito mais capaz de explicar relações de montagem. Por outro lado, para ilustrar os aspectos estéticos da construção, como a característica acabamentos, transparências, iluminação, etc., será mais eficiente utilizarmos perspectivas cônicas, preferencialmente fotorrealistas. Isso gerará imagens não apenas fiéis à futura construção, mas também atraentes ao público leigo.

Para realizar estas tarefas no fluxo de trabalho do projeto que estamos desenvolvendo, vamos separar as tarefas em dois grupos. No primeiro, faremos a elaboração de uma perspectiva de linhas paralelas explicativa da constituição do edifício. Para potencializar essa intenção, faremos uma perspectiva do tipo explodida. No segundo grupo, criaremos uma perspectiva cônica e, a partir dela, faremos sua renderização.

Para criar uma perspectiva de linhas paralelas, com uma vista de planta ativa, clique na aba “Vista”, então, no menu suspenso “Vista 3D” e, por fim, Câmera. Em seguida, na barra de opções que é ativada, desmarque a opção “Perspectiva” e defina a escala da vista. Clique na área de desenho para colocar a câmera (observador) e clique novamente para colocar o ponto alvo, definindo assim a direção da vista. Você também pode clicar diretamente na ferramenta “Vista 3D padrão”. Com a vista criada, você pode manipular a posição dessa vista com o Viewcube, que fica disponível na área do desenho.

Figura 4.12 | Perspectiva isométrica



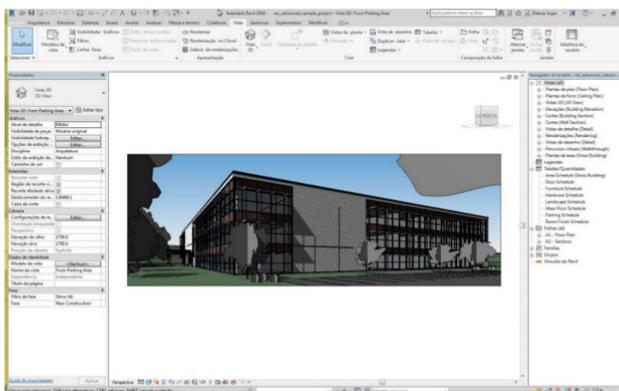
Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018 sobre modelo de exemplo.

Após definir a posição desta vista, recomenda-se que ela seja travada. Para isso, utilize a ferramenta “bloquear vista”, disponível na barra de opções de vista. Daí, busque a ferramenta deslocar elementos na aba “Modificar”. Com um ou mais objetos selecionados, clique na ferramenta e utilize as

setas de eixo para deslocar o conjunto de objetos. Nas opções do conjunto de deslocamentos, você pode optar por inserir linhas de caminho, de forma a facilitar a compreensão da posição original desses objetos. Por fim, adicione as anotações necessárias ao desenho.

Para criar a perspectiva cônica, novamente com uma vista de planta ativa, clique na aba “Vista”, então, no menu suspenso “Vista 3D” e, por fim, Câmera. Em seguida, na barra de opções que é ativada, mantenha marcada a opção “Perspectiva” e defina a altura do observador em relação ao nível da planta ativa. Clique para definir a posição do observador na planta e direcione o cone de visão para permitir a visualização da parte desejada do modelo. Se necessário, na vista criada, ajuste a dimensão da caixa de recorte.

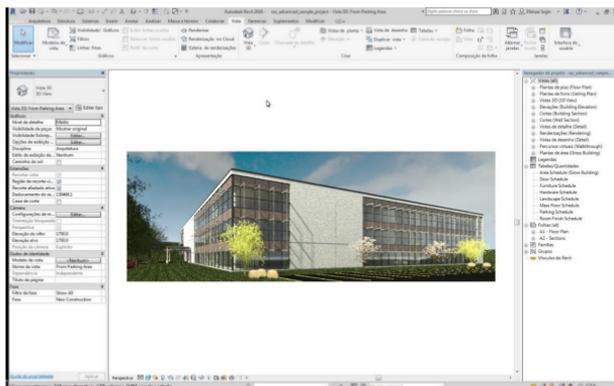
Figura 4.13 | Perspectiva cônica



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018 sobre modelo de exemplo.

Para renderizar a perspectiva, também na aba “Vista”, clique no botão “Renderizar”. Na janela que surge, defina as configurações desejadas quanto à iluminação e exposição para obter a iluminação adequada da imagem. Em um primeiro momento, será melhor utilizar a qualidade de rascunho para testar a renderização. Clique em “Renderizar” e aguarde a finalização do processamento da imagem. Avalie se o modelo está como desejado e ajuste as configurações de qualidade, iluminação e exposição se necessário. Pode ser necessária, ainda, a reconfiguração de materiais do modelo ou da posição da câmera. Não se preocupe, é preciso um certo tempo até se conseguir obter o resultado perfeito da renderização. O importante é manter um olhar estético atento aos detalhes.

Figura 4.14 | Perspectiva renderizada



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018 sobre modelo de exemplo.

A partir dessas ações, será possível gerar um conjunto de perspectivas de tipos diversos que possibilitarão a compreensão do seu projeto em seus diversos aspectos. Utilize também esses desenhos para revisar decisões de projeto que você não tenha ficado satisfeito.

Avançando na prática

Esquema de montagem

Descrição da situação-problema

Um cliente procurou o seu escritório de arquitetura de interiores com a necessidade de elaboração de um projeto para a reforma de sua sala de escritório. Havia, no entanto, uma questão primordial: ele gostaria de adicionar acabamentos e movelaria com o mínimo de tempo de trabalho e de sujeira de obra possíveis. Apesar de se constituir em uma tarefa bastante difícil, você elabora um projeto refinado, bastante detalhado, que permitirá a montagem da intervenção sem maiores incômodos ao cliente. Entretanto, há uma preocupação sua quanto à compreensão dessa montagem pela equipe de obras, uma vez que as plantas e cortes mostram a situação finalizada, e não mostram claramente a composição das peças montadas. Qual seria a melhor forma de apresentar um complemento a esses desenhos de modo que essas questões sejam compreendidas? E como se pode compor essa imagem de forma que se possa visualizar todas as peças que há na composição?

Resolução da situação-problema

Neste caso, uma perspectiva explodida seria bastante útil, uma vez que ela permitiria a visualização da intervenção peça por peça, além das suas relações entre si. Isso pode ser feito na maioria dos softwares de projeto, mas é particularmente mais fácil em plataformas BIM, como o Autodesk Revit, já que o modelo em si é uma composição de peças. Para desenvolver essa vista, bastaria que se desenvolvesse uma perspectiva e que se acessasse a ferramenta de deslocamento de elementos, de forma que se poderia deslocar as peças uma a uma e ilustrar a montagem a partir de uma perspectiva explodida. É importante, junto a isso, que essa vista também possua anotações, como textos e identificadores, de forma que a equipe de obra consiga compreender quais são as peças envolvidas nessa montagem.

Figura 4.15 | Exemplo de perspectiva explodida



Fonte: <http://cornettaarquitetura.com.br/>. Acesso em: 1º fev. 2019.

Faça valer a pena

1. Os três principais sistemas de desenho resultam do modo em que um objeto tridimensional é projetado em um plano bidimensional ou, em outras palavras, no plano do desenho. São eles: projeções ortogonais, oblíquas e cônicas. Em relação às projeções oblíquas, também conhecidas como perspectivas de linhas paralelas, pode-se dizer que:

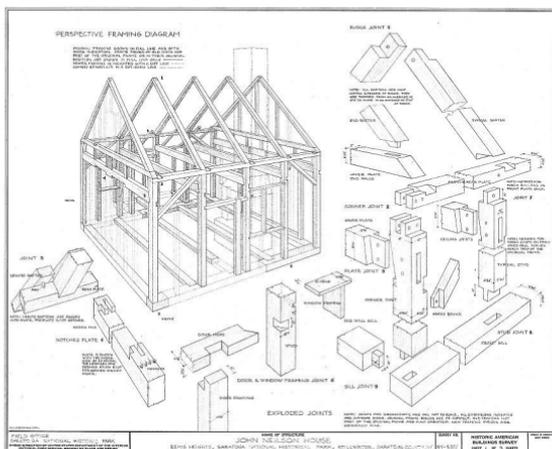
- I. As linhas projetadas são paralelas entre si e perpendiculares ao plano do desenho.
- II. É um caso especial de projeção ortogonal.
- III. As linhas projetadas são paralelas entre si e oblíquas ao plano do desenho.
- IV. As linhas projetadas ou linhas de visão convergem de um único ponto central.

Em relação a essas afirmações, estão corretos apenas os itens:

- a) I e III.
- b) II.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) IV.

2. Chamamos de vista explodida o deslocamento de partes de uma perspectiva para outras posições no espaço. A imagem a seguir mostra uma perspectiva desse tipo, explicando a estrutura de uma construção.

Figura 4.16 | Perspectiva explodida de projeto de arquitetura



Fonte: <http://www.loc.gov/pictures/item/ny1111.sheet.00001a/>. Acesso em: 26 dez. 2018.

Sobre este tipo de desenho, é correto afirmar que:

- a) Quando produzido em programas, como o Autodesk Revit, gera conflitos com o modelo, já que o deslocamento das peças nessa vista implica o deslocamento em todas as outras, uma vez que se trata de um programa que utiliza a tecnologia BIM.
- b) No Autodesk Revit, não há implicações gerar uma imagem deste tipo, pois as vistas são independentes entre si, e o que é modificado em uma não implica alterações nas outras.
- c) Para uma vista como esta ser produzida no Autodesk Revit, deve-se utilizar a ferramenta de Deslocamento de Elementos, que difere da ferramenta de Movimentação no fato de que ela desloca os elementos apenas visualmente e naquela vista, sem modificar a posição real destes no modelo.
- d) Não é possível produzir uma imagem como essa no Autodesk Revit, pois, como a tecnologia BIM faz a simulação precisa de uma construção, não se admitem representações que fogem da realidade.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

3.

“Em uma oportunidade incomum para a cidade de São Paulo, o modelo de torres isoladas é substituído pelo modelo típico de quadra europeia. Ocupando periféricamente a quadra urbana, os edifícios estão no alinhamento do lote junto à rua, conformando um pátio interno de acesso público, voltado ao lazer dos moradores do conjunto. Pontua-se a possibilidade do novo em meio à maior favela da cidade. (BISELLI; KATCHBORIAN, [s.d.], [s.p.]”

A Figura 4.17 apresenta uma vista em perspectiva de um projeto de arquitetura voltado à habitação de interesse social. Esta vista foi gerada digitalmente a partir de maquete eletrônica e, posteriormente, submetida à pós-produção em software de tratamento de imagens.

Figura 4.17 | Perspectiva digital do conjunto SEHAB Heliópolis



Fonte: <http://www.bkweb.com.br/projects/institucional/conjunto-habitacional-heliopolis/>. Acesso em: 26 dez. 2018.

Quanto à composição obtida e considerando-se o texto apresentado, pode-se afirmar:

- Em virtude do caráter comercial do empreendimento, o objetivo da imagem é cativar possíveis compradores de unidades habitacionais, tratando-se de recurso complementar às estratégias de marketing do mercado imobiliário.
- Há clara intenção de se obter fotorrealismo na produção da imagem, simulando-se com precisão os materiais e elementos de cena, ao ponto de se confundir a imagem com uma fotografia.
- Além de mostrar o edifício em si, o autor da cena tenciona transmitir uma certa situação desejada de uso, coerente com a proposta do projeto de arquitetura.
- A presença de pessoas e elementos vegetais não auxilia na compreensão das proporções de forma e tamanho da construção.
- A imagem enfatiza a situação precária do entorno, em oposição ao edifício, montando a possibilidade de se tecer críticas às contradições sociais que fazem parte das questões vinculadas ao déficit habitacional das metrópoles brasileiras.

Diagramação de pranchas e publicação de documentos

Diálogo aberto

Caro aluno, chegamos ao final da disciplina. Trata-se de um momento em que os conhecimentos obtidos e as práticas de sala de aula culminam na síntese dos conteúdos em um projeto finalizado. Da mesma forma que em um escritório de arquitetura o projeto deve ser representado em uma ampla documentação, que contenha plantas, elevações, cortes, implantação, detalhes, perspectivas, etc. Porém, um projeto não está limitado a desenhos, pedindo definições complementares, que podem ser encontradas em memoriais descritivos. Além disso, é preciso saber como organizar a documentação em um conjunto de folhas, de forma a facilitar o entendimento do projeto.

Durante a reunião de apresentação do projeto do edifício de múltiplos usos, o grupo de investidores do empreendimento solicitou da construtora uma pasta de documentos impressos e digitais que reúnam as informações apresentadas até então. Cabe a você, aqui, organizar os desenhos técnicos, perspectivas e tabelas, junto ao memorial descritivo, em folhas de projeto. Desta forma, os documentos poderão ser arquivados para posterior conferência dos investidores e, com a aplicação de recursos, a obra será enfim viabilizada. E agora? Qual conteúdo deve estar contido no memorial descritivo? Quais são as informações que deverão estar presentes nas folhas de projeto? Como você poderá utilizar o Revit para organizar os parâmetros de projeto que estão contidos nas folhas da documentação? Quais são os recursos que você possui para gerar uma documentação digital interativa, que carregue as informações que foram definidas a partir da modelagem BIM de seu edifício? E, por fim, como se faz para publicar adequadamente esse conteúdo, tanto em formato digital como em formato impresso?

Ao longo desta seção, você aprenderá alguns aspectos da elaboração de um memorial de projeto. Também, saberá como trabalhar com parâmetros de identidade do modelo no Revit, compreenderá algumas regras para a diagramação de pranchas e, por fim, publicará a sua documentação de projeto em formato DWF, pronta para a apresentação para o cliente.

Essa etapa tem como objetivo capacitá-lo a finalizar adequadamente o processo de um projeto, de forma que você saiba comunicar os aspectos técnicos e conceituais de suas criações.

Durante o desenvolvimento de um projeto de arquitetura, produzimos uma quantidade razoável de informações, geralmente traduzida em desenhos de diversos tipos. Esses desenhos traduzem as decisões de projeto e exprimem a forma com a qual a construção deve parecer, além dos elementos construtivos em si e sua relação uns com os outros.

Dependendo do porte do projeto, a quantidade de desenhos pode variar de poucas unidades até centenas ou milhares de plantas, elevações, cortes, detalhes, etc. É necessário se encontrar formas de organizar esse material todo em um conjunto de documentos que possa ser sistematizado, arquivado e consultado com facilidade.

A documentação de projeto não é apenas um manual de instruções de como a obra se realizará. Ela possui valor legal, uma vez que se atrela às responsabilidades técnicas dos profissionais. É por meio da consulta à documentação que se poderá saber se um arquiteto, por exemplo, levou em conta as Normas Técnicas de Acessibilidade ou Desempenho da Edificação para projetar aquela edificação. Caso não tenha seguido as normas, pode ser responsabilizado civil ou até criminalmente. Mas a documentação também serve para proteger o projetista, uma vez que é obrigação do cliente executar a obra de acordo com o projeto, caso contrário, o arquiteto pode se eximir da responsabilidade sobre aquela construção.

Embora haja toda uma codificação linguística para que os desenhos técnicos de arquitetura possam contemplar boa parte das informações necessárias à construção, normalmente, os projetos são acompanhados de um memorial descritivo. O memorial descritivo de projeto arquitetônico é um documento que pode trazer informações sobre o conceito do projeto, normas inerentes à construção da edificação, especificação de todos os materiais que devem ser aplicados na obra, além de outros elementos necessários à completa compreensão da proposta. Apesar do grau de complexidade desse documento, não existe um modelo normatizado para a elaboração de memoriais.

O Conselho de Arquitetura e Urbanismo, em sua definição do escopo etapas de projeto, coloca o memorial de projeto como opcional para o estudo preliminar, mas fundamental para o anteprojeto, para o projeto legal e, principalmente, para o projeto executivo. Esse memorial deve conter um texto descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais, dos componentes construtivos e dos materiais de construção (TABELAS..., 2013).

Há, portanto, uma grande quantidade de informações do projeto que não são visualizadas diretamente nos desenhos, mas que devem estar

especificadas. Em geral, são informações que aparecem, como foi mostrado, no memorial de projeto e, quando mais importantes, no carimbo das folhas de desenho técnico. O carimbo (ou quadro) é uma parte da folha de projeto, por convenção posicionado no canto inferior direito desta, responsável por fornecer informações diretas sobre o projeto e o conteúdo da folha, sem que seja necessário o desdobramento desta. Segundo a NBR 6492 (ABNT, 1994, p. 2), responsável por normatizar a representação de projetos de arquitetura, devem constar minimamente:

- A identificação da empresa e do profissional responsável pelo projeto.
- A identificação do cliente, nome do projeto ou do empreendimento.
- Título do desenho.
- Indicação sequencial do projeto em números ou letras.
- Escalas.
- Datas.
- Autoria do desenho e do projeto.
- Indicação de revisão.

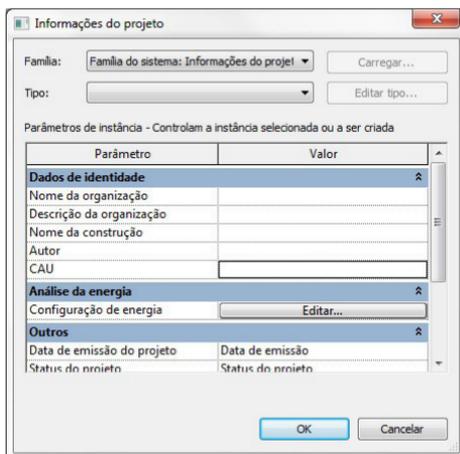
Além destes itens, junto ao carimbo, pode-se localizar informações, como escalas gráficas, descritivos de revisão, convenções gráficas, notas gerais, desenhos de referência e plantas-chave, assim como indicações de direção do norte, regime de ventos e outras que sejam relevantes à rápida compreensão do contexto do edifício projetado.

No Revit, essas informações podem ser incorporadas ao modelo por meio de uma família de sistema responsável por acumular esses parâmetros de informações de projeto. Esses parâmetros podem ser acessados por meio da aba Gerenciar, no botão Informações de Projeto.

A janela de edição de tipo é aberta, porém não é possível se criar tipos para essa família, já que não podem haver informações conflitantes sobre um mesmo projeto no modelo. Nos campos disponíveis, pode-se acessar e modificar informações, como o nome do cliente, o nome da organização responsável pelo projeto, data de emissão, status do projeto, etc. (Figura 4.18). Essas informações ficam guardadas e podem ser utilizadas para se gerar os carimbos de forma parametrizada.

No entanto, pode ser que haja mais informações necessárias para serem incorporadas que não tem um campo próprio nas informações de projeto. É possível, porém, se criar tantos campos quanto forem necessários.

Figura 4.18 | Gerenciamento de informações do projeto



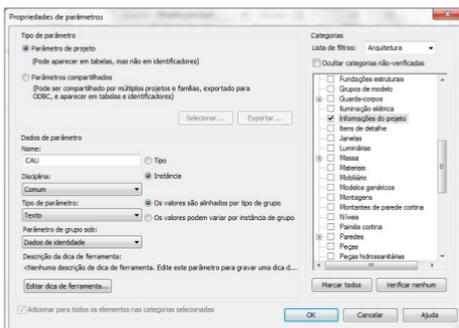
Fonte: elaborada pelo autor no Revit 2018.



Exemplificando

Durante a elaboração do projeto, um arquiteto gostaria de incorporar o seu número do CAU como uma informação. Para isso, será necessário criar um parâmetro específico para este fim, uma vez que o Revit não possui originalmente um campo nas informações de projeto para abrigar essa informação. Para isso, esse profissional acessou a ferramenta Parâmetros de Projeto, na aba Gerenciar, e adicionou à lista um parâmetro chamado “CAU”. Para este, definiu que a sua disciplina é “Comum”, seu tipo é “Texto”, está agrupado em “Dados de Identidade” e sua categoria é “Informações do Projeto” (Figura 4.19). Após confirmar a criação do parâmetro, ele passa a poder adicionar o número de seu CAU como uma informação do projeto e, inclusive, adicionar essa informação como parâmetro no carimbo das folhas de desenhos técnicos (Figura 4.18).

Figura 4.19 | Criação de parâmetro de projeto



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Revit 2018.

O navegador de projeto, como você já aprendeu, é responsável pela organização do material que foi criado no modelo BIM no Revit: vistas, Vistas, Legendas, Tabelas, etc. Ali também ficam as folhas do projeto, em uma pasta específica para organizar essa documentação. É possível se criar folhas ao se clicar sobre esse agrupamento (Folhas) com o botão auxiliar do cursor e escolher a opção “Nova folha”. Para a mesma ação, também é possível, por meio da aba Vista e, daí, do botão Folha. Este botão fica em um agrupamento de ferramentas chamado “Composição de Folha”, que possui diversos recursos para auxiliar na criação e elaboração das folhas de projeto, tais como a inserção de blocos de margem e carimbo, de linhas coincidentes, referências de vista, eixos-guia para a organização das folhas, controle de emissões e revisões, etc.

Ao se criar uma nova folha, o programa pede para que se escolha o bloco de margens e carimbo. Esse tipo de família é importante não apenas para você saber qual o seu limite para a diagramação da folha mas também para a configuração das exportações e das impressões. Você pode selecionar o bloco a partir da lista exibida ou carregar uma família desta categoria. Em geral, famílias de margens são configuradas para possuírem tipos correspondentes às folhas do padrão ISO (A0, A1, A2, A3, etc.). No entanto, é comum que o arquiteto constitua seu próprio carimbo, uma vez que é uma parte da folha que, em geral, trará elementos como o logotipo do escritório e outras necessidades específicas. Nada impede, porém, que se utilize uma família de carimbo genérica para essa situação, desde que estejam contidas as informações previstas em norma que já foram citadas aqui.



Assimile

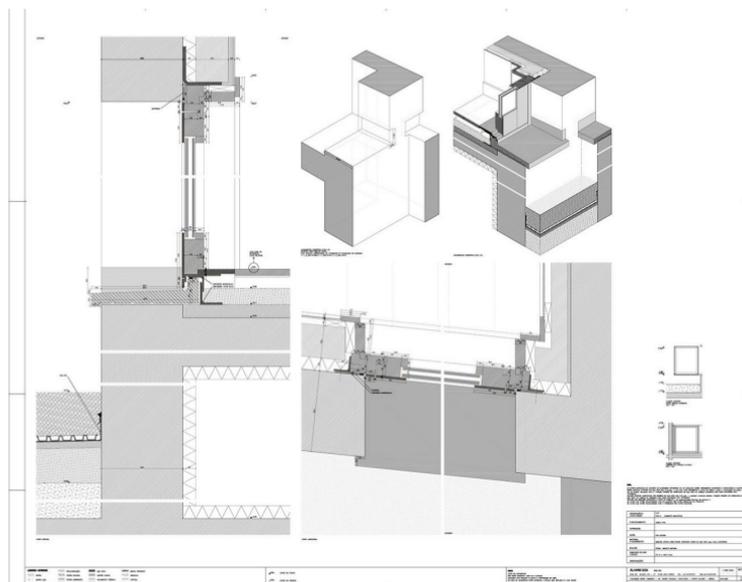
Ao se criar uma família de margens e carimbo, não há nenhuma grande novidade em relação ao que você já aprendeu anteriormente, no entanto há duas particularidades.

A primeira é que o arquivo modelo de família traz apenas elementos bidimensionais, limitados por quatro planos de referência, que serão os limites da impressão. Estes devem estar vinculados aos limites das margens das folhas, caso contrário, a impressão sairá errada.

A segunda é que o carimbo traz duas categorias distintas de texto: uma são os textos propriamente ditos, que são imutáveis no modelo; e a outra são as legendas. Legendas são um tipo de anotação, que fica vinculado a um parâmetro de projeto, ou seja, ele traz a informação obtida dos parâmetros de projeto existentes, como “Autor do projeto”, “Número da folha”, “Título do desenho”, “Data de emissão”, etc. O uso de legendas cria uma folha parametrizada, sempre com informações consistentes em seu carimbo.

viabilizar tecnicamente as decisões no canteiro (Figura 4.21). Por causa disso, é imperativo que seja tratado de forma objetiva, quase como um manual de instruções de como a obra deve ser erguida. Nesse caso, recomenda-se uma organização de forma que os elementos sejam facilmente localizados, com os tipos de desenho agrupados em uma ordem lógica, em geral, começando nas escalas mais abrangentes e aproximando até os detalhes. É comum que uma mesma folha possua mais de uma vista, quando possível, mas de forma que os desenhos não se sobreponham de forma a gerar conflito nas informações.

Figura 4.21 | Folha de detalhes do projeto da Fundação Iberê Camargo, Arq. Álvaro Siza



Fonte: <https://mdc.arq.br/2010/12/07/fundacao-ibere-camargo-porto-alegre-rs/>. Acesso em: 28 dez. 2018.

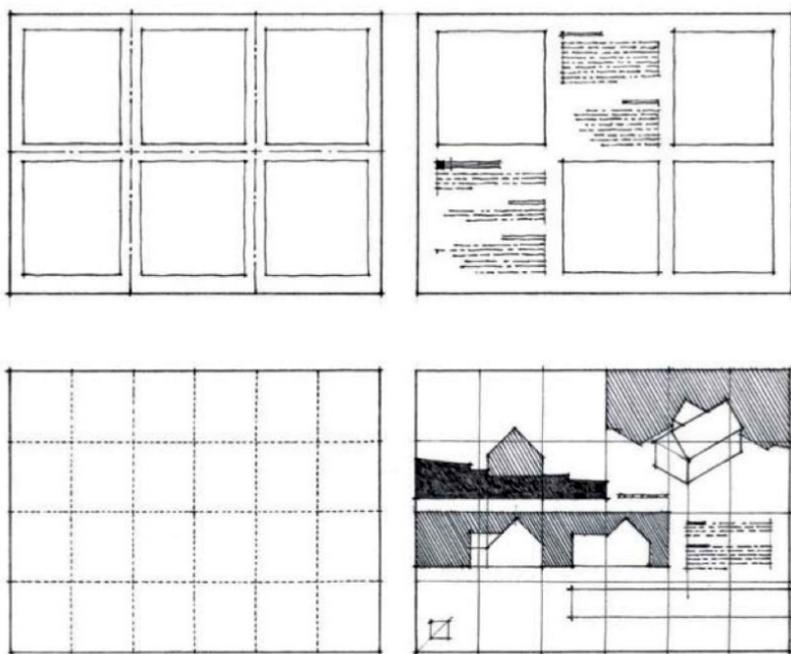


Pesquise mais

Projetos complexos pedem desenhos complexos, porém com diagramações e organização de folhas precisa e rigorosa. Um bom profissional pensará na sua documentação de forma simples e objetiva, independentemente do projeto que esteja desenvolvendo. Estude as formas como o escritório do arquiteto Álvaro Siza Vieira organizou a complexa documentação do projeto executivo da Fundação Iberê Camargo, em Porto Alegre.

Noutra chave de leitura, podemos entender também a necessidade de as pranchas comunicarem de forma equilibrada aspectos conceituais, estéticos e técnicos de um projeto de arquitetura. Normalmente, será assim em projetos apresentados a um público maior, que pode compreender profissionais da área ou pessoas leigas. É o caso de pranchas voltadas à apresentação de projetos em concursos e concorrências, em exposições de arquitetura ou mesmo ao cliente em etapas preliminares. Nesse caso, é comum mesclar, no espaço da folha, informações complementares, de forma orgânica – porém organizada – e de modo visualmente atraente, por meio de um bom design gráfico do espaço da folha. Ching (2017) sugere o uso de uma malha que forneça maior flexibilidade na distribuição de uma série de desenhos e textos informativos, em um painel ou uma série de pranchas. O sentido de ordem criado pela malha permite que uma grande variedade de informações seja apresentada de maneira uniforme. Essa malha pode ser quadrada ou retangular, uniforme ou irregular. Pode-se expor desenhos, diagramas e textos em molduras ou caixas individuais, mas pode-se ocupar mais de uma caixa ou moldura com informações que merecem mais destaque (Figura 4.22).

Figura 4.22 | Esquemas de diagramação de folhas de projeto



Fonte: Ching (2017, p. 214).



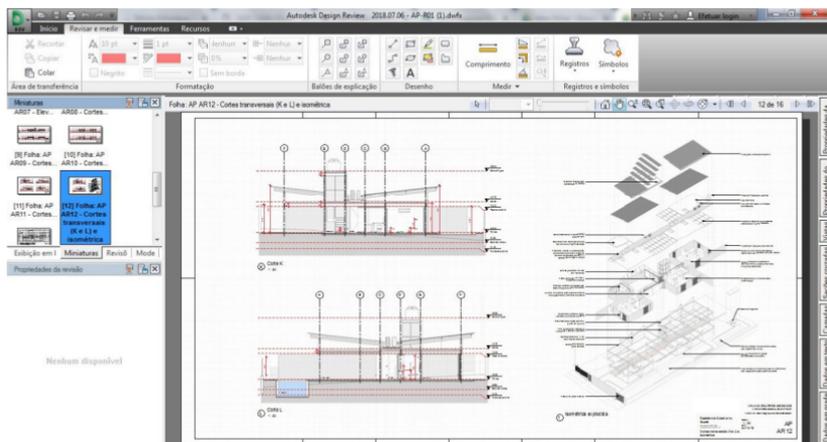
Refleta

Pensar pranchas com tipos de informação diversos é um recurso muito útil para comunicar ideias rapidamente, mas é uma tarefa que demanda planejamento e reflexão. Como você pode organizar a narrativa da apresentação de forma coesa? Quais elementos são melhores para serem apresentados primeiro? E por último? Como pode-se relacionar, em uma mesma prancha, uma planta, um corte e uma perspectiva, de forma a potencializar a informação contida nesses três desenhos? Que tipo de informação adicional pode ser inserida para auxiliar na compreensão do projeto?

Ao final da diagramação, será necessário realizar a exportação ou impressão das folhas de projeto. Como ainda é razoavelmente difícil um escritório de pequeno porte (ou um estudante) possuir uma impressora de grandes formatos ou plotter próprios, costuma-se enviar os arquivos exportados para uma gráfica especializada para que a impressão possa ocorrer da forma adequada. Para isso, é necessário realizar a exportação dos arquivos para um formato de alta fidelidade de reprodução, que não distorça informações contidas nas folhas e não permita perdas de dados na transição de formato, ou seja, que garanta a sua portabilidade. Um formato muito conhecido desse tipo é o *Portable Document Format*, ou PDF.

A Autodesk, no entanto, desenvolveu um formato semelhante para atender a necessidades específicas dos projetos desenvolvidos em seus softwares. Trata-se do DWF ou DWFx (versão mais recente do formato). Esse formato traz não apenas as informações gráficas das folhas mas também pode carregar informação associada, quando gerada a partir de uma plataforma BIM, como o Revit. Ou seja, uma parede pode ser clicada e exibir detalhes sobre aquele componente. Em alguns casos, pode-se exportar até a representação 3D de modo manipulável, de forma que o operador possa aplicar zoom, rotacionar e mover o modelo. O visualizador padrão deste formato é o Autodesk Design Review, programa gratuito, mas pode ser exibido até por meio do navegador de internet, aumentando o potencial de interação com os clientes e parceiros do projeto (Figura 4.23).

Figura 4.23 | Interface do Autodesk Design Review



Fonte: elaborada pelo autor no Autodesk Design Review.

Com os recursos e conhecimentos aqui mostrados, é possível apresentar um projeto de forma bastante clara e abrangente, não apenas garantindo que os desenhos técnicos sejam exibidos, mas potencializando toda a informação ao se agregar dados diversos às folhas. Lembre-se de que montar a documentação de um projeto é muito mais do que simplesmente plotar os desenhos. É preciso organização e planejamento para que informações valiosas não se percam no caminho.

Sem medo de errar

Você tem a tarefa de produzir um conjunto de documentos capaz de explicar as decisões de projeto, tanto as conceituais quanto as técnicas. Dentre esses documentos, deve estar presente um memorial descritivo.

Um memorial tem como objetivo apresentar tanto os aspectos conceituais como as especificações técnicas de um projeto, embora deva ser direcionado ao último em um projeto executivo. Procure introduzir o material explicando sua função e seu escopo. O memorial de projeto, geralmente, começa com os dados da obra, ou seja, o objeto do projeto, o nome do proprietário e o endereço exato em que será executada a obra. Além disso, dados relacionados à legislação urbanística também devem estar presentes, como o número da inscrição imobiliária, o total da área construída e a taxa de ocupação. Junto a esses dados devem ser listados os nomes de todos os profissionais envolvidos na elaboração do projeto com seus respectivos números de inscrição nos órgãos profissionais, como o CREA ou o CAU.

Em seguida, na forma de capítulos (no caso de memoriais mais longos e complexos) ou itens (no caso dos mais sucintos), descreva os elementos de obra na ordem em que as etapas ocorrerão. Um exemplo comum de organização de memorial é por meio dos seguintes itens: introdução, convenções preliminares, instalação da obra, limpeza do terreno, terraplenagem, locação da obra, fundações, execução da estrutura, impermeabilizações, paredes, coberturas, revestimentos de paredes, revestimentos de pisos, forros, peitoris e soleiras, rodapés, esquadrias de portas e janelas, portões, ferragens, portas, vidraçaria, pintura, louças sanitárias, metais sanitários, interruptores e tomadas, serviços externos e limpeza de obra.

Em relação ao conteúdo presente nas folhas de projeto, podemos tirar como base o que a norma de representação de projetos arquitetônicos nos diz em relação ao conteúdo na fase de Anteprojeto, a qual você deve ter conseguido atingir neste momento. A norma nos fala que deve constar a planta de situação, com as simbologias gráficas, curvas de nível, indicação de norte, vias de acesso ao conjunto, indicação de áreas a serem edificadas, denominação dos edifícios, construções existentes (se houver), escalas e notas gerais; a planta de locação, também com as simbologias gráficas, sistemas de coordenadas referenciais, indicação de norte, elementos do terreno, como vias de acesso, estacionamentos, platôs e taludes, indicação dos limites da edificação, recuos e afastamentos, eixos do projeto amarrados a um ponto de referência, escalas e notas gerais; plantas dos pavimentos, com as simbologias, eixos, sistema estrutural, cotas entre eixos, parciais e totais dos ambientes, caracterização dos elementos de projeto, como fechamentos, circulações, coberturas e acessos, marcação de projeções, indicação de níveis, denominação dos compartimentos, marcação de cortes e fachadas, etc.; cortes indicando os sistemas estruturais, cotas verticais, cotas de nível em osso e acabamento em todos os pisos, caracterização dos elementos de projeto, denominação dos compartimentos seccionados, etc.; e fachadas ou elevações. Além desses elementos normatizados, coloque as tabelas que foram criadas ao longo do projeto (esquadrias, ambientes e o que mais for conveniente), os detalhamentos e as perspectivas, tanto as técnicas (isométrica explodida, por exemplo) como as ilustrativas (cônica renderizada).

Na distribuição ao longo das folhas, procure agrupar assuntos similares ou desenhos que possuam relação entre si. Para desenhos com muita informação, como plantas, procure manter apenas uma por folha, mas em cortes, elevações e detalhes; se possível, agrupe mais de uma vista na mesma folha. Mantenha alinhamentos e distribua os desenhos de forma que não fiquem sobrepostos, e que não sobrem grandes áreas em branco no papel.

Você poderá utilizar os recursos do Revit para facilitar a inserção de dados. Utilize um carimbo parametrizado, de forma que se obtenha as informações dos parâmetros de projeto, assim você não precisará preencher várias vezes a mesma informação.

Revise cuidadosamente o material adicionado. Confira legendas, títulos, códigos e outros elementos. Verifique se as escalas estão sendo suficientes para o leitor compreender a construtibilidade do edifício e se as anotações não estão apinhadas. Se necessário, refaça ou adicione desenhos.

Ao final, exporte as folhas no formato DWF. Para isso, na guia Arquivo, procure o conjunto Exportar e, então, a opção DWF/DWFX. Na janela que abre, escolha para exportar o conjunto de folhas e vistas da sessão e selecione na lista apenas as folhas do projeto. Clique em “Avançar” e nomeie o seu arquivo. Com isso, você terá um único arquivo com todas as suas folhas, que incorpora os parâmetros e as informações de seu modelo BIM. Abra o arquivo no Autodesk Design Review para verificá-lo. Se necessário, retorne ao Revit, corrija erros e exporte novamente. Para imprimir, use a opção para este fim no próprio Revit ou no Design Review e configure as páginas de acordo com as propriedades da impressora disponível.

Avançando na prática

Compartilhamento de projeto

Descrição da situação-problema

Uma empresa sediada em uma cidade a 300 km de distância do seu escritório de arquitetura está buscando implantar uma filial em sua cidade. Como o seu escritório trabalha tanto com o projeto de arquitetura como com a administração da obra, os sócios dessa empresa acharam que seria interessante contratá-lo para conceber e construir essa nova sede filial.

No entanto, com a distância, há uma certa resistência dos clientes em realizar reuniões semanais presenciais. Vocês chegam ao acordo de que será possível fazer essas reuniões por videoconferência, mas você precisa apresentar uma forma de compartilhar com essas pessoas o projeto, sem prejuízos no entendimento do conteúdo, para poder fazer essas reuniões a distância. Qual recurso permitirá a você desenvolver o projeto ao mesmo tempo em que compartilha informações periódicas? Os leitores do projeto terão condições de realizar comentários sobre os desenhos? E como você fará para garantir que eles possam interagir com o modelo tridimensional, de forma a melhorar a compreensão?

Resolução da situação-problema

Há alguns anos, a Autodesk formulou uma extensão de arquivos – o DWF – que permite não apenas compactar as informações de um modelo BIM, como também incorporar informações contidas nos parâmetros de projeto. Embora seja mais utilizado para a distribuição de arquivos em projetos finalizados, o DWF permite que qualquer vista (plantas, cortes, elevações, perspectivas, etc.), tabela ou mesmo o modelo 3D interativo sejam acessados por qualquer pessoa, além de permitir que se façam anotações sobre os desenhos sem a alteração do modelo BIM original.

O compartilhamento é possível tanto a partir do compartilhamento do arquivo em si como por meio de plataformas de colaboração a partir de sistemas em nuvem, que permitem a visualização até via celular. Essas e outras facilidades, somadas a reuniões em videoconferência, permitirão o desenvolvimento do projeto com poucas reuniões presenciais sem prejuízo aos fluxos de trabalho.

Faça valer a pena

1. Há um conjunto de documentos que deve ser emitido por um arquiteto ao final do processo de projeto. Esse conjunto, além de contemplar todos os desenhos técnicos em diversas folhas que abrangerão as plantas, cortes, elevações, ampliações, detalhes, etc., espera-se que possua um memorial descritivo de projeto arquitetônico, essencial para a boa execução da obra.

Um memorial descritivo de projeto arquitetônico pode ser:

- I. Um documento que apresenta os aspectos construtivos de uma obra em linguagem textual.
- II. Um conjunto de lembretes para a organização da obra.
- III. Um conjunto de itens ou capítulos organizados de acordo com as etapas da obra.
- IV. Um contrato comercial de prestação de serviços de arquitetura.
- V. Um conteúdo que auxilia a equipe de obra a tomar decisões.

Dos itens listados, estão corretos apenas:

- a) I e II.
- b) I, II e III.
- c) II, III e V.
- d) I, III e V.
- e) IV e V.

2. É essencial que, em um projeto de arquitetura, se utilize das normativas e convenções para que se produza a documentação técnica do projeto, o que inclui a elaboração das folhas de projeto. Sobre a organização de folhas de projeto, pode-se afirmar que:

- I. Por norma, as dobras devem fazer com que uma folha, independentemente de suas dimensões, fique do tamanho de uma folha A4, de forma a facilitar o arquivamento do projeto.
- II. O carimbo fica do lado direito da folha, no canto inferior, para que possa ser lido sem a necessidade de se desdobrar ou desenrolar a folha por completo.
- III. As informações contidas no carimbo têm como objetivo comunicar dados básicos da obra, dos autores e responsáveis, além de informações gerais sobre os desenhos contidos, como nome e escala.
- IV. Um corte sempre deve estar na mesma folha que a planta que o indica. Por isso, o Revit exige que se insira pelo menos uma planta em cada folha.

Estão corretas as alternativas:

- a) I, II e IV.
- b) I, III e IV.
- c) II, III e IV.
- d) I, II e III.
- e) I, II, III e IV.

3. A Figura 4.24 mostra um conjunto de pranchas produzidas para um concurso de projetos de arquitetura para um agrupamento de edifícios de uso misto em Sol Nascente, no Distrito Federal. Um concurso de projetos é realizado para se escolher a melhor e mais adequada proposta para uma determinada demanda, sendo que o júri não tem acesso antecipado à autoria de cada projeto. Cada equipe envia um conjunto de pranchas que deverá representar o seu projeto e convencer o júri de que é a proposta que deve ser escolhida para a construção.

Figura 4.24 | Pranchas de projeto para edifícios de uso misto em Sol Nascente



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/uploads/concourse/candidate/files/8153557f20f312b0303ceb52539704fe.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos, assinale a alternativa que contém a afirmação correta.

- a) O arranjo das pranchas segue as mesmas normativas que os desenhos técnicos voltados para a execução de obras e, por isso, é necessário o agrupamento de desenhos do mesmo tipo.
- b) A organização das pranchas de um concurso deve privilegiar tanto uma leitura rápida quanto o aprofundamento da proposta, já que o júri tem pouco tempo para selecionar os projetos em uma primeira análise, mas deve privilegiar, no final, os que apresentam melhor fundamentação.
- c) Como se trata de um tipo de projeto voltado apenas à apresentação de uma proposta conceitual, as pranchas não têm a necessidade de atenderem às demandas técnicas de um projeto de arquitetura.
- d) O alinhamento de elementos a partir de uma malha gráfica cria uma interface de leitura tediosa e deve ser evitada, sendo preferível uma organização orgânica, com a maior interação possível entre os diferentes desenhos apresentados.
- e) Independentemente do conteúdo apresentado, as plantas sempre devem se sobressair aos demais elementos, já que é o tipo de desenho mais importante para se compreender um projeto de arquitetura.

Referências

- ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.102>. Acesso em: 1º dez. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BISELLI, M.; KATCHBORIAN, A. **SEHAB Heliópolis (memorial de projeto)**. [s.d.] Disponível em: <http://www.bkweb.com.br>. Acesso em: 26 dez. 2018.
- CHING, F. D. K. **Representação gráfica em arquitetura**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM**: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- GIESECKE, F. E. *et al.* **Comunicação gráfica moderna**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MANZIONE, L. **O IFC é muito mais que um formato de arquivo**. 2016. Disponível em: <https://www.coordenar.com.br/o-ifc-e-muito-mais-que-um-simples-formato-de-arquivo>. Acesso em: 1º dez. 2018.
- TABELAS DE HONORÁRIOS DE SERVIÇOS DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. Disponível em: http://www.iabsp.org.br/tababela_honorarios.pdf. Acesso em: 19 dez. 2018.

ISBN 978-85-522-1361-1



9 788552 213611 >