



KLS

Projeto Arquitetônico para Engenharia Civil

Projeto Arquitetônico para Engenharia Civil

Bárbara Gonçalves Guazzelli

© 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

André Baltazar Nogueira

Carlos Alberto Cenci Junior

Editorial

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Guazzelli, Bárbara Gonçalves

G919p Projeto arquitetônico para engenharia civil / Bárbara Gonçalves Guazzelli. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

168 p.

ISBN 978-85-522-1433-5

1. Projeto arquitetônico. 2. Modelagem 3D. 3. BIM.

I. Guazzelli, Bárbara Gonçalves. II. Título.

CDD 620

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 residência unifamiliar	7
Seção 1.1	
Projeto arquitetônico: elementos da arquitetura e processo de projeto	9
Seção 1.2	
Projeto arquitetônico: programa de necessidades e legislação urbanística.....	21
Seção 1.3	
Projeto arquitetônico: setorização, fluxograma e pré-dimensionamento dos ambientes.....	32

Unidade 2

Interface BIM: Ferramentas e Processos	47
Seção 2.1	
Projeto arquitetônico: introdução ao software Revit	49
Seção 2.2	
Projeto arquitetônico: operações com terrenos.....	59
Seção 2.3	
Projeto arquitetônico: locação e sistemas construtivos	71

Unidade 3

Interface BIM: elementos de composição	83
Seção 3.1	
Projeto arquitetônico: inserção de parâmetros de materiais.....	84
Seção 3.2	
Projeto arquitetônico: conceito de família e tipo	97
Seção 3.3	
Projeto arquitetônico: anotações e setorização.....	109

Unidade 4

Interface BIM: extração de informações	123
Seção 4.1	
Projeto arquitetônico: extração de relatórios.....	124
Seção 4.2	
Projeto arquitetônico: diagramação de pranchas e plotagem	136
Seção 4.3	
Projeto arquitetônico: apresentação final	150

Palavras do autor

Olá, Aluno! Seja bem-vindo à disciplina de Projeto Arquitetônico para Engenharia Civil. Durante seu estudo é importante que você tenha em mente que hoje um bom profissional da área da construção civil define projetos racionalizados e funcionais. Para o desenvolvimento de um projeto de arquitetura adequado, é essencial que alguns tópicos sejam bem observados, como o dimensionamento dos ambientes, que deve considerar ao máximo o conforto do usuário, e o melhor aproveitamento de ventilação e iluminação naturais. Além disso, questões relativas à legislação vigente também fazem parte do processo de tomada de decisões sobre um projeto, como o código de obras ou a norma dos bombeiros.

No decorrer da primeira unidade, você será orientado sobre como esse processo deve ocorrer enquanto desenvolve o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar. Além da análise de condicionantes climáticas e o estudo do processo de projetar, também serão trabalhadas questões relativas à legislação, fluxograma e dimensões espaciais. Já na segunda unidade do nosso material, estudaremos conteúdos relacionados à tecnologia BIM, e você terá a oportunidade de idealizar o seu projeto na interface Revit, com a modelagem do terreno em que está trabalhando e a definição do sistema estrutural da edificação.

A Unidade 3 da disciplina aprofunda o uso do *Building Information Model* (BIM) ao discutir volumetrias, dimensionamento dos espaços e composição de fachadas aliados ao uso da interface Revit. Você vai entender como construir componentes do modelo que vai ser desenvolvido e definir seus materiais. Por fim, a quarta unidade vai trabalhar com a extração de informações do modelo que você criou, como tabelas e quantitativos. Também serão demonstradas formas de apresentação do seu projeto, discutidas por meio da diagramação de pranchas de desenho, renderização de perspectivas e elaboração de memorial construtivo.

O conhecimento sobre o projeto arquitetônico é essencial para a carreira do engenheiro civil, visto que essa é uma área que aborda inúmeras questões relativas ao objeto construído. Por isso, é importante que seu estudo nesta disciplina seja complementado por pesquisas e iniciativas próprias sobre o assunto. Bons estudos!

Unidade 1

Projeto arquitetônico de residência unifamiliar

Convite ao estudo

Bem-vindo à primeira unidade do seu curso! Durante sua duração, nós iremos conhecer diversos pontos essenciais que devem ser considerados para a definição de um projeto arquitetônico. Segundo uma pesquisa do Datafolha (CAU/BR, 2015, [s.p.]), encomendada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), entre os benefícios que o projeto arquitetônico pode trazer, foram citados pelos entrevistados a segurança que o profissional pode transmitir ao acompanhar o processo, além do custo-benefício, já que um bom projeto evita erros, desperdício de materiais e tempo.

Aluno, partindo dos pontos levantados nesta disciplina, nós iremos tratar de questões que são próximas à realidade da sua atividade profissional. Para isso, imagine que você trabalha em um escritório que realiza projetos residenciais e está em uma reunião com um novo cliente, discutindo as ideias iniciais para a proposta de sua casa. Tenha em mente que os primeiros contatos com ele são fundamentais para o embasamento de uma relação de confiança profissional. Dê vazão aos tópicos trazidos por ele e atente-se a todos os desejos relatados. Lembre-se que na nossa disciplina vamos projetar uma residência, mas seu cliente, na realidade profissional, pode procurar o seu trabalho para outros tipos de uso, para uma edificação que não seja residencial, por exemplo, ou até tratar-se de um cliente jurídico.

Vamos supor que durante as conversas com o seu cliente ele manifestou o desejo por uma residência térrea de 200 m². O terreno que ele possui para a construção desse empreendimento tem aproximadamente 300 m². Durante a conversa que você teve com ele em sua empresa, ficou acordado que o projeto deve abrigar sala de estar, sala de visitas, cozinha, dormitório para casal e um banheiro. A área externa deve abrigar uma piscina. As áreas de lazer comumente valorizam o imóvel, por isso é importante que tenham o mesmo tratamento que os espaços internos e não sejam pensadas como áreas que sobraram no seu projeto.

Para que você saiba lidar com pontos fundamentais do projeto arquitetônico, durante as seções que serão trabalhadas nesta unidade, você irá entrar em contato com questões elucidativas, como elementos arquitetônicos, a determinação do programa de necessidades, a legislação urbanística envolvida, os acessos e fluxos da edificação e o pré-dimensionamento

dos ambientes. De posse do conhecimento sobre o que é fundamental no processo de projeto, você terá como resultado nesta unidade a definição de um projeto arquitetônico residencial. Vamos começar?

Projeto arquitetônico: elementos da arquitetura e processo de projeto

Diálogo aberto

Aluno, nesta seção nós iremos vivenciar os passos iniciais do processo de projeto arquitetônico. Imagine que você está em reunião com um novo cliente e você pergunta a ele quais são suas expectativas com relação ao projeto arquitetônico residencial que será desenvolvido. Durante essa entrevista, ele relatou que na sua atual residência a temperatura não contribui para o conforto da sua família: no verão ela é muito quente e no inverno ela é muito fria. É comum que os clientes tragam experiências prévias sobre as edificações que frequentam, sejam elas positivas ou negativas. Por isso, imagine que a maior preocupação que ele apresentou durante as primeiras reuniões foi a possibilidade da casa nova não apresentar adequação às questões relacionadas ao conforto térmico. Para isso você deve estar ciente da orientação solar e ventos predominantes sobre o lote de implantação enquanto pensa o projeto. Faz parte do processo de desenvolvimento inicial de um projeto arquitetônico residencial que seu cliente faça sugestões e contribua com informações sobre sua rotina doméstica, de maneira que você possa acatar e incluir nos seus desenhos ou modelo.

Outro pedido que vem se mostrando cada vez mais regular é um espaço de home office na residência. Como as tecnologias estão possibilitando cada vez mais o contato rápido e direto entre as pessoas, hoje é comum que muitos profissionais optem por trabalhar em casa, em períodos integrais ou parciais. Seu cliente tem um escritório de advocacia e trabalha em sociedade com sua esposa, por isso é importante que eles tenham a conveniência de também trabalhar em casa. Considere a melhor solução para que os dois tenham acesso a esse conforto no seu projeto.

Como desenvolver um projeto residencial que atenda a todos os pontos colocados pelo seu cliente? Esse é o momento para elaborar inúmeras propostas que relacionem os dados colocados. Faça um projeto residencial pensando em todas as informações fornecidas na reunião. Você pode utilizar desenhos feitos à mão e modelos computacionais para avançar nas primeiras propostas projetuais até que se defina uma que atenda às necessidades colocadas pelo seu cliente. Lembre-se que esse processo é fundamental para a determinação de um projeto, portanto, teste soluções diferentes para o mesmo problema. Não se esqueça de levar em consideração os pontos levantados nesta seção para o completo sucesso do seu esforço.

Olá aluno! Nesta seção, vamos começar nossos estudos compreendendo o processo do projeto arquitetônico. Ching e Eckler (2014) afirmam que o processo de projeto não é um método, pois o método implica resultados que podem ser previstos de alguma maneira. Na verdade, o processo de projeto é uma exploração composta por uma série de ações por meio das quais o profissional testa diferentes soluções para a proposta colocada. Saiba que esse trajeto não é linear, pois o ideal é que considere sucessos e fracassos de tentativas anteriores e que se utilize de ideias similares. Para isso, você, como profissional, pode se utilizar de ferramentas, tais como desenhos técnicos, croquis e maquetes, além de softwares computacionais que auxiliam no desenvolvimento da melhor proposta projetual.

O croqui, como mostra a Figura 1.1, ou desenho de estudo, é uma das principais ferramentas que você pode utilizar antes de pensar o seu projeto no computador. De natureza especulativa, quando colocamos as ideias no papel, novas percepções podem surgir, o que leva a possibilidades antes não observadas (CHING; ECKLER, 2014).

O uso do computador no processo de projeto, por outro lado, nos fornece ganhos do ponto de vista técnico, pois permite ao profissional a representação de uma edificação com exatidão e agilidade, não importando se o projeto assume uma forma racional ou orgânica. Além disso, os softwares possibilitam estudos de desempenho térmico, orçamento, organização das etapas construtivas, construção do canteiro de obras, entre outros. Atualmente, a plataforma BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem na Informação da Construção) tem caminhado para sua popularização no meio profissional da construção civil. Ela permite que você acompanhe os projetos em todo o seu ciclo de vida, desde viabilidade, passando por desenvolvimento, até chegar à etapa de planejamento de obras.

Figura 1.1 | Croqui de projeto arquitetônico



Fonte: <https://bit.ly/2MoZBbz>. Acesso em: 22 ago. 2018.



Exemplificando

Alguns arquitetos são conhecidos pelos desenhos que desenvolveram durante suas carreiras. Um deles é o arquiteto norte-americano Frank

Lloyd Wright, cujos desenhos executados à mão são fiéis às obras construídas, como mostra a Figura 1.2.

Figura 1.2 | Perspectiva da Casa da Cascata de autoria de Frank Lloyd Wright



Fonte: <https://goo.gl/wZZspx>. Acesso em: 22 ago. 2018.

tidos pelo computador. Os edifícios que projetava assumem formas orgânicas, não lineares, muitas vezes apenas possíveis de serem projetados com o auxílio computacional. O arquiteto Frank Gehry, canadense naturalizado norte-americano, também entra nessa categoria ao utilizar a tecnologia no seu processo de projeto. Observe na Figura 1.4 o projeto mais conhecido do arquiteto.

Figura 1.4 | Museu Guggenheim de autoria de Gehry Partners



Fonte: <https://goo.gl/J7smeo>. Acesso em: 22 ago. 2018.

Outra arquiteta cujos croquis são famosos é a Lina Bo Bardi, nascida na Itália e naturalizada brasileira. Seus desenhos iniciais refletem conceitos fundamentais dos seus projetos construídos, conforme Figura 1.3.

Já a arquiteta iraquiana Zaha Hadid é mundialmente conhecida por seus projetos assis-

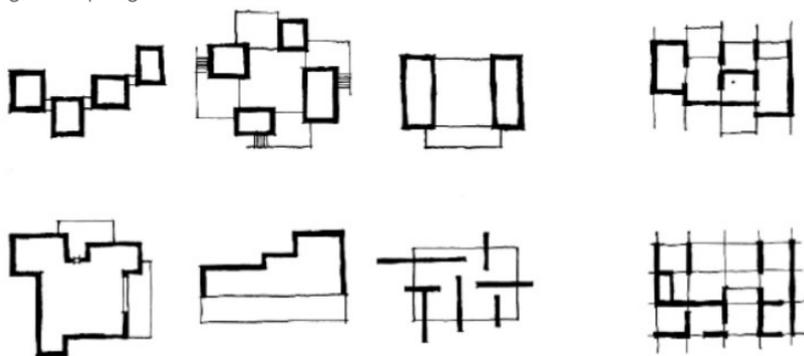
Figura 1.3 | Perspectiva do Museu de Arte de São Paulo de autoria de Lina Bo Bardi



Fonte: <https://goo.gl/QWQmei>. Acesso em: 10 set. 2018.

Conforme surgem novas possibilidades no seu processo de projeto, você pode explorar uma variedade de abordagens. Mudar os pontos de vista pode te auxiliar a estudar os elementos básicos, padrões e relações que você está definindo. Para pensar o edifício, você pode utilizar diagramas a fim de analisar condições existentes e explorar conceitos. Os diagramas também podem ser utilizados para a apresentação de um projeto ao explicarem as bases conceituais de uma proposta. Os diagramas de conceito devem ser concisos e conter informações que atendam a questões específicas do projeto. Utilize elementos no seu desenho que apontem para novas relações e que possibilitem modificações de tamanho e proximidade enquanto você busca uma ordem entre eles. Observe na Figura 1.5 como é possível a definição de diferentes formas com diferentes relações entre elas.

Figura 1.5 | Diagrama de Paul Laseau



Fonte: adaptada de <https://goo.gl/dZxW4e>. Acesso em: 10 set. 2018.



Assimile

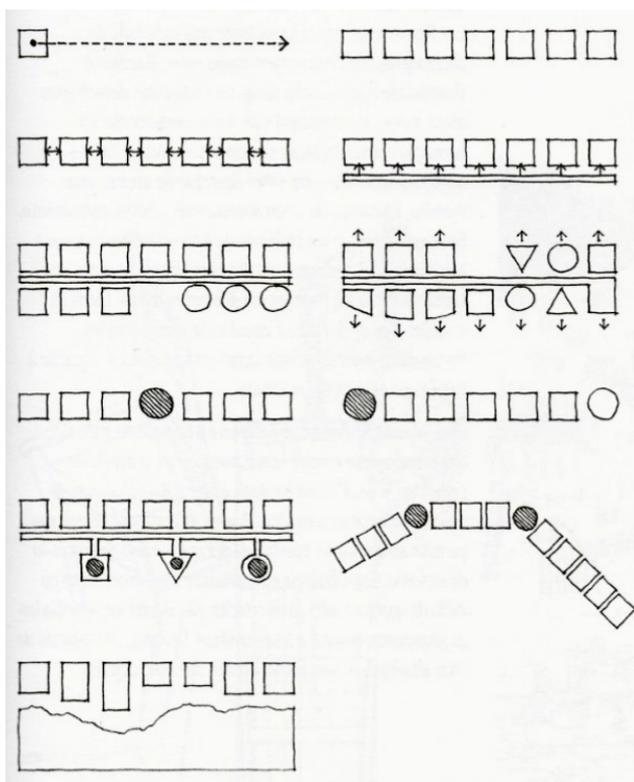
De acordo com Munari (2002), o método de projeto pode auxiliar no processo criativo, sendo as primeiras etapas a definição do problema e a coleta e análise dos dados, para apenas em seguida a criatividade entrar no processo de definição de uma proposta. Ou seja, os melhores projetos arquitetônicos não são determinados aleatoriamente, mas seguem diferentes informações a serem consideradas pelo profissional.

A forma arquitetônica necessita ser inteligível aos sentidos e por isso deve adotar uma ordem que possa ser compreendida. O arranjo dos elementos de uma composição deve seguir princípios ordenadores que o estruturam. De acordo com Ching e Eckler (2014):

“Podemos libertar as informações de seus contextos usuais para se reunirem de uma nova maneira. Podemos fragmentar, ordenar e agrupar de acordo com semelhanças e diferenças. Podemos alterar relações existentes e estudar os efeitos de novos agrupamentos. Ao explorar uma série de possibilidades de projeto, pode ser vantajoso remover, reposicionar ou recompor os elementos da forma, do espaço ou da composição. Esse processo pode ser tão simples quanto remover uma parte e recolocá-la em uma nova posição. Ele pode envolver a extensão de um elemento ou de uma forma para interceptar outra, a sobreposição de elementos completamente diferentes ou mesmo a ordenação de sistemas uns em relação aos outros. (CHING; ECKLER, 2014, p. 208)

A Figura 1.6 demonstra como até mesmo diagramas mais simplificados podem ajudar durante o desenvolvimento do projeto.

Figura 1.6 | Diagramas representativos de elementos de composição



Fonte: Ching e Eckler (2014, p. 209).



Refleta

Você já pensou que a forma adotada nos projetos arquitetônicos pode ter sido pensada de maneira proposital e não aleatória? Como a utilização dos diagramas podem auxiliar esse processo?

Outro ponto essencial que você deve considerar é o programa de necessidades do projeto. É ele quem vai descrever as exigências do usuário ao determinar as dimensões espaciais exigidas pelas atividades que vão acontecer no edifício projetado, assim como as relações de proximidade entre as suas funções. Você pode desenvolver o programa de necessidades a partir das informações que seu cliente te fornecer durante suas primeiras reuniões de trabalho.

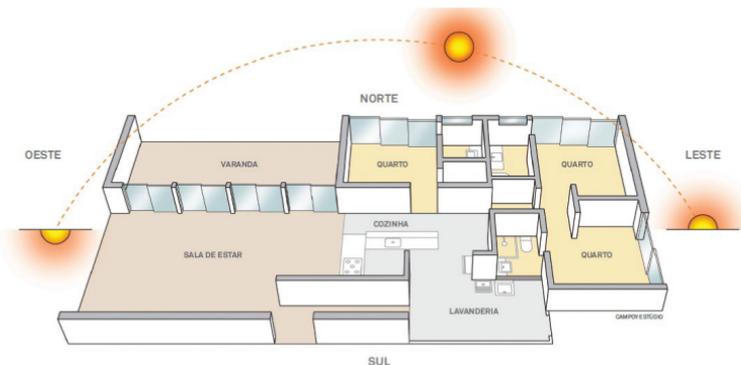


Pesquise mais

O Ministério da Saúde disponibiliza em seu site o projeto executivo completo de Unidades de Pronto Atendimento para que as prefeituras possam fazer uso desses arquivos caso seja necessário. Junto a esse material também se encontra o programa arquitetônico detalhado para essas edificações.

A utilização da iluminação natural como recurso depende, principalmente, das edificações existentes no entorno do terreno, do sombreamento de árvores e colinas e do correto direcionamento das fachadas. O tipo de tarefas que serão executadas dentro de cada cômodo vai determinar o nível de exigência de iluminação, assim como os horários de uso dos espaços e sua orientação relativa à fonte de luz natural. A área privativa, onde ficam os quartos, deve estar voltada para leste, nordeste ou norte, que fornecem os raios da manhã. A área social pode ficar voltada para o oeste, pois esses ambientes estarão aquecidos para o período noturno. Já a área de serviços pode se voltar para o sul, pois esses ambientes podem receber menor insolação. A Figura 1.7 exemplifica essas situações.

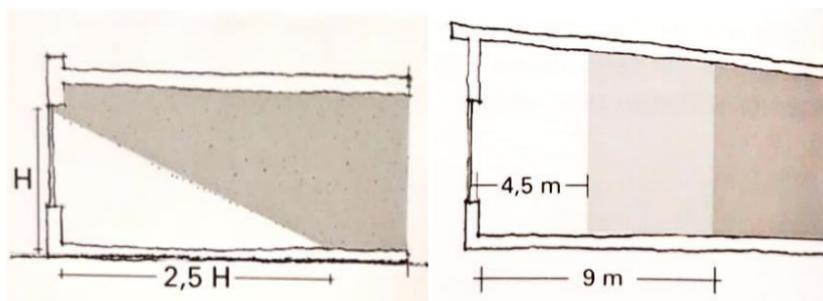
Figura 1.7 | Melhores posicionamentos do projeto arquitetônico residencial em relação à incidência solar



Fonte: <https://goo.gl/bqWypB>. Acesso em: 10 set. 2018.

Durante o processo de projeto, você pode usar a regra que indica que a altura da janela vezes 2,5 resulta na estimativa sobre o alcance da luz diurna aproveitável dentro de um cômodo. A estratégia mais comum é a iluminação lateral, em que uma das paredes externas de um cômodo comporta as janelas. Outra regra que você pode utilizar é a dos 4,5/9, que indica a possibilidade de iluminação de uma zona com aproximadamente 4,5 m de profundidade, seguida de outra zona com a mesma profundidade que seja complementada por iluminação elétrica, o que totaliza 9 m. A Figura 1.8 ilustra as aplicações dessas regras.

Figura 1.8 | Ilustração da regra de iluminação natural da altura da janela vezes 2,5 e da regra de iluminação natural dos 4,5/9



Fonte: Kwok (2013, p. 86).

A iluminação zenital é uma das estratégias mais utilizadas para iluminação natural e consiste na utilização de aberturas no plano de cobertura do edifício. Pode-se definir como claraboias ou sheds localizados no alto de um espaço, geralmente combinados com um plano de teto que reflita a claridade

desejada. Uma das suas limitações, porém, é que o edifício precisa ter apenas um pavimento ou sua utilização apenas na cobertura de um edifício com múltiplos pavimentos.

Outro dispositivo bastante utilizado na arquitetura é o brise, elemento que faz um controle seletivo sobre os ganhos térmicos das edificações, que barra a radiação solar nas fachadas, mas não impede a iluminação natural dos cômodos e ventilação.



Pesquise mais

O Museu Britânico em Londres abriga uma intervenção do arquiteto Norman Foster que consiste em uma treliça de cobertura envidraçada sobre seu Grande Pátio Interno, como pode ser observado na Figura 1.9. Esse elemento conecta as partes antigas e novas do Museu e fornece iluminação zenital ao espaço. Você pode estudar esse projeto procurando-o no site Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

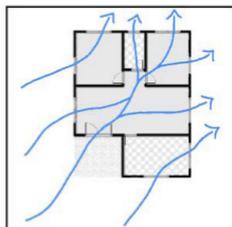
Leia também a respeito no artigo *Brise-soleil: da estética à eficiência energética*, em especial os tópicos Ênfase tecnológica na conceituação: o caso da valorização do brise-soleil e *Eficiência energética dos sistemas de proteção solar*.

Figura 1.9 | Grande pátio interno do Museu Britânico em Londres



Fonte: <https://goo.gl/ivdiow>. Acesso em: 22 ago. 2018.

Figura 1.10 | Esquema ilustrativo de ventilação cruzada em planta baixa



Fonte: <<https://goo.gl/crkEJI>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

Já a utilização da ventilação natural pode ocorrer por ventilação cruzada. Para se utilizar desse sistema de resfriamento no seu projeto, você deve aproveitar a velocidade e a direção dos ventos do terreno reunindo informações macroclimáticas e locais, ou seja, sobre as estações do ano e sobre a incidência dos ventos na área de implantação do edifício. Em seguida, você deve sobrepor essas informações às

características topográficas do terreno que podem ou não contribuir para o uso da ventilação cruzada. Atente-se para a orientação das janelas no seu projeto, pois as entradas e saídas de ar devem estar localizadas de forma que haja o aproveitamento das direções dos ventos dominantes, como exemplifica a Figura 1.10.



Pesquise mais

Muitos estudiosos pesquisam o processo de projetura na arquitetura. Doris Kowaltowski, professora da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp estuda como a arquitetura e a organização física de uma escola podem influenciar o aprendizado dos alunos.

Sem medo de errar

O exercício desta disciplina terá como resultado o projeto arquitetônico de uma residência. Pensando nisso, para iniciá-lo você deve ter levado em consideração todos os pontos colocados pelo seu cliente para o programa de necessidades do projeto que está sendo desenvolvido. Entre eles estavam a metragem quadrada da casa, de 200 m², sala de estar, sala de visitas, cozinha, um dormitório, um banheiro e uma piscina. Você deve realizar uma tabela que mostre todo o programa de necessidades detalhadamente, com a metragem quadrada que será destinada a cada ambiente. Pense na organização dos espaços segundo critérios a serem seguidos, pré-estabelecidos de acordo com o que você quer que o projeto atenda. O alinhamento das paredes, por exemplo, pode facilitar ou dificultar o trabalho no canteiro de obras. Da mesma forma, a cobertura resultante da planta baixa que você está desenvolvendo deve ser considerada enquanto você está definindo os ambientes. Os espaços disponíveis nem sempre podem abrigar um programa extenso, por isso, no projeto para o seu cliente você pode pensar um escritório integrado ao dormitório.

Um dos pontos principais que foram levantados pelo seu cliente é o conforto térmico da edificação. É importante que os ambientes de maior permanência, como os dormitórios, estejam voltados para leste ou nordeste, já que dessa forma eles receberão a incidência solar mais adequada para seus usos. Você também deve considerar os ventos predominantes ao locar as esquadrias, de forma que permitam a ventilação natural, otimizando os espaços.

Vários dispositivos podem ser utilizados no projeto arquitetônico para resolver problemas colocados pelos usuários. No caso do seu cliente, que

quer uma residência para um casal, você pode pensar em espaços internos integrados, visto que a privacidade a ser considerada é diferente quando o cliente é uma família com mais integrantes. O escritório junto ao quarto pode ser resolvido com elementos da alvenaria ou de movelaria, mas atente-se para o dimensionamento do espaço, que deve permitir essas soluções. É importante que você desenhe diversas propostas até chegar próximo a uma planta baixa que atenda ao programa de necessidades e aos critérios estabelecidos nesta seção, como a correta orientação solar dos ambientes.

Avançando na prática

Conforto térmico

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para desenvolver o projeto de reforma de uma clínica odontológica, porém, todas as aberturas externas das salas de atendimento do edifício existente estão voltadas para o oeste, o que causa problemas com relação ao conforto térmico dos usuários, pois esses ambientes são mais quentes que os outros. Sabendo que, além da instalação de sistemas de refrigeração, existem dispositivos que podem ser utilizados para minimizar esse problema, você propõe ao seu cliente a instalação de brises verticais nessas aberturas. Seu cliente, porém, não concorda com essa solução. O que você pode dizer a ele para convencê-lo da utilização de brises verticais como uma estratégia para minimizar a incidência solar sobre as salas? Quais são as vantagens da utilização de elementos arquitetônicos aliados à tecnologia de uma edificação, como os brises aliados ao ar-condicionado? Existem outras soluções que podem ser adotadas nesse caso?

Resolução da situação-problema

Para convencer seu cliente a adotar a solução do brise vertical, você deve explicar a ele as vantagens do seu uso. Como os brises barram a incidência da radiação solar antes que ela atinja a fachada, o calor recebido pelo edifício é reduzido, além de continuar permitindo o uso da iluminação natural bem como a ventilação. Além disso, o material utilizado para o brise pode ajudar na composição da fachada de uma edificação.

Em relação à sua utilização em conjunto com um sistema de refrigeração, seu cliente pode gastar menos com um aparelho de ar-condicionado

se o projeto arquitetônico estiver associado a elementos arquitetônicos que reduzam o consumo energético do edifício. Selos de sustentabilidade, como o AQUA e o LEED, por exemplo, consideram esses fatores para a classificação sustentável de edificações.

Outras opções podem ser consideradas para aumentar o sombreamento na fachada oeste de uma edificação, como a adoção de beirais mais largos ou a arborização da área externa.

Faça valer a pena

1. Um profissional, durante sua participação em um concurso de projetos arquitetônicos, com o objetivo de fazer o júri compreender melhor e de imediato suas decisões, escolhe aplicar na primeira prancha executiva de desenhos técnicos uma série de diagramas que explicam a estratégia de implantação da edificação, a distribuição do programa de necessidades, a estrutura e relações de espaços internos.

Pode-se afirmar que os diagramas representam:

- a) O partido arquitetônico.
- b) As isométricas.
- c) O organograma funcional.
- d) O memorial conceitual.
- e) O projeto legal.

2. Durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico, as estratégias relacionadas a conforto térmico que o profissional vai utilizar tem grande importância. A ventilação cruzada é uma das ótimas estratégias para grande parte das cidades brasileiras. Ela permite que muito da carga térmica de um ambiente seja retirada, caso os espaços internos da edificação permitam circulação por diferenças de pressão. Também a iluminação natural é uma estratégia muito utilizada no Brasil.

Sobre a ventilação cruzada e a iluminação natural, assinale a alternativa correta.

- a) O tamanho das aberturas utilizadas na edificação não influencia a configuração do fluxo de ar no seu interior.
- b) A ventilação cruzada é mais eficiente se todas as aberturas estiverem situadas na mesma parede.
- c) A ventilação cruzada não pode ser utilizada em ambientes com mais de 4 m².
- d) A disposição dos ambientes de uma edificação não deve ser feita de acordo com a orientação solar incidente.
- e) A iluminação natural de um cômodo pode ser complementada com luz elétrica.

3. O programa de necessidades de um projeto arquitetônico vai aferir quais são os ambientes que irão compor a edificação e é baseado nas necessidades e desejos que o cliente quer para a proposta.

Sobre o programa de necessidades de um projeto arquitetônico, assinale a alternativa correta.

- a) O programa de necessidades é definido ao final do processo de projeto, quando a proposta para a edificação já está totalmente definida.
- b) O profissional não deve considerar quais atividades serão realizadas no edifício, pois o desenvolvimento do Programa de necessidades não depende do uso que aquele espaço vai abrigar.
- c) As reuniões iniciais que um profissional tem com seu cliente não devem abordar pontos essenciais para a definição de um Programa de necessidades.
- d) A definição do Programa de necessidades colabora para o correto dimensionamento dos ambientes de um projeto arquitetônico.
- e) Apenas as informações dadas pelo cliente podem ser utilizadas na definição de um programa de necessidades, ou seja, o profissional não pode se basear também nas referências de outros projetos arquitetônicos.

Projeto arquitetônico: programa de necessidades e legislação urbanística

Diálogo aberto

Aluno, até esse momento você tomou conhecimento de como funciona o processo de projeto arquitetônico, tendo visto inclusive alguns exemplos de arquitetos que fazem seus desenhos à mão e outros que se utilizam de sistemas computacionais. Além disso, foi apresentado a você como se utilizar das condicionantes climáticas presentes no terreno em que sua proposta arquitetônica está sendo pensada. Vimos também sobre as entrevistas e reuniões iniciais que normalmente temos, enquanto profissionais, com os clientes.

O processo inicial que leva ao desenvolvimento completo de um projeto arquitetônico considera, entre outros pontos importantes, as legislações e normas técnicas pertinentes à construção da edificação. Por isso é importante que você, enquanto profissional, procure sempre pensar suas propostas considerando o contexto em que serão inseridas, mesmo porque há pontos relacionados às leis que devem ser respeitados.

A fase de reuniões primárias com seu cliente terminou e você desenvolveu uma primeira proposta que atende ao programa de necessidades delineado de acordo com o que foi colocado por ele e com o que você quer propor. O próximo passo a ser dado por você, enquanto profissional, deve ser a verificação das leis e normas técnicas que regem as aprovações de projetos de arquitetura. Quais órgãos legislativos e normativos devem ser consultados nesse caso? Quais pontos devem ser levantados para que seu projeto residencial consiga a aprovação municipal na cidade em que a obra será executada? Quais características técnicas devem ser analisadas e incorporadas à sua proposta?

Ao longo desta seção, nós estudaremos como atender a essas exigências, fundamentais para o andamento do projeto. Serão tratadas questões relacionadas a plano diretor, código de obras e zoneamento, além de normas que regem a construção de escadas, rampas e sistemas de combate a incêndios. Vamos ver também como trabalhar os acessos e os fluxos do seu projeto, de modo a atender ao programa de necessidades da melhor forma possível. Vamos seguir com o aprendizado? Bons estudos!

Você já reparou como a arquitetura é intensamente relacionada com o ambiente urbano? Visto que as cidades são formadas basicamente por edificações, responsáveis também pela estrutura geral das interações sociais, programas de necessidades, zoneamentos e comunidades, podemos dizer que essas devam ser as principais preocupações do profissional que pretende exercer sua atividade dentro do contexto urbano. A arquitetura pode se destinar a pensar espaços públicos abertos, áreas residenciais, industriais e comerciais. Nas nossas cidades, o zoneamento dessas atividades é estabelecido por lei, por meio das normas de zoneamento, códigos diretores e de edificações (CHING, 2014).

Um dos instrumentos de planejamento e gestão é o plano diretor municipal, considerado atualmente de importância inquestionável. A realização de tais instrumentos se relaciona com regulamentos de ordem superior, tais como a própria Constituição Federal, a Lei de Responsabilidade Fiscal e o Estatuto da Cidade, que definem o plano diretor como o instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. A definição e aprovação do plano é obrigatório para os municípios: com mais de 20 mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, com áreas de especial interesse turístico, situados em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental na região ou no país (REZENDE; ULTRAMARI, 2007).



Assimile

O plano diretor é um instrumento criado para regular o crescimento das cidades e se utiliza da análise de riscos e benefícios dos processos de urbanização para definir seus critérios.

Você pode estar se perguntando qual a relação entre o plano diretor e o projeto que estamos desenvolvendo. O zoneamento de uma cidade é definido pelo seu plano diretor, ou seja, é um instrumento, de nível municipal, que regula o uso e a ocupação do solo. O tipo de estrutura que vai ser construída em um determinado terreno tem que obedecer a esse sistema legislativo, e se refere à função (residenciais, comerciais, industriais ou mistas), à taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, ao gabarito e número de ocupantes, entre outros.

A taxa de ocupação (TO) é representada por uma porcentagem cujo cálculo deve ser feito com os valores resultantes da projeção da edificação e

da área total do terreno. Ou seja, a TO indica a porcentagem do terreno em que existe área edificada. A fórmula para calcular taxa de ocupação (TO) é a seguinte: (área total do pavimento térreo + área total excedente dos demais pavimentos) / área total do terreno. Já o Coeficiente de Aproveitamento (CA) é representado por um número. Utilizamos esse coeficiente para saber quantos metros quadrados podem ser construídos em um lote, sendo a edificação térrea ou dotada de mais de um pavimento. O valor máximo de metros quadrados permitido é a multiplicação do CA pela área total do lote. A fórmula para calcular o coeficiente de aproveitamento é: área total construída / área do terreno.



Exemplificando

Considere um terreno de 10 m x 30 m, ou seja, 300 m² de área total. Analise os exemplos abaixo de cálculo para os índices urbanísticos desse lote.

Exemplo 1: imagine que seja construída sobre este terreno uma casa térrea de 120 m². Nesse caso, teremos como resultado a seguinte fórmula: $120 \text{ m}^2 / 300 \text{ m}^2 = 0,40$, ou seja, 40% de ocupação.

Exemplo 2: imagine que seja construído sobre o mesmo terreno um sobrado em que o térreo terá 80 m² e o segundo pavimento terá 100 m². Para calcular a taxa de ocupação, nesse caso, teremos a seguinte fórmula: $80 \text{ m}^2 + 20 \text{ m}^2$ (área excedente) / $300 \text{ m}^2 = 0,33$, ou seja, 33% de ocupação.

Outros cálculos devem ser realizados para a definição do coeficiente de aproveitamento. Caso seja considerado o mesmo terreno de 300 m²:

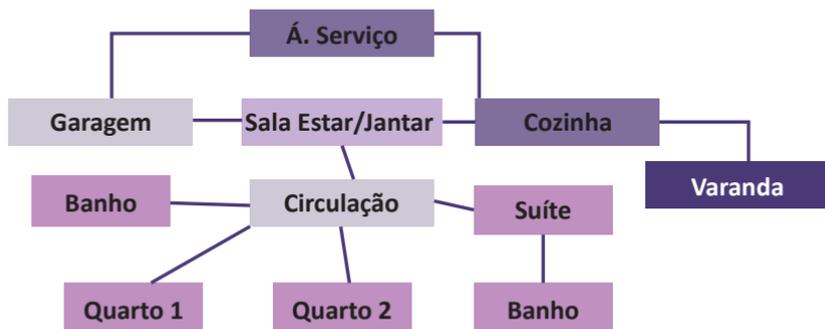
Exemplo 1: imagine que seja construída uma casa de três pavimentos de 120 m² cada. Nesse caso, a conta para a definição do CA será: $(120 \text{ m}^2 \times 3 \text{ pavimentos}) / 300 \text{ m}^2 = 1,2$.

Exemplo 2: Caso seja necessário efetuar um cálculo para um sobrado, em que o primeiro pavimento tem 130 m², o segundo tem 120 m² e uma área de lazer de 50 m², os cálculos necessários serão: $(130 \text{ m}^2 + 120 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2) / 300 \text{ m}^2 = 1$. Então, meu coeficiente de aproveitamento é de 1.

Para a continuidade do desenvolvimento do projeto, além das informações relacionadas à legislação, é importante que você defina os acessos à edificação, assim como seus fluxos. No caso do projeto residencial, você deve considerar os fluxos de uma casa. O descarte do lixo é feito por dentro dos ambientes residenciais? Depois que a roupa suja é recolhida nos quartos ou banheiros, qual é o caminho por onde ela será levada até que chegue à lavanderia ou área de serviço da casa?

A definição de um fluxograma pode ajudar a pensar a fluidez de movimentos, o que pode fazer uma grande diferença dependendo do ambiente que está sendo tratado. Ele é uma representação esquemática de um processo e ilustra o acesso e o trânsito possíveis entre os diversos ambientes de uma edificação. Observe na Figura 1.11 como os fluxos entre os cômodos podem se relacionar. Nesse exemplo, a área de serviço se relaciona diretamente com a garagem e a cozinha. A sala de estar/jantar dá acesso direto a uma circulação que, por sua vez, está ligada a uma suíte, dois quartos e um banheiro. Note que a suíte é o único ambiente que se relaciona com um banheiro exclusivo, assim como a varanda se relaciona unicamente com a cozinha. A definição do fluxograma também contribui diretamente para a definição dos acessos principais e secundários.

Figura 1.11 | Diagrama de fluxos de uma residência



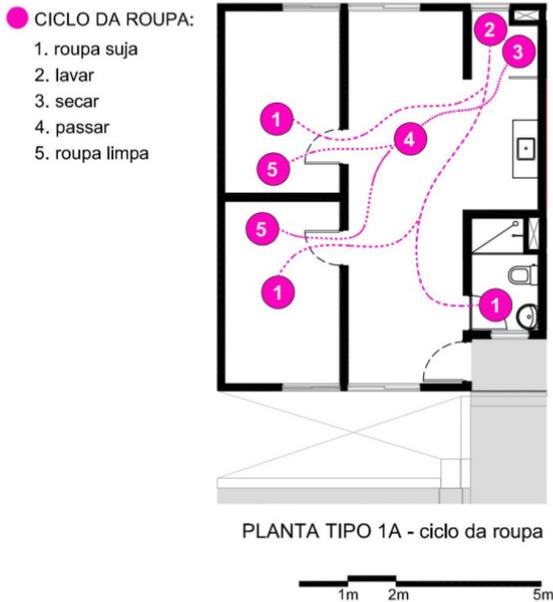
Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1265791/>. Acesso em: 21 set. 2019.



Exemplificando

Observe na Figura 1.12 o ciclo de roupa pensado para um apartamento no conjunto Comandante Taylor, construído em São Paulo (SP). É importante considerar os fluxos na definição do layout do seu projeto, principalmente em espaço pequenos.

Figura 1.12 | Apartamento no conjunto Comandante Taylor e seu ciclo de roupa



Fonte: Coradin (2014, p. 135).

Diversas normas técnicas devem ser respeitadas na elaboração de um projeto arquitetônico. Entre elas estão aquelas que dizem respeito aos sistemas de combate ao incêndio. As medidas tomadas durante a elaboração da arquitetura e seus complementares são chamadas de proteção passiva e têm o objetivo de reduzir as condições propícias para o crescimento de um foco de fogo e seu alastramento para o resto da edificação e vizinhança. As principais medidas de proteção passiva são o afastamento entre as edificações, segurança estrutural, compartimentações horizontais e verticais, controle da fumaça do incêndio, controle dos materiais de revestimento e acabamento, saídas de emergência, entre outras (BRENTANO, 2013).

Com relação aos equipamentos que são utilizados no combate ao incêndio estão os extintores, cuja localização e normas de utilização influenciam o projeto arquitetônico. Existe um raio de atuação para a eventualidade da utilização de um extintor em uma edificação. Além disso, a locação desse equipamento assim como a altura em que ele deve estar instalado devem ser previstos em projeto. Da mesma forma, as mangueiras também devem ser instaladas em locais que atendam às normas de segurança. Dependendo da dimensão da edificação que está sendo projetada, um reservatório de água deve ser previsto exclusivamente para o combate ao incêndio. Prédios

residenciais e comerciais devem prever a utilização de portas corta-fogo na circulação vertical, criando uma área de segurança na caixa de escada durante uma situação de incêndio. Essas esquadrias são preparadas para suportar grandes temperaturas, pois são fabricadas em aço galvanizado e isolante térmico em seu interior.



Pesquise mais

Foi aprovada uma nova lei, de nº 13.425, que estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Leia o art. 4º e o art. 21º.

Outra norma importante a ser considerada é a NBR9050, chamada *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*, cujos parâmetros e diretrizes são estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), que busca plena acessibilidade a todos os componentes de qualquer ambiente, respeitando a diversidade humana. Segundo a norma, a acessibilidade deve prever a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia, de edificações, espaços, mobiliários, vias públicas, equipamentos urbanos e transporte coletivo (ABNT, 2004).

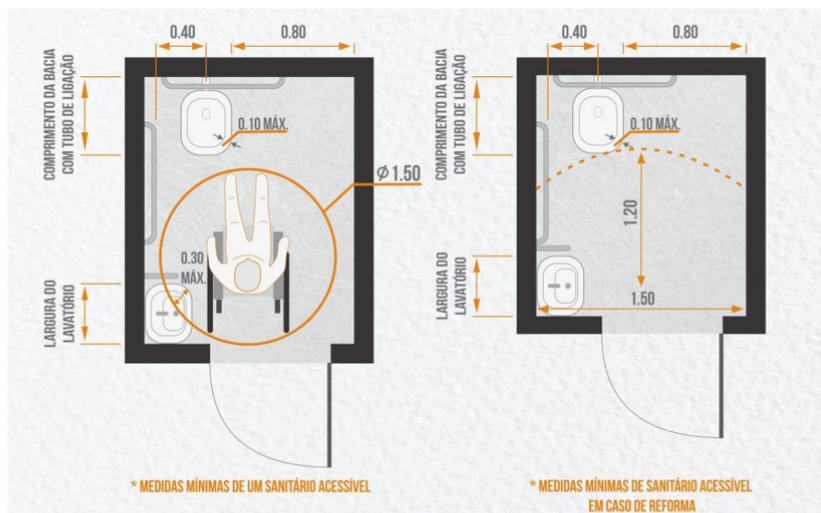
Pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida se utilizam, geralmente, de equipamentos auxiliares, como bengalas, andadores, cadeira de rodas, entre outros. Os espaços de circulação, portanto, devem considerar as dimensões desses equipamentos. Os usuários de cadeiras de rodas têm o alcance das mãos específico para sua condição, sendo que isso varia de acordo com a flexibilidade de cada pessoa. Desníveis de piso entre 0,5 cm e 1,5 cm deverão ser chanfrados na proporção de 1:2, sendo que desníveis superiores a esse valor devem seguir os requisitos de rampas e degraus. Todas as rampas deverão possuir largura mínima de 1,20 m para obras novas ou 0,90 m para reformas, com patamar mínimo de 1,20 m de comprimento, inclinação máxima de 8,33%, atendendo ao desnível máximo por segmento de rampa especificado nas tabelas. Todas as escadas deverão possuir largura mínima de 1,20 m, com patamar mínimo de 1,20 m de comprimento (SMPED, 2005). É importante considerar essas informações caso seja necessário que você, enquanto profissional, seja contratado para participar de uma equipe que deve projetar uma residência adaptada.

Os banheiros adaptados também devem respeitar a legislação para edifícios adaptados, como mostra a Figura 1.13. A legislação indica que

os sanitários, para que atendam adequadamente um usuário de cadeira de rodas, devem possuir no mínimo 1,50 m de largura e 1,70 m de profundidade. O vão livre mínimo que permite a passagem de um cadeirante é de 0,80 m. Outro ponto importante é a possibilidade de rotação de 180° para a cadeira de rodas e, por isso, é necessário um quadrante de 1,20 m por 1,50 m. O interior de um box de chuveiro, para um banheiro adaptado, deve atender essas dimensões, além de estar dotado de barras de apoio.

O sanitário adaptado para pessoas com mobilidade reduzida também deve possuir barras de apoio que devem ser instaladas de acordo com o desenho da Figura 1.13. É importante que seja considerado o espaço necessário para a área de manobra, de 1,20 m por 1,50 m também para a cuba sanitária (SMPED, 2005).

Figura 1.13 | Planta de sanitário adaptado para obras novas e para reformas



Fonte: Souza (2018).



Refleta

A arquitetura tem potencial para melhorar a qualidade de vida das pessoas? Como você, enquanto profissional, pode contribuir para a construção da melhor arquitetura possível?

Unwin (2013) coloca a importância de se ultrapassar a familiaridade que temos com elementos arquitetônicos para nos tornarmos cientes dos poderes das parede e janelas, portas e coberturas, pisos e soleiras. O uso desses

elementos é o que nos ajuda a pensar os projetos que, quando executados, abrigam a vida das pessoas:

“Os poderes dos elementos da arquitetura são primitivos. Os animais também os usam. Os seres humanos provavelmente já os utilizavam antes do desenvolvimento da linguagem verbal. De certa maneira, eles constituem uma espécie de “linguagem” própria, a linguagem do espaço. Essa linguagem não tem palavras, mas ainda assim é uma forma de comunicação. Ela nos fala sobre como os espaços acomodam diferentes atividades; sobre quem se apropriou de quais espaços; sobre limites e relações; sobre regras espaciais para fazer as coisas. (...) A arquitetura pode transformar o modo como você se comporta, quem pensa que é e como se relaciona com as outras pessoas. (UNWIN, 2013, p. 2).

Os projetos arquitetônicos, portanto, são regidos por normas e leis que balizam o conteúdo técnico necessário com relação ao seu posicionamento dentro de uma cidade, assim como a definição de seus espaços internos, seus usos, os equipamentos e a estrutura necessária para seu melhor funcionamento, entre outros. Lembre-se sempre de considerar todas essas condicionantes durante o desenvolvimento de propostas na sua vida profissional.



Pesquise mais

O SESC 24 de maio, recém-inaugurado na cidade de São Paulo (SP), traz em seu edifício um sistema de rampas que liga todos os níveis do equipamento de forma acessível (Figura 1.14). Analise atentamente as fotos disponibilizadas no site Archdaily e note como esse elemento é parte integrante do projeto arquitetônico, o que contribui para a definição da proposta feita pelos arquitetos.

Figura 1.14 | Vista interna da galeria de rampas do SESC 24 de maio



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/889788/sesc-24-de-maio-paulo-mendes-da-rocha-plus-mmbb-arquitetos>. Acesso em: 6 set. 2018.

Agora que você, enquanto profissional, desenvolveu uma proposta de projeto arquitetônico residencial para o seu cliente, é essencial que haja a conferência de normas e leis específicas relativas à construção civil. As mais importantes dizem respeito ao plano diretor em que será executada a obra, porque é nessa documentação que você irá encontrar respostas relacionadas aos índices urbanísticos. No caso de um projeto arquitetônico residencial, você deve verificar no mapa de zoneamento se o terreno em que será construída a proposta se encontra em uma área que permite esse tipo de uso. Pode ser que a resposta seja negativa, porque o terreno se encontra em uma área para uso exclusivamente industrial, por exemplo, vetando o uso residencial da área em questão.

Em seguida você deve verificar o código de obras, geralmente disponibilizado no site da prefeitura da cidade em que será feita a construção do edifício. É esse documento que vai trazer quais são os recuos laterais e frontal mínimos obrigatórios para a aprovação legal do projeto, além de outras informações. Cada cidade possui um código de obras e o conteúdo desse documento varia de uma cidade para outra.

Outros elementos e características devem estar de acordo com a legislação vigente. Um dos exemplos tratados aqui nesta seção diz respeito ao desenho universal, em que devem ser considerados vãos mínimos de portas, inclinação máxima de rampas, sanitários adaptados, entre outros. Nesse caso, a arquitetura se mostra essencial para a qualidade de vida de pessoas com mobilidade reduzida, como idosos e usuários de cadeira de rodas.

Pensar como os fluxos acontecem dentro de um edifício também colabora para a definição de um bom projeto arquitetônico. Uma proposta de residência pode ser pensada a partir de todos os fluxos que abriga, como a movimentação que uma pessoa faz desde o recolhimento da roupa suja, passando por sua limpeza, e indo até sua devolução para um guarda-roupa. Esse raciocínio pode ser estendido para o projeto arquitetônico de uma cozinha, por exemplo, em que devem ser previstos todos os seus fluxos internos e sua relação com o restante da casa.

Acessibilidade universal

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para fazer um projeto arquitetônico residencial para um casal idoso. Durante as entrevistas realizadas, seus clientes relataram

o desejo de obter mais qualidade de vida durante o restante da velhice, incluindo a completa adaptação do projeto a esse contexto. O programa de necessidades que você definiu a partir dos pontos levantados durante esses encontros prioriza a construção de um banheiro adaptado, seguindo princípios do desenho universal. Quais são as considerações que devem ser priorizadas nesse sanitário pensando no perfil dos seus clientes?

Resolução da situação-problema

Hoje em dia os serviços direcionados aos idosos estão se tornando cada vez mais comuns, devido principalmente ao envelhecimento da população. Todos os ambientes devem ser pensados de maneira a facilitar o cotidiano do idoso, mas os sanitários carecem de especial atenção com relação à adaptação para o desenho universal. Banheiros adaptados atendem a quem utiliza cadeira de rodas, aparelhos ortopédicos, próteses e também a quem precisa de apoio, como idosos, crianças, gestantes e obesos. Esses sanitários devem ser facilmente acessados, localizados próximos das circulações principais e sinalizados. Sua entrada deve ser independente, para que uma pessoa do sexo oposto possa auxiliar. As barras horizontais da bacia sanitária devem medir 80 cm de um eixo de fixação a outro, e no caso de bacia instalada em parede com parede lateral, devem ser instaladas duas barras dessas. As barras verticais devem possuir 70 cm de comprimento entre eixos de fixação. Ela deve ficar a 30 cm do fim da bacia e 10 cm acima da barra horizontal localizada logo abaixo. Apenas a barra do lavatório será diferente, pois terá 40 cm, fixada a partir de 90 cm do piso e a no máximo 20 cm da borda do lavatório.

Faça valer a pena

1. O Plano Diretor é regulamentado pelo Estatuto da Cidade e faz parte da Constituição Federal de 1988. Seu objetivo é regulamentar questões relacionadas à urbanização das cidades, controlando seus aspectos físicos-territoriais. Para isso, esse instrumento considera aspectos sociais, econômicos e ambientais que estejam envolvidos nessas questões.

O Plano Diretor é obrigatório para cidades com mais de:

- a) 1 mil habitantes.
- b) 5 mil habitantes.
- c) 10 mil habitantes.
- d) 20 mil habitantes.
- e) 50 mil habitantes.

2. A Norma NBR 9050, que diz respeito à acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, é um instrumento que serve para instruir arquitetos, construtores, engenheiros e outros profissionais da área sobre critérios e parâmetros técnicos na construção, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e ainda na instalação e adaptação de edificações que estejam relacionados ao desenho universal.

Sobre essa norma brasileira, assinale a alternativa correta:

- a) A área de manobra que permite rotação de 180° para a cadeira de rodas é de 1,20 m x 1,50 m.
- b) A inclinação máxima para rampas deve ser de 9%.
- c) Em edificações novas, todos os sanitários acessíveis deverão possuir dimensão mínima de 2 m (largura) x 2 m (profundidade) e porta com 0,70 m de vão livre.
- d) Todas as rampas deverão possuir largura mínima de 0,80 m para obras novas ou 0,70 m para reformas.
- e) Um sanitário adaptado não deve ser equipado com barras de apoio.

3. Os índices urbanísticos são um conjunto de normas que regulam o dimensionamento das edificações em relação ao terreno onde serão construídas e ao uso que se destinam.

- I- A taxa de ocupação (TO) é a relação percentual entre a projeção da edificação e a área do terreno. Ou seja, ela representa a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação.
- II- O Coeficiente de Aproveitamento (CA) é um número que, multiplicado pela área do lote, indica a quantidade máxima de metros quadrados que podem ser construídos em um lote, somando-se as áreas de todos os pavimentos.
- III- O cálculo da TO e do CA não se utiliza da área total do terreno.
- IV- O valor da TO é um percentual e o valor do CA é um número.

Sobre a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento, assinale a alternativa que corresponde aos itens corretos.

- a) I, III e IV.
- b) II, III e IV.
- c) I, II e III.
- d) I e II e IV.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

Projeto arquitetônico: setorização, fluxograma e pré-dimensionamento dos ambientes

Diálogo aberto

Caro aluno, nós acabamos de estudar questões relacionadas a plano diretor, código de obras, zoneamento, além de normas que regem a construção de escadas, rampas e sistemas de combate a incêndios. Vimos também como trabalhar os acessos e os fluxos do seu projeto de modo a atender ao programa de necessidades da melhor forma possível.

Além dos tópicos que já vimos, quando estamos desenvolvendo um projeto arquitetônico, existe uma série de dimensões espaciais que devem ser observadas. Pode-se pensar a otimização da rotina doméstica por meio dos fluxos internos de um lar, assim como aqueles que dizem respeito a um ambiente de trabalho, tornando o usuário mais produtivo ou o espaço de moradia mais confortável. Fazem parte dessa discussão a maneira como nos movimentamos dentro de uma edificação, tanto térreas quanto edifícios que assumem mais de um andar. Ao considerarmos essas questões no processo de projeto, devemos nos perguntar qual é o melhor sistema construtivo para a proposta que está sendo desenvolvida.

Aluno, imagine que, após as primeiras reuniões com seu cliente, em que foram colocadas todas as necessidades a serem atendidas, você desenvolveu uma primeira proposta que atende ao programa de necessidades já definido, além de estar de acordo com a legislação urbanística vigente. Seu cliente, então, trouxe para você diversas imagens que exemplificam o que ele espera da casa que quer construir. Nelas, você percebeu que algumas obras continham espaços de circulação extremamente generosos, o que configurava desperdício de espaço, visto que o espaço interno de alguns cômodos não apresentava medidas confortáveis para o uso doméstico. Como desenvolver a proposta arquitetônica de uma residência de maneira que as dimensões adotadas para seus ambientes atendam exigências mínimas de conforto, sem desperdício de espaço? Como escolher o melhor sistema construtivo pensando na modulação do projeto, de forma que haja o menor desperdício de tempo e material no canteiro de obras? Qual é a melhor proposta para os fluxos internos de um projeto residencial arquitetônico, pensando em todas as tarefas que são realizadas nesse tipo de edificação?

Ao longo desta seção, você irá travar contato com o conhecimento

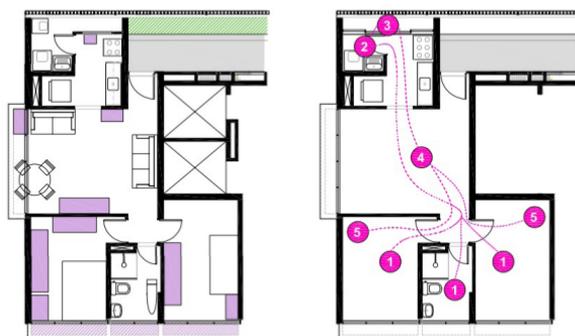
necessário para resolver questões de fluxograma, dimensionamento mínimo de ambientes e modulação dos espaços aliados ao sistema construtivo escolhido. Vamos lá? Bons estudos!

Não pode faltar

Quando estamos desenvolvendo um projeto arquitetônico, devemos considerar alguns fatores relacionados à organização funcional e técnico-construtiva. É importante considerar o uso adequado dos espaços e a relação entre as diversas atividades que irão acontecer ali, ou seja, a organização do ambiente em planta volumetricamente baixa deve possuir dimensões que possibilitem a disposição dos equipamentos e/ou mobiliário, considerando-se a realização das atividades previstas. Além disso, a circulação interna deve ser pensada de forma que a disposição do mobiliário não dificulte o conforto, relacionado ao tamanho dos usuários e dos objetos a serem utilizados (REIS, 2002). Observe a Figura 1.15, que traz a circulação de um morador de apartamento que está fazendo o ciclo da roupa, ou seja, ele recolhe a roupa nos pontos de número 1, lava no ponto, estende para secagem no ponto 3, passa a ferro no ponto 4 e devolve a roupa para seus pontos iniciais no ponto 5.

Pode-se observar, por exemplo, queixas com relação ao tamanho dos dormitórios em residências consideradas para usuários de menor renda. Muitas vezes, devido ao dimensionamento desse ambiente, o morador encontra dificuldade em locar um guarda-roupa junto à cama dentro do dormitório, não havendo espaço para abertura de portas, ou mesmo de locomoção entre os móveis. É comum também que a cama fique encostada na parede, o que prejudica a circulação e a rotina de limpeza do ambiente.

Figura 1.15 | Reprodução de planta baixa de apartamento do conjunto habitacional Jardim Edite em São Paulo (SP) e ciclo da roupa



Fonte: Coradin (2014, p. 213).



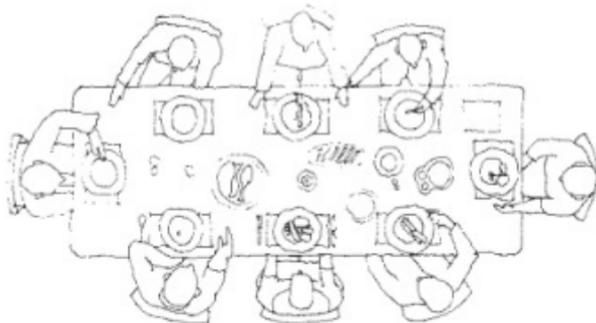
Pesquise mais

No mercado imobiliário existem os chamados microapartamentos, que lançam opções de plantas com menos de 20 m² de área. Muitas vezes localizados em bairros centrais, esse tipo de residência demanda adaptações específicas, como mesa que se transforma em prateleira, cama que levanta para dar espaço a um sofá, pufe que vira mesa de apoio. Analise as plantas e imagens da reportagem aqui citada, procurando entender se as dimensões mínimas adotadas são suficientes para atender ao conforto do morador. Dê especial atenção aos espaços de circulação entre os ambientes e o mobiliário.

Por outro lado, áreas de piso muito grandes podem afetar negativamente na utilidade do espaço, pois espaços superdimensionados não acrescentam valor de uso aos moradores, aumentando, por outro lado, o custo de vida (REIS, 2002). A antropometria trata da mensuração do corpo humano ou de suas partes e devemos considerar seu tamanho, alcance e mobilidade dentro da arquitetura.

Existe também a geometria social, que trata do resultado espacial vindo das relações entre duas ou mais pessoas (UNWIN, 2013). Um exemplo disso é uma família reunida em volta de uma mesa de refeições na sala de jantar (Figura 1.16). Imagine quais são as relações que acontecem nesse ambiente e suas implicações no espaço. Caso não haja espaço de passagem para que um dos ocupantes transite por trás das cadeiras, isso pode causar um transtorno relacionado à circulação do ambiente. Outro exemplo próximo a esse é uma sala de reuniões em um ambiente de trabalho.

Figura 1.16 | Pessoas reunidas em torno de uma mesa de jantar



Fonte: Unwin (2013, p. 62).



Refleta

Quais devem ser as dimensões de um espaço para que ele atenda de maneira confortável as atividades relacionadas ao seu uso? Pensando em um dormitório, qual a dimensão que deve ser considerada entre uma cama e uma parede, por exemplo? Qual a distância mínima que deve existir entre a televisão e o sofá da sala para que o telespectador consiga assistir confortavelmente ao aparelho? Qual a largura ideal de um corredor de circulação de uma residência?

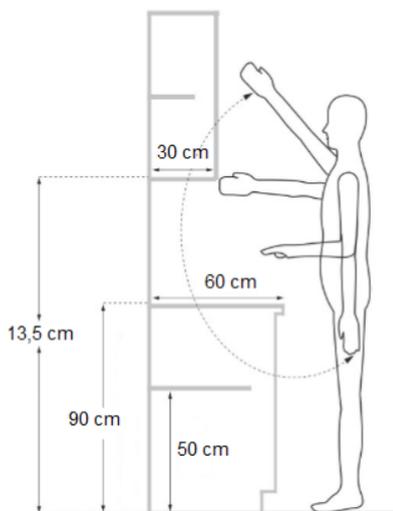
Existem dimensões já estudadas para pessoas em pé ou sentadas. Para as alturas das superfícies de trabalho, por exemplo, devemos adotar:

Para tarefas delicadas: entre 50 e 100 mm acima da altura dos cotovelos.

Para tarefas de manipulação que exigem alguma força: entre 50 e 100 mm abaixo da altura dos cotovelos.

Para trabalhos pesados: entre 100 e 300 mm abaixo da altura dos cotovelos.

Figura 1.17 | Dimensões de trabalho úteis para cozinhas e similares



Fonte: Buxton (2017, p. 27).

Devemos dedicar especial atenção às bancadas de cozinhas ao projetarmos uma residência. Você deve pensar nas alturas dos armários superiores, assim como sua profundidade, para que o usuário consiga fazer sua utilização da maneira mais confortável possível. A altura ideal para a bancada da cozinha deve ficar 100 mm abaixo da altura dos cotovelos do seu cliente. Observe as dimensões expostas na Figura 1.17.



Dica

O livro *Arte de projetar em arquitetura*, de Peter Neufert, é bastante utilizado nessa área por apresentar uma noção bastante ampla sobre dimensionamentos de espaços e técnicas de construção. Essa obra traz estudos sobre tipos de telhados, estruturas, dimensões de vias para

estacionamento, tipos de edificações, entre outros. Além disso, ele reúne princípios, normas e representações que envolvem a construção, instalação, a distribuição de ambientes e dimensões de edifícios.



Pesquise mais

Você tem acesso a maiores informações sobre antropometria no livro *Manual do arquiteto* (BUXTON, 2017), disponível na sua biblioteca virtual. Faça uma pesquisa no capítulo 2 *Informações básicas para a realização de projetos: pessoas e espaços*, das páginas 17 a 30, e observe a importância do dimensionamento dos espaços.

O movimento dos usuários dentro e ao redor de uma edificação deve ser considerado desde o início do processo de projeto arquitetônico. Devemos pensar nos seus acessos, assim como na sua circulação horizontal e também vertical entre os pavimentos. Considerando-se a discussão aqui colocada sobre ergonomia, as escadas devem ter no mínimo 0,9 m de largura no caso das habitações. Os degraus devem ter dimensões constantes ao longo de um lance de escada, com espelhos entre 15 e 17 cm e pisos de no mínimo 28 cm. Os corrimãos devem possuir entre 0,9 m e 1,10 m de altura em relação ao nível do piso acabado. Há também os guarda-corpos, que evitam que o usuário caia por uma das laterais da escada e possuem as mesmas exigências que os corrimãos. Para o projeto de corredores confortáveis, considerando-se também a acessibilidade universal, sua largura mínima é de 1,20 m (BUXTON, 2017).



Assimile

Lembre-se que os espaços de circulação internos a uma residência também obedecem a dimensões estabelecidas pela antropometria, ou seja, há valores adequados já determinados para a passagem das pessoas no interior de um edifício.

Toda edificação cumpre alguma função por meio da construção de superfícies, como paredes e coberturas, que separam interior e exterior. Para que as pessoas entrem e saiam, as paredes são dotadas de portas, assim como as janelas permitem a penetração da luz e do ar no edifício. As coberturas impedem a entrada da chuva. Comparada com o corpo humano, essa envoltória funcional de uma edificação pode ser chamada de pele. A separação dos ambientes internos é feita por pavimentas e divisórias, enquanto a circulação pode ser feita por escadas e elevadores (SALVADORI, 2011).

São os componentes estruturais que garantem que uma edificação se mantenha de pé, como os pilares, vigas e lajes, ou seja, a estrutura torna possível a função arquitetônica. Também por analogia ao corpo humano, esses elementos muitas vezes são chamados de esqueleto de uma edificação. Com o uso dos computadores, hoje é possível calcular estruturas que quebram recordes na nossa era devido à possibilidade da realização de milhões de operações por segundo, que teriam requerido anos de cálculos manuais (SALVADORI, 2011).



Refleta

Como a modulação dos ambientes pode facilitar a construção da edificação, caso esteja de acordo com o sistema construtivo adotado no projeto? Como pensar a modulação junto ao dimensionamento dos ambientes? O adequado atendimento a essas questões corresponde ao desenvolvimento de um bom projeto arquitetônico.

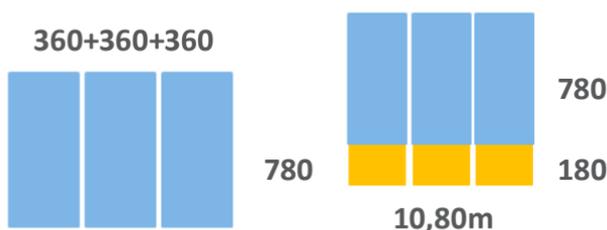
Os materiais que usamos hoje são semelhantes àqueles utilizados no passado, como madeira, pedra, alvenaria e tijolo, à exceção do concreto armado, do concreto protendido e do aço. A forma e o tamanho dos prédios são essencialmente determinados pela disponibilidade dos materiais estruturais, o que sempre exerceu influência decisiva sobre a arquitetura. Em muitas edificações, o custo da estrutura é de um quarto a um quinto do custo total, mas em uma ponte ou em um ginásio, por exemplo, a estrutura é o componente principal do custo (SALVADORI, 2011).

O Revit MEP, software da Autodesk, auxilia engenheiros e projetistas nos projetos de mecânica, elétrica e hidráulica. Ele possibilita a modelagem com um alto nível de detalhe e contribui para os projetos de construção ajudando a definir os projetos complementares ao arquitetônico e ao estrutural. O software possibilita também o acompanhamento da obra por meio de uma simulação visual de prazos e serviços executados. É essencial que o projeto arquitetônico seja pensado na sua totalidade, sem desconsiderar durante o seu desenvolvimento os projetos complementares que devem agir de forma a se complementarem na edificação, assim como a possibilidade de soluções facilitadas para o canteiro de obras.

O ideal é que toda estrutura obedeça a uma coordenação modular, assim como que os projetos complementares obedeçam a uma lógica de desenho no projeto arquitetônico. Essa ordenação se efetiva pela adoção de uma medida de referência, chamada módulo, que será a base de todos os elementos constituintes do projeto. Em equipamentos que serão produzidos em grande escala, como os conjuntos habitacionais, a padronização de medidas é essencial para o projeto arquitetônico. O sentido de módulo, apesar de civilizações antigas adotarem medidas baseadas no corpo humano, aparece mais recentemente ligado à industrialização.

Na construção civil brasileira, nem sempre a coordenação modular é adotada. Elementos diversos, como blocos cerâmicos, divisórias, pisos e telhas não apresentam relação coordenada de medidas, o que provoca diversas adaptações emergenciais no canteiro de obras. Ou seja, pode-se concluir que a modulação visa coordenar as dimensões de uma edificação, assegurando flexibilidade de combinação de medidas e facilidade de produção. A definição de um módulo exige que todos os componentes construtivos de uma obra tenham suas dimensões estabelecidas pela multiplicação ou fração de uma mesma unidade, o que facilita a combinação de diferentes componentes. Observe a Figura 1.18, em que três módulos de 360 cm por 780 cm resultam em um ambiente de 85 m². Acrescentando-se mais três módulos de 360 cm por 180 cm, obteremos então um ambiente de 101,8 m².

Figura 1.18 | Exemplo de coordenação modular



Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

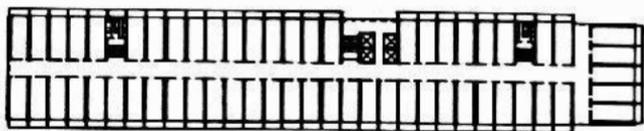
A Unidade de Habitação em Marselha (França) é um dos mais importantes projetos de Le Corbusier, sendo este um dos maiores arquitetos da arquitetura moderna. Construída no contexto pós Segunda Guerra Mundial, essa é uma edificação que se utiliza enormemente das proporções modulares em seu projeto. Analise as Figuras 1.19 e 1.20 e compare a planta baixa dos apartamentos com sua fachada principal, procurando identificar elementos estruturais comuns a elas.

Figura 1.19 | Fachada principal da Unidade de Habitação de Le Corbusier



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/783522/classicos-da-arquitetura-unidade-de-habitacao-le-corbusier>. Acesso em: 22 set. 2018.

Figura 1.20 | Planta baixa dos apartamentos da Unidade de Habitação de Le Corbusier



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/783522/classicos-da-arquitetura-unidade-de-habitacao-le-corbusier>. Acesso em: 22 set. 2018.

Há algumas vantagens na utilização da coordenação modular em seus projetos, como destacado nos pontos abaixo:

- Racionaliza o processo de projeto ao flexibilizar a combinação das medidas adotadas.
- Diminui consideravelmente a necessidade de modificações do projeto no canteiro de obras, o que evita gastos e perda de tempo.
- Aumenta a produtividade da mão de obra no canteiro.
- Reduz os prazos de execução da obra.
- Facilita a coordenação do projeto ao adotar parâmetros comuns a projetistas, fabricantes de materiais e executores da obra.

Dentre as desvantagens da adoção da coordenação modular, podemos citar:

- Limitação da variedade de projetos e indução a uma padronização de soluções.
- Repetição e monotonia na aparência dos edifícios.
- Necessidade de mão de obra especializada, cujo mercado brasileiro não oferece em grande quantidade.
- Algumas soluções são limitantes quanto ao número de fornecedores, o que pode encarecer os custos totais de execução.



Pesquise mais

João Filgueiras Lima, o Lelé, foi um arquiteto responsável por diversas obras importantes da arquitetura brasileira, em especial programas hospitalares. Ainda nos anos 1970, Lelé buscava a maior eficiência construtiva possível em seus projetos, procurando construções rápidas, limpas e sustentáveis. Ele foi autor de projetos em sistemas pré-moldados de concreto armado e protendido em Brasília (DF), além de ter sido responsável por experiências com elementos autoportantes de argamassa armada em várias cidades do Brasil, chegando, finalmente,

ao sistema leve em aço. Para se aprofundar no assunto, leia o tópico *Produção: Centro de Tecnologia da Rede Sarah – CTRS* do artigo citado a seguir.

LUKIANCHUKI et al. Industrialização da construção no Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS). **Arquitextos**, 2011.

Sem medo de errar

Enquanto você está desenvolvendo uma proposta arquitetônica residencial para seu cliente, é importante observar o correto dimensionamento dos ambientes para que seu projeto resulte em ambientes confortáveis e adequados para sua utilização. Como o seu cliente trouxe referências de projetos com espaços que não se adequam a um bom dimensionamento, cabe a você, enquanto profissional, pensar as dimensões corretas no projeto e explicar ao seu cliente a importância disso.

Você deve levar em consideração as medidas do seu cliente para pensar os espaços domésticos do seu projeto, principalmente a cozinha. Imagine todos os movimentos que seu cliente deve fazer dentro desse ambiente, a localização de todos os armários e a altura da bancada de trabalho. A inclinação que uma pessoa faz para retirar um objeto de um armário embaixo da pia, por exemplo, deve considerar o espaço reservado para que ela se abaixe confortavelmente, sem esbarrar em outros objetos ou móveis. Imagine que seu cliente esteja se utilizando do forno, por exemplo, o que vai demandar que ele consiga abri-lo e retirar o seu conteúdo sem o risco de se queimar. O caminho entre a geladeira e a bancada de trabalho também deve ser considerado, sendo de preferência o menor possível e sem obstáculos. Preveja também que seu cliente possa fazer uso de uma bancada de trabalho tanto em pé quanto sentado, principalmente se ele for idoso ou portador de necessidades especiais.

É essencial que um bom projeto arquitetônico se decida por um sistema construtivo adequado ao dimensionamento dos ambientes. Por isso, a locação das paredes da edificação deve seguir o máximo possível uma linearidade, pois quanto mais deslocadas umas em relação às outras elas estiverem, maiores dificuldades serão encontradas no canteiro de obras. Para atender a essa questão, desenvolva sua proposta de acordo com uma modulação pré-definida. Os valores dessa modulação devem estar de acordo com o sistema construtivo escolhido, de forma que haja o mínimo desperdício de material. Ao pensar um edifício em alvenaria estrutural, por exemplo, você deve considerar o tamanho dos tijolos a serem utilizados na obra. Da mesma forma, se a edificação vai ser realizada em concreto pré-moldado, você deve pensar os ambientes de acordo com o tamanho das peças que serão utilizadas.

Um edifício que se utilize do aço terá, da mesma forma, suas peças definidas com dimensões específicas.

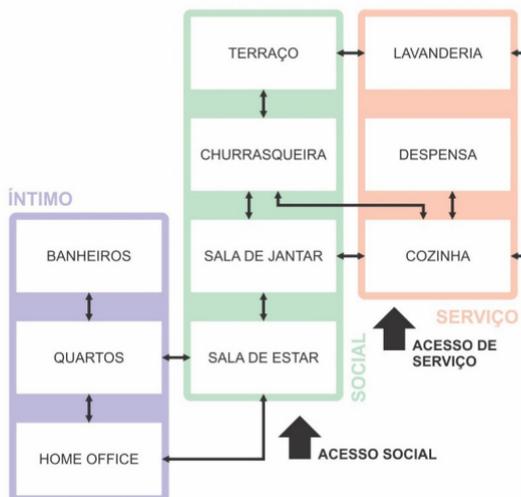
Avançando na prática

Fluxograma de residência

Descrição da situação-problema

Você desenvolveu um fluxograma com todos os ambientes necessários para o projeto arquitetônico segundo as reuniões iniciais que teve com o seu cliente. Esse fluxograma contém a área íntima, com quartos, home office e banheiros, a área social, com sala de jantar, estar, churrasqueira e terraço, e a área de serviços, com cozinha, despensa e lavanderia. Para os estudos preliminares, você montou um diagrama que reflete como deve ser a circulação entre os ambientes e como eles devem estar ligados no projeto. Observe na Figura 1.21 o resultado do fluxograma.

Figura 1.21 | Fluxograma de residência



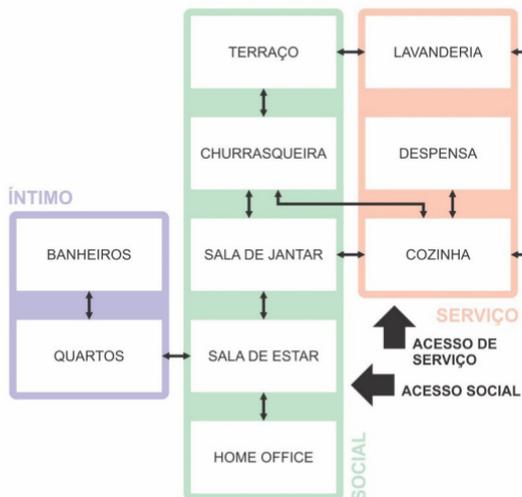
Fonte: elaborada pela autora.

Quando você mostrou o diagrama para seu cliente, porém, ele relatou que o *home office* não pode estar localizado na área íntima e que não deve estar ligado aos quartos, visto que ele recebe pessoas relacionadas ao seu ambiente profissional. Como você pode rearranjar o fluxograma de modo a atender as necessidades do seu cliente com relação ao *home office*?

Resolução da situação-problema

Visto que o seu cliente se utiliza do *home office* para fazer reuniões em casa, não é adequado que ele esteja localizado na área íntima e ligado aos quartos. Sendo assim, a melhor solução é deslocá-lo para a área social, mantendo sua ligação com a sala de estar, mas eliminando a ligação com os dormitórios, conforme Figura 1.22.

Figura 1.22 | Novo fluxograma de residência



Fonte: elaborada pela autora.

Faça valer a pena

1. A coordenação modular diz respeito ao uso de peças construídas com dimensões múltiplas de uma medida de referência, chamada módulo. Para construir edificações em escala industrial, é necessário que os seus componentes tenham esse módulo, permitindo o máximo de compatibilidade entre os vários elementos da edificação. Considere os tópicos seguintes:

- I- Simplifica o processo de montagem na obra.
- II- A diminuição de variedades de medidas simplifica a coordenação de projetos.
- III- Aumenta a produtividade da mão de obra no canteiro.
- IV- Reduz os prazos de execução da obra.
- V- Não tem necessidade de mão de obra especializada.

Sobre a coordenação modular, assinale a alternativa que oferece todos os tópicos corretos.

- a) I, II e III.

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

2. Quanto ao dimensionamento dos ambientes em um projeto arquitetônico, considere as afirmativas abaixo:

- I- A organização do ambiente em planta volumetricamente baixa deve possuir dimensões que possibilitem a disposição do mobiliário, considerando-se a realização das atividades previstas.
- II- A circulação interna deve ser pensada de forma que a disposição do mobiliário não dificulte o conforto, relacionado ao tamanho dos usuários e dos objetos a serem utilizados.
- III- Áreas de piso muito grandes podem afetar positivamente a utilidade do espaço, pois espaços superdimensionados acrescentam valor de uso aos moradores, diminuindo, por outro lado, o custo de vida.
- IV- A antropometria trata da mensuração do corpo humano ou de suas partes e devemos considerar seu tamanho, alcance e mobilidade dentro da arquitetura.

Com relação às afirmativas acima, assinale aquelas que estão corretas nas alternativas abaixo:

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

3. Com relação ao dimensionamento dos ambientes, existem metragens mínimas que garantem a melhor distribuição do layout e facilitam a circulação entre os ambientes. A partir da área disponível e da proposta da construção, o arquiteto vai estudar cada cômodo para que atendam aos objetivos. Analisado cada ambiente, define-se a circulação entre eles e como se enquadram na construção como um todo.

Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que indica as afirmações corretas:

- I- O dimensionamento dos espaços é definido por metragem quadrada no programa de necessidades.
- II- O principal objetivo da ergonomia é desenvolver e aplicar técnicas de adaptação de elementos do ambiente de trabalho ao ser humano e gerar bem-estar.
- III- O interior de um ambiente deve estar ligado ao conforto, à segurança e eficiência das atividades, diferentemente do exterior, que não precisa respeitar espaços mínimos de circulação.

IV- Os móveis e utensílios não precisam ser considerados para o dimensionamento dos ambientes em um projeto arquitetônico.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. NBR 9050. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf. Acesso em: 6 set. 2018.

BISELLI, M. Teoria e prática do partido arquitetônico. **Arquitextos**, São Paulo, ano 12, n. 134.00, jul. 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.134/3974>. Acesso em: 22 ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Projeto arquitetônico de Unidades de Pronto Atendimento**. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/20/Programa-arquitet--nico-m--nimo-UPA-24h.pdf>. Acesso em: 30 out. 2018.

BRENTANO, T. **A segurança contra incêndios nas edificações. Comissão Especial de Revisão e Atualização da Legislação de Segurança Contra Incêndio no RS**. 2013. Disponível em: <https://goo.gl/BLsrNG>. Acesso em: 2 set. 2018.

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

CASA ABRIL. **Como distribuir os espaços internos em relação ao Sol?** 2014. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/casas-apartamentos/como-distribuir-os-espacos-internos-em-relacao-ao-sol/>. Acesso em: 10 set. 2018.

CAU/BR. **Pesquisa inédita**: Percepções da sociedade sobre arquitetura e urbanismo. [s.d]. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedadee-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>. Acesso em: 22 ago. 2018.

CHING, F. D. K.; ECKLER, F. J. **Introdução à arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CORADIN, R. F. **Habitar social**: a produção contemporânea na cidade de São Paulo. 2014. 544 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-27062014-155103/pt-br.php>. Acesso em: 2 set. 2018.

CUNHA, E. G., Brise-soleil: da estética à eficiência energética. **Arquitextos**, ano 11, n. 131.07, 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.131/3844%20>. Acesso em: 10 set. 2018.

HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

IBDA. **Refresque sua Casa Usando a Ventilação Cruzada**. Forum da Construção. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=4&Cod=2064>. Acesso em: 22 ago. 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. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2012. Disponível em: <http://www.dkowaltowski.net/wp-content/uploads/2014/07/O-programa-arquitetonico-SBQP-2012.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

KROLL, A. **Clássicos da Arquitetura**: Unite d' Habitation / Le Corbusier. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/783522/classicos-da-arquitetura-unidade-de-habitacao-le-corbusier>. Acesso em: 22 set. 2018.

KWOK, A. GRONDZIK, W. **Manual de arquitetura ecológica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LABHATS UFRJ. **Estudo de tipos evolutivos para habitação de interesse social com incorporação de tecnologia social**. Disponível em: <http://labhab24ts.wixsite.com/redemorarts>. Acesso em: 9 out. 2018.

MALTA, G. Apartamentos com menos de 20 m² exigem novo estilo de vida. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 24 set. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2017/09/1921066-apartamentos-com-menos-de-20-m-exigem-novo-estilo-de-vida.shtml>. Acesso em: 22 set. 2018

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

NEUFERT, P. **A arte de projetar em arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gili, 2004.

Passo a passo para elaboração de um projeto arquitetônico, SlidePlayer. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1265791/%3E%20Acesso>. Acesso em: 15 outubro 2018.

REIS, A. T. **Repertório, análise e síntese: uma introdução ao projeto arquitetônico**. Porto Alegre: ed. da UFRGS, 2002.

REZENDE D.; ULTRAMARI C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, 2007.

SALVADORI, M. **Por que os edifícios ficam de pé: a força da arquitetura**. São Paulo: ed. Martins Fontes, 2011.

SÃO PAULO. **Manual de Instruções Técnicas de Acessibilidade para Apoio ao Projeto Arquitetônico**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/pessoa_com_deficiencia/manual%20acessibilidade.pdf. Acesso em: 30 out. 2018.

SOUZA, E. **Projetando banheiros acessíveis segundo a NBR 9050**. 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/888501/projetando-banheiros-acessiveis-segundo-a-nbr-9050>. Acesso em: 24 set. 2018.

STRAUB, R. **Frank Lloyd Wright**. [s.d.]. Disponível em: <http://robertostraub.com.br/frank-lloyd-wright/>. Acesso em: 22 ago. 2018.

UNWIN, S. **Exercícios de arquitetura**. Aprendendo a pensar como um arquiteto. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Unidade 2

Interface BIM: Ferramentas e Processos

Convite ao estudo

Caro aluno, nesta unidade vamos conhecer e nos aprofundar no aprendizado sobre a modelagem da informação da construção, conhecida pela sigla BIM. Para esta disciplina, optamos por utilizar o Revit devido à sua predominância no mercado nacional. A tecnologia BIM tem crescido muito nos últimos anos, também no mercado da construção civil brasileira, pois traz diversos benefícios a todos os envolvidos nesse processo. Nesta unidade, você vai conhecer os fundamentos, ambientes de trabalho e operações básicas de modelagem de edifícios em plataforma BIM, o que é fundamental para sua formação enquanto profissional da área da Engenharia Civil.

Aluno, lembre-se de que você trabalha em um importante escritório de projetos e realizou reuniões com seu cliente a fim de definir um programa de necessidade e as etapas preliminares de concepção de um projeto arquitetônico residencial. Durante o desenvolvimento da etapa seguinte do projeto arquitetônico, seu cliente começou a se mostrar preocupado com os custos de execução da obra. Por isso, é importante que você considere soluções inteligentes para o espaço e integração dos ambientes, além de pensar sempre como isso se relaciona com o sistema estrutural da edificação. Uma das questões, porém, é que o seu cliente insiste em adiantar a construção, executando a terraplenagem do terreno antes do término do projeto executivo. Essa situação não é ideal pois o projeto pode enfrentar mudanças consideráveis até sua finalização para que se adeque à melhor proposta, o que não é possível caso a terraplenagem já tenha sido feita. Apesar disso, você pode utilizar um software da plataforma BIM para realizar o seu projeto arquitetônico. Uma das vantagens da utilização desse tipo de ferramenta é justamente a maior integração entre todos os membros de uma equipe, o que facilita o desenvolvimento do projeto arquitetônico e seus projetos complementares.

Pensando nesse contexto, você pode se indagar: como a tecnologia BIM auxilia nas decisões de projeto? Como permitirá que o projeto seja mais eficiente? Como se utilizar de uma tecnologia que ainda está em crescimento e cujos benefícios e vantagens nem todos conhecem? Cabe a você estudar e refletir sobre essas questões.

Para ajudá-lo a responder esses e outros questionamentos, preparamos para o material desta unidade um apanhado de conteúdos, os quais passarão

por 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!

Projeto arquitetônico: introdução ao software Revit

Diálogo aberto

Aluno, para que haja total aproveitamento do conteúdo, é importante que você se lembre das obras convencionais em alvenaria comum mais construídas no mercado da construção civil brasileira. Muitas vezes, caso você já os tenha percorrido, os canteiros de obras obedecem a uma lógica que é inerente a esse tipo de construção, assim como os métodos e relações de trabalho que foram utilizados para que o projeto arquitetônico fosse definido. Nesta seção um dos principais assuntos abordados diz respeito às vantagens e desafios que a tecnologia BIM oferece e que são diferentes daqueles utilizados até então para projetos em alvenaria comum. Você vai notar que os softwares relacionados a ela têm uma relação direta com a construtibilidade do projeto arquitetônico que está sendo desenvolvido, pois com essa tecnologia as possibilidades vão além do que apenas a confecção de desenhos 2D. Essa tecnologia permite que muitos pontos a serem observados no desenvolvimento de um projeto sejam realizados da melhor maneira possível entre todos os membros da equipe e antecipando possíveis problemas tanto no que diz respeito ao desenvolvimento da proposta quando à sua posterior execução.

Nesta seção, além da compreensão total sobre as possibilidades que as plataformas oferecem, você vai ver também como é a interface do Autodesk Revit e seus comandos básicos.

Lembre-se de que, como profissional de um importante escritório de projetos, você já realizou as reuniões iniciais com seu cliente, nas quais vocês definiram o Programa de Necessidades e o pré-dimensionamento dos ambientes. Passada essa primeira etapa, as seguintes darão continuidade ao desenvolvimento do projeto arquitetônico.

É comum que durante o processo de projeto o cliente fique ansioso com relação às decisões que estão sendo tomadas. Imagine que as próximas reuniões que você teve com seu cliente mostraram que ele quer que a obra comece adiantada, colocando uma ordem equivocada na forma como todas as etapas devem acontecer, fazendo a terraplenagem antes do término e definição completa da proposta. Você já explicou como funciona a tecnologia BIM e porque a utiliza, enfatizando a importância de que seu cliente aguarde a finalização do projeto executivo. Mas com vistas a enfatizar ainda mais esse ponto e a convencê-lo a aguardar até a finalização da etapa de projeto executivo para realizar a terraplenagem, você deve desenvolver

um relatório em que demonstre porque a utilização da BIM, que é adotada em sua empresa, irá contribuir para o controle do orçamento do cliente na execução da obra. Por isso, é importante que você conheça profundamente a ferramenta que está utilizando. Quais são as principais vantagens que o uso da tecnologia BIM oferece? Qual é o seu principal diferencial no que diz respeito ao trabalho entre os profissionais da área? Quais são as possibilidades que a tecnologia BIM oferece no que diz respeito a orçamento e cronograma?

O conteúdo aqui presente será mais que suficiente para respondermos essas questões de modo a amparar os seus clientes e aumentar a sua credibilidade. Para isso, peço 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. Vamos estudar?

Não pode faltar

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 chamar 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 este 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.



Assimile

BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.

A definição de objetos paramétricos é um dos maiores diferenciais para a ferramenta BIM. Esses objetos são definidos geometricamente e apresentam 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.



Exemplificando

Quando se está definindo um projeto através 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.

Com o desenvolvimento da tecnologia BIM, alguns benefícios são previstos. Um deles é fundamental e diz respeito aos dados de orçamento de um projeto arquitetônico. É possível vincular o modelo virtual de construção a uma base de dados de custo, o que ajuda a determinar se aquela construção satisfaz aos requisitos financeiros do cliente. Isso evita que uma quantidade considerável de esforços e tempo sejam desperdiçados, caso o projeto comece a atingir somas que ultrapassam o orçamento disponível.

Outros benefícios podem ser observados durante a fase de projeto arquitetônico, pois o modelo 3D gerado pelo software está sendo projetado diretamente sem a mediação de múltiplas vistas 2D, como plantas baixas e cortes. Isso permite diferentes ângulos da proposta em todas as vistas do projeto. Como os objetos são definidos por regras paramétricas, as correções realizadas no modelo são mais fáceis de gerenciar. Além disso, a ferramenta BIM permite que a geração de desenhos 2D seja feita em qualquer etapa do projeto arquitetônico, o que reduz significativamente a quantidade de tempo e o número de erros se a compararmos à geração de desenhos em um sistema CAD. A tecnologia BIM possibilita também que haja a colaboração entre múltiplas disciplinas de projeto em um mesmo modelo de forma mais fácil e rápida do que quando é feita utilizando-se de desenhos 2D.



Exemplificando

O BIM pode ser aplicado a vários usos ao longo do ciclo de desenvolvimento do projeto, construção e operação do edifício. Na nossa disciplina, estamos abordando especialmente como a tecnologia BIM contribui para o desenvolvimento do projeto arquitetônico. A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), em seu *Guia de Boas Práticas*

em BIM, apresenta um diagrama que mostra os possíveis usos dos BIM durante o processo de projeto (Figura 2.1). Além da concepção, podem ser destacadas a análise de eficiência energética e a análise de critérios de sustentabilidade.

Figura 2.1 | Usos do BIM para projeto



Fonte: ASBEA (2013, p. 9).



Pesquise mais

Para conhecer melhor sobre os usos do BIM no processo de elaboração de projetos, consulte o livro *Manual de BIM* (EASTMAN et. al., 2014), disponível na biblioteca virtual, e leia da página 155 a 166. Esse trecho do livro coloca quatro pontos de vista sobre o processo de projeto e como o BIM pode impactar cada um deles.

O BIM quantifica as áreas dos espaços e quantidades de materiais, o que possibilita estimativas de custos precisas mesmo em etapas anteriores ao projeto arquitetônico. Conforme a definição do projeto vai acontecendo, quantitativos mais detalhados podem ser utilizados para o melhoramento das estimativas de custos. Isso ajuda na tomada de decisões durante o processo de projeto. Existe ainda a possibilidade de vinculação do modelo da construção a ferramentas de análise energética que podem ser utilizadas já nas fases preliminares do projeto arquitetônico, o que também colabora para a tomada de decisão durante o processo projetual.

A ferramenta BIM permite que haja a sincronização do projeto e o planejamento da construção, pois ela possibilita a simulação do processo de construção ao mostrar sua aparência e a aparência do canteiro de obras em qualquer ponto. Essa simulação permite que potenciais problemas sejam previstos, o que ajuda no gerenciamento de obras e cria a possibilidade de prever melhorias para o canteiro. Da mesma forma, as atualizações pensadas para o projeto de canteiro são rapidamente atualizadas com a ferramenta BIM devido aos objetos paramétricos. Você pode observar na Figura 2.2 um modelo tridimensional que ilustra desde o sistema estrutural até o edifício acabado.

Figura 2.2 | Modelo de edifício que ilustra todos os seus componentes estruturais



Fonte: Rotta (2017, [s.p.]).

Com relação aos desafios que devemos esperar do uso da ferramenta BIM, o principal deles diz respeito aos relacionamentos entre os participantes do empreendimento. O ideal é que se crie o modelo com a colaboração entre arquiteto, empreiteiro e todas as outras disciplinas necessárias. A criação do modelo depois que o projeto arquitetônico já está determinado apenas se justifica se utilizado para o planejamento da construção e projetos complementares detalhados a serem utilizados no canteiro de obras. Outro desafio que a ferramenta BIM coloca é a integração do conhecimento de construção mais cedo no processo de projeto. Ou seja, é importante que as empresas sejam capazes de coordenar todas as fases do projeto e incorporar o conhecimento de construção desde o início do processo.



Refleta

Qual o impacto que a ferramenta BIM vai causar, conforme sua utilização cresce dentro das empresas, no retrabalho que o processo de projeto arquitetônico muitas vezes enfrenta hoje em dia?



Pesquise mais

Durante as próximas seções, será utilizado como exemplo para os nossos conteúdos uma obra arquitetônica que atende ao programa de necessidades proposto na Unidade 1: a Casa Farnsworth. Esse projeto é de autoria do arquiteto alemão Mies van der Rohe, que é um dos ícones mundiais da arquitetura moderna. É importante que você estude esse projeto arquitetônico para as próximas seções. O site de arquitetura *Archdaily Brasil* disponibiliza um passeio virtual pela obra. Confira!

FRACALOSSO, I. Clássicos da Arquitetura: Casa Farnsworth / Mies van der Rohe. *Archdaily Brasil*, [S.l.], 27 mar. 2012.

Os softwares mais utilizados no Brasil, com relação à plataforma BIM, são o Autodesk Revit e o Graphisoft ArchCAD, programas que atendem amplamente o trabalho profissional do arquiteto. O ArchiCAD é a ferramenta BIM mais antiga para projetos de arquitetura sendo o primeiro produto BIM comercial para computadores pessoais. Esse é um programa considerado de interface intuitiva e possui muitos usuários porque tem um preço acessível quando comparado a outras opções disponíveis no mercado. Já o Revit é o software mais conhecido e atual líder de mercado. Um dos seus principais diferenciais são os aplicativos para simulação energética e de cargas e análises estruturais.

A interface do Revit, por padrão, não se diferencia muito de outros programas usuais da área. Ela é dividida da seguinte forma:

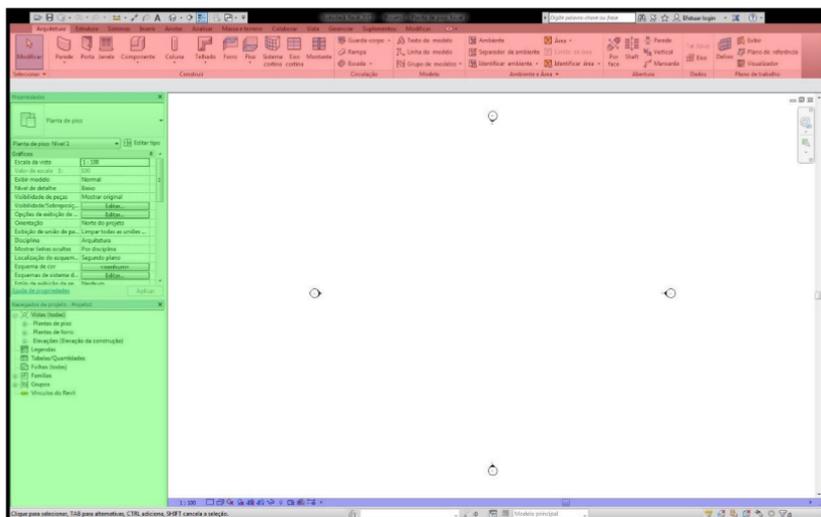
1. Na parte superior, aparece a faixa de opções. Nela constam as guias, os painéis e os botões para acessar as ferramentas ou operações. As guias abrem diferentes painéis, sempre agrupados por assuntos (arquitetura, estrutura, sistemas, anotação, etc.), enquanto os painéis organizam os botões por afinidade. Essa área está em vermelho na Figura 2.3.
2. 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. 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 através dessa janela. Essa área está em verde na Figura 2.3.
3. 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. Essa área está em azul na Figura 2.3.

4. Na área predominante, aparece em destaque 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.

A Figura 2.3 apresenta a interface do software. Associe os itens descritos acima à sua localização na figura.

Figura 2.3 | Interface do Autodesk Revit



Fonte: captura de tela do 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

Aluno, vimos que é comum que durante o processo de projeto o cliente fique ansioso com relação às decisões que estão sendo tomadas por você, profissional responsável pelo projeto arquitetônico. Uma das vantagens do uso da ferramenta tecnológica Revit, é que o modelo tridimensional está sendo desenvolvido enquanto a concepção do projeto está sendo pensada.

Isso possibilita que você mostre ao seu cliente todo o andamento do trabalho, de uma forma mais didática, que é representada pelo modelo tridimensional.

A demonstração e a explicação ao seu cliente sobre as vantagens que a tecnologia BIM traz a todo o processo de projeto arquitetônico podem ressaltar a importância de que ele espere a finalização de todo o processo antes de iniciar a execução da obra. Por isso, quando realizar um relatório que contenha todas as informações necessárias para acalmar o seu cliente, o principal argumento que você pode utilizar é a capacidade do software Revit calcular os custos de toda execução da obra, sendo inclusive possível projetar o canteiro. Ou seja, quanto maior a possibilidade de simulações, com relação ao material de acabamento, por exemplo, mais próximo do orçamento disponível você, enquanto profissional, consegue chegar ao resultado final do projeto arquitetônico. Da mesma forma, você pode pontuar no relatório que a melhor decisão com relação à topografia pode resultar em menores custos, mas para isso é necessário um tempo de maturação do projeto e também de teste de possibilidades. Enfatize no seu relatório que caso seu cliente inicie a obra durante esse trajeto, não será viável economicamente assumir grandes mudanças de projeto, o que pode prejudicar muitas decisões posteriores. Finalize enfatizando que também o cronograma de obra pode ser melhor desenvolvido com o uso da tecnologia BIM. Um bom cronograma pode evitar surpresas desagradáveis e desperdício de dinheiro.



Aproveite agora para obter o arquivo .dwg (para AutoCad) que será utilizado como base para o desenvolvimento das aulas práticas, com início na próxima seção. Ao longo da disciplina, as aulas práticas irão focar o desenvolvimento de um projeto arquitetônico no software Revit. Acesse o QR Code para já se familiarizar com o arquivo .dwg.

Avançando na prática

A tecnologia BIM em empresas

Descrição da situação-problema

Como se trata de um conjunto de informações gerada e mantida em todo o ciclo de vida de um edifício, a BIM é uma tecnologia fundamental para o bom desempenho da construção. Você, enquanto profissional que atua em uma construtora, sugere à empresa em que trabalha que esta será uma

tecnologia importante para a elaboração dos projetos ali desenvolvidos. A construtora, reconhecendo que será uma importante ferramenta de controle dos processos no projeto e na obra, concorda que pode ser um bom momento para começar a utilizar uma plataforma BIM. No entanto, ainda há receio por parte das equipes em migrar dos sistemas CAD tradicionais para essa nova tecnologia. De acordo com o conteúdo apresentado nesta seção, quais argumentos podem ser utilizados para convencer definitivamente os funcionários de que a tecnologia BIM deve ser adotada na construtora?

Resolução da situação-problema

O principal motivo que pode ser levantado para convencer as equipes de trabalho a adotar a tecnologia BIM dentro da construção civil é a agilidade que o programa pode oferecer na etapa de compatibilização de outros projetos ao projeto arquitetônico. Isso porque, com um software como o Revit, é possível que as equipes trabalhem de forma totalmente integrada, evitando o retrabalho, bastante comum com o uso de sistemas CAD tradicionais. O próprio programa faz uma acusação caso haja conflito de informações. Por exemplo, caso o projeto hidráulico entre em conflito com o projeto estrutural, o programa avisa que isso está acontecendo, e não permite que o projeto seja resolvido dessa forma. Outro motivo a ser apresentado é a possibilidade de geração de desenhos a qualquer momento do processo de projeto, ou seja, plantas, cortes e elevações podem ser gerados mesmo que o modelo ainda não esteja terminado.

Faça valer a pena

1. O BIM pode ser aplicado a vários usos ao longo do ciclo de desenvolvimento do projeto, construção e operação do edifício. Ao decidir pela adoção do BIM, é importante que o escritório de projeto determine quais objetivos pretende atingir com a tecnologia, tanto do ponto de vista da melhoria do processo interno do escritório quanto para o fornecimento de serviços e produtos diferenciados aos seus clientes.

Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que não corresponde aos usos do BIM para projeto:

- a) Compatibilização dos projetos.
- b) Análise de eficiência energética.
- c) Gerenciamento do edifício.
- d) Avaliação de critérios de sustentabilidade.
- e) Extração de quantitativos.

2. O uso crescente da tecnologia BIM pelos profissionais da construção civil tem trazido consequências positivas para o cotidiano de trabalho desses profissionais. Certamente os mais beneficiados dentro desse conjunto são os projetistas.

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

- a) Captação de clientes.
- b) Gerenciamento das edificações na fase de pós-ocupação.
- c) Aumento dos custos da obra associado ao melhor controle orçamentário.
- d) Geração de desenhos técnicos em qualquer etapa do projeto.
- e) Dificuldade na compatibilização de projetos complementares.

3. Durante a fase de planejamento da construção de um edifício, novas tecnologias têm auxiliado o processo tanto do projeto quanto da definição das várias fases do canteiro de obras. A tecnologia BIM cria modelos virtuais precisos de uma construção e oferece suporte para todas as fases de implementação do projeto.

Sobre a tecnologia BIM, é correto afirmar que:

- a) Ela não pode atuar na logística do canteiro, pois não possibilita a previsão das melhores áreas de armazenamento de materiais, acessos, posicionamento de equipamentos e simulações de conflitos.
- b) O BIM não possibilita a integração entre diferentes equipes.
- c) Não é necessária uma evolução entre os profissionais da construção civil para a melhor utilização da tecnologia BIM, pois a maioria das empresas no mercado já a adotam há muitos anos.
- d) O BIM não tem a possibilidade de agir como um catalisador para reduzir a fragmentação da indústria da construção civil, melhorar a sua eficiência e reduzir os custos de perda de informação ao longo do processo de projeto.
- e) O BIM é uma ferramenta que deve ser associada ao processo de instrumentação de vários profissionais, não apenas de arquitetos.

O conteúdo desta seção traz os assuntos necessários para que você consiga responder a essas questões e inicie o seu modelo no software Autodesk Revit. Nós estudaremos a topografia como um dado para o projeto arquitetônico, quais são as implicações e como deve ser feita a implantação de uma proposta em um terreno, e, finalmente, você vai ver como modelar um terreno no Revit a partir da importação de arquivos DWG.

Para isso, peço a sua dedicação e atenção aos conceitos tratados aqui, já que a sua compreensão será fundamental para o início da nossa imersão na plataforma BIM. Bons estudos!

Não pode faltar

Para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico, a análise do terreno em que será implantada a edificação é um dos pontos primordiais a serem observados, a fim de elencar pontos positivos e desvantagens, ou seja, problemas que precisarão ser solucionados durante o processo de projeto. Considera-se sempre o programa e a escala do edifício que deve ser ali implantado, sendo que os recursos naturais que o terreno apresenta podem contribuir para a utilização de sistemas passivos, como por exemplo, iluminação e ventilação naturais. Tenha sempre em mente que a arquitetura não diz respeito somente a edificações isoladas, ela depende também dos espaços ao redor dela, sendo a partir da inserção desses conjuntos no tecido urbano que se fazem as cidades.



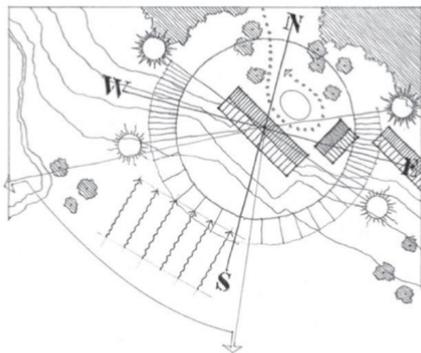
Exemplificando

A análise e a compreensão do entorno do terreno e de seu contexto permitem que o projeto arquitetônico se conecte melhor com a área de intervenção. Suponha que o terreno vizinho abrigue uma edificação que, durante a manhã, faz sombreamento na área em que você está pensando sua proposta. Não seria adequado, por exemplo, direcionar as aberturas dos dormitórios para a parte que recebe sombra durante o período do dia em que a iluminação natural é essencial para esses ambientes.

O modo de implantação de um edifício em seu lote estabelece relações entre seus ambientes internos e os espaços públicos ao seu redor. É o profissional responsável pelo projeto arquitetônico quem distribui no terreno os espaços definidos pelo programa de necessidades, orientando a edificação de acordo com o que foi levantado na análise do terreno. A posição dos cômodos em relação aos elementos externos ajuda a definir as relações entre suas funções e o contexto externo ao prédio (CHING, 2014). Observe a Figura

2.5, que traz um exemplo de estudo de implantação de um projeto arquitetônico. Nesse estudo, está localizado o norte e a posição do sol em épocas diferentes do ano, o que influencia na insolação sobre a edificação. Também pode-se verificar quais são os ventos predominantes, que, nesse caso, seguem a direção sul – norte. Esse dado contribui para a colocação das esquadrias no projeto, facilitando a ventilação natural. O desenho também mostra as curvas de nível de terreno, um rio e as árvores que ali estão presentes.

Figura 2.5 | Exemplo de implantação de projeto arquitetônico



Fonte: Ching (2014, p. 216).

queira definir para o projeto. Alguns ambientes podem ter acesso a janelas externas ou a claraboias, para iluminação ou ventilação natural. Algumas podem incluir um centro natural de interesse, como uma janela com uma bela vista ou uma lareira.



Pesquise mais

A Casa Carapicuíba, dos arquitetos Ângelo Bucci e Álvaro Puntoni, foi implantada em um terreno com um desnível de seis metros. A edificação é dividida em dois níveis, com acesso independente à sala ou cozinha, assim como os dormitórios e o pátio inferior possuem outro acesso. Analise os desenhos técnicos e as fotografias desse projeto, procurando reconhecer como os arquitetos pensaram esses acessos. Atente-se também para a planta de situação.

CASA Carapicuíba / Angelo Bucci + Alvaro Puntoni. Archdaily Brasil, [S.l.], 29 dez. 2011. Tradução Soledad Sambiani.

O produto final desse processo, que faz parte do conjunto de desenhos relativos a um projeto arquitetônico completo, é uma planta de implantação

que mostra o terreno inserido no entorno. Segundo Ching (2014), essa planta deve incluir:

- As divisas legais do lote.
- 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.
- Condicionantes legais, como recuos obrigatórios.
- Pontos de entrada e caminhos de pedestres e veículos.
- Elementos climáticos e características ambientais importantes.



Exemplificando

Considere a edificação que estamos utilizando como exemplo no material aqui apresentado, a Casa Farnsworth. Boa parte da residência é envidraçada e essa decisão foi tomada pelo arquiteto levando em consideração a análise do terreno, que possui abundante vegetação, como mostra a Figura 2.6. O morador dessa casa pode desfrutar da integração do projeto arquitetônico com a paisagem em vários pontos dos ambientes internos.

Figura 2.6 | Vista da Casa Farnsworth



Fonte: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-40344/classicos-da-arquitetura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Assim como a orientação solar e a direção dos ventos, a topografia é um dado importante para o projeto arquitetônico. Alguns problemas que possam surgir durante o desenvolvimento da proposta, relacionados ao terreno e seu contexto, podem ser explorados através de representações como fotografias aéreas, fotografias do terreno e cortes do terreno. Em áreas com topografia complexa e que possuem um desnível alto, mapas topográficos e cortes do terreno colaboram para o estudo da melhor proposta arquitetônica com relação ao acesso no terreno e também à estrutura e forma da edificação (CHING, 2014). A Figura 2.7 mostra uma maquete física onde estão representadas curvas de nível de um projeto arquitetônico.

Tenha em mente que a composição de custos da terraplenagem leva em consideração a hora da máquina utilizada, o valor do serviço do caminhão que vai tirar ou levar a terra e o valor para o descarte adequado em local autorizado pela prefeitura. No caso de adição de terra, deve ser incluído, em vez do descarte, o valor de compra de terra. A terra que é adicionada à área de intervenção deve ainda ser compactada.

As curvas de nível são a convenção gráfica empregada para representar a aparência vertical de uma superfície ondulada (Figura 2.7). Segundo Ching (2014):

“Uma boa maneira de visualizar curvas de nível é imaginar que fatiamos horizontalmente o terreno, em intervalos regulares – cada uma dessas fatias corresponde a uma curva de nível. A trajetória de cada curva de nível indica a configuração do solo naquela elevação. As curvas de nível sempre são contínuas e jamais se cruzam. Elas coincidem em planta apenas quando cortam uma superfície vertical. [...] As distâncias horizontais entre as curvas de nível são uma função da inclinação da superfície do solo. Podemos discernir a natureza topográfica de um terreno lendo esse espaçamento horizontal. (CHING, 2014, p. 339).

Figura 2.7 | Representação em maquete física de projeto arquitetônico em terreno com curvas de nível



Fonte: <<https://br.pinterest.com/pin/295619163034915362/visual-search/?x=16&y=9&w=530&h=283>>. Acesso em: 10 out. 2018.



Exemplificando

A Casa Farnsworth se utiliza de um recurso arquitetônico que pode ser empregado para lidar com a topografia de um terreno. O piso da edificação é afastado do solo e sustentado por uma malha de pilares metálicos, como mostra a Figura 2.8. Dessa forma, o terreno não sofreu nenhum tipo de terraplenagem, o que preserva a cobertura original do solo.

Figura 2.8 | Vista da Casa Farnsworth



Fonte: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-40344/classicos-da-arquitetura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Utilize-se da bidimensionalidade de um desenho de vistas planas e da tridimensionalidade de um modelo físico ou virtual para imaginar como seria se você estivesse parado em determinado ponto na sua planta baixa. Ao girar um objeto imaginário na nossa mente, podemos estudá-lo de diferentes pontos de vista, o que possibilita a exploração de todas as suas facetas. O modelo virtual permite a análise de princípios que relacionam as partes com o todo, possibilitando um ordenamento que unifica a forma ou a composição, além da conferência precisa de proporções e relações que estamos adicionando à edificação. Ou seja, a modelagem do terreno no Revit pode contribuir para o entendimento da topografia do terreno e, consequentemente, para o processo do projeto arquitetônico.



Assimile

A topografia do terreno influencia enormemente o resultado da forma da edificação no processo de projeto. Caso o terreno tenha desnível acentuado, as decisões devem agir de forma que essa informação seja considerada, assim como no caso de um terreno plano.

Dentro da modelagem do software Autodesk Revit, as superfícies topográficas contêm alturas e definições de materiais diferentes e mostram curvas de nível. Estas podem ser modificadas para mostrar o nivelamento proposto para o projeto arquitetônico. Para criar uma superfície topográfica no Revit, podem ser inseridos pontos individualmente ou usar pontos de um objeto ou ainda importar um arquivo.

Para iniciar um novo projeto no Revit, você seleciona o modelo de projeto padrão ou um modelo padrão da biblioteca de modelos. É possível personalizar as configurações do modelo padrão e salvá-las como um arquivo modelo. Comece com um modelo padrão e desenvolva os padrões gráficos de que você necessita, como espessuras de linha, símbolos e anotações. O tempo de desenvolvimento do modelo de construção previsto para os primeiros projetos vai ajudá-lo na padronização e poupará um tempo considerável em projetos futuros.

Você pode importar os dados do terreno de um arquivo de desenho do AutoCAD para gerar uma superfície topográfica em um novo arquivo de projeto. Na barra de ferramentas de acesso rápido, clique na vista 3D para abrir a vista 3D padrão. Observe que a superfície topográfica e o arquivo do CAD importado estão visíveis. Aprenderemos a modelagem do terreno em Autodesk Revit através da importação da geometria das curvas de nível. 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. 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, como mostra a Figura 2.9, já que o Revit não reconhece o elemento ponto (*point*).

Figura 2.9 | Exemplo de planta de topografia preparada para importação no Revit



Fonte: captura de tela do AutoCAD, elaborada pela autora.

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”. 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”. Uma janela será aberta e pedirá para que você selecione as camadas que ele deve utilizar para gerar a geometria. Se tudo foi feito corretamente, o Revit deverá gerar uma superfície a partir dos pontos contidos nas curvas de nível.

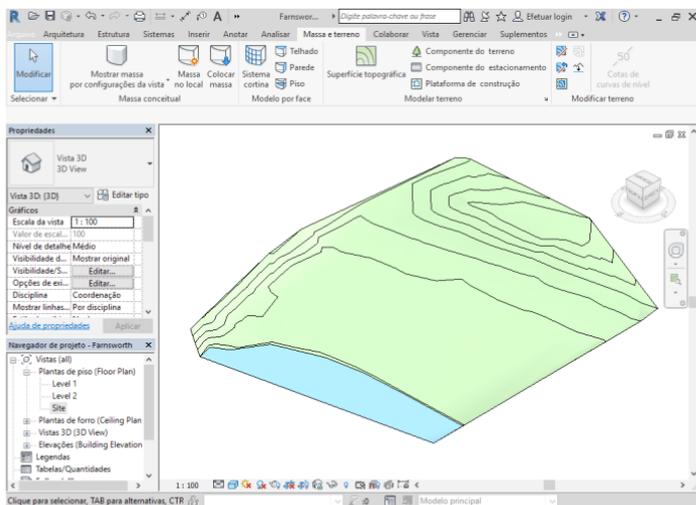


Refleta

Quais são as diferenças fundamentais entre estudar a topografia de um terreno utilizando-se de uma ferramenta 2D, como o desenho, e uma ferramenta 3D, como a modelagem virtual?

Seu modelo virtual deve ficar próximo ao representado na Figura 2.10.

Figura 2.10 | Modelo virtual de terreno no Autodesk Revit



Fonte: captura de tela do Revit, elaborada pela autora.

Depois de convencer seu cliente de que a realização do projeto arquitetônico com o software Autodesk Revit traz muitas vantagens ao processo, para a continuidade do desenvolvimento da proposta, seu cliente solicitou que você pense a melhor maneira de reduzir custos com movimentação de terra. Lembre-se da composição de custos da terraplenagem, que considera a hora da máquina, o valor do serviço do caminhão, o valor de compra de terra ou do seu descarte. Ou seja, quanto menor a movimentação de terra prevista no projeto, menos custos seu cliente terá com essa etapa. Além disso, esse processo pode provocar impactos ambientais, como o surgimento de processos erosivos, caso não seja bem pensado, o que poderia causar um transtorno ainda maior no canteiro de obras. Observe um exemplo (Figura 2.11) de como poderia ser feita a movimentação de terra do terreno que seu cliente possui:

Figura 2.11 | Levantamento topográfico no Revit do cliente



Fonte: captura de tela do Revit, elaborada pela autora.

Observe que a cota 2,50, na planta, estaria contornando a edificação. Sendo assim, as outras curvas acompanham o seu formato, configurando a movimentação de terra. As curvas em vermelho são as originais. Sendo assim, o corte A representa, em vermelho, a quantidade de terra que será retirada e, em verde, onde uma parte dela será aterrada. O Revit possibilita que o cálculo de corte e aterro seja feito, o que resulta numa tabela

que demonstra a quantidade de terra a cortar, a quantidade a preencher e a diferença entre elas. O exemplo que estamos aqui estudando mostra uma diferença de $-80,52 \text{ m}^3$, ou seja, o seu cliente teria que doar terra, e não comprar.

A modelagem do terreno no Revit permite ao profissional estudos relacionados à movimentação de terra. É possível, inclusive, fazer comparações do perfil natural do terreno com a proposta para a terraplenagem e analisar se esta é a melhor para o corte e aterro. Com relação à implantação da edificação, você pode fazer estudos de insolação no Revit, o que contribui para a escolha da melhor orientação solar para o projeto arquitetônico. Ao modelar as edificações do entorno do terreno, por exemplo, você pode estudar o sombreamento que elas causam na área de intervenção, assim como o que massas arbóreas podem trazer de condicionantes para o projeto. Quando é importado um arquivo DWG no software Revit, essa informação deixa de ser um desenho (2D) e passa a ser um modelo virtual (3D) dotado de informações que definem como é esse terreno, ou seja, podemos enxergar quais são suas inclinações.

De posse dessas informações, demos início ao o projeto arquitetônico de residência unifamiliar em plataforma BIM proposta por essa disciplina.

Avançando na prática

Topografia como dado para o projeto arquitetônico

Descrição da situação-problema

Imagine que você foi contratado por um cliente que, durante as primeiras reuniões, apresentou a você um terreno relativamente plano, com cerca de 5% de inclinação. Você desenvolveu uma proposta de estudo preliminar de um projeto arquitetônico que se aproveita dessa característica do terreno e apresentou uma residência que não é dotada de rampas ou escadas na sua circulação interna. Antes do início da etapa seguinte do projeto, porém, seu cliente o procura em caráter de urgência e comunica que trocou de terreno, sendo que agora ele quer que sua casa se adeque a um terreno com 10% de inclinação. Além disso, o terreno anterior ficava em uma esquina, e agora o terreno escolhido fica no meio da quadra, entre outras duas residências. O cliente gostaria que você aproveitasse o mesmo projeto arquitetônico e continuasse seu desenvolvimento. Quais são os argumentos que você pode utilizar para explicar ao seu cliente que será necessário um novo estudo preliminar?

Resolução da situação-problema

Inicialmente, o terreno para o qual foi desenvolvida a proposta de estudo preliminar era de 5%, uma inclinação que caracteriza um terreno como praticamente plano. Por isso, foi possível desenvolver um projeto que não precisou de escadas ou rampas para resolver sua circulação interna. Com um novo terreno e uma nova inclinação, agora de 10%, será necessária outra proposta, visto que não é aconselhável que seja feito o corte e aterro até o ponto em que ele fique similar ao primeiro terreno. Sendo assim, é provável que o novo estudo preliminar seja pensado em mais de um nível, o que demanda rampas e escadas, em contraste com a proposta anterior, que não precisava se utilizar desses elementos arquitetônicos. Com relação ao terreno estar localizado no meio da quadra, as opções para os acessos à residência ficam mais limitadas do que anteriormente, quando o terreno era de esquina. Com duas fachadas da edificação voltadas para a rua, o profissional pode se utilizar de mais de um acesso, por exemplo, além de ter a possibilidade de colocar mais esquadrias e de se utilizar de mais iluminação natural. Com a troca de terreno, todas essas opções passam a ser menores, o que impossibilita a utilização do mesmo projeto arquitetônico, caso essas questões tenham sido observadas anteriormente.

Faça valer a pena

1. A planta de implantação de um projeto inclui a representação de todos os elementos arquitetônicos, bem como outros elementos existentes no lote a edificar, como muros, vedações, passeios, entre outros. Considere os tópicos abaixo:

I - As divisas legais do lote.

II - A topografia do terreno, com suas curvas de nível.

III - Os elementos naturais do terreno, como árvores, paisagismo e corpos d'água.

IV - As construções existentes ou propostas para o terreno, como passeios, pátios com piso seco e vias.

V - A planta baixa da edificação proposta.

Assinale a alternativa que indica todos os tópicos que descrevem informações que devem constar em uma planta de implantação:

a) I, II e III.

b) I, II, III e IV.

c) I, III e V.

d) II, III e IV.

e) I, II, III e V.

2. Para se definir a implantação de uma edificação em um terreno, algumas condicionantes devem ser cogitadas, como a topografia, a orientação solar, os ventos predominantes, a vegetação existente, entre outros. A melhor proposta de implantação é capaz de garantir ventilação natural, belas vistas, mobilidade eficiente, na entrada e na saída, tanto para automóveis como para pedestres, além de outras vantagens.

Sobre a implantação de um edifício em um terreno, assinale a alternativa correta.

- a) Os critérios que devem ser considerados para a implantação de uma edificação em uma determinada área não incluem estudo do entorno.
- b) Os recursos naturais podem ser utilizados para adoção de estratégias passivas de conforto caso a implantação contribua para o projeto, como a correta orientação solar e o melhor aproveitamento da direção dos ventos.
- c) A topografia do terreno não deve influenciar nas decisões do profissional com relação à implantação do edifício.
- d) A única fachada a ser considerada é a frontal e, portanto, deve ser valorizada na implantação.
- e) A vegetação existente oferece um potencial elemento de referência, mas deve ser sempre removida para possibilitar um canteiro de obras mais organizado.

3. Quando a proposta arquitetônica deve considerar um terreno com desnível acentuado, as suas relativas decisões de projeto devem ser tomadas logo nas fases iniciais, 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.

Dessas ações decididas em projeto, quais são as 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.

Projeto arquitetônico: locação e sistemas construtivos

Diálogo aberto

Olá, aluno!

Na última seção, vimos como os dados topográficos podem influenciar as decisões a serem tomadas em um projeto arquitetônico. A implantação da edificação pode se aproveitar positivamente da topografia e o Revit, software que estamos utilizando na nossa disciplina, colabora para esse processo. Também iniciamos o uso da plataforma BIM para modelar o terreno que utilizaremos até a última seção. Agora, iremos para a próxima etapa, que diz respeito à modulação do projeto arquitetônico. De posse desse conhecimento, aprenderemos os próximos passos para modelar seu projeto arquitetônico no Revit.

Lembre-se de que você, enquanto profissional de um importante escritório de projetos que está em fase de definição de elementos estruturais a serem aplicados na proposta, está lidando com um cliente que se mostrou preocupado com os custos de execução da obra. Por isso, é importante que você considere soluções inteligentes para o espaço e integração dos ambientes, além de pensar sempre como isso se relaciona com o sistema estrutural da edificação. A essa altura, você já considerou os custos com movimentação de terra e inseriu esse dado no seu processo de projeto, de maneira a interferir o mínimo possível no terreno.

Para continuar atendendo a demanda do seu cliente, que continua preocupado com os custos de execução da obra durante as reuniões, você deve definir a modulação dos espaços de maneira que haja o mínimo possível de desperdício de material de construção. Quais sistemas estruturais atendem a quesitos relacionados ao menor desperdício de material durante sua execução? De que forma o projeto arquitetônico deve ser pensado para que corresponda à melhor utilização de sistemas estruturais que atendem aos critérios de um canteiro de obras racionalizado? Qual o papel que o BIM assume nesse processo e como ele colabora com o atendimento dessas questões?

Esta seção vai abordar questões relativas à escala e proporção no projeto arquitetônico e modulação estrutural. Com esse conhecimento você será capaz de responder às questões postas e terá mais domínio sobre a tecnologia BIM. Não deixe de estudar e de se aprofundar no assunto. Vamos lá? Bons estudos!

Os elementos estruturais do sistema de fundação de um edifício são os que atravessam espaços e compõem uma obra de arquitetura. Os ambientes que esses elementos ajudam a estruturar influenciam diretamente a escala de um projeto arquitetônico, pois seu tamanho e proporção estão diretamente relacionados às funções estruturais que desempenham e constituem indicadores visuais para os espaços que ajudam a configurar. Caso o vão ou a carga de uma viga fossem duplicados, por exemplo, esse elemento estrutural sofreria um colapso, pois seus esforços de flexão também dobrariam. Caso a viga tivesse sua altura duplicada, por outro lado, sua resistência seria aumentada em quatro vezes. Ou seja, a altura é um dado importante para o projeto de uma viga e a razão entre esse dado e o vão espacial a ser vencido é o indicador de sua função. Da mesma forma, os pilares podem ser mais espessos ou mais esbeltos de acordo com as cargas e alturas que suportam. O tamanho e a proporção de elementos estruturais, em um projeto arquitetônico, conferem escala e estrutura hierárquica em um espaço (CHING, 2014).

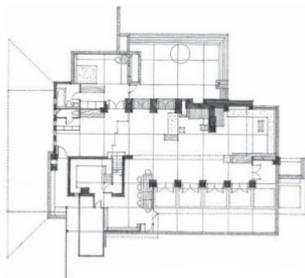
A natureza dos materiais desses elementos também fornece indícios visuais de sua função. Uma parede de alvenaria é mais espessa do que uma de concreto armado que esteja submetida às mesmas cargas, caso precise ter mais resistência à compressão e pouca resistência à flexão. Um pilar que faça parte da composição de um sistema estrutural metálico será mais esbelto que o mesmo elemento de madeira que precise suportar a mesma carga (CHING, 2014).



Exemplificando

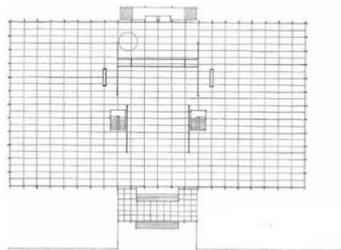
Observe os desenhos seguintes (da Figura 2.12 até a Figura 2.14). Trata-se de projetos arquitetônicos que adotam sistemas estruturais diferentes no que diz respeito à sua concepção e à adoção de materiais. O resultado final apresenta escalas e proporções diferentes, que se relacionam com a estrutura adotada.

Figura 2.12 | Madeira e Tijolo – Casa Schwartz, Two Rivers, Wisconsin, Estados Unidos, 1939, Frank Lloyd Wright



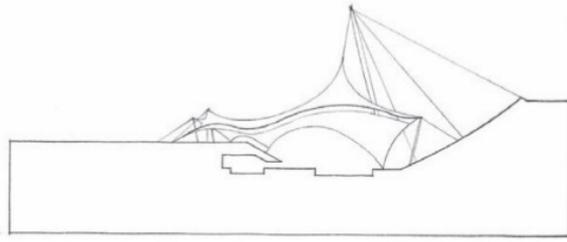
Fonte: Ching (2014, p. 77).

Figura 2.13 | Aço – Crown Hall, Instituto de Tecnologia de Illinois, Chicago, Estados Unidos, 1956, Mies van der Rohe



Fonte: Ching (2014, p. 77).

Figura 2.14 | Membrana – Cobertura da Arena de Natação Olímpica, Munique, Alemanha, 1972, Frei Otto



Fonte: Ching (2014, p. 77).

Alguns elementos arquitetônicos são dimensionados também de acordo com seu processo de fabricação. Por isso, seus tamanhos e proporções são padronizados e atendem às necessidades de seus fabricantes e das normas industriais. Exemplos disso são os blocos de concreto, por exemplo, que são produzidos como unidades construtivas modulares. A madeira compensada, assim como outros materiais, também é fabricada seguindo unidades modulares com proporções fixas. Seguem esse mesmo padrão construtivo os perfis de aço e a comercialização das esquadrias, por exemplo, cujas proporções são determinadas pelos fabricantes individuais das unidades. Para que ocorra a compatibilidade que a junção de todos esses elementos deve alcançar, os tamanhos e as proporções padronizadas na sua industrialização também afetam a proporção e a escala de um projeto arquitetônico (CHING, 2014).

Existe a possibilidade da utilização da pré-fabricação para um dos cômodos, como banheiros completos que podem ser içados e encaixados no restante da estrutura, não necessariamente feita em elementos industrializados padronizados. Esse tipo de ação acelera a velocidade da obra e reduz o desperdício no canteiro de obras, além de possibilitar que os elementos pré-fabricados atendam a um alto padrão de qualidade. Muitas vezes, porém, isso implica em um aumento de custo, que pode ou não ser compensando pelo cronograma de obra mais rápido. De qualquer forma, o uso de um sistema modular no projeto arquitetônico é uma decisão a ser tomada nas primeiras etapas de um processo de projeto, visto que tal decisão afeta a escala e dimensões dos elementos que estão sendo projetados (BUXTON, 2017).



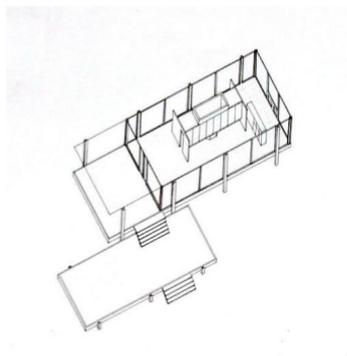
Refleta

O desenvolvimento da tecnologia das construções através dos anos afeta a escala e a proporção dos edifícios?

Muitos projetos arquitetônicos se utilizam de uma malha estabelecida por meio de um sistema estrutural para compor espaços, que podem ser isolados, ou repetições de um mesmo módulo. Segundo Ching (2014, p. 145):

“Como uma malha tridimensional consiste em módulos espaciais repetitivos, esses podem ser subtraídos, adicionados ou sobrepostos sem afetar a identidade da malha como uma estrutura de organização de espaços. Tais manipulações na forma podem ser utilizadas para adaptar uma malha ao seu terreno, definir uma entrada ou um espaço externo ou mesmo permitir o crescimento e a expansão da malha. [...] Partes da malha podem ser deslocadas, alterando a continuidade visual e espacial do conjunto. Uma malha pode ser interrompida para configurar um espaço principal ou acomodar um acidente topográfico.

Figura 2.15 | Axonométrica do projeto arquitetônico para a Casa Farnsworth



Fonte: <<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-farnsworth/>>. Acesso em: 21 out. 2018.

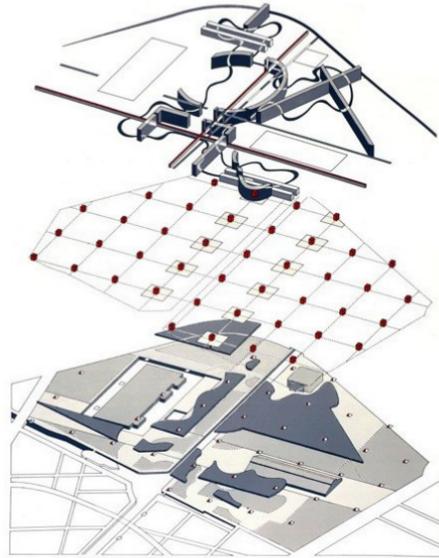
Um dos arquitetos que se utilizou enormemente desse recurso em seus projetos arquitetônicos é Mies van der Rohe, responsável pelo projeto que estamos utilizando como exemplo para nossos exercícios neste material. Mies adotava o sistema estrutural de viga, pilar, parede e cobertura de forma que a técnica construtiva adotada era levada ao extremo da lógica e do rigor. Observe a malha ortogonal de pilares na Figura 2.15 e como o arquiteto se utiliza dela para criar os espaços internos e externos da edificação.



Exemplificando

Observe a Figura 2.16. Ela representa uma perspectiva explodida de um projeto arquitetônico do arquiteto Bernard Tschumi para o *Parc de la Villette*, em Paris (França). Os pontos vermelhos representados na figura seguem uma estrutura reticular, ou seja, são elementos lineares estruturais. Perceba como esses pontos seguem uma modulação que configura uma malha, tendo esta 120 m de lado. O projeto foi pensado seguindo três princípios de organização: pontos, linhas e superfícies. Todo o desenho é pensado de acordo com a malha ortogonal.

Figura 2.16 | Perspectiva representativa o *Parc de la Villette*



Fonte: Souza (2013, [s.p.]).

A modulação em um projeto arquitetônico maximiza a eficiência e o potencial de flexibilidade ou adaptação. É possível se utilizar da modulação à medida que modificações no espaço se fazem necessárias devido a mudanças de uso, como a necessidade de expansões. As paredes internas ou divisórias podem mudar de lugar de modo a expandir ou diminuir o ambiente, sem que haja necessariamente a reconstrução definitiva dos elementos estruturais, o que causaria um processo mais trabalhoso e demorado. A melhor forma de criação de um módulo básico é por meio da coordenação de todas as colunas de instalações e serviços de maneira que sejam visitáveis, como os shafts, incluindo escadas de incêndio, elevadores, banheiros, poços e dutos, além de coordenar sistemas mecânicos, elétricos, de tubulação e hidrossanitários de forma que eles funcionem junto com os arranjos de corredores ou circulação (BUXTON, 2017). Observe na Figura 2.17 um exemplo de projeto arquitetônico em que a repetição de módulos é fundamental para sua concepção. O arquiteto

Figura 2.17 | Casas da Villa Verde do escritório Elemental do arquiteto Alejandro Aravena



Fonte: Moura (2016, [s.p.]).

chileno Alejandro Aravena se utiliza dessa repetição em residências que podem ser completadas da maneira que o proprietário quiser. A Figura 2.17 mostra dois momentos em que esses complementamentos foram posteriormente realizados.



Assimile

Os shafts são aberturas verticais para a passagem de tubulações. Na maioria dos casos são utilizados para ventilação e passagem do esgoto, além de água em temperatura quente ou fria. Caso esteja adequado à normas de segurança, também podem abrigar as eletrocalhas. Seu fechamento pode ser feito em gesso acartonado, pois sua abertura para a manutenção de alguma rede pode ser facilmente realizada.



Pesquise mais

O *Manual do Arquiteto*, livro que faz parte da sua biblioteca virtual, traz detalhadamente o projeto de prédios para laboratório e suas exigências básicas, as quais estão em seu capítulo denominado *Laboratórios*. Faça uma leitura da página 22 à 22-5 com especial atenção para os módulos de planejamento dos laboratórios (itens 2.2 e 2.3), estrutura (item 2.4) e malha estrutural (item 2.5).

O projeto estrutural é apenas uma parte do projeto como um todo. Para que ele seja confeccionado, é preciso fazer diversos cálculos que se utilizam de softwares específicos e posteriormente são geradas cópias desses dados para o repasse aos demais integrantes da equipe. As possibilidades de que esses dados sejam perdidos ou atualizados de maneira incorreta geram erros durante o desenvolvimento do projeto, o que dificulta seu planejamento e aumenta seu tempo de duração. O BIM atua como uma fonte permanente e completa de informação nesse sentido, facilitando a cooperação entre os profissionais, pois ele é um sistema que proporciona uma maior integração na fase de projeto. Ele tem a capacidade de englobar o ciclo de vida completo de uma infraestrutura, abrangendo seus aspectos de concepção, manutenção e até gestão. Além disso, outras entidades que futuramente venham a intervir possuem maior acessibilidade ao projeto. Com isso alguma eventual operação de reconstrução ou demolição, por exemplo, é facilitada. O BIM permite que a troca de informação ocorra entre diferentes programas que o suportem e que sejam de interesse no projeto estrutural. A consequência disso é que a produtividade é maximizada, pois qualquer alteração que for feita será reconhecida no modelo BIM (OLIVEIRA, [s.d.]).

Após a modelagem do terreno no Revit, devemos criar os níveis da edificação. Nesse software, os níveis atuam como plano de referência horizontal para acomodar os elementos de construção, como paredes, telhados e pisos. Com os níveis, você determina e controla o posicionamento vertical dos elementos no modelo que está construindo. Cada vista da planta está em um nível e todos os

seus elementos são movidos com ele. 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 na 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. 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.



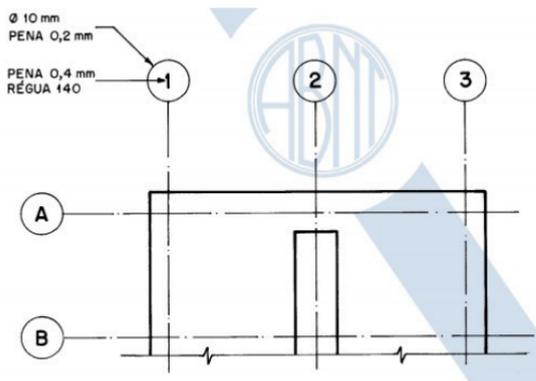
Saiba mais

As etapas a seguir descrevem como criar um novo nível para o modelo que está sendo desenvolvido no Revit:

1. Abra a vista de corte ou elevação na qual adicionará níveis.
2. Em seguida vá até a faixa de opções e clique na guia Arquitetura > painel Dados > Nível.
3. Coloque o cursor na área de desenho e clique.
4. Você conseguirá desenhar as linhas de nível ao mover o cursor na horizontal.
5. Clique quando a linha de nível estiver no comprimento correto.
6. Você pode renomear o nível se quiser (CURSO..., [s.d.], p. 10 e 11).

É necessário criar também os eixos da edificação, os quais são usados para espaçar, alinhar e posicionar elementos em uma construção. Na maioria dos casos, esses elementos são colunas. Use eixos de coluna como referência precisa da posição dos elementos de construção nas vistas de planta, de elevação ou de corte. A Figura 2.18 exemplifica como deve ser o desenho das coordenadas que indicam os eixos estruturais em um projeto arquitetônico:

Figura 2.18 | Coordenadas que indicam eixos estruturais



Fonte: ABNT (1994, p. 18).

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. Apenas 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 seu 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.

Perceba como é importante que seu projeto seja pensado na sua totalidade, ou seja, para criar os níveis e os eixos é essencial que o sistema construtivo esteja estabelecido no seu projeto. Caso contrário, não será possível criar esses elementos, visto que eles obedecem à lógica do sistema escolhido.

Sem medo de errar

Aluno, enquanto profissional de um importante escritório de projetos, após as definições propostas nas reuniões iniciais com o seu cliente, você entrou em uma etapa do trabalho cuja maior necessidade é a determinação de um sistema estrutural para a proposta. O seu cliente, porém, continua preocupado com os custos de execução da obra e pediu a você que considerasse o orçamento disponível. Lembre-se de que você já considerou os custos com movimentação de terra e inseriu esse dado no seu processo de projeto, de maneira a interferir o mínimo possível no terreno.

As próximas decisões devem considerar como a definição dos espaços e a integração dos ambientes se relacionam com o sistema estrutural da edificação. Para que haja o mínimo possível de desperdício de material na obra, o ideal é que o projeto arquitetônico seja pensado a partir de uma modulação. Esse módulo deve considerar a natureza dos elementos estruturais, que vão interferir diretamente no resultado visual da edificação. Os sistemas estruturais racionalizados conseguem atender a critérios de custo e de tempo em um canteiro de obras, contribuem para melhorar a qualificação da mão de obra, o planejamento e a execução das obras, promovendo um salto de qualidade na indústria da construção civil.

O BIM contribui para essa etapa e também para a tomada de decisões relacionadas ao sistema estrutural. A representação de elementos individuais em um modelo virtual orientado por objetos se sobrepõe àquela com elementos simples que se utiliza de formas, linhas e textos. O tipo e o custo do material podem ser incluídos no processo durante o desenvolvimento do

projeto arquitetônico, o que facilita a tomada de decisões com a utilização do BIM. Além disso, as alterações que normalmente são necessárias durante esse processo são mais fáceis de fazer com essa tecnologia porque ela é facilmente reconhecida pelo software. Por exemplo, se alguma alteração for realizada em algum dos programas de cálculo, análise e dimensionamento, ela será reconhecida por parte do modelo criado no sistema BIM. Dessa forma há uma redução da probabilidade de ocorrer algum erro, já que não é mais necessário fazer uma atualização manual (OLIVEIRA, [s.d.]).

Avançando na prática

Mudança de sistema estrutural

Descrição da situação-problema

Você, enquanto profissional de um importante escritório de projetos, realizou diversas reuniões com seu cliente, durante as quais foi definido o programa de necessidades e um consequente estudo preliminar de projeto arquitetônico. O passo seguinte dizia respeito à adoção de um sistema estrutural para a proposta, e você propôs que toda a edificação fosse feita em estrutura metálica. Ao realizar orçamentos para a construção dessa estrutura, porém, seu cliente percebeu que o valor relativo a ela estava acima do esperado para o seu montante disponível. Sendo assim, ele pede que você faça uma outra proposta com um sistema estrutural diferente para que ele possa fazer uma comparação entre os valores. Quais são as consequências da realização dessa troca nessa etapa de definições do projeto arquitetônico? Quais são as funcionalidades que o BIM oferece no que diz respeito ao estabelecimento de parâmetros que pode contribuir para esse processo?

Resolução da situação-problema

Uma das vantagens para a utilização do BIM, nesse caso, é justamente a possibilidade de realizar a extração de quantitativos durante a definição do projeto arquitetônico. Por isso, ele facilita muito esse processo de decisão, que não é linear, durante o completo estabelecimento de uma proposta. Como essa tecnologia possibilita que a modulação estrutural do projeto seja pensada de forma mais fácil, a troca de sistemas pode se aproveitar de parâmetros já inseridos no software, o que facilita esse processo. Além disso, as etapas iniciais são justamente o momento em que essas decisões devem ser realizadas, portanto o seu cliente agiu da melhor maneira possível para o andamento do seu trabalho, visto que um pedido para que essa troca

acontecesse em etapas posteriores atrasaria enormemente a conclusão do projeto arquitetônico.

Faça valer a pena

1. Os elementos estruturais adotados na composição de um edifício são os que atravessam espaços e compõem um projeto arquitetônico. Eles constituem indicadores visuais para a edificação que configuram e para suas características, assim como a forma que são adotados, e influenciam o resultado final de uma proposta para uma obra arquitetônica.

Assinale a alternativa correta:

- a) O sistema estrutural adotado para o projeto arquitetônico não influencia a escala da edificação.
- b) As proporções entre os espaços definidos em um projeto arquitetônico não têm relação com os elementos estruturais utilizados na sua concepção.
- c) O uso de um sistema modular no projeto arquitetônico é uma decisão a ser tomada nas primeiras etapas de um processo de projeto.
- d) A natureza dos materiais dos elementos estruturais que compõem um projeto arquitetônico não influenciam sua capacidade estrutural.
- e) A utilização de elementos industrializados padronizados em uma edificação não tem relação com a composição de custos para sua construção.

2. O projeto arquitetônico é pensado em conjunto com os projetos complementares, dentre eles o projeto estrutural. Os elementos estruturais que estruturam os espaços da edificação que está sendo projetada obedecem a dimensões diferentes conforme sua natureza.

Sobre a definição de um modelo virtual em plataforma BIM, assinale a alternativa correta:

- a) Os níveis e os eixos que compõem os primeiros passos da modelagem de uma construção no Revit se relacionam com o tipo de elementos estruturais definidos para o projeto arquitetônico.
- b) O BIM não atua como uma fonte permanente e completa de informação sobre o modelo virtual, por isso ele dificulta a integração entre os profissionais de uma mesma equipe.
- c) Alguma eventual operação de reconstrução ou demolição que o modelo possa vir a sofrer é dificultada pelo uso dessa plataforma.
- d) O BIM tem a capacidade de englobar o ciclo de vida completo de uma infraestrutura, mas só abrange seus aspectos de concepção.
- e) A modulação estrutural não é importante para a definição de eixos e níveis no Revit.

3. Le Corbusier é um importante arquiteto da arquitetura moderna. Ele foi um profissional que se utilizou do concreto armado em vários de seus projetos, principalmente pela possibilidade desse material ter formas padronizadas para a construção. O modelo padronizado Dom-Ino (Figura 2.19), pensado por ele, é um dos seus mais famosos projetos. Consiste em uma unidade de produção em série de moradias, tem uma laje de piso de concreto, com pilares recuados e uma escada em balanço em uma das extremidades. A laje é nervurada, com caixões perdidos e reforço de aço.

Considere os itens abaixo

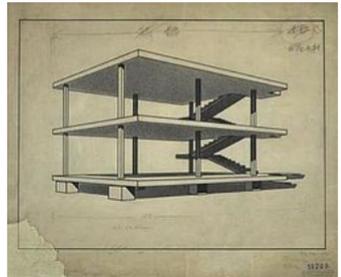
I - A Casa Dom-Ino se utiliza de uma modulação para o seu sistema estrutural.

II - A Casa Dom-Ino se divide em três níveis.

III - A planta da Casa Dom-Ino pode abrigar ambientes de diferentes dimensões, visto que seus elementos estruturais permitem a flexibilidade dos espaços.

IV - Os elementos racionalizados e padronizados que o arquiteto pensou para essa proposta não influenciam o resultado visual final da edificação.

Figura 2.19 | Casa Dom-Ino



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dom-Ino_House>. Acesso em: 22 out. 2018.a

Assinale a alternativa que representa todos aqueles itens que estão corretos:

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

- ABNT. **NBR 6.492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 27p.
- ASBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia AsBEA**: Boas Práticas em BIM. Fascículo 1. São Paulo: GTBIM, 2013. 20p. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.
- BUXTON, P. **Manual do Arquiteto**: planejamento, dimensionamento e projeto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- CHING, F. D. K. **Introdução à arquitetura**. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre, Bookman, 2014.
- CURSO básico de Autodesk Revit. 2. ed. [S.l.]: PET ENG. CIVIL; UFSC, [s.d.].
- 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.
- FARRELLY, L. **Fundamentos de Arquitetura**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda., 2014.
- FRACALOSSO, I. Clássicos da Arquitetura: Casa Farnsworth / Mies van der Rohe. **Archdaily Brasil**, [S.l.], 27 mar. 2012. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-40344/classicosr-da-arquitetura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>. Acesso em: 2 out. 2018.
- MOURA, M. “Puxadinhos” rendem o Pritzker ao arquiteto Alejandro Aravena. *Época*, [S.l.], 13 jan. 2016. Disponível em: <https://epoca.globo.com/ideias/noticia/2016/01/puxadinhos-rendem/-o-pritzker-ao-arquiteto-alejandro-aravena.html>. Acesso em: 21 out. 2018.
- OLIVEIRA, L. E. O que é um Projeto Estrutural em BIM. **Noves engenharia**, Santo André, [s.d.]. Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/o-que-e-um-projeto-estrutural-em-bim>. Acesso em: 7 dez. 2018.
- ROTTA, F. O que é Building Information Modeling (BIM)? **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI**, [S.l.], 20 dez. 2017. Disponível em: <https://medium.com/abdi-digital/o-que-%C3%A9-o-building-information-modeling-bim-f34ce93ccb36>. Acesso em: 2 out. 2018.
- SOUZA, E. Clássicos da Arquitetura: Parc de la Villette / Bernard Tschumi. **Archdaily Brasil**, [S.l.], 21 dez. 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-160419/classicos-da-arquitetura-parc-de-la-villette-slash-bernard-tschumi>. Acesso em: 21 out. 2018.
- TUTORIAL. **Princípios Básicos**. Autodesk Official Training Guide, 2010.

Unidade 3

Interface BIM: elementos de composição

Convite ao estudo

Olá, aluno! Já falamos sobre o uso da plataforma BIM na concepção do projeto arquitetônico. Esse processo acontece pela inserção da informação no modelo virtual que está sendo construído no software. O nível de detalhamento do projeto aumenta à medida que essas informações são colocadas no arquivo. Lembre-se que os profissionais que fazem parte da equipe podem trabalhar de forma conjunta, ao mesmo tempo, combinando todas as partes, o que possibilita análises constantes da proposta que está sendo desenvolvida.

Para isso, é importante que você saiba utilizar o software *Autodesk Revit*, para aproveitar todas as funcionalidades que essa tecnologia oferece. Na Unidade 3, você terá contato com os tópicos necessários para a modelagem de um projeto arquitetônico em nível de anteprojeto. Vamos aprender sobre massas conceituais, configuração de materiais, criação dos elementos necessários para o modelo virtual, elementos de anotação de desenhos técnicos, entre outros.

Para o projeto arquitetônico do seu cliente, você já definiu a topografia do terreno e o sistema estrutural da edificação de forma a atingir os menores custos possíveis. Uma das etapas seguintes da definição do projeto com o seu cliente consiste na definição dos materiais de acabamento da edificação projetada, além da escolha de pontos referentes à instalação elétrica e hidráulica. De posse dessas informações, é possível alimentar a plataforma BIM com todas as informações necessárias para a modelagem, com compatibilização dos projetos complementares.

Você, como profissional competente, quer atender às expectativas do seu cliente e vai buscar o máximo possível de definições nessa etapa, o que garante maior qualidade ao projeto. Após reuniões na sua empresa e visitas a parceiros e fornecedores, você e seu cliente chegaram a um consenso sobre as decisões mais importantes para essa fase do trabalho. Como utilizar o software *Revit* para facilitar esse processo? Qual é a melhor utilização dessa ferramenta para que os projetos complementares também façam parte do processo projetual? Cabe a você estudar e refletir sobre essas questões. Bons estudos!

Projeto arquitetônico: inserção de parâmetros de materiais

Diálogo aberto

Após a definição da topografia do terreno de seu cliente e da escolha para o sistema estrutural da residência que você está propondo, outras definições são necessárias nas etapas a seguir. Na última seção, vimos como definir eixos e níveis no modelo do *Revit*. Você também já definiu a topografia do terreno e o sistema estrutural da edificação, de forma a atingir os menores custos possíveis. Uma das etapas seguintes da definição do projeto com o seu cliente consiste na definição dos materiais de acabamento da edificação projetada. Essas definições são importantes para alimentar a plataforma BIM com todas as informações necessárias para a construção do modelo paramétrico.

Você, como profissional competente, quer atender às expectativas do seu cliente e vai buscar o máximo possível de definições nessa etapa, o que garante maior qualidade ao projeto. Após reuniões na sua empresa e visitas a parceiros e fornecedores, você e seu cliente chegaram a um consenso sobre as decisões mais importantes para essa fase do trabalho. O cliente utiliza os custos dos materiais de acabamento e a estética como critérios de escolha. Assim como é comum na realidade profissional, há uma dúvida entre opções de cerâmicas de revestimento, por exemplo. Nas visitas a fornecedores desse tipo de produto, o seu cliente ficou em dúvida entre dois tipos de revestimento para o piso da sala. Os dois imitam madeira, mas um deles é vinílico e o outro é laminado, e possuem formatos e dimensões diferenciados. Como utilizar o software *Revit* para facilitar o processo de escolha dos materiais de acabamento?

Nesta seção, iremos estudar questões relativas à modelagem de massas conceituais; paredes, pisos, forros e telhados em modelagem paramétrica; e criação e configuração de materiais. Aprofunde-se no uso do programa para conseguir resolver da melhor maneira possível a situação aqui colocada. Bons estudos!

Não pode faltar

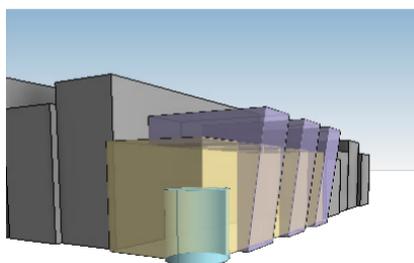
Já vimos que a indústria da construção civil muito tem se aproveitado da tecnologia computadorizada e isso tem levado a muitas modificações no modo de projetar uma edificação. Como existem cada vez mais ferramentas para o desenvolvimento de modelos virtuais, têm sido cada vez mais facilitados os testes de diferentes soluções para o mesmo projeto, tanto no que diz respeito à sua volumetria quanto aos seus aspectos construtivos.

Já vimos que 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 uma porta é inserida 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.

A dinâmica que a parametrização oferece pode ser utilizada desde a etapa de concepção do projeto, já que permite também o desenvolvimento de volumetrias complexas e colabora para a compreensão espacial dos ambientes criados. Um bom exemplo disso são os estudos de massa que podem ser feitos no *Autodesk Revit*, em que você pode estudar diferentes volumetrias para o projeto arquitetônico que está desenvolvendo, como mostra a Figura 3.1.

Segundo o *Autodesk Revit*, o estudo de massa pode ser utilizado com diversos objetivos, entre eles (AUTODESK, 2018, [s.p.]):

Figura 3.1 | Representação volumétrica de projeto arquitetônico



Fonte: Autodesk (2018, [s.p.]).

- Vários materiais, formas e relacionamentos entre massas que representam os componentes principais de uma construção ou loteamento usando opções de desenho;
- Representação abstrata de fases de um projeto;
- O estudo de conformidade de zoneamento, visualmente e numericamente, relacionando a massa de construção proposta com o limite de área construída e o coeficiente de área de piso;
- Gerar pisos, telhados, sistemas de parede cortina e paredes a partir de instâncias de massa com o controle sobre a categoria, tipo e valores de parâmetros do elemento. Completo controle sobre a regeneração destes elementos quando a massa se altera.



Saiba mais

Para criar uma massa em um modelo existente no *Revit*, você deve ir até a guia Massa e Terreno e, em seguida, clicar em *Massa no local* no painel Massa conceitual. Então, é só criar um nome para a massa criada e clicar em ok. Logo em seguida será possível ver na janela do *Revit* o ambiente criado. Você também pode utilizar a ferramenta Criar Forma tanto para adicionar volumes à sua massa como para criar vazios.

Você pode criar superfícies nas massas, gerando planos. Para isso, insira um eixo de divisão ao longo do ponto em que deseja criar uma superfície na volumetria que está sendo criada. Em seguida, selecione essa superfície e vá até a guia Modificar. Nessa guia, clique em Dividir, no painel Dividir. Após isso, ajuste o eixo que você criou anteriormente da forma como achar necessário.

O trabalho do arquiteto pode ser definido como oferecer soluções tridimensionais aos problemas colocados, sendo a representação a ferramenta utilizada para isso. Quando desenvolvido um modelo virtual para um projeto arquitetônico, o ideal é que o arquiteto invista no processo de projeto, e mesmo que ele já tenha certeza de como quer a volumetria final, deve se valer de vários pontos de vista do modelo e não apenas da planta baixa. Isso colabora para que o projeto arquitetônico adquira qualidade e para que as soluções adotadas sejam as melhores possíveis. As massas conceituais do *Revit* podem contribuir para esse processo.



Pesquise mais

Alguns projetos arquitetônicos possuem volumetrias complexas e bastante interessantes, que poderiam ter sido pensadas com a utilização das massas conceituais. Pesquise sobre a Igreja do Jubileu, do Arquiteto Richard Meier, e sobre o Milwaukee Arts Museum, do Arquiteto Santiago Calatrava, para verificar as volumetrias que foram criadas para cada projeto.

SERAPIÃO, F. Richard Meier: Igreja do Jubileu, Roma – Curvas e Quadrados Sagrados. **Projeto Design**, 289. ed., [s.p.], [s.d.].

ROSENFELD, K. Como Santiago Calatrava diminuiu os limites entre arquitetura e engenharia fazendo os edifícios se moverem. Tradução: Fernanda Britto. **ArchDaily**, [s.p.], 7 fev. 2013.

Além da possibilidade de se pensar o projeto arquitetônico a partir das massas conceituais, no *Revit* também é possível definir seus elementos para o desenvolvimento do modelo paramétrico. Veremos, a seguir, como construir diversos desses elementos no programa.

Elementos estruturais

Após modelar o terreno no *Revit*, criar os níveis necessários e estabelecer os eixos da edificação, como vimos na última seção, a próxima etapa consiste em criar os elementos estruturais do modelo. O *Revit* possui um conjunto de elementos estruturais que podem ser adicionados ao modelo. A não ser em situações mais complexas, esses elementos são suficientes para a definição de análise do sistema estrutural de uma edificação. Eles podem ser localizados na aba Estrutura e estão organizados nas subcategorias Estrutura, Conexão, Fundação e Armadura. Na primeira subcategoria estão as vigas, as colunas, as paredes estruturais, os pisos estruturais, as treliças, os 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.

Lembre-se 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, localizado na Barra de Opções, para o programa posicionar colunas em todos os cruzamentos de eixos selecionados.



Assimile

Para inserir elementos estruturais no modelo a ser desenvolvido no *Revit*, é necessário selecionar a subcategoria desejada na aba Estrutura.

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

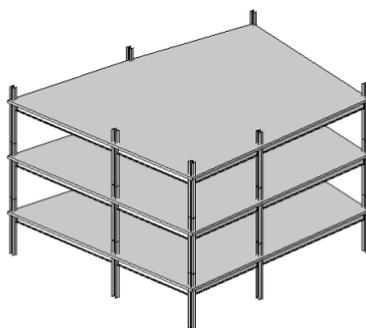
e inserir no modelo, sendo que o ideal é vincular esses elementos às colunas do modelo.

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. Esses elementos podem ser ou não estruturais. Quando estruturais, devem estar vinculados a um sistema estrutural para que seja possível a realização de análises da estrutura do edifício. Possuem, ainda, parâmetros que determinam sua composição, ou seja, as camadas que estruturam aquele elemento. A Figura 3.2 traz um exemplo.

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.

Figura 3.2 | Exemplo de pisos em modelo do Revit



Fonte: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/PTB/?guid=GUID-F54B64F1-5BF3-4810-9EFE-8A3536FD6F72>. Acesso em: 25 jan. 2019.

Paredes

As paredes no *Revit* são planos normalmente verticais, que têm 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, e 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. 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.

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 linha é acabamento interno e o que fica entre as duas linhas é núcleo (ou osso) da parede.



Exemplificando

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

Quadro 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: elaborado pela autora.

Caso necessário, é possível editar o perfil da parede inserindo recortes de tipos diversos, bastando selecionar a parede em uma vista paralela a essa e acessar o botão Editar Perfil. A parede será substituída por um perímetro de linhas e poderá ser editado 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 clicando no botão Concluir para voltar à edição do modelo.

Há um tipo especial de parede, chamada parede cortina. Trata-se de um sistema formado por montantes e painéis, organizados de forma a constituir uma grelha (Figura 3.3). Ao se 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

Figura 3.3 | Exemplo de parede cortina



Fonte: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/PTB/?guid=GUID-BBC16AF1-88C1-4B2E-A23A-917C3F427E97>. Acesso em: 28 jan. 2019.

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.

Quando você seleciona um elemento, são exibidas as cotas temporárias em relação ao elemento mais próximo. Você pode redimensionar ou mover elementos modificando as cotas temporárias. Para fazer isso, selecione a alça *Move Witness Line* na linha de chamada da cota e arraste a alça até outro elemento. As alterações efetuadas nas linhas de chamada da cota não são salvas.



Assimile

As cotas temporárias aparecem quando você cria ou seleciona elementos, tais como uma parede. Uma cota temporária para uma parede é exibida do ponto de início à extremidade da parede.

Em seguida à criação das paredes do modelo, você pode fazer a inserção das portas em vistas da planta, de elevação e 3D, somente em uma parede já existente. O software automaticamente cria uma abertura na parede e a porta é inserida nessa abertura. Você pode criar uma porta e, em seguida, modificar seus parâmetros de tipo, que incluem cotas e materiais que se aplicam a todas as portas do mesmo tipo, e de instância, que incluem direção do giro e lado, materiais e nível, mas que se aplicam somente às portas que foram selecionadas para sofrer essas modificações. O processo de inclusão e modificação de portas, portanto, segue o seguinte processo: adicione uma porta; modifique os parâmetros de instância da porta; modifique os parâmetros de tipo da porta.

Assim como as portas, as janelas também são componentes a serem inseridos em uma parede no modelo que está sendo construído no *Revit*. As janelas, quando inseridas, também criam automaticamente uma abertura na parede e são incorporadas a ela. Você pode modificar os parâmetros da janela da mesma forma que das portas, sendo esses parâmetros de tipo e de instância. Para iniciar esse processo,

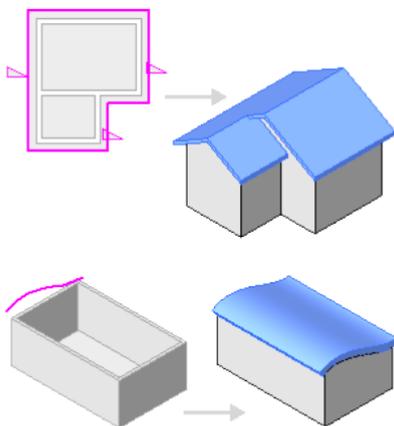
utilize da ferramenta *Window*, em seguida faça a inserção da janela na parede. O último passo é modificar as propriedades da janela.

Você também pode criar forros no seu projeto arquitetônico desenvolvido em *Revit*. Nele, é possível inserir luminárias e equipamentos de segurança, como iluminação de emergência e detectores de fumaça. Assim como outros componentes, também os forros podem ser modificados de acordo com a decisão do projetista, o que significa que ele pode assumir diferentes tipos. Para a criação de forros, você deve baseá-los em nível e alterar seu valor de deslocamento. Vá até a Guia *Home* e, no painel *Build*, selecione *Ceiling* para escolher um tipo de forro já definido. Em seguida, você pode alterar as propriedades desse elemento na caixa de diálogo *Type Properties*.

Cobertura

Telhados são elementos que fazem a cobertura da construção. Há dois modos principais de criação de telhado: por perímetro ou por extrusão (Figura 3.4). Criar um telhado por perímetro é bastante semelhante à criação de um piso, com a diferença de que as arestas criadas possuem um triângulo. Esse símbolo representa uma aresta que 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 a aresta correspondente e digitando a inclinação no campo associado, ou pode-se modificar a inclinação global do telhado na janela de propriedades dele.

Figura 3.4 | 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.

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

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



Refleta

Existe uma ordem lógica de desenvolvimento da proposta para o projeto arquitetônico dentro do software *Revit*? Quais elementos devem ser inseridos no início do processo?

Criação e configuração de materiais

No *Revit*, a compreensão dos materiais é especialmente importante, uma vez que o programa utiliza conceitos paramétricos para definir como os elementos são construídos. 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.

Há um campo específico para o gerenciamento de materiais no *Revit*, que é o Navegador de Materiais. Por meio desse navegador, é possível que uma pessoa da equipe de projeto faça todo o gerenciamento das especificações de materiais, incluindo custo, sem afetar a tarefa de modelagem que outros membros da equipe estariam desenvolvendo. O navegador pode ser acessado por meio da aba Gerenciar, no botão Materiais. Também é possível acessar o navegador a partir das configurações de material das instâncias modeladas.

Além dessas configurações básicas, é possível, ainda, 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 a cada parte dele. Em geral, essa associação é realizada por meio 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 apenas ao 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 o botão Editar tipo, na janela de Propriedades.

Com o conhecimento desses 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.

Para que você insira os parâmetros necessários à configuração de materiais, é necessário conhecer os produtos que serão definidos para o projeto arquitetônico. Há muitas possibilidades de escolha para um mesmo tipo de produto, que variam em especificações, dimensões e custo. No caso do piso, por exemplo, podem ser escolhidos porcelanatos, pisos cerâmicos, pisos vinílicos, pisos laminados ou ainda ladrilhos hidráulicos. Algumas propostas reverterem o uso mais comum de cada tipo de piso, mas os pisos vinílicos e laminados, por exemplo, não são os mais adequados para serem instalados em áreas molhadas. Nesse caso, a melhor opção seria o porcelanato, o piso cerâmico ou o ladrilho hidráulico.

O *Revit* possibilita que todo o material configurado no projeto de arquitetura seja visualizado na maquete, o que facilita o entendimento do cliente sobre a proposta que está sendo desenvolvida. É possível, também, visualizar a metragem quadrada final do material aplicado no piso, o que contribui para a execução de um pré-orçamento.

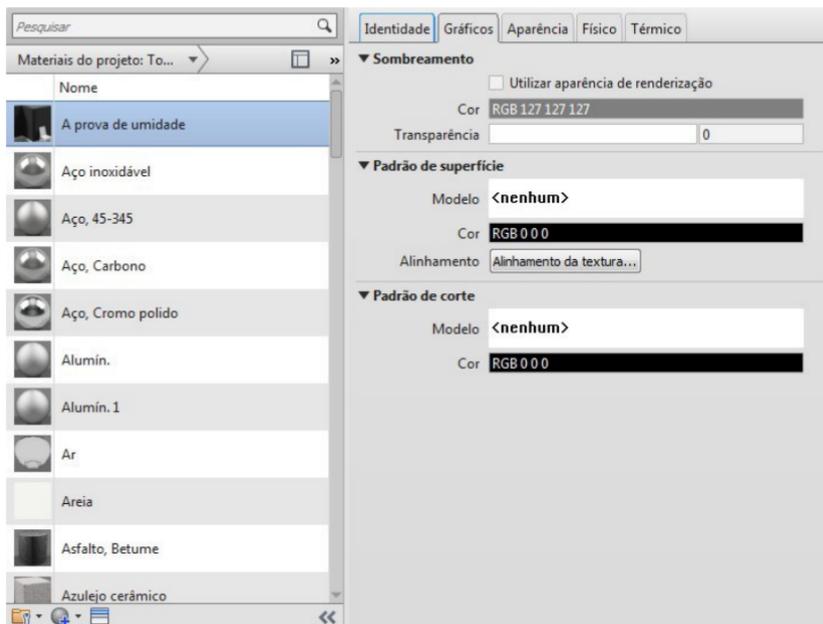
Sem medo de errar

Depois das últimas reuniões que você teve com seu cliente, em que ficou decidido qual sistema estrutural seria adotado para o projeto, tomando como base os custos, você modulou todos os ambientes da residência de forma a evitar desperdício de materiais e que o trabalho no canteiro de obras seja facilitado.

Durante as reuniões seguintes, vocês tiveram que decidir sobre os materiais de acabamento a serem utilizados no projeto arquitetônico. Lembre-se que essas informações são fundamentais para a construção do modelo paramétrico no *Revit*. É comum que, nessa fase, você e seu cliente façam visitas a fornecedores dos mais diversos materiais, o que demanda uma série de reuniões presenciais para que todos os materiais sejam escolhidos, e dois pontos são considerados para esse tipo de decisão. Um deles é a aparência do produto, que deve agradar ao cliente, mas que necessita da sua intervenção para que seja adequado ao local onde se pretende instalá-lo. Um bom exemplo disso são os tipos de acabamentos cerâmicos, pois eles podem ser destinados a áreas internas ou externas. Não seria adequado utilizar um piso destinado a uma área interna na borda da piscina, por exemplo.

O segundo ponto bastante considerado é o custo do produto. O *Revit* pode auxiliar esse processo, pois, com o gerenciamento das especificações dos materiais, é possível fazer estimativas de custos de um revestimento, por exemplo. Essa ferramenta está disponível no Navegador de Materiais, que pode ser acessado pela aba Gerenciar no botão Materiais, de acordo com a Figura 3.5.

Figura 3.5 | Navegador de materiais



Fonte: captura de tela do *Autodesk Revit*, elaborada pela autora.

O *Revit* traz ainda outras vantagens que facilitam a escolha de materiais de acabamento, como o piso vinílico ou laminado. Ele traz a possibilidade de conferência do resultado final da colocação do piso, ou seja, o cliente pode ver na maquete final e optar pelo produto que mais lhe agrada. Além disso, a paginação de piso pode ser feita já nesse momento, verificando qual material tem maior ou menor perda, permitindo uma comparação entre dois ou mais produtos.

Avançando na prática

Telhado com mais de duas águas

Descrição da situação-problema

É bastante comum a utilização de telhados complexos, com muitas águas, nos projetos residenciais. Imagine que seu chefe deu a você a tarefa de resolver um telhado de uma casa que possui uma planta que claramente demanda uma cobertura com muitas águas, que será executada com a utilização de telhas cerâmicas. Você pode utilizar como inclinação mínima para esse tipo de cobertura o valor de 30%. Utilize a Figura 3.6 como um exemplo:

Figura 3.6 | Cobertura de uma residência



Fonte: iStock.

Com relação à inserção do telhado no projeto arquitetônico que está sendo desenvolvido no Revit, como você deve fazer sua criação no programa? Deve ser utilizada a função de perímetro ou de extrusão?

Resolução da situação-problema

Lembre-se que há dois modos principais de criação de telhado: por perímetro ou por extrusão. No exemplo aqui colocado, como se trata de um modelo de cobertura convencional, a melhor forma de executar esse telhado no *Revit* é por perímetro. As arestas criadas nessa função possuem um triângulo, que indica a possibilidade de inserção do valor de inclinação da água do telhado. Para definir todas as inclinações das águas de uma cobertura, você deve selecionar a aresta correspondente e digitar a inclinação. No caso da situação aqui colocada, esse valor é de 30%. Com os limites e as arestas do telhado definidos, o programa gera automaticamente uma geometria para essa cobertura.

Faça valer a pena

1. Um dos tipos de parede do software *Autodesk Revit* é a parede cortina, que é uma parede externa que não suporta as cargas do telhado do edifício. Considere as alternativas abaixo para responder à questão.

- I – As paredes cortina tem espessuras menores do que as outras paredes.
- II – Paredes cortina usualmente possuem uma moldura de alumínio que contém panos de vidro.
- III – Em uma parede cortina, as linhas de eixo definem onde os montantes são colocados.
- IV – Não existe a possibilidade da utilização da parede cortina para desenvolver grades, estruturas de *steel frame* ou paredes de cobogós.

Assinale o item que indica todas as alternativas corretas.

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

2. Considere a utilização do *Revit* para resolver essa questão e marque V para verdadeiro e F para falso nas alternativas a seguir.

- () É possível importar arquivos DWG, ou seja, feitos no AutoCAD, para o *Revit*.
- () Existe a possibilidade de se iniciar o desenvolvimento de projeto arquitetônico com as ferramentas de massa que o *Revit* oferece.
- () Não é possível adicionar inclinação a um piso de um modelo construído no *Revit*.
- () Camadas de materiais podem ser adicionadas ou removidas das paredes criadas no *Revit*.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) F - F - V - F.
- b) F - V - F - V.
- c) F - F - F - V.
- d) V - V - F - V.
- e) V - F - F - F.

3. O projeto de uma pequena residência 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 esse 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 a residência no *Revit*, serão necessários, no mínimo, quantos tipos de parede?

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

Projeto arquitetônico: conceito de família e tipo

Diálogo aberto

Olá, aluno!

Durante as últimas seções, você tem aprendido a modelar o seu projeto arquitetônico em uma plataforma BIM. Nesta, iremos estudar o conceito de família e tipo, além das instalações prediais do projeto e como o *Revit* facilita esse processo devido às suas potencialidades.

Como profissional competente que é, você quer atender às expectativas do seu cliente e vai buscar fornecer a maior qualidade possível ao projeto arquitetônico. Com a implantação definida e a volumetria resolvida, assim como o sistema estrutural, outras decisões devem ser tomadas para dar continuidade ao processo de projeto.

Após escolher os materiais de acabamento da residência que está sendo proposta, é importante também definir as esquadrias. Durante as reuniões que você teve com seu cliente, esse assunto ocupou grande parte das conversas, visto que esse é um dos pontos fundamentais para o resultado final do projeto. A tecnologia tem aberto cada vez mais possibilidades de escolha nesse quesito, visto que esquadrias feitas sob medida tem alcançado preços cada vez mais acessíveis.

Imagine que, para o projeto arquitetônico que você está desenvolvendo para o seu cliente, as janelas da fachada frontal deverão ser produzidas sob medida, o que significa que não serão adquiridas em dimensões comerciais de acordo com o que o mercado oferece. Serão inseridas no modelo do *Revit* de esquadrias de madeira, que será a primeira opção a ser apresentada ao cliente, e de esquadrias de alumínio, a segunda opção a ser apresentada. De que forma o *Revit* pode ajudar na escolha desses elementos?

Veremos como responder a essas questões durante o conteúdo apresentado a seguir. Lembre-se que quanto mais conhecimento o profissional adquire, mais informações ele será capaz de fornecer ao seu cliente durante o processo de projeto. Por isso, não deixe de se aprofundar nos assuntos que serão estudados aqui. Bons estudos!

Não pode faltar

Existem pontos importantes para serem trabalhados durante o desenvolvimento de um projeto de arquitetura, como o conforto ambiente ideal

para uma edificação. Para isso, algumas instalações elétricas e mecânicas devem ser previstas no projeto arquitetônico. Grande parte dos equipamentos necessários para isso fica fora da vista dos moradores de uma residência, em espaços pensados para seu acondicionamento, já que parte dos sistemas são, muitas vezes, integrados uns aos outros. Por exemplo, nos últimos anos tem sido comum clientes optarem pela utilização de painéis coletores solares, e no hemisfério sul, esses painéis devem estar a 20° em relação ao norte verdadeiro, além de não serem sombreados por algum outro elemento em nenhum momento do dia. Assim, o ideal é que a instalação desse sistema seja prevista durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, a fim de evitar possíveis rearranjos posteriores que diminuam a qualidade do espaço projetado. Observe na Figura 3.7 um telhado que comporta painéis solares em uma residência.

Figura 3.7 | Painéis solares na cobertura de uma residência



Fonte: iStock.

Os sistemas de climatização, que podem controlar tanto a temperatura quanto a umidade e a circulação de ar nos ambientes internos de uma edificação, também são bastante utilizados em casas brasileiras. As torres de refrigeração possuem características específicas de acordo com seus fabricantes, suas dimensões e quantidades. Por causa do ruído que emitem, algumas vezes é importante existir algum tipo de isolamento acústico entre esse equipamento e a estrutura de uma residência. Os sistemas de abastecimento de água, assim como os de climatização e os painéis solares, também

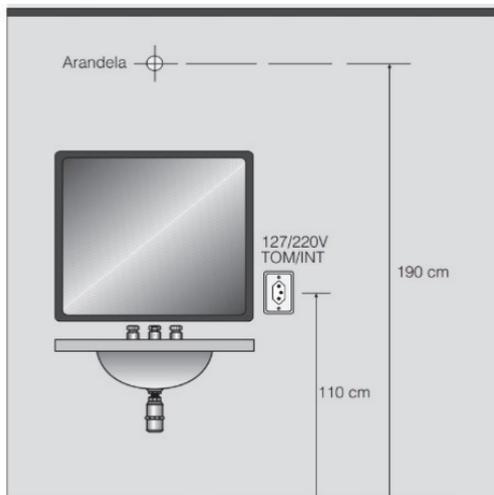
demandam integração com o restante do edifício que está sendo projetado e devem ser considerados durante o desenvolvimento da proposta. Está se tornando comum a opção pela reutilização das águas pluviais, por exemplo, e o mercado tem oferecido opções cada vez mais acessíveis para serem instaladas nas residências.

Com relação aos pontos de elétrica e de hidráulica, quem define sua distribuição pela residência, geralmente, é o arquiteto, tomando por base as necessidades particulares de cada ambiente e as normas relativas a isso, como a do Corpo de Bombeiros. A NBR 54143 – *Iluminância de interiores* (ABNT, 1992), pode ajudar nessas decisões, já que determina a iluminância necessária para diferentes espaços de diferentes tipos de edifícios. Os erros na distribuição dos pontos de elétrica podem ser minimizados quanto melhor for a compatibilização de projetos, o que depende também da boa interação entre arquiteto, projetista de instalações elétricas e empreendedor, para que se evite a escassez ou a falta dos pontos de elétrica adequados.

Tomando o banheiro como exemplo, devemos pensar que, para distribuir os pontos de elétrica, alguns aparelhos elétricos estarão em lugares molhados, como a tomada que fica localizada perto da pia. Para o bom uso do espelho, o ideal é que exista um ponto de luz também acima dele. Além disso, o chuveiro precisa de um ponto elétrico, assim como a banheira de hidromassagem. Observe na Figura 3.8 um exemplo de como devem ser especificados os pontos de elétrica em um projeto arquitetônico; veja que a arandela está a 190 cm do chão e a tomada de pia a 110 cm, sendo esta uma tomada bivolt.

Com relação aos pontos de hidráulica, podemos tomar como exemplo uma cozinha. As pias podem ser abastecidas por água fria e por água fria e quente, sendo que os pontos de água devem estar entre 110 cm e 115 cm do piso acabado. Já a altura do ponto de saída do esgoto é de 55 cm do piso acabado; e o abastecimento de água para uma máquina de lavar louça deve estar

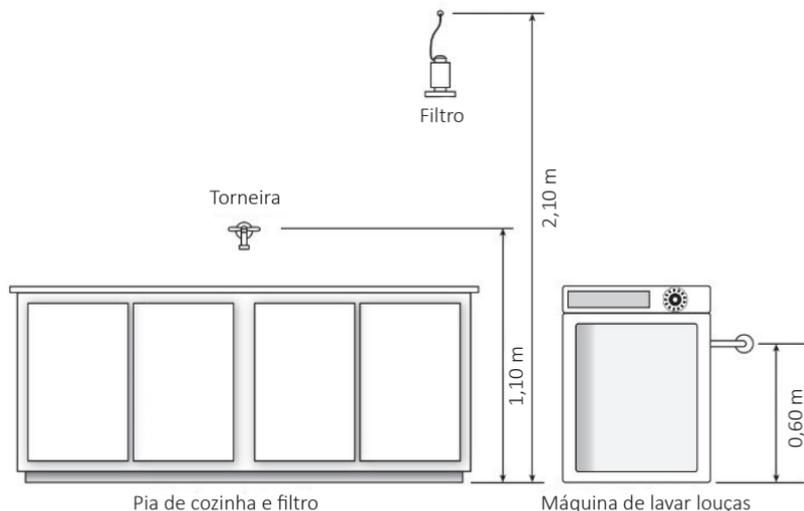
Figura 3.8 | Pontos de elétrica em um sanitário



Fonte: Carvalho Júnior (2018, p. 188).

a 60 cm do piso. O filtro de água, por sua vez, possui um registro de pressão a 130 cm do piso e uma conexão de 200 a 220 cm do piso, como mostra a Figura 3.9.

Figura 3.9 | Pontos de hidráulica de uma cozinha



Fonte: Carvalho Júnior (2018, p. 271).



Pesquise mais

Outro ambiente em que a distribuição dos pontos de hidráulica é muito importante é na área de serviço, onde os equipamentos mais comuns são o tanque e a máquina de lavar roupa. Leia as páginas 276 a 280 do livro *Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura*, de Carvalho Júnior (2018), que traz as informações necessárias sobre esse assunto. Com relação aos pontos de elétrica, leia as páginas 190 a 194 para conhecer a distribuição necessária para uma cozinha. Ambos os livros fazem parte da sua biblioteca virtual. Aproveite!

Com relação à compatibilização de projetos, é possível fazer o compartilhamento do arquivo *Revit* entre várias pessoas de equipes diferentes para que trabalhem ao mesmo tempo no desenvolvimento da edificação. Assim, 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.

A composição das fachadas de uma edificação é outro ponto importante do processo de projeto dentro da arquitetura. A fachada diz respeito à frente ou a qualquer uma das laterais de um edifício que dá para uma via. Devemos sempre considerar que todas as decisões tomadas para uma proposta de uma edificação têm que ser pensadas de maneira global, pois o que é pensado para um ambiente, tal como a necessidade de uma janela, afeta o seu exterior, no caso a fachada. As frentes das residências, com relação às suas fachadas, podem ou não permitir certa permeabilidade com relação ao que é revelado para o espaço público. É comum que as fachadas frontais sejam recuadas, por questões de privacidade e também a fim de se respeitar o código de obras, o que resguarda a privacidade de seus usuários. Cada projeto arquitetônico pode se utilizar da composição de fachadas de formas diferentes. Segundo Ching:

“O arquiteto deve considerar em que local o usuário adentrará o espaço interno quando vier do exterior, e onde ele terá acesso (físico, visual ou auditivo) ao exterior. A fachada de uma edificação promove muitas dessas relações em escala menor entre o público e o privado. Até certo ponto, a fachada determina os papéis sociais que os indivíduos desempenham dentro de uma comunidade. Ela age como um filtro que determina onde o espaço público termina e onde o espaço privado começa. (CHING, 2014, p. 405)



Exemplificando

As questões relacionadas à privacidade podem mudar de acordo com a cultura de cada país. Em Amsterdam (Holanda), por exemplo, existe um bairro que é famoso por possuir diversas residências projetadas por arquitetos conhecidos e por apresentar fachadas permeáveis, como mostra a Figura 3.10. É possível observar os moradores envolvidos em seus afazeres por meio das esquadrias das fachadas frontais.

Figura 3.10 | Residências no bairro de Borneo, em Amsterdam



Fonte: <https://www.mvrdv.nl/projects/borneo-18>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Figura 3.11 | Villa Savoye, do arquiteto Le Corbusier



Fonte: <https://www.archdaily.com/84524/ad-classics-villa-savoye-le-corbusier>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Figura 3.12 | Smith House, do arquiteto Richard Meier



Fonte: <https://www.6sqft.com/richard-meiers-modernist-smith-house-in-connecticut-lists-for-14-5m/>. Acesso em: 28 jan. 2019.a

Já na Smith House, conhecida obra de residência do arquiteto Richard Meier, utiliza-se amplamente do vidro nas suas fachadas, o que possibilita maior integração entre os ambientes internos da casa com o exterior, além de oferecer ampla iluminação natural, como mostra a Figura 3.12.

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, já os edifícios pós modernistas incorporaram muito mais o vidro nas suas fachadas, por exemplo.

Observe na Figura 3.11 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 dessa casa são recuados com relação às fachadas, possibilitando as chamadas janelas em fita, que vão praticamente de ponta a ponta da edificação, sem interrupções.



Assimile

Os elementos que compõem as fachadas de uma edificação, como as esquadrias, são fundamentais para o resultado final do desenvolvimento de um projeto arquitetônico.

Segundo Ching:

“A maioria das janelas empregadas atualmente são unidades pré-fabricadas com esquadrias de madeira ou metal. Esquadrias de madeira em geral são feitas em madeira de cor clara, de grã reta e seca em estufa. Geralmente são tratadas na fábrica, com conservantes impermeabilizantes. O exterior das esquadrias pode ser fabricado em acabamento, apenas pintado com stain ou base ou revestido com vinil ou alumínio coberto por vinil, para menor manutenção. O interior das esquadrias em geral não recebe acabamento de fábrica. (CHING, 2014, p. 184)

Considerando que as esquadrias podem ser pensadas em diferentes materiais e dimensões, já que, atualmente, além do mercado oferecer inúmeras possibilidades, também 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, tal como as esquadrias.

Nesse caso, a melhor opção para a utilização do programa é a utilização ou a criação de famílias. Como a construção é pensada com a utilização de elementos como pisos, paredes, tetos, telhados, caixilhos, instalações, etc., em muitos casos a utilização de famílias no *Revit* é um dos passos a serem dados no desenvolvimento do modelo. Uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades, chamado de parâmetros, e uma representação gráfica relacionada, que permite a criação de qualquer número de instâncias de objetos, com formas que são dependentes de parâmetros e com relacionamentos com outros objetos.

Isso significa que é possível uma família ser produzida para representar as informações referentes não apenas a um produto, mas a todos os produtos que seguem as mesmas regras de composição. Um perfil metálico do tipo H, 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.

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 de seus parâmetros de tipo. Já as famílias carregáveis são famílias que podem ser criadas e modificadas de forma comum no *Revit*. Diferentemente 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:

“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, pág. 2945)

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, muito mais do que mente humana é capaz. A combinação desses fatores é o que tem feito da modelagem paramétrica uma nova forma de se pensar a arquitetura.

Sem medo de errar

Você chegou a um ponto do desenvolvimento do projeto arquitetônico residencial em que diversas definições importantes devem ser feitas.

Lembrando que o processo de projeto não é linear e que conta com muitas idas e voltas até que se desenvolva por completo, devemos ter em mente que o resultado final das fachadas de uma edificação depende da volumetria escolhida e do sistema estrutural, além de outros fatores.

A definição das esquadrias é de fundamental importância para a composição das fachadas. Deve-se levar em consideração suas dimensões, assim como os materiais a serem utilizados, para a tomada de decisão com relação a esses elementos. A possibilidade de criar famílias no *Revit* colabora imensamente para esse processo. Com ela, é possível criar componentes únicos para o modelo, específicos para a edificação que está sendo proposta. Essa ferramenta é ideal para a criação de famílias de janelas, por exemplo, que é a situação em que você se encontra no momento atual de desenvolvimento do projeto arquitetônico. Você pode criar uma família de janelas em madeira, com dimensões próprias, e inseri-las na fachada frontal do modelo da residência no *Revit*. Da mesma forma, em uma cópia desse modelo, você pode criar e inserir uma família de janelas de alumínio na fachada frontal. Lembre-se que é possível associar uma série de informações a esses componentes, tais como custo de cada unidade, e extrair um orçamento referente a cada tipo de esquadria. Ou seja, você pode conferir quanto custaria a adoção das janelas em madeira e das janelas em alumínio e discutir essas informações com seu cliente para que seja tomada a melhor decisão a respeito do projeto arquitetônico.

Além disso, uma das maiores vantagens que o *Revit* apresenta e que muito colabora para esse processo é a possibilidade de diferentes formatos serem testados no modelo virtual, o que oferece ao cliente a visualização das duas opções para a fachada frontal: uma com as janelas em madeira e outra com as janelas em alumínio. A apresentação dos diferentes modelos pode ajudá-lo a decidir qual será o material de sua preferência.

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 fazer a instalação do ar condicionado. Os trabalhadores dessa equipe começam o trabalho seguindo à risca as especificações do projeto executivo, porém, em um determinado momento, você percebe que parte dos dutos de ar condicionado não poderá

ser instalada conforme os desenhos técnicos porque, no projeto, está 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 esse 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 diferentes profissionais, com conhecimentos diferentes, trabalhem ao mesmo tempo no desenvolvimento de um projeto para uma edificação. Sendo assim, existe a possibilidade de, depois de o engenheiro civil lançar o sistema estrutural no modelo em *Revit*, o técnico em instalações desenvolver 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 a existência de uma incompatibilidade no projeto assim que os dutos do ar condicionado fossem localizados no mesmo lugar que a viga. Isso evitaria que o projeto fosse concluído dessa forma e entrasse em execução com esse erro.

Faça valer a pena

1. Dentro de uma plataforma BIM, podem existir diferentes elementos que, juntos, constituem um modelo representativo de um projeto arquitetônico, tais como portas, janelas, paredes, coberturas, textos, entre outros. Esses elementos podem ser incluídos no modelo por meio de conjuntos que o próprio software possui ou podem ser criados de acordo com a necessidade do profissional.

No *Autodesk Revit*, esses elementos são chamados:

- a) Categorias.
- b) Diretórios.
- c) Blocos.
- d) Famílias.
- e) Matrizes.

2. Uma das etapas que compõem o desenvolvimento de um projeto arquitetônico consiste na compatibilização de projetos complementares. Considere os itens abaixo para responder a questão.

I – Os sistemas de abastecimento de água demandam integração com outros sistemas durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, com exceção da reutilização de águas pluviais.

- II – Os pontos de elétrica e hidráulica são definidos somente no canteiro de obras.
- III – A localização dos pontos de elétrica demanda atenção especial em áreas molhadas.
- IV – Diversas normas regem as instalações prediais, tais como as normas do Corpo de Bombeiros e a NBR 54143 – *Iluminância de interiores*.
- V – Os pontos de hidráulica devem ser especificados durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico.

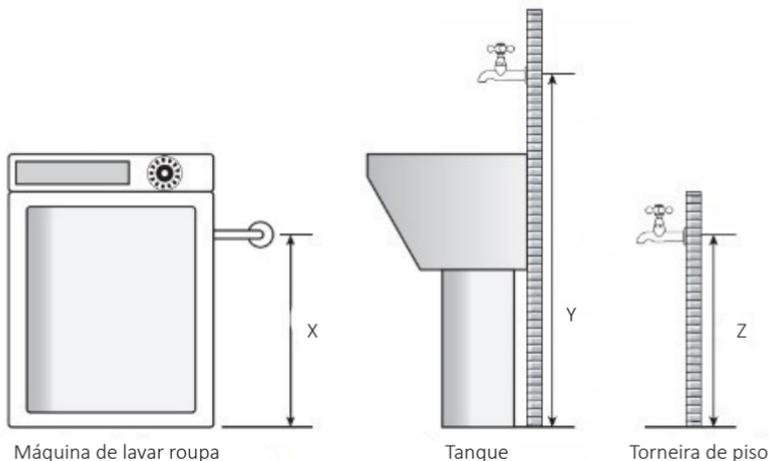
Assinale a alternativa que contém todos os itens corretos.

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

3. As alturas que um projeto de instalações hidráulicas define devem ser respeitadas durante a instalação de entrada e saída de água de uma edificação, visto que as peças e os equipamentos correspondentes aos pontos de água obedecem a medidas de fábrica.

Considere a Figura 3.13 para responder à questão:

Figura 3.13 | Pontos de hidráulica em diferentes elementos



Fonte: adaptado de Carvalho Júnior (2018).

Os valores correspondentes às letras X, Y e Z na figura são os mais utilizados em um projeto hidráulico e são, respectivamente:

- a) 1,15 m, 0,60 m e 0,90 m.

- b) 0,50 m, 2,0 m e 0,50 m.
- c) 0,60 m, 1,50 m e 0,60 m.
- d) 1,20 m, 1,50 m e 0,60 m.
- e) 0,90 m, 1,15 m e 0,60 m.

Projeto arquitetônico: anotações e setorização

Diálogo aberto

Aluno, lembre-se que já vimos como projetar as fachadas de uma edificação considerando funcionalidade e estética, além de termos estudado sobre instalações prediais e suas demandas. Esses tópicos dizem respeito ao edifício em si, mas um projeto arquitetônico considera também as áreas externas como parte da proposta a ser realizada.

Muitas são as definições a serem acertadas entre você e seu cliente durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Entre elas, a proposta para a área externa ocupa grande parte das discussões, visto que, muitas vezes, em uma residência de médio ou alto padrão, é uma parte da edificação que recebe altos investimentos e onde seus moradores passam parte significativa do seu tempo de lazer.

Assim como em tópicos anteriores, o seu cliente também deseja atingir os menores custos possíveis de execução para as definições da área externa. Visto que, durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, você já definiu a topografia, o sistema estrutural da edificação e os acabamentos visando cumprir essa exigência do seu cliente, as áreas externas também devem ser pensadas dessa maneira.

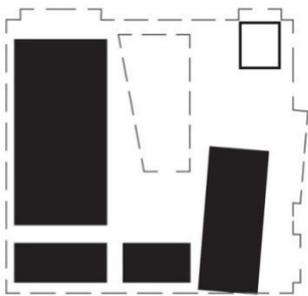
Os espaços externos de uma residência, em grande parte, abrigam uma estrutura adequada a momentos relacionados ao lazer dos moradores. Ou seja, configuram um lugar de convívio entre eles e as pessoas com quem se relacionam, e muitas vezes recebem grande aporte de investimentos pelo proprietário. É interessante que haja integração entre os equipamentos e os espaços pensados para essa parte da residência, como veremos nesta seção. Além disso, um bom projeto paisagístico pode trazer maior valor de mercado a uma edificação ao qualificar as áreas externas. Como propor um ambiente que integre a churrasqueira, a piscina e o jardim, que são os elementos mais comuns de serem instalados em áreas externas residenciais, de maneira que não haja barreiras visuais entre eles? Como agregar qualidade ao projeto da edificação pensando também nas suas áreas externas?

Iremos estudar questões relacionadas a esses assuntos, como a setorização do projeto arquitetônico, que inclui tanto os ambientes internos quanto os externos a um edifício, e a importância e as vantagens do investimento em um bom projeto paisagístico. São temas que qualificam e valorizam uma residência, por isso é importante que você estude e se aprofunde nesses tópicos. Bons estudos!

Já vimos como a arquitetura de uma edificação deve estar de acordo com o seu entorno, o contexto do terreno e dos espaços externos a ela. Pensando nisso, podemos relacionar os espaços internos de uma obra a seus espaços externos, sendo que essa relação será definida pela natureza das paredes externas do edifício (CHING, 2013). Imagine que uma determinada face de uma residência, voltada para uma vista ampla arborizada, deva aproveitar essas questões para ser definida. Nesse caso, o ideal é que ela tenha componentes em vidro, por exemplo, ou materiais e aberturas que permitam o aproveitamento dessa qualidade, integrando os ambientes internos ao ambiente externo. Ou seja, as paredes externas podem ser opacas, dividindo claramente os espaços do interior do edifício do espaço externo, que fica isolado, mas também podem ser transparentes, fundindo o interior com o exterior.

Para definir um projeto de arquitetura, algumas vezes o profissional utiliza o conceito de “cheios e vazios” para definir as áreas internas e externas. Essa linguagem aproveita formas vazadas e formas cheias para pensar os espaços e o resultado final que o conjunto pode apresentar. Essa ideia pode ser aplicada tanto em projetos urbanísticos quanto em projetos de edificações. Observe na Figura 3.14 um desenho de implantação, em que as formas preenchidas de preto representam as edificações, ou seja, os cheios, e o restante da área, em branco, representa os vazios.

Figura 3.14 | Desenho de implantação com linguagem de cheios e vazios



Fonte: <http://oficina.arq.br/projeto/firjan/cheios-e-vazios-2/>. Acesso em: 28 jan. 2019.

O paisagismo é um dos instrumentos para configurar e qualificar uma área externa ou, até mesmo, interna. Os projetos de arquitetura paisagística se desenvolvem de maneira semelhante aos projetos de edificações. Há o contato inicial com o cliente para a definição do programa de necessidades, em que são abordados tópicos como os desejos e as expectativas sobre o projeto, assim como a apresentação de estudos preliminares até sua aprovação. Também para os projetos paisagísticos, é importante o conhecimento aprofundado sobre a área de intervenção, assim como sobre seus

dados topográficos. Tal qual o desenvolvimento de um projeto de edificações, os projetos paisagísticos muitas vezes não seguem uma linearidade. Para a definição de um projeto paisagístico, é importante que haja ampla interdisciplinaridade, sendo os paisagistas os profissionais que farão a coordenação entre os membros da equipe. Segundo Ching:

“ Os arquitetos projetam edificações e trabalham junto com planejadores urbanos e engenheiros para desenvolver estratégias de intervenção urbana de larga escala. Os paisagistas ou arquitetos paisagistas projetam espaços públicos abertos e ruas. Eles também trabalham com arquitetos, para definir a implantação das edificações, e com engenheiros civis, para definir a infraestrutura pública. (CHING, 2014, p. 399)

Os projetos paisagísticos, quando executados, enfrentam um processo diferente dos projetos de edificações. É a partir de sua inauguração que ele cresce e adquire vida, a depender majoritariamente da sua manutenção. Caso um trabalho de paisagismo seja bem cuidado e mantido, ele pode amadurecer como um valioso bem, não só em ambientes públicos, como praças e parques, mas também em projetos residenciais.



Exemplificando

O paisagismo é um elemento que pode agregar grande valor a uma residência. Não apenas áreas externas à edificação se beneficiam dele, mas também as internas, a exemplo dos jardins de inverno. Muitos são os exemplos que podem ser citados, entre eles a residência Castor Delgado Perez, do arquiteto brasileiro Rino Levi. A planta dessa casa foi pensada de maneira a integrar os ambientes domésticos a pátios internos, sendo estes dotados de arborização. Os fluxos da residência são descritos como fluidos, e o morador se depara com focos de interesse a partir de vários pontos da edificação, projetados de forma a integrar todos os espaços sem muitas divisões.

Observe as Figuras 3.15 e 3.16 e perceba como não há barreiras visuais entre os ambientes internos e externos.

Figura 3.15 | Ambiente interno da residência Castor Delgado Perez



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/766189/classicos-da-arquitetura-residencia-castor-delgado-perez-rino-levi>. Acesso em: 28 jan. 2019.

Figura 3.16 | Jardim interno da residência Castor Delgado Perez

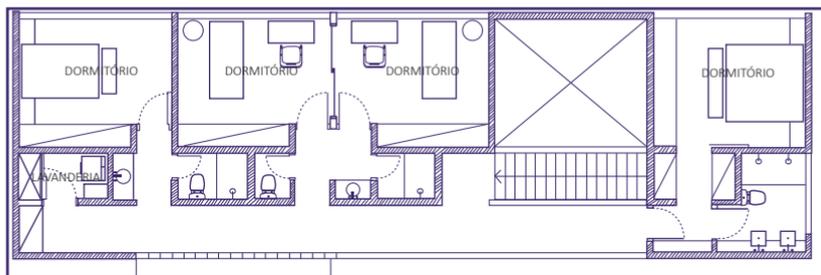


Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/766189/classicos-da-arquitetura-residencia-castor-delgado-perez-rino-levi>. Acesso em: 28 jan. 2019.

A setorização de um projeto arquitetônico influencia a movimentação dentro de um espaço projetado. O espaço deve ser pensado de acordo com a circulação que o arquiteto pode prever. De posse das informações coletadas durante as reuniões com a cliente e com o programa de necessidades já desenvolvido, a melhor forma de pensar a setorização de uma residência é imaginar o cotidiano e a rotina dos moradores dentro da edificação.

Isso significa que as particularidades do cliente devem ser levadas em consideração. Podemos tomar como exemplo o ciclo da roupa, que é o caminho que a roupa suja faz para ser lavada e o caminho que a roupa limpa faz para retornar aos closets ou guarda-roupas. Caso o projeto arquitetônico se trate de um sobrado, não necessariamente a lavanderia precisa estar locada no térreo. A tecnologia atual permite que os equipamentos necessários sejam locados no primeiro andar, junto aos dormitórios, por exemplo, o que significa que a roupa suja não precisará ser transportada entre os andares da casa. Uma área externa pode ser estrategicamente pensada no primeiro andar, caso o morador queira utilizar a luz solar nesse processo. Observe na Figura 3.17 um exemplo de lavanderia no primeiro andar.

Figura 3.17 | Andar superior de uma residência com lavanderia



Fonte: elaborada pela autora.



Refleta

Como pensar a integração entre ambientes internos e externos utilizando a linguagem de cheios e vazios e o paisagismo para a configuração dos espaços?

Tanto para a linguagem utilizada em projetos de edificações como em projetos de paisagismo, existem normas para os desenhos que facilitam sua leitura pelos profissionais. Para a representação dos desenhos técnicos, o ideal é que as pranchas sigam a NBR 6492 – *Representação de projetos de arquitetura* (ABNT, 1994). Quando o profissional utiliza elementos de representação, ou seja, uma linguagem que é comum ao seu meio, é mais fácil que seu projeto seja compreendido. Portanto, para representar diversos elementos no projeto de arquitetura, são utilizados símbolos, texturas e gráficos que normalmente são rotineiros no meio profissional. Isso colabora para que todos compreendam da mesma maneira as informações presentes na proposta.

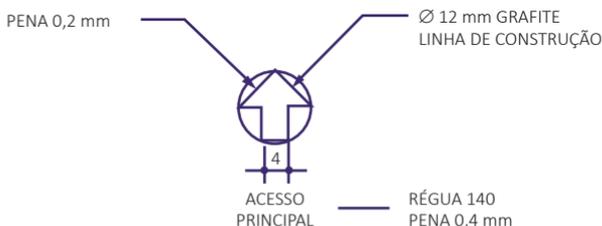
Várias definições são adotadas na NBR 6492, entre elas a planta de situação, que traz informações sobre o terreno para o qual a proposta está sendo pensada. É essencial que essa planta represente as curvas de nível existentes e projetadas e indique a área em que a construção será realizada, com as construções ali existentes, demolições a serem feitas e indicação dos principais acessos. Essa norma também trata da planta de locação, que traz informações sobre o projeto de arquitetura e também sobre seus complementares, como o movimento de terra e os projetos de elétrica e hidráulica. Essa planta deve trazer, entre outros elementos, as cotas gerais e os níveis principais do projeto arquitetônico, a indicação dos limites externos da edificação a ser construída, assim como seus recuos e afastamentos, e os eixos do projeto. Ambas as plantas devem, necessariamente, apresentar a indicação do norte.



Assimile

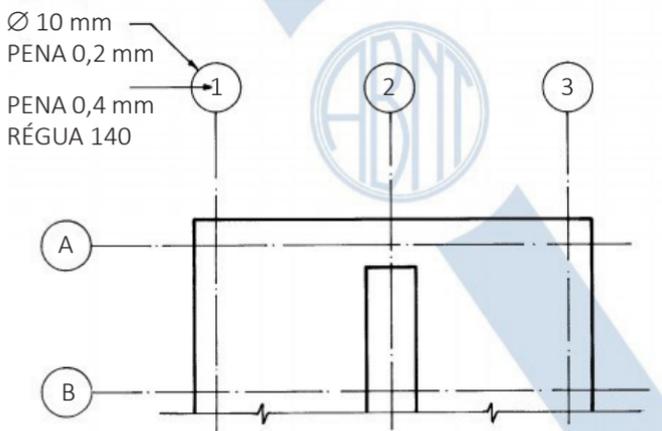
É importante utilizar elementos de anotação que sejam os mais utilizados no meio profissional da arquitetura, pois assim seus projetos serão melhor compreendidos.

Figura 3.18 | Representação de acesso



Fonte: ABNT (1994, p. 15).

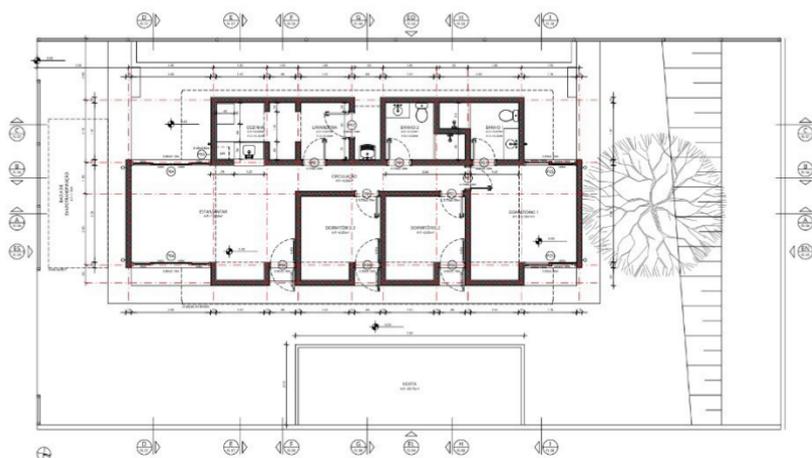
Figura 3.19 | Representação de eixos estruturais



Fonte: ABNT (1994, p. 18).

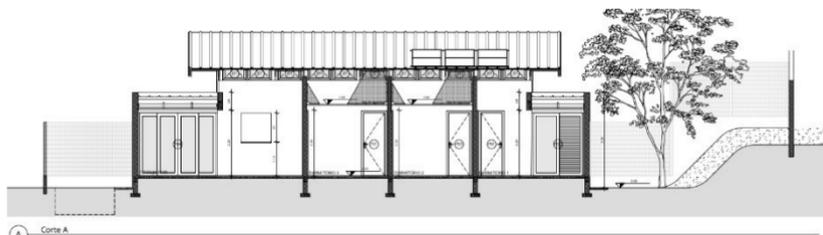
Outra planta que a norma específica é a planta de edificação, que mostra tudo que está a 1,50 do piso em referência. Nela aparecerão o sistema estrutural, as cotas, os elementos arquitetônicos, a denominação de todas as áreas úteis, a marcação de cortes e fachadas, além de outras notas gerais. Também os cortes são importantes para a representação de um projeto arquitetônico, já que mostram os detalhes construtivos da proposta. Eles mostram, assim como a planta de edificação, o sistema estrutural, as cotas verticais e os compartimentos seccionados, além de desenhos de elevações, detalhes ou ampliações, programa de necessidades, memorial justificativo, discriminação técnica, especificações, lista de materiais e orçamento (ABNT, 1994).

Figura 3.20 | Exemplo de Planta de edificação com anotações



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 3.21 | Exemplo de corte com anotações



Fonte: elaborada pela autora.



Pesquise mais

O projeto arquitetônico residencial *Casa em Carapicuíba*, desenvolvido na cidade São Paulo/SP pelos arquitetos Angelo Bucci e Alvaro Puntoni, é uma obra que foi bastante elogiada e divulgada no meio profissional. O terreno tem um desnível de seis metros e a casa se divide em níveis, tendo seus espaços integrados ao projeto paisagístico adotado para a residência. A estrutura, em concreto armado, apresenta duas lajes estruturadas por uma grande viga superior apoiada em dois pilares.

Acesse os desenhos técnicos desse projeto e os observe, com especial atenção a todos os elementos necessários em cada planta ou corte.

Figura 3.22 | Casa em Carapicuíba dos Arqts. Angelo Bucci e Alvaro Puntoni



Fonte: <https://mdc.arq.br/2010/01/13/casa-em-carapicuiiba-sp/#jp-carousel-3710>. Acesso em: 27 nov. 2018.

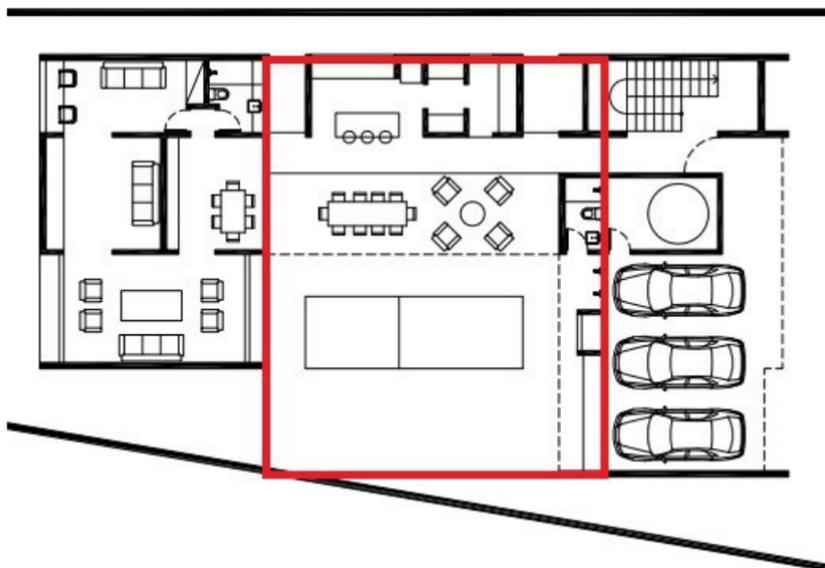
Sem medo de errar

Lembre-se que você chegou a uma etapa do desenvolvimento do projeto arquitetônico em que é preciso definir os espaços externos da edificação, que geralmente estão relacionados aos espaços de lazer dos moradores e a projetos paisagísticos. É interessante que exista uma integração entre os ambientes e equipamentos pensados pelo profissional para esses lugares, por exemplo, a churrasqueira. Ela pode ser locada independente do restante da edificação, com estrutura própria, ou ser uma continuidade do corpo da casa, com vista para os fundos. Isso porque é comum que o cliente prefira manter mais privacidade nesses ambientes, sendo a área posterior à residência mais privativa e reservada. Existem projetos arquitetônicos que reverterem essa lógica, apesar de ser a mais comum, e optam por áreas de lazer na lateral ou até mesmo na frente do terreno.

Outros equipamentos podem fazer parte da área de lazer, como a piscina. A não ser que seja uma intenção de projeto, o ideal é que todos os equipamentos estejam integrados. Pensando naqueles aqui citados, a churrasqueira e a piscina, a melhor solução muitas vezes é colocá-los próximos um ao outro, visto inclusive que sua utilização, na maior parte do tempo, é simultânea. Pelo mesmo motivo, é interessante que não sejam criadas barreiras entre eles, como desníveis do piso ou massa arbórea que divida esses espaços. No caso da presença de crianças durante a utilização da área de lazer, por exemplo, a integração visual torna-se ainda

mais importante, visto que a família pode vigiar a piscina sem deixar de aproveitar a área da churrasqueira. Observe a área demarcada na Figura 3.23, que mostra a cozinha integrada à varanda, que abriga uma mesa retangular de dez lugares e quatro poltronas, que, por sua vez, está integrada à piscina. A Figura 3.24 traz uma vista dessa situação.

Figura 3.23 | Planta baixa com área demarcada em vermelho



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 3.24 | Vista da área externa integrada ao ambiente interno



Fonte: elaborada pela autora.

É importante que o valor que um bom projeto para a área externa pode trazer, tanto o imobiliário como aquele relacionado à qualidade de vida, seja considerado durante o desenvolvimento de uma proposta arquitetônica. Os espaços externos devem ser pensados junto com o restante do projeto e não como aqueles espaços que sobraram depois de definida toda a edificação. Da mesma forma, um projeto paisagístico pode estar totalmente integrado ao edifício que está sendo projetado, atribuindo maior qualidade ao projeto arquitetônico que está sendo pensado.

Avançando na prática

A setorização de uma residência

Descrição da situação-problema

Uma das preocupações que um profissional que está projetando deve ter é a setorização dessa edificação. Isso significa que é importante que ele atente para o agrupamento de espaços que tenham afinidades entre si. O projeto arquitetônico residencial é um tipo de proposta bastante comum no mercado de trabalho e nem sempre ele deve atender a um mesmo perfil de cliente. Imagine que você foi contratado para desenvolver um projeto de uma casa para uma mãe que mora junto com seu filho adulto, e para a melhor convivência possível entre seus clientes, durante as entrevistas para a definição do programa de necessidades, eles relataram que gostariam de construir uma residência com ambientes privativos separados, dotados de entradas independentes. Como pensar a setorização para esse projeto arquitetônico?

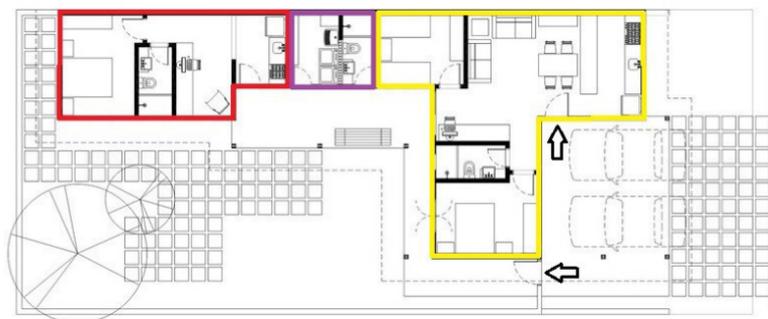
Resolução da situação-problema

É comum que os clientes tragam para você diferentes desejos relacionados ao programa de necessidades, e essas questões muitas vezes podem ser resolvidas ao se definir a setorização do projeto arquitetônico. No caso da situação aqui colocada, uma das opções é separar a área íntima da mãe da área íntima do filho ao invés de fazer a setorização da casa pensando nas áreas íntimas interligadas. Existe a possibilidade, ainda, de que haja entradas independentes para cada um desses espaços.

Observe a Figura 3.25. Um dos dormitórios é contíguo à área de estar, ambos localizados na área do polígono amarelo, que o morador acessa pela garagem, apontada ao lado dos carros. O outro dormitório pode ser acessado por um corredor lateral, como mostra a outra seta, sendo que o morador

deve atravessar o jardim para entrar nesse espaço. Esse bloco é representado pelo polígono vermelho. O retângulo roxo indica um terceiro bloco, de áreas molhadas, que contribui para a setorização da proposta ao separar os polígonos. Nesse caso, a setorização foi pensada de maneira a dividir os fluxos e, conseqüentemente, o conjunto de ambientes que formam essa edificação.

Figura 3.25 | Planta baixa setorizada



0 1 5m

Fonte: elaborada pela autora.

Faça valer a pena

1. O paisagismo é um valioso instrumento para a valorização de um imóvel. Ele nem sempre é considerado como uma parte importante do projeto arquitetônico, mas sua definição pode trazer muitas vantagens.

Sobre os projetos de paisagismo, assinale a alternativa correta.

- a) Os projetos paisagísticos não utilizam dados topográficos para seu desenvolvimento.
- b) Os projetos paisagísticos necessitam apenas do arquiteto paisagista para sua confecção.
- c) O paisagismo pode estar presente também nos ambientes internos de um edifício.
- d) Um projeto de paisagismo não precisa de programa de necessidades para ser desenvolvido.
- e) Um ambiente que tenha sido criado com paisagismo nunca precisa de manutenção após sua instalação.

2. O projeto arquitetônico de uma residência deve considerar não apenas os ambientes internos, mas também aqueles que são externos a ela. Esse conjunto pode

ser utilizado para dar ainda mais qualidade à edificação, caso sejam observados alguns pontos durante o desenvolvimento da proposta.

Com relação a esses pontos, assinale a alternativa que mais representa sua melhor utilização:

- a) Um bom projeto paisagístico acrescenta mais qualidade a um projeto arquitetônico.
- b) As áreas externas devem ser pensadas em conjunto com as áreas internas, ao invés de configurarem espaços que sobram no terreno.
- c) As áreas de lazer, muitas vezes locadas na área externa de uma residência, abrigam equipamentos que são melhor utilizados caso estejam integrados fisicamente.
- d) Pensar o projeto arquitetônico como um jogo entre cheios e vazios ajuda a definir as áreas internas e externas de uma edificação.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

3. As anotações de um desenho técnico são elementos que indicam informações específicas do projeto arquitetônico. É importante utilizar elementos de anotação que sejam amplamente difundidos no meio profissional da arquitetura, pois assim o projeto em questão é melhor compreendido. Considere os itens abaixo para responder a questão.

I - A NBR 6492/1994 versa sobre a correta representação a ser utilizada nos desenhos técnicos.

II - A planta de edificação, segundo a NBR 6492/1994, mostra tudo que está a 2,00 m do piso de referência.

III - Cortes e elevações não são necessários para o entendimento de um projeto arquitetônico.

IV - As plantas baixas devem, necessariamente, apresentar a indicação do norte relativo à área de intervenção do projeto arquitetônico.

Assinale a alternativa que indica todos os itens corretos.

- a) I e IV.
- b) II e III.
- c) I e III.
- d) III e IV.
- e) Todos os itens estão corretos.

ARAÚJO, C. M. **Simulação de modelos de edifícios utilizando a tecnologia BIM**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2016. Disponível em: https://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2017/370.pdf. Acesso em: 28 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 54143** – Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **NBR 6492** – Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AUTODESK. **Ajuda**. [S.l.; s.d.]. Disponível em: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/PTB/>. Acesso em: 28 jan. 2019.

_____. **Sobre as massas e famílias de massa**. 17 jan. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Model/files/GUID-61205D04-381D-4E8D-B971-6ED44126FBDB-htm.html>. Acesso em: 28 jan. 2019.

CARRASCO, B. Caixas protetoras de ar condicionado: problema ou solução? **Jornal dos condomínios de Santa Catarina**, Santa Catarina, 12 nov. 2018. Disponível em: <http://www.condominios.com.br/secoes/condominio-e-cia/2529-caixas-protetoras-de-ar-condicionado-problema-ou-solucao>. Acesso em: 28 jan. 2019.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 11. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2018.

CHING, F. D. K.; BINGGELI, C. **Arquitetura de interiores ilustrada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

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

COSTA, A. E. Clássicos da Arquitetura: Residência Castor Delgado Perez / Rino Levi, 2015. **ArchDaily**, 13 maio 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/766189/classicos-da-arquitetura-residencia-castor-delgado-perez-rino-levi>. Acesso em: 28 jan. 2019.

FLORIO, W. Modelagem paramétrica na concepção de elementos construtivos de edifícios complexos. In: **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Maceió, nov. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301434412_Modelagem_parametrica_na_concepcao_de_elementos_construtivos_de_edificios_complexos. Acesso em: 28 jan. 2019.

KROLL, A. AD Classics: Villa Savoye / Le Corbusier. **ArchDaily**, 27 out. 2010. Disponível em: <https://www.archdaily.com/84524/ad-classics-villa-savoye-le-corbusier>. Acesso em: 28 jan. 2019.

NONKO, E. **Richard Meier's modernist Smith House in Connecticut lists for \$14.5M**. 2 fev. 2018. Disponível em: <https://www.6sqft.com/richard-meiers-modernist-smith-house-in-connecticut-lists-for-14-5m/>. Acesso em: 28 jan. 2019.

OFICINA de arquitetos. **Cheios e vazios**. 12 fev. 2014. Disponível em <http://oficina.arq.br/projeto/firjan/cheios-e-vazios-2/>. Acesso em: 28 nov. 2019.

Unidade 4

Interface BIM: extração de informações

Convite ao estudo

Aluno, chegamos na última unidade da nossa disciplina. Neste momento, você já adquiriu conhecimentos mais aprofundados sobre a arquitetura e o modo de projetar uma edificação. Você também já viu como atingir o desenvolvimento de um projeto arquitetônico na plataforma BIM com a utilização do software Autodesk Revit. Outras questões, sobre a construção da proposta e o gerenciamento de um canteiro de obras, também se relacionam com os temas que foram abordados até aqui.

As ferramentas BIM possuem funcionalidades específicas que possibilitam o gerenciamento da construção e por isso são cada vez mais comuns nos canteiros. Além disso, a produção da documentação projetual ganha qualidade e eficiência se comparada a outros métodos, como o CADD. O BIM pode não apenas gerar desenhos consistentes e promover uma boa comunicação entre a equipe, mas principalmente integrar capacidades de desempenho do edifício às funções usuais de projeto. Saber elaborar pranchas de desenhos para apresentar ao seu cliente ou para destiná-las ao canteiro de obras é essencial no meio profissional, assim como elaborar documentos para o processo de gerenciamento de obras, como, por exemplo, o orçamento.

Imagine que, como na maioria dos casos, o seu cliente quer obter economia nos custos totais da construção, além de um tempo de execução máximo de 12 meses. Você, como projetista competente, desenvolveu o projeto da residência no Revit, que permite a extração de diversas informações necessárias à confecção de documentos para a execução da obra. Pensando nisso, pode-se afirmar que a plataforma BIM é a ferramenta ideal para confeccionar o projeto do seu cliente? Por que o BIM evita retrabalho durante as revisões de projeto, garantindo economia de tempo e maior qualidade ao projeto?

Para responder a essas perguntas, veremos nas próximas seções como gerar quantitativos utilizando uma plataforma BIM, veremos sobre simulação de desempenho térmico e acústico, como elaborar pranchas de desenho e como desenvolver um memorial de projeto arquitetônico que acompanhe a entrega final dos documentos necessários à execução de uma obra residencial. Bons estudos!

Projeto arquitetônico: extração de relatórios

Diálogo aberto

Olá aluno,

Durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico, devemos sempre ter em mente a construtibilidade da proposta que estamos desenvolvendo. Isso significa que devem ser consideradas algumas questões durante a tomada de decisões que esse processo acarreta, como, por exemplo, os custos e o tempo que o cliente gostaria que a execução da obra acontecesse, dentro das possibilidades.

O processo de gerenciamento de obras possui especificidades com relação à execução de uma obra no campo da construção civil, e as ferramentas BIM possuem funcionalidades específicas que facilitam esse processo. O Revit, por exemplo, aliado a outras ferramentas, possibilita a extração de quantitativos de materiais de uma proposta, além da simulação de desempenho térmico e acústico de uma edificação.

Lembre-se de que o seu cliente quer obter economia nos custos totais da construção, além de um tempo de execução máximo de 12 meses. Você, como projetista competente, desenvolveu o projeto da residência no Revit, que permite a extração de diversas informações necessárias à confecção de documentos para a execução da obra. Porém, muitas vezes, os relatórios de quantitativos gerados nessa etapa não agradam ao cliente. Quando isso acontece, você deve modificar os parâmetros necessários para que os ajustes sejam feitos, possibilitando ao seu cliente um panorama das possibilidades. Imagine que, considerando o projeto que vem desenvolvendo, você se encontre nessa situação. Ou seja, ao verificar as informações que o Revit fornece, você constatou que o cronograma teria um período mínimo de 13 meses e o orçamento excede o esperado. Imagine, por exemplo, que tenha sido escolhido uma cerâmica de revestimento importada que demandaria um tempo de dois meses para ser entregue, visto que não é fabricada no país. Essa cerâmica seria aplicada no piso da cozinha, que tem uma metragem quadrada de 20 m², mas o ideal é que o tempo de entrega fosse menor. Como usar o Revit para chegar a relatórios cujos resultados satisficam as possibilidades?

Nesta seção, veremos como o modelo desenvolvido em uma plataforma BIM pode facilmente fornecer as informações necessárias para o processo de gerenciamento de obra, pois permite a rápida extração de quantitativos e a

simulação do desempenho da edificação. Você vai ver como essa tecnologia pode facilitar e melhorar a realidade dos canteiros de obra. Bons estudos!

Não pode faltar

Já vimos diversas vantagens que a utilização de uma plataforma BIM pode trazer para o desenvolvimento do projeto arquitetônico. Geralmente, quando o projeto executivo não é suficientemente desenvolvido e carece de informações necessárias à execução da proposta no canteiro de obras, o construtor precisa corrigir eventuais erros que acontecem nesse processo, o que demanda tempo e custo adicionais à finalização da obra. O modelo do edifício feito em um software como o Revit verifica como seriam as reais circunstâncias da construção, o que permite prever possíveis problemas e elaborar uma solução para eles (EASTMAN, 2014).

Várias são as vantagens do software, como menor margem de erro, otimização do tempo para qualquer tipo de obra, extração de vários tipos de informações, como orçamentos, cortes, vistas e perspectivas, alterações feitas no projeto e, conseqüentemente, em toda a documentação, melhor compatibilização dos projetos complementares, visualização dos problemas, entre outros.

O *Manual do BIM* (EASTMAN, 2014) traz um exemplo de um acontecimento no canteiro de uma obra em São Francisco:

“Durante uma das rondas diárias pelo canteiro para fotografar, reconhecemos um erro crítico mostrado no posicionamento de uma forma de concreto, o qual foi rapidamente confirmado por uma consulta ao BIM. Esse erro ocorreu quando a pessoa responsável pelo leiaute da fôrma tirou suas medidas a partir de uma coluna que estava fora da grade padrão, até a borda da laje de concreto. O lançamento de mais concreto na construção desta complexa laje pretendida teria causado sérias conseqüências, não apenas para o construtor, mas também para o empreendimento inteiro, uma vez que mais três pisos seriam construídos acima deste pavimento. O problema foi resolvido no momento em que o concreto estava sendo lançado, salvando o que teria sido definitivamente uma grande despesa. (EASTMAN, 2014, p. 235-236)

Nesse caso, o modelo virtual contribui para os processos de verificação da obra, em conjunto com o processo tradicional realizado *in loco*. Ou seja, a plataforma BIM pode potencializar todo o processo de gerenciamento de

obras ao contribuir para a etapa de verificação da obra, prevenindo erros e ajudando a solucionar os problemas.

É comum que, durante a construção de uma edificação, diversas ferramentas sejam utilizadas para sua administração, principalmente no que diz respeito a cronogramas e controle de custos, mas também sobre compra e entrega de materiais, controle de pessoal, questões de segurança, entre outros. Por isso, é essencial que o projeto executivo seja bem desenvolvido, pois várias decisões são baseadas nas informações e nos componentes do edifício. A sincronização de todos esses sistemas e processos, porém, leva muitas vezes a erros e esforços redundantes, o que pode ser evitado com o uso de um sistema BIM, porque ele é capaz de concentrar vários deles.

A plataforma BIM é capaz de indicar o estado em que o empreendimento se encontra, identificando facilmente as áreas que estão em atraso; ela pode facilitar a compra de aprovisionamentos, visto que é possível especificar tudo que é utilizado no modelo virtual; ela facilita o acompanhamento do aprovisionamento ao ser conectada a um cronograma, o que permite verificar o impacto que o atraso de alguma entrega provocará na construção, por exemplo; e ela pode contribuir para a administração da segurança do trabalho, visto que facilita a avaliação das condições da obra e suas áreas inseguras (EASTMAN, 2014).



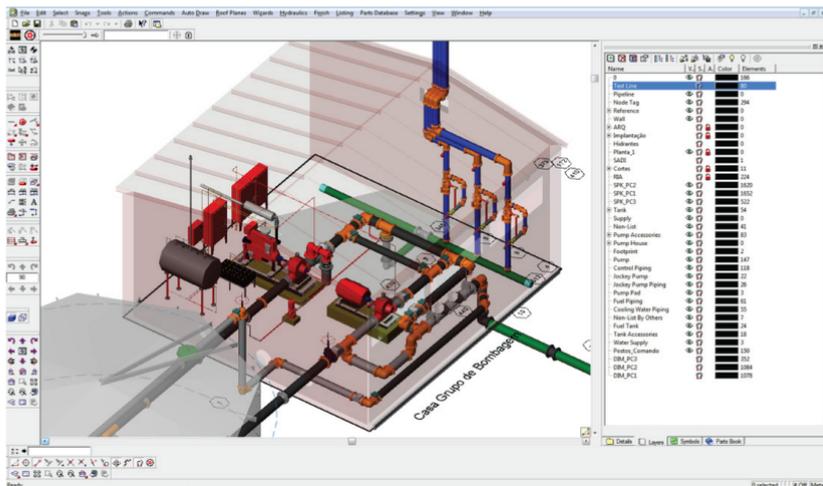
Refleta

Quais vantagens a plataforma BIM oferece ao processo de gerenciamento de obras se comparada ao processo tradicional?

É importante que o profissional que está desenvolvendo o modelo no Revit fique atento ao nível de detalhe necessário para que esse mesmo modelo seja utilizado no canteiro de obras. Para representar uma parede, por exemplo, podem ser representados componentes detalhados do sistema construtivo escolhido, além de todas as tarefas necessárias para sua execução. No caso de uma sapata de fundação, por exemplo, o programa pode especificar que ela requer escavação, confecção de formas, lançamento da armadura e do concreto, cura do concreto e o desmonte das formas. Ou seja, um único objeto, como a parede, pode representar diversas atividades dentro do canteiro de obras (EASTMAN, 2014).

A Figura 4.1 mostra um modelo virtual desenvolvido no Revit que representa redes de incêndios e execução automáticas, desenvolvidos com uma das ferramentas do software. Observe como é possível desenvolver o detalhamento de todos os componentes da edificação.

Figura 4.1 | Modelo virtual de redes de incêndios e execução automátáticas



Fonte: <http://exactusensu.weebly.com/blog/o-recurso-ao-sistema-de-sprinklers>. Acesso em: 8 dez. 2018.

Faz parte do processo de gerenciamento de obras o levantamento de quantitativos e a estimativa de custos. Quanto mais completo o projeto arquitetônico estiver, mais precisos serão esses valores. A estimativa de custos pode ser desenvolvida durante o desenvolvimento do projeto, o que ajuda na tomada de decisões e previne problemas sobre o orçamento. Isso resulta em maior qualidade na construção da edificação, já que a construção pode ser realizada de forma precisa. Como a plataforma BIM define tipos de objetos, ela possibilita que as estimativas sejam realizadas ainda no estudo preliminar por meio de uma estimativa de custo paramétrica, em que as quantidades são associadas a áreas e volumes. Conforme o projeto vai sendo desenvolvido, é possível extrair as informações necessárias direto do modelo do edifício. Para uma estimativa de custo precisa, porém, é necessário que todos os componentes estejam definidos.

É importante salientar que a plataforma BIM possibilita que sejam realizados os levantamentos quantitativos, mas o orçamentista continua sendo o profissional que irá analisar as informações que foram extraídas, ou seja, não é o software quem identifica os problemas no processo de orçamentação, ele apenas fornece os dados. Já existem diversas ferramentas que funcionam como plug-ins para o Revit que permitem que esse processo aconteça, o que inclui a definição de montagens e composições necessárias para a construção de uma edificação. Também podem estar aí inclusos outros recursos, como mão de obra, equipamentos, materiais, entre outros, além dos gastos de tempo e custo. O modelo virtual pode ser associado a essa ferramenta, o que

ajuda, por exemplo, a detectar objetos que ainda não tiveram uma estimativa de custos associada a eles.

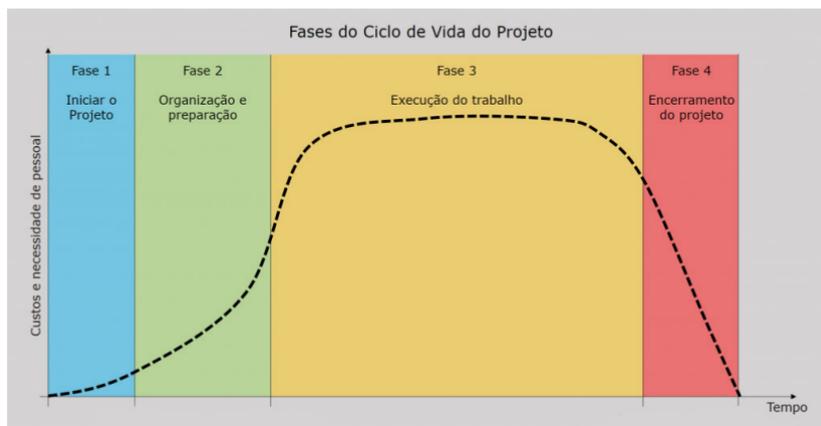


Assimile

É essencial que o desenho executivo de um projeto arquitetônico seja detalhado em todos os componentes construtivos da edificação para que a etapa de gerenciamento de obra tenha o maior nível de qualidade possível. Quanto mais definição o projeto executivo atingir, menor será o número de decisões que deverão ser tomadas dentro do canteiro de obras a fim de mitigar possíveis erros e decisões tomadas de última hora.

Para o sucesso do processo de gerenciamento de obras, deve-se ter em mente alguns pontos essenciais, como a dedicação de tempo para planejamento no início da obra; cronogramas realistas; orçamentos realistas; sistema de avaliação e controle de recursos da obra; entre outros. Devemos ter em mente que um projeto sempre vai possuir um início e um fim determinados, sendo que, durante o seu desenvolvimento, deve acontecer a estruturação do projeto, sua implantação e, finalmente, sua conclusão. Chamamos isso de Ciclo de Vida do Projeto, como mostra a Figura 4.2.

Figura 4.2 | Ciclo de Vida do Projeto



Fonte: Pinazza (2017).

A Fase 1, de iniciação, determina quais objetivos e metas devem ser alcançados na conclusão do processo. Além disso, ela analisa quais serão os recursos necessários para atingir esses objetivos. É nessa fase que é elaborada a

proposta do projeto, no nosso caso, do processo de gerenciamento da obra. A Fase 2, de planejamento, traz justamente o momento em que serão definidos o orçamento e cronograma da obra, além de quais serão os procedimentos de acompanhamento e controle a serem utilizados durante esse processo. Nessa fase, é determinada a Estrutura Analítica do Projeto, que define todas as etapas e subetapas do processo. Veja na Tabela 4.1 um breve exemplo dessa estrutura, que aborda apenas as primeiras etapas a serem executadas em um canteiro de obras. Cabe ainda nessa lista itens como vedação, esquadrias, instalações elétricas e hidráulicas, revestimentos, acabamentos, entre outros. Todos esses itens devem ser decompostos em subitens, que representam todas as tarefas a serem cumpridas em um canteiro de obras.

Tabela 4.1 | Exemplo de Estrutura Analítica do Projeto

1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES
1.1	Placa de obra em chapa de aço galvanizado
1.2	Tapume de madeira compensada com 6 mm e altura de 2,20 m
1.3	Barracões provisórios
1.4	Locação de construção com gabarito de madeira
1.5	Ligação provisória de energia elétrica
1.6	Ligação provisória de água
1.7	Ligação provisória de esgoto
2.0	MOVIMENTO DE TERRA
2.1	Escavação manual de valas
2.2	Regularização e compactação mecânica do fundo da vala
3.0	FUNDAÇÃO
3.1	Forma de madeira comum para fundações – reaproveitamento 5x
3.2	Lastro de concreto magro traço 1:4:8 com espessura de 5 cm e preparo mecânico
3.3	Concreto armado de 20 MPausinado. Inclui lançamento.

Com a definição de toda a estrutura, então é possível definir o cronograma e o orçamento de um projeto de execução de uma edificação. Suponha que, após a realização dessa fase, correspondente ao planejamento no Ciclo de Vida do Projeto, foi constatado que o cronograma ultrapassou em um mês o limite máximo previsto para que a obra seja executada. Com todas as etapas definidas e decompostas em subetapas, é muito mais fácil identificar onde é possível modificar as tarefas. É possível verificar, por exemplo, a possibilidade de se contratar mais profissionais para a mão de obra, acelerando uma das etapas, ou o aluguel de mais equipamentos. Alguns materiais podem ser substituídos, por exemplo, o que pode encurtar seu tempo de entrega, adiantando a construção de algumas etapas. É o que acontece com a substituição de produtos importados por outros nacionais, por exemplo, cujo tempo de entrega pode ser menor.

Da mesma forma, a definição do orçamento também depende da montagem dessa estrutura de tarefas a serem executadas, visto que ele deve ser previsto com base não apenas nos materiais, mas nos serviços que serão prestados. Caso o orçamento atinja uma cifra maior do que esperado, é possível verificar nessa lista quais etapas podem ser modificadas. Também nesse caso pode acontecer a troca de materiais mais baratos que satisfaçam igualmente as necessidades, assim como a revisão da contratação de mão de obra.

No caso da adequação em qualquer um dos casos, tanto do cronograma quanto do orçamento, é possível fazer as devidas substituições no modelo virtual desenvolvido no Revit para a verificação da proposta. Também aqui a plataforma BIM pode contribuir para tomada de decisões ao simular o ambiente construído, ou seja, as verificações podem ser feitas durante todo o desenvolvimento do projeto arquitetônico e também durante o processo de gerenciamento de obras.



Pesquise mais

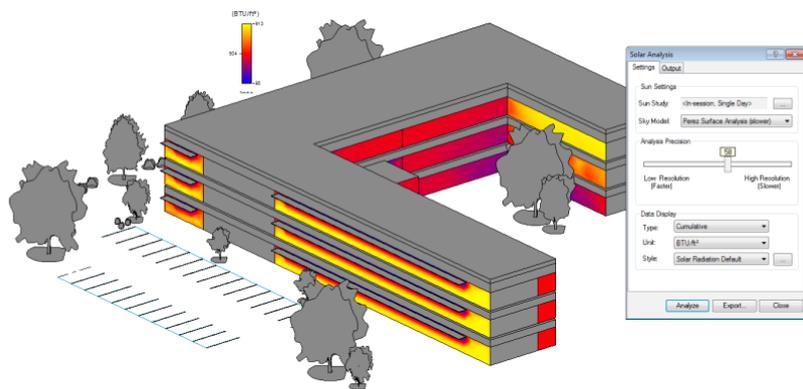
Existem ainda as fases de execução e controle e de encerramento do projeto. Para o aprofundamento desse assunto, você pode consultar na biblioteca do curso o livro *Gestão de projetos: com abordagem dos métodos ágeis e híbridos*, de autoria de Luís C. M. Meseses, capítulo 4.2.2, intitulado *Ciclo de vida do projeto*. Ali, o autor traz a definição de todas as etapas apresentadas na Figura 4.2.

Uma das possibilidades que o Revit oferece é a análise energética do projeto arquitetônico durante todo o período em que ele está sendo desenvolvido, ou seja, desde sua concepção inicial até seu detalhamento. A simulação de energia contribui para a tomada de decisões de um projeto arquitetônico, visto que, dessa forma, é possível verificar o desempenho da edificação com relação ao movimento de entrada e saída de energia, o que ajuda a aprimorar seu desempenho e reduzir o impacto ambiental que o edifício pode provocar. Segundo a ajuda do AUTODESK REVIT (2018):

“Toda a simulação de energia da construção mede o uso de energia esperado (eletricidade e combustível) com base na geometria da construção, clima, tipo de construção, propriedades do envoltório e sistemas ativos (AVAC e iluminação). Leva em conta as interdependências da construção como um sistema completo. (AUTODESK REVIT, 2018)

Para esses estudos, pode ser utilizado o Energy Analysis for Autodesk Revit, que é um complemento do software que executa as simulações necessárias para a compreensão do desempenho energético do modelo que está sendo desenvolvido. Para utilizá-lo, primeiro devem ser criadas massas conceituais que representem diferentes ideias para o projeto, ou seja, diferentes volumetrias que, preferencialmente, não estejam divididas em partes menores, visto que isso pode dificultar a leitura do desempenho energético do modelo. Para cada massa definida, devem ser ativados os pisos de massa e definidas as configurações de energia. Apenas então é possível pedir a simulação de energia para o complemento do software. Após a chegada de todos os resultados fornecidos pelo Energy Analysis, os resultados das diferentes massas conceituais podem ser comparados e, então, podem ser observadas as normas mínimas de sustentabilidade. A Figura 4.3 traz um modelo que sofreu uma análise de desempenho energético.

Figura 4.3 | Exemplo de análise de desempenho energético



Fonte: <http://blogs.autodesk.com/insight/solar-analysis-plugin-now-available-for-revit/>. Acesso em: 7 jan. 2019.



Exemplificando

As análises de desempenho térmico fornecem dados que contribuem para a atividade profissional de modo que haja menos consumo de energia para aquecimento ou resfriamento da temperatura de um ambiente, por exemplo. Em uma face de uma edificação, em que se constatou alta radiação solar, por exemplo, podem ser aplicadas ferramentas da área de conforto ambiental que minimizam o problema, como adaptação à topografia existente, uso de vegetação, mudança de orientação solar do edifício, entre outros.

Aluno, além de todo o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico, devemos considerar também as questões relacionadas à execução da proposta. É comum que os clientes tenham o desejo de obter o máximo de economia durante a construção de uma edificação, além de possuírem muitas vezes expectativas com relação à sua duração.

No seu caso, o seu cliente espera um tempo máximo de construção da residência de 12 meses, mas após você fazer a extração das informações referentes aos quantitativos no Revit e confeccionar o cronograma, você percebe que o tempo hábil para realizar a execução da proposta é de mais um mês. Como existe a possibilidade de reduzir esse tempo para atender ao desejo do cliente, você pode modificar pontos do projeto arquitetônico para adequar o cronograma. Da mesma forma, mudanças podem ser realizadas para modificar o orçamento que, assim como o cronograma, excedeu o esperado.

Algumas ações podem ser realizadas nesse sentido, como a troca de algum material de construção. Você, enquanto profissional, pode propor ao seu cliente que a cerâmica de revestimento importada seja trocada por uma nacional, que possui um tempo de entrega de um mês, além de geralmente essa opção ser mais barata. Assim como a primeira escolha, você pode inserir essa opção no modelo do Revit e verificar todas as questões envolvidas, como o plano de piso para evitar perdas do material, como já vimos. Provavelmente, será necessária a troca de outros produtos além desse e a rápida extração de quantitativos que o Revit oferece colabora imensamente para essas decisões.

O modelo desenvolvido no Revit também pode simular um canteiro de obras, ou seja, você pode projetar o canteiro e verificar todas as situações possíveis de layout com os equipamentos que serão alugados, por exemplo. Para diminuir o tempo máximo de execução, existe a opção de alugar mais equipamentos e contratar mais mão de obra, sendo que algumas vezes o custo adicional que isso acarreta compensa as perdas que haveriam caso a obra durasse mais tempo. Para a verificação das possibilidades, o Revit também pode contribuir para a visualização dos panoramas a serem considerados.

Análise de desempenho energético

Descrição da situação-problema

Para verificar o desempenho energético da edificação que está projetando, você decidiu fazer uma análise utilizando modelo em Revit que está desenvolvendo com o uso da ferramenta Energy Analysis for Autodesk Revit. Os resultados que encontrou indicam que a radiação solar na fachada oeste é intensa e pode provocar superaquecimento dos ambientes internos que estão ali localizados. Quais são as estratégias de conforto ambiental que você pode utilizar para minimizar esse problema?

Resolução da situação-problema

A disciplina de conforto ambiental oferece muitas soluções para esse tipo de problema, que resultam, por exemplo, em alto consumo energético para o resfriamento da edificação caso não seja solucionado. Entre essas soluções, existe a possibilidade de rotação da edificação com relação ao ângulo de incidência solar, o que minimiza o problema, visto que a fachada em questão pode não receber a radiação tão diretamente. Isso afeta o seu aquecimento, diminuindo a temperatura dos ambientes internos ali existentes. Outra opção que pode ser adotada é o uso da vegetação, que pode ser definida por meio de um adequado projeto paisagístico. A vegetação pode filtrar a radiação solar, o que também colabora para que a fachada em questão não sofra superaquecimento.

Faça valer a pena

1. Um projeto sempre tem um início e um fim determinados. Durante o seu desenvolvimento, algumas fases devem ser definidas, o que garante a implantação do projeto de acordo com o planejamento realizado até sua conclusão.

Assinale a alternativa que indica o sequenciamento correto das fases do Ciclo de Vida do Projeto.

- a) Fase 1: iniciar o projeto. Fase 2: organização e preparação. Fase 3: execução do trabalho. Fase 4: encerramento do projeto.
- b) Fase 1: execução do trabalho. Fase 2: iniciar o projeto. Fase 3: encerramento do projeto. Fase 4: organização e preparação.
- c) Fase 1: organização e preparação. Fase 2: execução do trabalho. Fase 3: iniciar o projeto. Fase 4: encerramento do projeto.

- d) Fase 1: execução do trabalho. Fase 2: iniciar o projeto. Fase 3: encerramento do projeto. Fase 4: organização e preparação.
- e) Fase 1: encerramento do projeto. Fase 2: iniciar o projeto. Fase 3: organização e preparação. Fase 4: execução do trabalho.

2. 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

3. A integração do Autodesk Revit com ferramenta de planejamento tem permitido que o planejamento de obras atinja um novo patamar de excelência em suas atividades.

Considere os itens para responder à questão:

- I. O Revit permite que sejam vinculadas ao projeto informações de tempo e custo, o que possibilita maior precisão sobre cada serviço a ser executado na obra ao permitir a simulação de diferentes cenários.
- II. O modelo desenvolvido em Revit tem mais precisão de informações e possibilita que o planejamento da execução de obra seja baseado em diversas opções, até que seja escolhida a melhor delas.
- III. A tecnologia BIM oferece pouca eficiência além da sua utilização apenas na etapa de desenvolvimento do projeto arquitetônico, ou seja, não deve ser utilizada em nenhum outro momento relacionado à construção civil.

IV. A simulação do canteiro de obras com a utilização do Revit pode contribuir para a tomada de decisões relacionadas a contratação de mão de obra, logística de canteiro, confecção de cronograma e orçamento, entre outros.

Sobre o uso da tecnologia BIM no canteiro de obras, assinale a alternativa que indica os itens corretos:

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

Projeto arquitetônico: diagramação de pranchas e plotagem

Diálogo aberto

Olá aluno.

Durante a nossa disciplina, vimos questões relativas ao desenvolvimento de um projeto arquitetônico e seus desdobramentos no canteiro de obras utilizando-se da tecnologia BIM. Ela facilita a extração de informações para a confecção de tabelas e quantitativos relativos à proposta, que podem ser desdobrados em planilhas de orçamento e cronograma. Outro ponto importante da extração de informações de um projeto arquitetônico é a sua apresentação, tanto para o cliente quanto aquela que diz respeito ao conjunto de desenhos técnicos destinados ao uso da construção da edificação.

Imagine que você, enquanto profissional, passou por todo o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico junto com o seu cliente e se encontra no momento em que todas as informações coletadas e desenvolvidas durante esse processo devem ser apresentadas e entregues. É a partir desse momento que todas as pranchas serão utilizadas para execução da obra e é importante que, também, na finalização desse processo, você e seu cliente estejam em total acordo sobre o que será feito. Lembre-se sempre de que as pranchas de desenho executivo que se destinam ao canteiro devem ter informações específicas que se relacionam com as atividades que serão executadas. Pensando que esses desenhos são o maior canal de comunicação entre você e a equipe de obra, quais informações devem fazer parte desse conjunto de pranchas?

Durante esta seção, veremos como fazer a diagramação das pranchas de desenho executivo de maneira a atender da melhor forma possível as necessidades que a equipe de obra possui no canteiro durante a execução da proposta. Bons estudos!

Não pode faltar

O uso de desenhos técnicos é o principal meio pelo qual o arquiteto se comunica com todos os profissionais envolvidos no desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Para a execução da proposta, é essencial que as informações de arquitetura sejam emitidas de maneira precisa. Para isso, os documentos que abrigam os desenhos técnicos e as demais informações

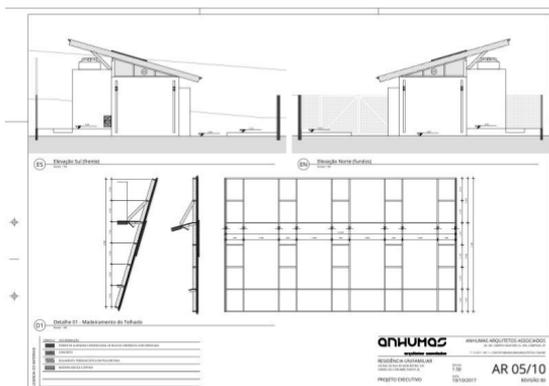
devem estar com uma linguagem gráfica comum que ilustre todas as características da edificação e, principalmente, como ela deve ser construída.

Esse conjunto de desenhos é chamado de projeto executivo. Segundo Ching (2014), eles são utilizados da seguinte maneira:

- os arquitetos os utilizam a fim de comunicar as características formais e espaciais de uma edificação;
- os engenheiros de estruturais (“calculistas”) usarão o projeto executivo para calcular o tamanho e o uso dos elementos estruturais;
- os engenheiros mecânicos, elétricos e hidrossanitários o usarão para projetar as instalações prediais;
- os empreiteiros o usarão como guia para a construção efetiva do projeto;
- os fiscais de construção o usarão para avaliar se a edificação cumpre as normas dos códigos de edificações municipais, estaduais, nacionais e internacionais.

Perceba, com base nas informações acima, a importância de que o projeto executivo transmita claramente e da forma correta todas as informações corretas sobre a proposta que será executada. Caso ele não atenda a esses quesitos, o trabalho dos profissionais envolvidos pode ser prejudicado, acarretando, por exemplo, atrasos no cronograma e modificações no orçamento, visto que o problema terá que ser solucionado com a obra em andamento. Observe uma prancha de desenho técnico na Figura 4.4, que mostra duas elevações e um detalhe sobre como deve ser construído o madeiramento do telhado.

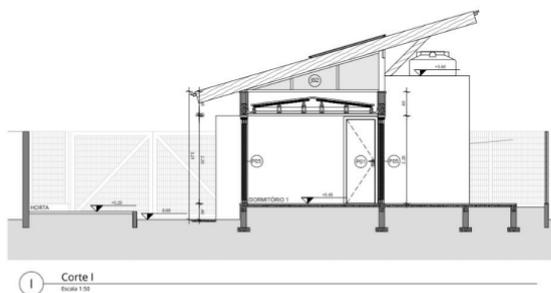
Figura 4.4 | Exemplo de prancha de desenho executivo



Fonte: elaborada pela autora.

Esse conjunto de desenhos compreende o que chamamos de vistas múltiplas, que são as plantas, elevações e os cortes. Eles diferem dos desenhos em perspectivas e dizem respeito a um modo conceitual de representação, sendo que as linhas de projeção encontram o plano do desenho em ângulos retos. Todos os pontos do desenho estão posicionados de modo preciso e representam fielmente o comprimento, relacionado à escala utilizada. Porém, as informações que esse tipo de representação apresenta são parciais, visto que a terceira dimensão não é contemplada aqui. Para facilitar sua leitura, esses desenhos devem apresentar hierarquia de linhas e contraste de tonalidades. Observe, na Figura 4.5, o corte de uma edificação. Todos os elementos arquitetônicos que aparecem em corte apresentam linhas mais fortes do que os elementos que estão em vista, como o portão que figura o fundo do desenho.

Figura 4.5 | Corte de edificação que se utiliza de contraste de linhas



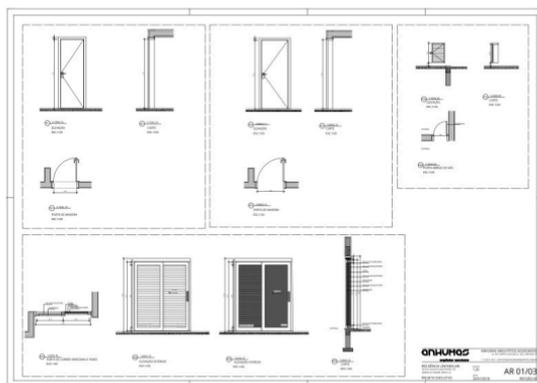
Fonte: elaborada pela autora.

É importante relembrar as etapas que perfazem o desenvolvimento do projeto arquitetônico, sendo elas: etapas preliminares, levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade e o projeto em si. Este, por sua vez, se divide em projeto básico e projeto para execução. É definido pelo CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo) que os documentos técnicos a serem apresentados na etapa do projeto para execução são:

- planta geral de implantação;
- planta de terraplenagem;
- cortes de terraplenagem;
- planta baixa dos pavimentos;
- plantas das coberturas;
- cortes (longitudinais e transversais);

- elevações (frontais, posteriores e laterais);
- plantas, cortes e elevações de ambientes especiais (banheiros, cozinhas, lavatórios, oficinas e lavanderias);
- detalhes (plantas, cortes, elevações e perspectivas) de elementos da edificação e de seus componentes construtivos (portas, janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, pisos, revestimentos e seus encontros, impermeabilizações e proteções). A Figura 4.6 mostra uma prancha de esquadrias de um projeto executivo;
- memorial descritivo da edificação;
- memorial descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais (aspecto arquitetônicos), dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
- memorial quantitativo dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
- perspectivas (opcionais) (interiores ou exteriores, parciais ou gerais).

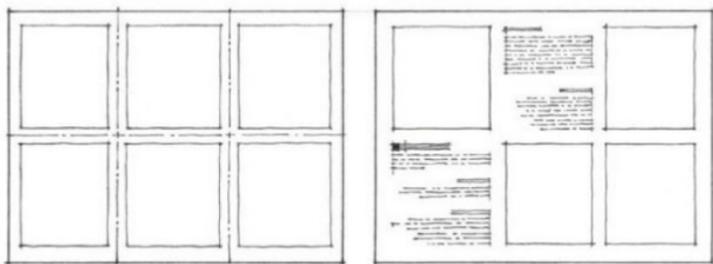
Figura 4.6 | Exemplo de prancha de desenhos técnicos de esquadrias



Fonte: elaborada pela autora.

A ordem dos desenhos técnicos listados deve ser a ordem em que eles aparecem na diagramação das folhas a serem entregues. É importante também que os desenhos a serem inseridos obedeam a uma ordem, que pode ser pensada por meio de uma malha invisível que vai organizar toda a informação apresentada. Observe a Figura 4.7, em que a prancha obedece a uma malha e apresenta elementos diferentes, como desenhos e textos.

Figura 4.7 | Opções de diagramação de pranchas



Fonte: Ching (2017, p. 214).



Assimile

Em qualquer apresentação de projeto, devemos planejar a distribuição das imagens gráficas e dos textos ao longo das pranchas.

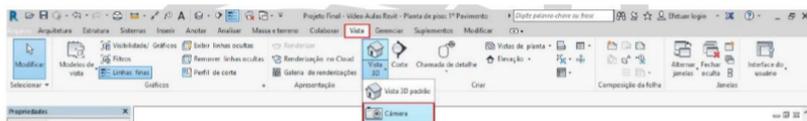
Uma das ferramentas mais utilizadas de apresentação de projeto arquitetônico são imagens renderizadas obtidas por meio da utilização de softwares que possibilitam a confecção desse produto. O Revit possibilita a criação de imagens realistas do modelo de construção, sendo esse um dos seus recursos mais utilizados.

As perspectivas virtuais realizadas pelo profissional sobre ambientes do projeto arquitetônico são essenciais para o entendimento do cliente sobre a proposta. É importante ter em mente que o cliente não possui a mesma habilidade de leitura dos desenhos técnicos que os profissionais envolvidos com o desenvolvimento da proposta e, por isso, esse tipo de peça gráfica contribui enormemente para que ele compreenda perfeitamente as dimensões adotadas para aquele espaço, assim como decisões relacionadas a layout, aplicação de materiais, entre outros. Esse recurso pode ser utilizado também para que o cliente faça escolhas, já que o arquiteto pode produzir imagens sobre um mesmo ambiente que abrigue materiais diferentes, por exemplo.

Para que uma vista criada com esse recurso adquira mais qualidade, é importante preencher os espaços com elementos da vida real, como vegetação e pessoas, e não apenas a edificação em si. Uma das maiores dificuldades da renderização de imagens é o ajuste de materiais, por isso é importante fazer vários testes com o editor de materiais até que o profissional fique satisfeito com o resultado. Também é importante que sejam feitos ajustes na iluminação, que pode ser tanto a natural quanto a artificial.

Para utilizar esse recurso no Revit, abra uma vista do projeto e na guia “Vista”, painel “Criar”, menu “Vista 3D”, clique em “Câmera”, como mostra a Figura 4.8. Em seguida, vá até a planta da sua proposta e clique no ponto em que deseja colocar a câmera, seguido do ponto em que deseja que a câmera aponte. Irá aparecer na área de trabalho o chamado “cone de visualização”, que indica a direção em que a câmera está apontada. Rotacione esse cone de acordo com a vista que você quer obter do ambiente.

Figura 4.8 | Câmera para criar vista 3-D



Fonte: <https://goo.gl/B8hChP>. Acesso em: 19 dez. 2018.

Para fazer a renderização da imagem, abra a caixa de diálogo “Renderização”, na aba “Vista”, painel “Gráficos”. Especifique a qualidade e, em “Configuração de Saída”, especifique se a resolução será de “Tela” ou “Impressora”. Especifique as configurações de iluminação em “Iluminação”. Crie uma imagem renderizada clicando no botão “Renderizar”. O tempo que esse processo levará para ser finalizado depende da qualidade da imagem e da capacidade do computador. A Figura 4.9 traz uma vista que foi renderizada no Revit.

Figura 4.9 | Imagem renderizada no Revit



Fonte: elaborada pela autora.



Exemplificando

As imagens renderizadas podem fazer parte do conjunto de pranchas do projeto executivo com a finalidade de ilustrar o projeto arquitetônico. Isso é útil tanto para a apresentação do projeto final para o cliente quanto para o projeto executivo a ser utilizado no canteiro de obras. A Figura 4.10 mostra uma prancha de concurso promovido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (CODHAB/DF). Observe como as informações se organizam no espaço disponível, entre desenhos e imagens.

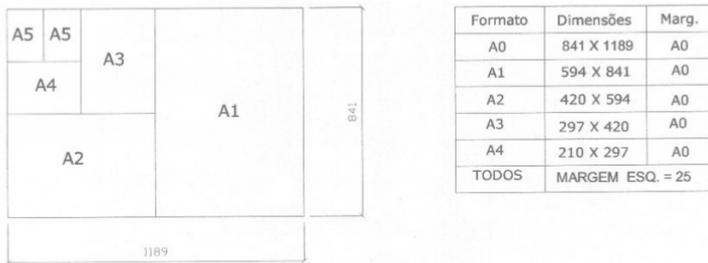
Figura 4.10 | Prancha de concurso de projeto de arquitetura



Fonte: <https://goo.gl/UQICHd>. Acesso em: 19 dez. 2018.

Após o término do desenvolvimento do projeto arquitetônico no Revit e assim que todas as pranchas estiverem diagramadas, o próximo passo é fazer a plotagem desse material. É importante ter em mente qual o tamanho de folha que foi escolhido para definir o conjunto de desenhos do projeto executivo. Observe a Figura 4.11. Ela traz todos os tamanhos possíveis de folhas a serem utilizadas. A legenda geralmente fica no canto inferior direito nos formatos A3, A2, A1 e A0, que são os mais usuais nesse campo profissional. Elas costumam trazer o nome da empresa, o título do desenho, a escala, o número do desenho, datas e assinaturas dos responsáveis pela execução, verificação e aprovação.

Figura 4.11 | Tamanhos de folhas e tabela com dimensões



Fonte: <https://goo.gl/hJKGbM>. Acesso em: 19 dez. 2018.



Refleta

Qual é a relação entre a escala do desenho e o tamanho da folha a ser utilizada para sua plotagem?

Para fazer a plotagem dos desenhos técnicos, o ideal é que o arquivo final esteja em formato PDF. Abra a folha já diagramada no “Navegador de projetos”, “Menu Arquivo” e clique em “Imprimir”. Em seguida, existe a opção de selecionar a impressora. Para a impressão em arquivo PDF, um software relativo a isso deve estar previamente instalado no computador. Em seguida, selecione “Janela atual” em “Faixa de impressão”. Clique em “Configurar” e selecione o tamanho da folha em “Papel”. Selecione “Zoom” e coloque o valor em 100%. Clique em “Visualizar” e verifique se está tudo correto. Finalize o processo clicando em “Ok”.



Pesquise mais

Uma das ferramentas que podem ser utilizadas junto ao Revit é o Dynamo, que acompanha a instalação do software desde a versão de 2018. Ele permite que seja criada uma sequência de tarefas a serem executadas. Essa montagem é chamada de rotina. Cada uma dessas tarefas pode ser um comando do software, mas também pode ser uma operação matemática ou qualquer outro recurso, tendo como resultado a alteração de algum valor ou parâmetro, a seleção de objetos, criação de objetos, entre outros. O Dynamo possui o que é chamado de biblioteca de nós, cujos parâmetros podem ser alterados.

Para aprender mais e desenvolver habilidade na utilização dessa poderosa ferramenta, assista ao vídeo que explica como fazer o telhamento automático de uma edificação.

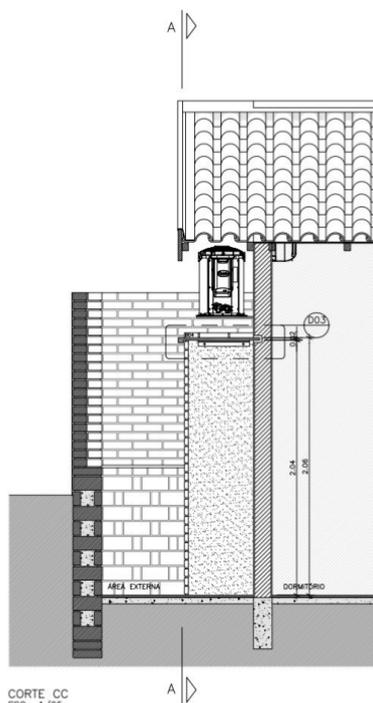
Sem medo de errar

A fase final de desenvolvimento do projeto arquitetônico, considerando-se até o momento da finalização dos documentos a serem entregues ao cliente, compreende também a confecção das pranchas de desenho executivo que serão destinadas à utilização no canteiro de obras. Por isso, é importante que esse conjunto traga todas as informações necessárias para a construção da edificação. Lembre-se de que, a essa altura do seu trabalho com o seu cliente, você se encontra justamente nesse momento de diagramação de pranchas de desenho e renderização de imagens sobre o projeto arquitetônico da residência unifamiliar que desenvolveu.

Há um conjunto de informações essenciais que devem constar do projeto executivo. A planta de implantação, por exemplo, vai trazer a locação da edificação no terreno, enquanto os desenhos relacionados à terraplenagem dizem respeito ao que a equipe de obra deve realizar nos cortes dessa área. Em seguida, alguns desenhos técnicos devem obrigatoriamente seguir esses desenhos iniciais, sendo eles a planta baixa dos pavimentos, a planta das coberturas, os cortes do edifício e suas elevações.

É necessário que o projeto executivo traga o que é chamado de ampliação de áreas molhadas, que são desenhos técnicos mais detalhados de ambientes como banheiros, cozinhas e sanitários. Além disso, o detalhamento de componentes construtivos é um ponto essencial do projeto executivo. Muitos desses elementos devem ser cuidadosamente desenhados para

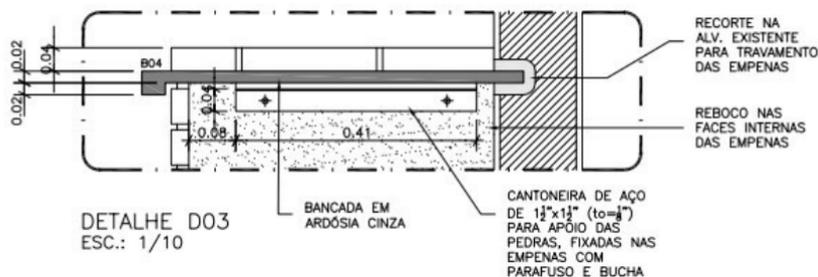
Figura 4.12 | Corte de depósito de alvenaria



Fonte: elaborada pela autora.

que a equipe de obra saiba como executá-los, o que evita que decisões tenham que ser tomadas rapidamente dentro do canteiro para que a obra possa ter continuidade. Observe a Figura 4.12, que traz o detalhamento do topo de um depósito de alvenaria. O desenho mostra em uma escala aproximada todos os materiais a serem utilizados e as dimensões a serem aplicadas. A Figura 4.13 mostra o detalhe D03.

Figura 4.13 | Detalhe D03



Fonte: elaborada pela autora.

Também fazem parte dos documentos finais os memoriais relativos ao projeto arquitetônico e as perspectivas. Esse conjunto de informações perfaz o necessário para que a edificação seja executada.

Avançando na prática

Renderização de imagens

Descrição da situação-problema

Imagine que você está trabalhando em um importante escritório de projetos de arquiteturas e seu chefe pede que você faça a renderização de imagens de uma casa para um cliente. Será a primeira vez que o cliente verá o resultado desse trabalho e, por isso, é fundamental que as imagens renderizadas sejam pensadas para transmitir as informações com clareza. O que você deve considerar para que essas imagens correspondam à expectativa do seu chefe na apresentação ao cliente?

Resolução da situação-problema

Uma das principais questões a serem consideradas na renderização de uma imagem é o cone de visualização que você deve colocar no desenho.

Imagine-se no ambiente e considere qual seria a melhor vista a ser considerada para fazer uma imagem. No caso da sala, por exemplo, o ideal é que todos os elementos que a compõem apareçam na vista, como o sofá e a televisão, por exemplo. Elementos que são essenciais para o entendimento do projeto, como a vista de uma escada, também devem aparecer na vista, para que o cliente consiga se localizar quando comparar a imagem com os desenhos técnicos. Também é importante utilizar texturas e materiais na sua maquete, para que a renderização atinja o máximo de qualidade possível. Utilize texturas que sejam iguais ou próximas àquelas definidas pelo projeto arquitetônico, pois assim o cliente poderá ter uma noção bastante próxima de como ficará a proposta quando executada. Outro ponto importante para uma boa renderização de imagem é a utilização de iluminação. Faça vários testes com os pontos de iluminação até que você atinja o resultado desejado.

Faça valer a pena

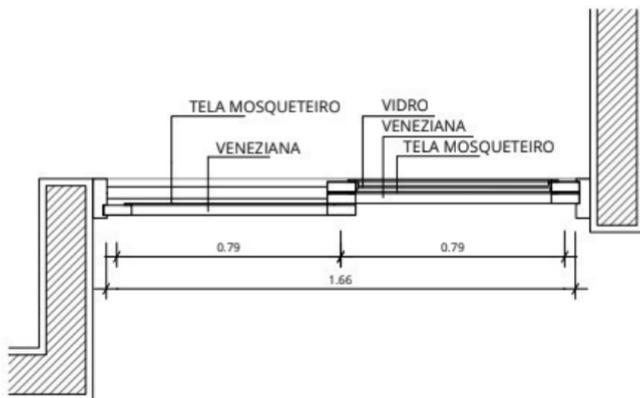
1. Chamamos de plotagem as impressões de grande formato. Na área da construção civil, esse termo é comum, visto que muitas vezes são utilizadas folhas de tamanhos maiores, como A1 ou A2, para a impressão de projetos.

Para plotar uma prancha de desenhos diagramada no Revit em formato PDF, deve-se clicar em:

- a) Menu arquivo > Imprimir > Gerador de PDF > Faixa de impressão > Janela atual > Configurar > Papel > Zoom > Ok.
- b) Propriedades > Orientação > Norte Verdadeiro > Gerenciar > Localização do projeto > Rotacionar o norte verdadeiro.
- c) Navegador > Percursos virtuais > Exibir câmera > Modificar > Editar percurso virtual.
- d) Renderização > Vista > Gráficos > Qualidade > Resolução > Iluminação > Renderizar.
- e) Vista > Tabelas > Levantamento de material > selecionar elemento > Construção nova > Ok.

2. A etapa final de desenvolvimento de um projeto arquitetônico diz respeito ao projeto executivo. Para a finalização desse processo, são necessárias diversas informações que devem fazer parte desse conjunto de pranchas de desenhos técnicos. Considere a Figura 4.14 abaixo para responder à questão.

Figura 4.14 | Detalhamento de esquadria



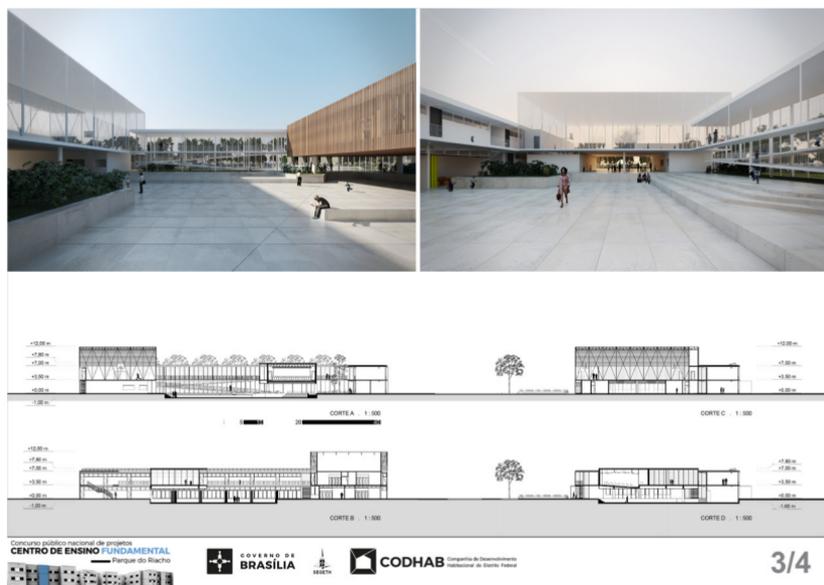
Fonte: elaborada pela autora.

Assinale a alternativa correta sobre as pranchas de projeto executivo de um projeto arquitetônico.

- Um detalhe de um elemento arquitetônico que faça parte do conjunto de desenhos técnicos de um projeto arquitetônico necessita apenas das legendas dos materiais a serem utilizados.
- Os desenhos técnicos relacionados às esquadrias de uma edificação apenas devem fazer parte do projeto executivo se tiverem sido pensados para sua execução sob medida. Esquadrias comerciais não precisam ser especificadas no projeto executivo.
- Os desenhos técnicos de detalhamento de elementos arquitetônicos devem ser apresentados desde a etapa de estudo preliminar.
- Os desenhos técnicos de esquadrias devem necessariamente compor o conjunto de informações de um projeto executivo.
- Os detalhamentos de elementos construtivos de um projeto arquitetônico são necessários apenas para o desenvolvimento da proposta e não são utilizados no canteiro de obras.

3. A diagramação das pranchas de desenhos técnicos e imagens de um projeto arquitetônico é essencial para seu completo entendimento. Muitas são as vantagens que uma prancha apresenta caso seja pensada para que transmita com clareza as informações necessárias sobre a proposta. Considere a Figura 4.15 e os itens abaixo para responder à questão.

Figura 4.15 | Prancha de apresentação do projeto



Fonte: <https://goo.gl/HJ8v5A>. Acesso em: 19 dez. 2018.

- I. A prancha de apresentação possui uma organização simétrica dos elementos que a constituem, ou seja, as imagens possuem a mesma dimensão e os desenhos estão alinhados.
- II. O carimbo da prancha indica que, no total, há quatro pranchas de apresentação do projeto arquitetônico.
- III. As imagens renderizadas que a prancha traz possuem elementos que enriquecem a apresentação do projeto, como pessoas e vegetação.
- IV. A prancha traz alguns dos elementos necessários para a apresentação final de um projeto arquitetônico. Aqui, estão presentes perspectivas e cortes do edifício.

Sobre os itens relacionados acima, assinale a alternativa correta.

- a) I e II.
- b) II e III.

- c) III e IV.
- d) I e IV.
- e) Todos os itens estão corretos.

Projeto arquitetônico: apresentação final

Diálogo aberto

Olá, aluno! Já vimos como fazer a diagramação das pranchas de desenho executivo de maneira a atender da melhor forma possível às necessidades que a equipe de obra possui no canteiro durante a execução da proposta. Na nossa última seção, vamos estudar sobre temas que irão ajudá-lo a finalizar o desenvolvimento de um projeto arquitetônico e a apresentar sua proposta para o cliente. Sendo assim, vamos aprender sobre maquetes físicas e virtuais e sobre como o projeto deve ser apresentado nessa etapa final. Além disso, você vai aprender também a elaborar um memorial de projeto, que diz respeito a um documento que vai reunir todas as informações necessárias para que a edificação seja construída.

Lembre-se de que nessa etapa do trabalho você já desenvolveu os desenhos técnicos necessários para a confecção do projeto arquitetônico executivo, a fim de que sejam entregues ao cliente. Um dos documentos entregues junto ao projeto executivo é o memorial de projeto, que descreve detalhadamente todas as fases e materiais a serem utilizados na sua execução. É ideal que se entregue uma pasta de documentos impressos e digitais ao seu cliente, cabendo a você organizar os desenhos técnicos, perspectivas e tabelas junto ao memorial de projeto. Sabendo que esse documento fornece todas as informações necessárias para que a edificação seja executada no canteiro de obras, o que ele deve conter? Como deve ser organizado? Reflita sobre como apresentar esse material, pois é fundamental que você venda uma boa imagem para seu projeto e, conseqüentemente, para sua empresa. Bons estudos!

Não pode faltar

O escopo das etapas de projeto definido pelo CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo – coloca o memorial de projeto como opcional para o estudo preliminar, mas é item fundamental nos documentos a serem entregues no 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 (CAU, 2013).

O memorial descritivo de projeto arquitetônico é um documento que deve ser anexado ao conjunto de desenhos técnicos. Não existe um modelo estabelecido para ele, mas é comum que esse documento traga informações sobre o conceito do projeto, normas interessantes à construção da edificação, detalhamento de todos os materiais que devem ser aplicados na obra, além de outros elementos necessários à completa compreensão da proposta.

O memorial de projeto geralmente tem início com todos os dados da obra, sendo estes os mesmos que foram fornecidos para a elaboração do projeto legal, 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 ser acrescentados, como o número, a inscrição imobiliária, a zona de uso da edificação, 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, devem ser definidos os serviços preliminares, dos quais geralmente constam a limpeza do terreno, medidas de segurança como a instalação de tapumes no canteiro de obras, como deve ser executada a terraplenagem e a drenagem do terreno e as diretrizes para a locação da obra. Essa etapa dará continuidade para a etapa de fundações, que descreve qual o tipo de fundação que será aplicada, assim como todo o equipamento e material necessário para que ela aconteça de acordo com as especificações do projeto executivo. Também é importante a inclusão das diretrizes sobre as impermeabilizações, também com a técnica e os materiais a serem utilizados. Por exemplo: “Os baldrames deverão ter suas superfícies pintadas com duas demãos de emulsão asfáltica e posteriormente aplicada manta alcatroada” (SENAC-PR; SESC-PR, 2014, p. 7).



Assimile

Os itens que compõem um memorial descritivo de projeto arquitetônico seguem a ordem de execução da edificação no canteiro de obras.

O próximo item que comumente é inserido diz respeito às paredes do edifício. Caso a execução deva ser realizada em alvenaria, todas as camadas de revestimento devem ser especificadas, como chapisco, emboço e reboco. Outras técnicas e materiais também devem ser inclusos nesse item, como as paredes de gesso. Por exemplo:

“Serão executados com tijolos cerâmicos, de primeira qualidade, bem cozidos, leves, duros, sonoros com faces planas, quebra máxima de 3%, carga de ruptura à compressão de 50Kg/cm² no mínimo, assentes com argamassa mista 1:4:12 (cimento, cal e areia) e mão de obra esmerada, com os pés-direitos, espessura e alinhamento conforme indicar o projeto. (SENAC-PR; SESC-PR, 2014, p. 8)

Em seguida, são inseridas as informações referentes à cobertura. Toda a estrutura e os materiais a serem utilizados devem ser especificados, assim como a inclinação necessária e modo de execução. Por exemplo: “A cobertura do bloco principal deverá ser executada em estrutura metálica, em perfis fechados, retangulares, obedecendo à espessura de chapas de acordo com o projeto de estrutura metálica, com pintura epóxi na cor branco” (SENAC-PR; SESC-PR, 2014, p. 10).

Em seguida, com a mesma lógica, seguem esquadrias e revestimentos, tanto de paredes quanto de pisos.



Pesquise mais

Observe o memorial de projeto de uma unidade de Sesc e Senac no Paraná. Ele traz todos os itens necessários para esse tipo de documento. Você pode ler a parte referente aos revestimentos, que vai da página 11 à página 23. Observe como o texto referencia detalhadamente todos os materiais necessários para a execução dos revestimentos, além de apontar o modo de execução. Disponível em: <https://goo.gl/me4Soo>. Acesso em: 8 jan. 2019.

Em seguida, temos a pintura, tanto interna quanto externa, e os metais e louças, também devidamente apontados os materiais. Por exemplo:

“Serão executados tampos de bancadas com granito Branco Dallas, inclusive rodapia e saia frontal nos sanitários. Deverão ser instaladas cubas de embutir de louça, conforme detalhado em projeto arquitetônico, fixado no tampo em granito e com estrutura de metal para auxiliar a fixação. As cubas de embutir serão ovais, modelo L.59, cor branco, marca Deca. (SENAC-PR; SESC-PR, 2014, p. 33)

Para a finalização do memorial de projeto, é comum que exista um item referente a limpeza geral, em que são desmontadas as instalações do canteiro

e feita a limpeza de toda a obra. São retirados todos os vestígios de pintura e argamassa, limpos todos os elementos da edificação, além de ser executada a aplicação de produtos para conservação de pisos, esquadrias, vidros, etc.

Além do memorial de projeto, para auxiliar o completo entendimento do cliente sobre a proposta que está sendo apresentada, além de ilustrar o projeto, é interessante que as maquetes façam parte desse processo. A maquete física (Figura 4.16) é uma das opções que podem ser utilizadas para isso, sendo que ela pode apresentar outras funções

ao longo do desenvolvimento do projeto. Ela pode ser pensada como uma maquete de estudo, por exemplo, e contribuir para a fase inicial da proposta, em que são pensados também os croquis. Nesse caso, a precisão não é tão importante, mas sim a exploração de variações sobre o projeto arquitetônico. Sua escala nessa fase geralmente é pequena e são utilizados materiais mais baratos para sua confecção.

Podem ser citadas também as maquetes de desenvolvimento (Figura 4.17), que dizem respeito a um estágio mais avançado do projeto arquitetônico. Aqui, a geometria geral já está definida, mas ainda há decisões a serem tomadas na proposta. A escala é maior do que a maquete de estudo, pois o profissional precisa visualizar elementos arquitetônicos, como as esquadrias, para migrar para a próxima etapa de projeto.

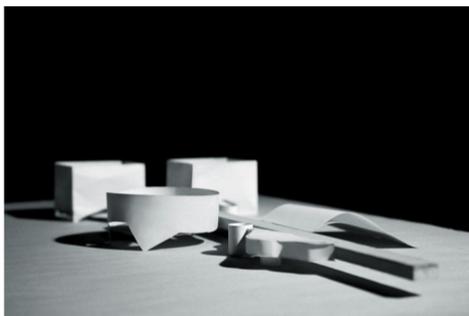
Por fim, existem as maquetes de apresentação (Figura 4.18), que representam um projeto arquitetônico finalizado e que são elaboradas com materiais de acabamento específicos às soluções adotadas para a proposta, além de representar com exatidão as espessuras. Apesar da popularização de programas

Figura 4.16 | Maquete de estudo



Fonte: iStock.

Figura 4.17 | Maquete de desenvolvimento



Fonte: <https://goo.gl/34iA1T>. Acesso em: 31 jan. 2019.

de modelagem 3-D, que facilitam a representação e criação de volumetrias, a maquete física oferece outra experiência com a representação espacial que pode contribuir para a apresentação final de uma proposta. A maquete física é mais fácil de ser compreendida, principalmente se contraposta aos desenhos técnicos.

Figura 4.18 | Maquete de apresentação



Fonte: <https://goo.gl/8fG1H7>. Acesso em: 5 jan. 2019.



Exemplificando

Muitos arquitetos reconhecidos profissionalmente se utilizam da maquete física em seu processo de projeto. É comum verificar na publicação das suas obras a presença de uma maquete bem-acabada, geralmente em cores monocromáticas, cuja volumetria representa fielmente a proposta que está sendo apresentada. A Figura 4.19 exemplifica essa situação.

Figura 4.19 | Maquete do Museu dos Coches / Paulo Mendes da Rocha + MMBB Arquitetos + Bak Gordon Arquitectos



Fonte: <https://goo.gl/Zu9CEv>. Acesso em: 7 fev. 2019.

As maquetes virtuais também são uma ferramenta essencial para a compreensão do projeto arquitetônico. O profissional pode criar cenas em que detalhes importantes da proposta possam ser visualizados detalhadamente. Essas maquetes, além disso, são bastante próximas da realidade e simulam com exatidão os ambientes propostos. Podem ser realizados testes sobre os acabamentos a serem utilizados, sendo que o cliente consegue visualizar com exatidão o resultado final. Observe as Figuras 4.20 e 4.21, em que é realizado um teste para verificar se a escada deve ser fechada ou aberta.

Figura 4.20 | Sala com escada fechada



Fonte: acervo da autora.

Figura 4.21 | Sala com escada aberta



Fonte: acervo da autora.

Uma das vantagens da maquete virtual é o custo, se comparado com a maquete física. Essa opção é mais barata porque é mais rápido realizar as mudanças necessárias ao longo do desenvolvimento do projeto arquitetônico. No caso do Revit, isso fica ainda mais facilitado com relação à compatibilização de projetos. Atualmente, a realidade virtual contribui enormemente para a compreensão do cliente sobre o projeto, pois permite criar apresentações interativas em que a pessoa se sente dentro do ambiente projetado.

Outras ferramentas podem ser utilizadas em conjunto com as maquetes, entre elas o chamado projeto humanizado. Os desenhos pensados dessa forma são mais didáticos e, portanto, de melhor compreensão para o cliente leigo. A planta humanizada traz detalhes como a disposição do mobiliário, detalhes do paisagismo, pessoas, materiais de acabamento, etc. É interessante que sejam aplicados efeitos no desenho, como texturas e iluminação.

É importante ter em mente que o desenho técnico humanizado (Figura 4.22) é mais fácil de fazer e tem um valor mais baixo que uma maquete eletrônica, por isso ele pode ser bastante útil na apresentação de uma proposta. Pense na sua utilização em conjunto com os outros documentos, como as maquetes e até mesmo os desenhos técnicos do projeto executivo. Existem blocos disponíveis

na internet para que o profissional desenvolva o seu desenho, ou ele mesmo pode desenhar os seus blocos, que vão ajudar a incrementar o projeto humanizado.

Figura 4.22 | Planta baixa humanizada



Fonte: iStock.



Refleta

Como o profissional pode garantir que seu cliente tenha o completo entendimento do projeto arquitetônico que está sendo apresentado?

A hora da apresentação do projeto arquitetônico em si pode contar com estratégias próprias de cada profissional ou empresa. Normalmente, é marcada uma reunião específica para isso com o cliente, quando ele vai presenciar uma palestra com a apresentação da proposta, auxiliada por projeção de imagens e explicação dos conceitos que nortearam o desenvolvimento do projeto arquitetônico. É importante que essa apresentação seja bastante didática e que o cliente tenha o completo entendimento da proposta, para que ela possa enfim ser finalizada.

As informações mais relevantes a serem destacadas durante a apresentação são relativas ao programa de necessidades, ou seja, o profissional deve destacar que tudo o que foi conversado e acordado durante o processo está contemplado na proposta. Também o organograma de funções da edificação deve ser destacado, de preferência por meio de diagramas.

É nesse momento que as ferramentas como as maquetes devem ser apresentadas, além de fotografias e animações. Também os desenhos

humanizados vão ajudar na compreensão do cliente sobre a proposta, sendo que o profissional pode se utilizar dessa ferramenta para exemplificar todos os ambientes do edifício. Caso a proposta diga respeito a uma reforma, o profissional pode apresentar o antes e o depois do espaço, provocando um impacto positivo no cliente.

Com o término da reunião de apresentação final, o profissional deve entregar ao cliente toda a documentação referente ao projeto arquitetônico, o que inclui o projeto executivo e tudo o que foi mostrado durante a reunião. É importante deixar um espaço para perguntas, a fim de que o cliente tire todas as suas dúvidas. Uma opção é oferecer uma estimativa de custos da obra, visto que o próximo passo a ser dado é a sua execução. Segundo Abbate (2009), um bom roteiro a ser seguido para essa reunião é este:

Introdução

Apresentação do programa de necessidades

Apresentação do organograma de funções

Apresentação das restrições legais e técnicas

Apresentação do partido arquitetônico

Localização do empreendimento

Na cidade

No bairro

Na quadra

Descrição do entorno

Vista aérea (Google Earth)

Levantamento fotográfico

Vídeo (quando possível)

Implantação do edifício

Descrição do movimento de terra (se houver)

Desenho de implantação (em planta)

Um ou dois cortes esquemáticos

Descrição do edifício

Plantas dos pavimentos com sugestão de mobiliário

Cortes do edifício com indicação da escala humana

Elevações e fachadas

Perspectivas internas e externas (maquete eletrônica)

Maquete “de verdade” (quando possível)

Dados gerais do empreendimento

Quadro de áreas

Estimativa de custos

Sem medo de errar

A etapa final do desenvolvimento de um projeto arquitetônico, após a confecção dos desenhos técnicos necessários para integrar o projeto executivo, diz respeito também à confecção do memorial de projeto. Esse documento reúne todas as informações necessárias para que a edificação seja realizada no canteiro de obras. Isso significa que esse texto vai trazer, ordenadamente, tudo o que é preciso para que a equipe realize seu trabalho durante a construção da proposta. É importante que todas as fases da obra, como modo de execução e materiais, estejam contempladas nesse documento. As etapas, na sua maioria, são:

- serviços preliminares;
- fundações;
- estrutura;
- impermeabilizações;
- alvenaria;
- cobertura;
- esquadrias;
- revestimentos e pisos;
- forros;
- pintura;
- instalações hidráulicas e elétricas;
- louças e metais;

- áreas externas;
- limpeza da obra.

Cada item aqui colocado deve ser especificado de acordo com os desenhos técnicos do projeto executivo, indicando o modo de execução de cada etapa assim como todos os materiais que serão utilizados na obra. Essas etapas são específicas a cada projeto arquitetônico, mas a lista aqui citada é uma base que pode ser completada de acordo com a necessidade.

Avançando na prática

O uso da maquete para a compreensão do projeto arquitetônico

Descrição da situação-problema

Imagine que você é responsável pelo desenvolvimento de um projeto arquitetônico relativo a uma residência com jardim. Ao apresentar a proposta para o seu cliente, ele ficou em dúvida sobre a proximidade do jardim com relação à edificação. Ele acha que a vegetação vai esconder a casa e, por isso, prefere que o projeto não contemple área externas vegetadas. Mesmo mostrando a ele os desenhos técnicos, em que você garante que a vegetação vai valorizar o imóvel ao valorizar a fachada, seu cliente não está convencido sobre qual decisão tomar a respeito. Como você, enquanto profissional, pode ajudá-lo na compreensão do projeto arquitetônico nesse caso?

Resolução da situação-problema

As imagens geradas a partir de uma maquete virtual podem contribuir para a compreensão em diversos aspectos do projeto arquitetônico. O ideal é que o profissional utilize essa importante ferramenta a seu favor gerando cenas que exemplifiquem a proposta em pontos de difícil compreensão para um leigo. No caso aqui citado, ele pode criar uma imagem que demonstre justamente a situação da vegetação com relação à fachada da casa, conforme Figura 4.23

Figura 4.23 | Fachada frontal com vegetação



Fonte: acervo da autora.

1. O memorial descritivo de projeto é um dos documentos que devem ser entregues ao final de todas as etapas de desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Considere os itens abaixo para responder à questão.

- I. O memorial de projeto deve ser entregue na etapa de projeto executivo, junto aos desenhos técnicos da proposta desenvolvida.
- II. O memorial de projeto contempla todas as etapas de execução do edifício no canteiro de obras.
- III. O memorial de projeto traz apenas os materiais a serem utilizados na execução da edificação.
- IV. O conteúdo do memorial de projeto não depende do tipo de obra a ser executada.

Considerando os itens acima, estão corretos:

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

2. A maquete física é uma das ferramentas que podem ser utilizadas na apresentação de um projeto arquitetônico, auxiliando na tomada de decisões ou na finalização desse processo. Sobre a Figura 4.24, considere os itens abaixo.

Figura 4.24 | Maquete física do projeto



Fonte: iStock.

- I. A maquete não se utiliza da escala humana para o entendimento da proposta.
- II. O projeto tomou partido da topografia existente para ser desenvolvido.
- III. A maquete reproduz fielmente o projeto paisagístico adotado para a proposta.
- IV. A reprodução das esquadrias facilita a compreensão do projeto arquitetônico como um todo.
- V. A ausência do mobiliário na maquete dificulta a compreensão do projeto.

Dentre os itens acima sobre a maquete da imagem, estão corretos:

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

3. A apresentação final de um projeto arquitetônico é o encerramento do processo de desenvolvimento de uma proposta feita por um profissional autônomo ou uma empresa. É nesse momento que o cliente vai tomar conhecimento do resultado final do serviço contratado. Sobre ela, considere os itens seguintes.

- () A apresentação final difere de outras reuniões anteriores porque ela não é um momento de tomada de decisões.
- () Essa reunião pode ser feita com a ajuda de diversas ferramentas, como as maquetes, com o intuito de facilitar a compreensão do cliente sobre a proposta apresentada.
- () O conjunto de desenhos técnicos a serem apresentados deve incluir, pelo menos, plantas baixas, cortes, elevações e detalhes da edificação.
- () O uso de imagens renderizadas no projeto executivo é útil para a apresentação do projeto final para o cliente, mas não podem ser utilizadas no canteiro de obras.

Assinale a alternativa que faz o sequenciamento correto sobre a veracidade das afirmativas colocadas nos itens acima:

- a) V, F, V, F.
- b) F, V, F, V.
- c) F, F, V, V.
- d) V, V, V, F.
- e) V, F, F, F.

ABBATE, V. **Como apresentar o projeto**. 2009. Disponível em <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/187/exercicio-profissional-como-apresentar-o-projeto-153337-1.aspx>. Acesso em: 8 jan. 2019.

ARCHDAILY BRASIL. Museu dos Coches / Paulo Mendes da Rocha + MMBB Arquitetos + Bak Gordon Arquitectos, 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/767363/museu-dos-coches-paulo-mendes-da-rocha-mm-bb-arquitetos-bak-gordon-arquitectos/55626ae6e-58ece07f90002de-museu-dos-coches-paulo-mendes-da-rocha-mm-bb-arquitetos-bak-gordon-arquitectos-maquete>. Acesso em: 5 jan. 2019.

AUTODESK REVIT. Disponível em: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/PTB/>. Acesso em: 8 dez. 2018.

BOGO, A. J. *et al.* Ensino de projeto arquitetônico com enfoque ambiental: a experiência de uma disciplina de projeto integrado de arquitetura e conforto térmico. **Revista HÁbitat Sustentable**, v. 8, n. 2, dez. 2016.

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

CHING, I. **Representação gráfica em arquitetura**. 6. Ed. Ed. Bookman, 2017.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO (CAU). Tabelas de honorários de serviços de arquitetura e urbanismo do Brasil. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.iabsp.org.br/tabela_honorarios.pdf. Acesso em: 19 dez. 2018.

CURSO BÁSICO DE AUTODESK REVIT. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/Apostila-Curso-de-Autodesk-Revit.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

DAVID. **Solar Analysis plugin now available for Revit**. Disponível em: <http://blogs.autodesk.com/insight/solar-analysis-plugin-now-available-for-revit/>. Acesso em: 7 jan. 2019.

EASTMAN C. *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EXACTUSENSU. Projecto de execução de redes de incêndios e sistemas de extinção automática. Disponível em: <http://exactusensu.weebly.com/blog/o-recurso-ao-sistema-de-sprinklers>. Acesso em: 8 dez. 2018.

MENESES, L. C. **Gestão de projetos: com abordagem dos métodos ágeis e híbridos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

PINAZZA, M. **Gestão de projetos: as fases do ciclo de vida de um projeto, a função do gestor de projetos e a importância do gerenciamento**. 2017. Disponível em: <http://movimentoimpacto-global.com.br/fases-do-projeto/>. Acesso em: 9 dez. 2018.

PORTAL CODHAB. Disponível em: <http://www.codhab.df.gov.br/uploads/concourse/candidate/files/8153557f20f312b0303ceb52539704fe.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SENAC-PR; SESC-PR. Memorial descritivo projeto arquitetônico. 2014. Disponível em https://www.pr.senac.br/Licitacoes/Arquivos/Documentos_Editais/CC182014SENAC/ANEXO%20XII%20-%20MEMORIAL%20DESCRITIVO%20DE%20PROJETO%20DE%20ARQUITETURA.pdf. Acesso em: 8 jan. 2019.

TOMASETTI T. **Dynamo for Rebar is now available!** 2015. Disponível em: <http://core.thorntontomasetti.com/dynamo-for-rebar-is-now-available/>. Acesso em: 19 dez. 2018.

ISBN 978-85-522-1433-5



9 788552 214335 >